



New Technology of Dental Composite and Clinical Technique

ASSIST. PROF. DR PIYANART EKWORAPOJ

DEPARTMENT OF GENERAL DENTISTRY

SRINAKARINWIROT UNIVERSITY, BANGKOK, 10110

เทคโนโลยีใหม่ของ
วัสดุอุดฟันคอมโพสิตเรซิน
และ
การใช้งานทางคลินิก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ. ปิยะนารถ เอกวรพจน์

ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ทันตอุปกรณ์วิทยา เทคโนโลยีใหม่ของวัสดุอุดฟันคอมโพสิตเรซินและการใช้งานทางคลินิก

โดย ผศ. ทพญ. ดร. ปิยะนารถ เอกวรพจน์

ISBN : 978-616-423-153-5

สงวนลิขสิทธิ์ ©2559 โดย ปิยะนารถ เอกวรพจน์

ห้ามการลอกเลียนไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ปิยะนารถ เอกวรพจน์

ทันตอุปกรณ์วิทยา เทคโนโลยีใหม่ของวัสดุอุดฟันคอมโพสิตเรซินและการใช้งานทางคลินิก. –กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์โปรเทค, 2559.

89 หน้า

จัดทำโดย ปิยะนารถ เอกวรพจน์

ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

พิมพ์ที่ บริษัท แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด

99/164 หมู่ 2 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

(02)5751791-3 FAX:5751791-3 กด16

แผนการสอน

หัวข้อ	เทคโนโลยีใหม่ของวัสดุอุดฟันคอมโพสิตเรซินและการใช้งาน
รายวิชา	ททท 621 ทันตอุปกรณ์วิทยา
จำนวนหน่วยกิต	2(2-0)
ผู้สอน	ผศ. ทพญ. ดร. ปิยะนารถ เอกวรพจน์
ผู้เรียน	นิสิตทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6
เวลา	พฤหัสบดี 9.00 –12.00 น จำนวน 3 ชั่วโมง
ผู้เรียน	นิสิตทันตแพทย์ชั้นปีที่ 6
วัตถุประสงค์	เพื่อให้ นิสิตสามารถ

1. เรียนรู้การวัดกรรมและวิธีการอุดฟันประเภท คลาสทู ด้วยเทคโนโลยีวัสดุอุดคอมโพสิตแบบใหม่
2. มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวัสดุอุดฟันประเภทคอมโพสิตเรซิน
3. เรียนรู้ลักษณะการนำใช้งานและเทคนิคการอุดฟันด้วยคอมโพสิตเรซินชนิดใหม่

เนื้อหา

1. ความรู้พื้นฐาน ส่วนประกอบ การเลือกใช้ วัสดุอุดคอมโพสิต
2. ชนิดของคอมโพสิต สำหรับการอุดฟันหน้า และการอุดฟันหลัง
3. เทคนิคการบูรณะฟันด้วยคอมโพสิตเรซิน
4. ตัวอย่างคอมโพสิตเรซินที่มีใช้ในท้องตลาด รายละเอียดและคุณสมบัติ

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

1. บอกวัตถุประสงค์ อธิบายเนื้อหาโดยรวม
2. สอนบรรยายเนื้อหาหัวข้อต่างๆ
3. นิสิตซักถาม

สื่อการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. power point
3. สาธิตและปฏิบัติการทดลองใช้งานวัสดุอุดคอมโพสิตเทคโนโลยีใหม่ ที่มีใช้ในประเทศไทย

การประเมินผล

ข้อสอบ Multiple choice question 4 ตัวเลือก

หนังสืออ้างอิง

- [1] Okamura, H, Miyasaka, T, Hagiwara T. (2006, September). Development of dental composite resin utilizing low shrinkage and low viscous monomers. *Dent Mater J.* 25(3): 437-44.
- [2] Drummond, J. (2008). Degradation, Fatigue, and Failure of Resin Dental Composite Materials. *J. Dent Res.* 87:710-719.
- [3] Kleverlan, C, Feilzer, A. (2005). Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater.* 21: 1150-1157.
- [4] Malhotra, N, Kundabala, M, Shashirashi, A. (2010, March). Strategies to overcome polymerization shrinkage—materials and techniques: A review. *Dent Update.* 37(2): 115-8, 120-2, 124-5.
- [6] Vasudeva, G. (2009, June). Monomer systems for dental composite and their future: a review. *J Calif Dent Assoc.* 37(6): 389-98.

บทนำ

คอมโพสิต (composite) หมายถึง วัสดุที่เกิดจากการรวมกันของส่วนประกอบ 2 ส่วนหรือมากกว่า ตัวอย่างเช่น วัสดุคอมโพสิตทางทันตกรรม จะประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นตัวยึด และสารอนินทรีย์เป็นส่วนอัดแทรกหรือฟิลเลอร์ (Filler) ทั้งสองส่วนนี้จะเข้ามารวมกันภายใต้กระบวนการโพลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) หรือกระบวนการเกิดโพลิเมอร์นั่นเอง โดยส่วนใหญ่แล้ววัสดุอัดแทรกที่ใส่ลงไปจะต้องเคลือบด้วยสารยึดติด (coupling agent) เพื่อให้วัสดุอัดแทรกยึดติดกับส่วนเนื้อเมทริกซ์ได้ (Matrix = เมทริกซ์)

เรซินคอมโพสิต ถูกใช้ในงานทันตกรรมอนุรักษ์ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1940 เพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้อะคริลิกเรซินแทนซิลิเกตซีเมนต์ (วัสดุชนิดเดียวที่ได้รับการยอมรับด้านความสวยงามในสมัยก่อน) ให้เหลือน้อยที่สุด

การบูรณะฟันด้วยวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตเป็นที่นิยมนักมากในปัจจุบัน วัสดุประเภทนี้สามารถตอบสนองความต้องการของวัสดุที่ใช้ในการบูรณะฟันในเรื่องของสีที่สวยงามใกล้เคียงกับสีฟันธรรมชาติ มีความแข็งแรงที่เพียงพอจะรับแรงบดเคี้ยวในช่องปากได้ วัสดุบูรณะฟันประเภทเรซินคอมโพสิตได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลากว่า 50 ปี นับตั้งแต่การค้นพบเรซินชนิดนี้ โดย Bowen ในปี 1964 ดังจะเห็นได้จากมีรายงานงานวิจัย ในปี ค.ศ.1962 โบเวน (Bowen) ได้เปิดเผยการพัฒนาโมโนเมอร์ชนิดบิส-จีเอ็มเอโมโนเมอร์ (Bis-GMA monomer) เพื่อพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพของอะคริลิกเรซิน เนื่องจากโมโนเมอร์เหล่านี้จะสามารถก่อให้เกิดได้เพียงโซ่โพลิเมอร์เส้นตรงเท่านั้น ซึ่งก่อนหน้านี้ ในปี ค.ศ.1955 บัวโนคอร์ (Buonocore) ได้ทดลองใช้กรดออร์โทฟอสฟอริก (orthophosphoric acid) เพื่อพัฒนาการยึดติดของวัสดุประเภทอะคริลิกเรซิน บนพื้นผิวของผิวฟัน ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาวัสดุที่มีความสามารถในการยึดติดกับพื้นผิวฟันได้ จึงเกิดความคิดค้นวัสดุประเภทคอมโพสิตเรซินขึ้น ซึ่งในช่วงแรก วัสดุอุดฟันประเภทคอมโพสิตเรซินเป็นชนิดที่บ่มตัวด้วยสารเคมี เมื่อต้องการใช้งาน ต้องทำการผสมส่วนเบสและส่วนเร่งปฏิกิริยาให้เข้ากัน วัสดุจะค่อย ๆ ก่อตัวเป็นเนื้อวัสดุอุดฟันที่นำไปใช้ในการอุดฟันได้ จนกระทั่งก่อตัวเต็มที่จะมีคุณสมบัติความแข็งแรง สามารถทนต่อแรงบดเคี้ยว และยึดอยู่ภายในโพรงฟันที่กรอแต่งได้ ปัญหาในการใช้งานสำหรับวิธีการจัดการวัสดุ ได้แก่ การตวงอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสม และวิธีการผสมที่ไม่เหมาะสม

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1970 เป็นต้นมา เริ่มมีการนำรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นตัวช่วยกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาการเกิดเป็นโพลิเมอร์ของวัสดุคอมโพสิตเพื่อกำจัดปัญหาเรื่องการผสมและข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ครั้งแรกใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นแหล่งกำเนิดแสง (365 นาโนเมตร) แต่มีปัญหาเรื่องความลึกในการก่อเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน (depth of cure) และ ผลข้างเคียงอื่น ๆ จึงนำมาสู่การเปลี่ยนมาใช้แสงที่มองเห็นได้แทน (427-491 นาโนเมตร) ซึ่งมีการนำวิธีนี้มาใช้จนถึงปัจจุบันและยังใช้เพื่อพัฒนาต่อไป การพัฒนาคอมโพสิตยังคงดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การใช้วัสดุอุดประเภทคอมโพสิตเรซิน มีความสะดวก และใช้งานง่ายมากยิ่งขึ้น

การปรับปรุงวัสดุคอมโพสิตเรซินทำได้ทั้งในส่วนโมโนเมอร์ วัสดุอัดแทรกและส่วนของสารยึดติดระหว่างโมโนเมอร์กับวัสดุอัดแทรก ที่เป็นส่วนประกอบหลักของเรซินคอมโพสิต เพื่อให้ได้คุณสมบัติของวัสดุที่ดีขึ้น ถึงแม้ว่าคอมโพสิตในปัจจุบันจะได้รับการพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพให้มีสีสวยงามขึ้นและความแข็งแรงทนต่อการบดเคี้ยว แต่ก็ยังคงพบว่า มีปัญหาการหดตัวจากการแข็งตัวของวัสดุ แรงที่เกิดขึ้นจากการหดตัวของวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิต ดึงเนื้อวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ยึดติดกับผิวโครงสร้างของฟันเข้าหาศูนย์กลาง ก่อให้เกิดรอยแยกระหว่างวัสดุกับผิวฟัน ซึ่งเป็นทางให้เชื้อแบคทีเรียเข้าสู่ฟันพร้อมกับการสะสมของคราบจุลินทรีย์บริเวณ

ช่องรอยแยก ทำให้เกิดเป็นฟันผุบริเวณฟันที่บูรณะด้วยวัสดุนี้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิด การเสียวฟันหลังจากการอุดฟัน รวมถึงการแตกหักและติดสีตามขอบของวัสดุ

แนวทางในการแก้ปัญหาเรื่องการหลุดจากการแข็งตัวของวัสดุทำได้โดยการเพิ่มวัสดุอัดแทรกเข้าไปในส่วนของเรซินเมทริกซ์ การลดขนาดของวัสดุอัดแทรกลงทำให้สามารถเพิ่มปริมาณวัสดุอัดแทรกลงในส่วนของเรซินเมทริกซ์ได้มากขึ้น นาโนเทคโนโลยีได้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาเรซินคอมโพสิตเพื่อลดขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรก ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณวัสดุอัดแทรกในเนื้อเมทริกซ์ของเรซินคอมโพสิตได้ นอกจากนี้ ในแง่ของเทคนิคทางคลินิกมีหลากหลายวิธี ในการลดการหลุดจากการแข็งตัวของวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิต อาจทำได้ตั้งแต่การปรับเปลี่ยน เทคนิคการนำวัสดุอุดใสในโพรงฟัน เทคนิคการฉายแสง ชนิดของแสงที่ใช้ในการทำให้คอมโพสิตแข็งตัว หรือโดยการเปลี่ยนจากการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตทางตรง เป็นการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตทางอ้อม ซึ่งทำในห้องปฏิบัติการทางทันตกรรม นอกเหนือจากการทำชิ้นงานบูรณะฟันให้ได้รูปร่างที่ดีใกล้เคียงกับลักษณะของฟันตามธรรมชาติแล้ว ยังช่วยลดปัญหาการหลุดจากการแข็งตัวของวัสดุเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพ และความแข็งแรงของวัสดุเรซินคอมโพสิต

วัตถุประสงค์ของการเรียนมุ่งเน้นการเรียนรู้ วัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตทางทันตกรรมที่นำมาใช้ในการบูรณะฟัน ตั้งแต่ส่วนประกอบและชนิด ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบและคุณสมบัติกับการใช้งานทางคลินิก การพัฒนาเรซินคอมโพสิต รวมถึงการใช้งานเรซินคอมโพสิตที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

องค์ประกอบของเรซินคอมโพสิต

คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล ความสวยงาม และ การทำงานทางคลินิกของเรซินคอมโพสิตขึ้นอยู่กับโครงสร้างของมัน โดยพื้นฐานแล้ว คอมโพสิตที่ใช้ในงานทันตกรรมจะประกอบด้วย 3 ส่วนที่มีความแตกต่างกันทางเคมี

1. ส่วนอินทรีย์ หรือ เมทริกซ์ (Matrix phase)
2. ส่วนอนินทรีย์ ซึ่งเป็นวัสดุอัดแทรก หรือ ส่วนแพร่กระจาย (Filler)
3. ส่วนเชื่อมต่อระหว่างวัสดุอัดแทรก และ ส่วนอินทรีย์ของเรซิน ซึ่งเป็นสารที่มีกลุ่มของโซเลนอยอยู่ที่ปลายโมเลกุล ด้านหนึ่ง(ประจุจับกับซิลิกอนไดออกไซด์) และ มีกลุ่มเมทาคริลิเทที่ปลายอีกด้านหนึ่ง (เกิดพันธะโควาเลนต์กับเรซิน)

ส่วนอินทรีย์ หรือ วัฏภาคเมทริกซ์ (Matrix phase)

ส่วนอินทรีย์ของเรซิน ถูกสร้างจากระบบเริ่มต้นโพลิเมอร์ไรซ์เซชันโดยสารอนุมูลอิสระ (a free radical-polymerisation initiation system) ที่บ่มได้ด้วยแสง คือ แอลฟาไดคีโตน (แคมโฟโรควิโนน) ใช้ในการรวมตัวด้วยอิลิเฟตเอมีนรีดิวซิงตติยภูมิ (4-n,n-dimethylamino-phenyl-ethanol) (DMAPE) และใช้ในคอมโพสิตที่แข็งตัวด้วยสารเคมีต่อสารประกอบ เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ ใช้ในการรวมตัวด้วย อะโรมาติกเอมีนตติยภูมิ (n,n-dihydroxyethyl-p-toluidine)

ระบบเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ ไดเมทิลอมีโนเอทิล (Dimethylaminoethyl methacrylate หรือ DMAEM) เอทิลไดเมทิลอมีโนเบนโซเอท (ethyl-4 dimethylamino benzoate หรือ EDMAB) และ ไซยาโนเอทิลเมทิลอะ

นิลีน (N,N-cyanoethyl-methylaniline หรือ CEMA) จะไปทำปฏิกิริยาบนตัวเริ่มปฏิกิริยาและทำให้เกิดการบ่มตัวในเวลาที่ยอมรับได้ในการใช้งานทางคลินิก

ระบบตัวยับยั้ง เช่น ไฮโดรควิโนโนโมโนเมทิลอีเทอร์ ใช้เพื่อขยายเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ให้มากที่สุดเพื่อการบ่ม และ รักษาคุณสมบัติทางเคมีและท้ายที่สุด ตัวที่ดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 350 นาโนเมตร เช่น ไฮดรอกซีเมทรอกซีเบนโซฟีโนน (2-hydroxy-4-methoxybenzophenone) เพื่อให้เกิดความคงทนของสี กำจัดผลกระทบของรังสียูวีที่มีต่อสารประกอบเอมีนในระบบเริ่มต้นที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อใช้งานในระยะยาว

ระบบโมโนเมอร์ เป็นส่วนสำคัญของระบบเรซินคอมโพสิตบิส-จีเอ็มเอก็ยังคงเป็นโมโนเมอร์ที่ใช้ในการผลิตคอมโพสิตที่ใช้งานในปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง ทั้งในรูปแบบเดี่ยว หรือ เชื่อมต่อกับยูรีเทนไดเมทาคริเลท โดยใช้ปริมาณร้อยละ 20 (โดยปริมาตร/ปริมาตร) ในเรซินคอมโพสิตที่มีส่วนประกอบมาตรฐาน กฎโดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักโมเลกุลของโมโนเมอร์ที่มีค่าต่ำ จะทำให้เกิดร้อยละของการหดตัวมากขึ้น เนื่องจาก โมโนเมอร์หลัก มีความหนืดสูง เพื่อให้ง่ายต่อการกระบวนการผลิต และ การจัดการทางคลินิก จึงต้องมีโมโนเมอร์ร่วม (Co-monomer) เพื่อลดความหนืด จะใช้โมโนเมอร์ตัวอื่นที่มีความหนืดต่ำ (มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ) ซึ่งจัดเป็นตัวควบคุมความหนืด เช่น บิสฟีนอลเอ ได-เมทาคริเลท (Bis-DMA), เอทีลินไกลคอล- ไดเมทาคริเลท (EGDMA), ไตรเมทิลีนไกลคอล ไดเมทาคริเลท (TEGDMA), เมทิล เมทาคริเลท (MMA) หรือ ยูรีเทน- ไดเมทาคริเลท (UDMA) ตัวอย่างของโมโนเมอร์ ที่เป็นส่วนประกอบของวัสดุภาคเมทริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงชนิด และส่วนประกอบของคอมโพสิตเรซินที่ใช้ในปัจจุบัน

Product (Manufacturer)	Code	Lot	Category	Matrix	Photo- initiator	Energy required* (J/cm ²)	Particle size (µm) (Mean)	Filler type	Filler content	
									%wt	%vol
Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Tokyo, Japan)	EQ	E674	Minifill	Bis-GMA, TEGDMA	CQ/ RAP	4.5-6	0.1-0.3 (0.2)	Zirconia-silica, composite filler	82	71
Heliomolar (Ivoclar-Vivadent, Amherst, NY)	HM	M00783	Microfill	Bis-GMA, UDMA, Decandiol dimethacrylate	CQ/ amine	20	0.04-0.2	Silicon dioxide, ytterbium trifluoride, pre-polymers	66,7	46
Tetric EvoCeram (Ivoclar-Vivadent, Amherst, NY)	TEC	N58533	Nanohybrid	Dimethacrylates	CQ/ amine	10	0.04-3.0 (0.55)	Barium glass, ytterbium trifluoride, mixed oxide, pre-polymers	75-76	53-55
Premise (Kerr, Orange, CA)	PR	3204934	Nanohybrid	Bis-EMA, TEGDMA	CQ/ amine	10	PPF, 30-50 Silica, 0.02 Barium, 0.4	Pre-polymerized filler, barium glass, silica filler	84	70
Artiste (Pentron, Wallingford, CT)	AR	167373	Nanohybrid	PCBisGMA/ BisGMA/ UDMA/HDDMA	Not reported	8.0-12	0.02-0.7	Barium boro-alumino silicate glass, nano-particulated silica, zirconium silicate	75	66
Beautiful II (Shofu, Kyoto, Japan)	BI	051026-51	Giomer Nanohybrid	Bis-GMA, TEGDMA	CQ/ amine	10	0.01-4.0 (0.8)	Glass filler, S-PRG filler (fluoroboroaluminosilicate glass)	83,3	68,6
Filtek Supreme Plus (3M-ESPE, St. Paul, MN)	FSP	8EA	Micro-hybrid	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA	CQ/ amine	24	Clusters, 0.6-1.4; Silica, 0.02	Silica filler, zirconia filler, aggregated zirconia/silica	78,5	59,5
Vit-L-Escence (Ultradent, South Jordan, UT)	VL	B4869	Micro-hybrid	Bis-GMA	CQ/ amine	9,2	0,7	Barium alumina silicate	75	58

ที่มา: Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, et al. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. Dent Mater. 2013 Feb;29(2):139-56. doi: 10.1016/j.dental.2012.11.005. Epub 2012 Nov 27. Review. Erratum in: Dent Mater. 2013 Apr;29(4):493.

ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของคอมโพสิตจะทำให้เกิดการหดตัวเกิดขึ้นเสมอ ขึ้นอยู่กับชนิดของโมโนเมอร์ตั้งต้นซึ่งเป็นสารอินทรีย์ ดังนั้นเพื่อลดผลในด้านลบนี้ อุตสาหกรรมทางทันตกรรมได้ทำการทดสอบโมโนเมอร์อย่างหลากหลาย รวมถึง สไปโรอโธ-คาร์บอนเนต (SOCs) ซึ่งเป็นตัวช่วยขยายระบบร่วมกันของอีพ็อกซี-โพลีออล ซึ่งลดการหดตัวได้ มากกว่าระบบเดิมๆ ถึง 40%-50% ในห้องทดลอง ซิล็อกเซน-ออกไซเรน (Siloxane-Oxirane) ที่เป็นส่วนเบสของเรซิน ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท 3M-Espe หรือ การใช้สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เช่น มัลติเอทิลีนไกลคอล ไดมเทธาคลิเรท และ โคลิโพลีเมอร์ ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ 90%-100% โดยการลดการเกิดพันธะคู่ของคาร์บอนอะตอม (C=C bonds) ออร์โมเคอร์ (เรซินคอมโพสิตที่ถูกดัดแปลงด้วยวัสดุอัดแทรกอินทรีย์และอนินทรีย์) มีความสามารถในการลดการหดตัวที่เกิดจากการบ่มตัว แม้ว่าจะช่วยในปริมาณเล็กน้อยแต่อย่างไรก็ตามคอมโพสิตที่ยังคงใช้ในทางทันตกรรมจนถึงปัจจุบันก็ยังทำให้เป็นรูปแบบเดิมมากที่สุด คือการเติม Bis-GMA / TEGDMA โมโนเมอร์ หรือ การรวมตัวระหว่าง Bis-GMA / UEDMA / TEGDMA กับส่วนสารอินทรีย์

สรุปได้ว่า เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุผสมที่มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนเมทริกซ์ (matrix phase) ประกอบด้วยสารโมโนเมอร์และส่วนของวัสดุอัดแทรก (filler phase) เป็นสารที่เติมลงเมทริกซ์ เพื่อเสริมคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงให้กับวัสดุ วัสดุอัดแทรกส่วนใหญ่เป็นอนุภาคของแก้วชนิดต่าง ๆ ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกลของเรซินคอมโพสิต ส่วนโมโนเมอร์ที่ใช้ในวัสดุอุดคอมโพสิตเรซินส่วน

ใหญ่พบว่าเป็น โมโนเมอร์บิสฟีนอลเอไดโกลซิโดลเมทาครีเลท (bis-phenol-A-diglycidyl-methacrylate (Bis-GMA)) และยูรีเทนไดเมทาโคลเลท(urethane dimethacrylate (UDMA)) การใส่วัสดุอัดแทรกในเรซินคอมโพสิตเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านความแข็งแรง ความต้านทานการแตกหัก ความยืดหยุ่น การขัดแต่ง ความเรียบ และความสวยงาม ส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ ตัวกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน รงควัตถุที่ใช้ปรับแต่สีคอมโพสิต เป็นต้น

ส่วนวัสดุอัดแทรก (Filler)

จะเป็นส่วนของวัสดุที่แพร่กระจายไปในส่วนของเมทริกซ์ของเรซินคอมโพสิต มาจากวัสดุอัดแทรก(ฟิลเลอร์) ที่เป็นสารอนินทรีย์ เป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของคอมโพสิต สิ่งที่ต้องรู้คือ ต้องใช้ในปริมาณเท่าไร เพื่อให้วัสดุบูรณะเกิดคุณสมบัติเชิงกลมากที่สุด อนุภาคของวัสดุอัดแทรกถูกเติมลงไปในส่วนสารอินทรีย์ (เมทริกซ์) เพื่อพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของสารอินทรีย์ เป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการเติมวัสดุอัดแทรกในปริมาณที่สูง วัสดุอัดแทรกจะช่วยลดค่าสัมประสิทธิ์ในการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิและการหดตัวรวม ทำให้เกิดภาพที่บร้งสี พัฒนาผลทางการใช้งานและความสวยงาม

มีวัสดุอัดแทรกหลายชนิดที่ถูกใส่ลงไปในเรซินคอมโพสิต วัสดุอัดแทรกตัวแรกที่ได้มีการใส่ลงไป ได้แก่ แก้วซิลิกาบริสุทธิ์ เนื่องจากธาตุชนิดนี้มีความแข็งแรงมาก ยากที่จะแตกออกเป็นชิ้นเล็กๆได้ และเมื่อเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ในชั้นสุดท้ายแล้วจะทนทานต่อการขัดสีอันเนื่องมาจากการบดเคี้ยวของฟัน หรือ การแปรงฟัน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาของความแข็งผิว (Hardness) ที่อาจจะมากเกินไป เมื่อฟันที่มีวัสดุอุดคอมโพสิตที่มีแก้วซิลิกาเป็นส่วนประกอบต้องใช้ในการบดเคี้ยวกับฟันธรรมชาติ จึงได้มีการใส่ อะลูมิเนียม (aluminum) และ ลิเทียม (Lithium) ส่งลงไปด้วย นอกจากนี้ได้มีการนำเอาเบเรียม (Barium), สังกะสี (Zinc), โบรอน (Boron), และ ยูทริียม (Yttrium) มาทำให้เกิดเป็นภาพโปร้งรังสี

ยูเทอเบียม ฟลูออไรด์ (Ytterbium fluoride) จะถูกใส่ลงไปเพื่อให้มีฟลูออไรด์แพร่ออกมา อย่างไรก็ตาม ฟลูออไรด์ที่ออกมานั้นมีปริมาณน้อยมาก แก้วซิลิกา (Silica glasses) จะถูกยึดด้วยสารยึดติด (Silane coupling agent) ซึ่งสารนี้จะไม่เข้าทำปฏิกิริยาแต่จะทำให้หมู่ไฮดรอกซิล (Silica hydroxyl group) ที่ปลายด้านหนึ่งของซิลิกาเชื่อมกับพันธะคู่ของโมโนเมอร์ในเมทริกซ์ อนุภาคของวัสดุอัดแทรกที่ใช้กันอยู่มีส่วนประกอบทางเคมี, รูปร่างและมิติที่หลากหลาย วัสดุอัดแทรกหลักที่ใช้ คือ ซิลิกอนไดออกไซด์ โบรอนซิลิเกตและลิเทียมอะลูมินัมซิลิเกต ก็มีใช้กันโดยทั่วไป ในปัจจุบันมีการนำเอาแคลเซียมเมตาฟอสเฟต ซึ่งมีความแข็งน้อยกว่าแก้ว ทำให้ช่วยลดการสึกของฟันคู่สบได้

วัสดุอัดแทรกเป็นส่วนหนึ่งของเรซินคอมโพสิตที่มีความสำคัญต่อคุณสมบัติของวัสดุ ขนาดและปริมาณของวัสดุอัดแทรกจะมีผลโดยตรงต่อความขรุขระของพื้นผิว ถ้าใช้วัสดุอัดแทรกขนาดเล็กจะทำให้พื้นผิวมีความแข็งแรงมากขึ้น เนื่องจากจะทำให้สามารถใส่ลงไปได้มากขึ้น ปริมาณของวัสดุอัดแทรกจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุและถ้าใส่ลงไ้จำนวนมากความแข็งแรงในตอนสุดท้ายของวัสดุก็จะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามปริมาณของวัสดุอัดแทรก การลดขนาดของวัสดุอัดแทรกจะทำให้การขัดเรียบของวัสดุทำได้มากขึ้น

นาโนเทคโนโลยี เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยทำให้สามารถใส่วัสดุอัดแทรกเข้าไปในส่วนของเมทริกซ์ได้ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น โดยการลดขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรก ทำให้เกิดการพัฒนาคอมโพสิตใหม่ ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะประกอบด้วยวัสดุอัดแทรกที่มีขนาดอนุภาคเล็กมากในระดับนาโนเมตร (Nanoparticles) โดยขนาดอนุภาคมีตั้งแต่ขนาด 25 นาโนเมตรและรวมตัวกันไปจนถึง 75 นาโนเมตร ซึ่งมาจากอนุภาคเซอร์โคเนียม/

ซิลิกาหรือนาโนซิลิกา โดยใส่สารยึดติดไฮเลนเพื่อให้อนุภาคที่รวมตัวกันไปจับกับเรซิน การกระจายตัวของวัสดุอัดแทรก (ที่รวมตัวกันและอนุภาคนาโน) เพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักได้จนถึง 79.5%

ขนาดอนุภาคที่เล็กกว่า จะทำให้เรซินมีผิวของวัสดุที่เรียบเนียนกว่า สามารถสังเกตได้ที่พื้นผิววัสดุและช่วยลดการเสื่อมสลายจากกระบวนการทางชีวภาพเมื่อเวลาผ่านไป เทคโนโลยีนี้ยังทำให้คุณสมบัติเชิงกลของเรซินมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถเลือกใช้งานในพื้นหน้าและพื้นหลังได้ ยังมีการกล่าวถึงว่า ขนาดของอนุภาคที่เล็กจะทำให้เกิดการหดตัวน้อย สร้างการเบนของปุ่มฟันน้อย และ ลดการเกิดร่องเล็กๆ ที่ขอบผิวฟัน ซึ่งทำให้เกิดการรั่วที่ขอบของวัสดุ เกิดเป็นทางเข้าของเชื้อแบคทีเรียและทำให้เกิดการเสียฟันหลังจากการอุดฟัน

แต่ข้อเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ อนุภาคขนาดเล็กจะไม่สะท้อนแสง จึงต้องมีการผสมอนุภาคขนาดใหญ่ลงไป ด้วย ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยที่สะท้อนต่อแสงที่มองเห็นได้

(ประมาณที่ต่ำกว่า 0.1 ไมโครเมตร เพื่อพัฒนาด้านการมองเห็นและให้มีคุณสมบัติเป็นเหมือนสารตั้งต้น)

เรซินคอมโพสิต สามารถแบ่งได้หลายหลักเกณฑ์ขึ้นกับส่วนประกอบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการระบุและเลือกใช้งานเพื่อการรักษาได้ การแบ่งชนิดของคอมโพสิตเรซิน นิยมแบ่งตามขนาดของอนุภาคของวัสดุอัดแทรก ดังต่อไปนี้

- แมคโครฟิลล์ (Macrofilled) – ใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร จนถึง 100 ไมโครเมตร
- มิดไซส์ฟิลล์ (Midsize filled) – เล็กกว่า 10 ไมโครเมตร แต่ใหญ่กว่า 1 ไมโครเมตร
- มินิฟิลล์ (Minifilled) – เล็กกว่า 1 ไมโครเมตร แต่ใหญ่กว่า 0.1 ไมโครเมตร
- ไมโครฟิลล์ (Microfilled)-- เล็กกว่า 0.1 ไมโครเมตร

อีกตัวอย่างการแบ่งชนิดคอมโพสิต ได้แก่ การแบ่งของลูทและฟิลลิปส์ (Lutz and Phillips) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงการแบ่งคอมโพสิตออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามขนาดของวัสดุอัดแทรกของ Lutz&Phillips 1983

Tab.II Classification of composites according to filler particles (LUTZ & PHILLIPS 1983)				
Filler	Macro-filler (>10 µm)	Micro-filler (0.01–0.1 µm)	Micro-filler complexes	
Composite type	Macro-filler composite	Hybrid composite	Homogenic Micro-filler composite	Inhomogenic Micro-filler composite
Properties	+ physical properties + radiopacity – polishability – wear resistance	+ radiopacity + polishability + physical properties – polymerisation shrinkage	+ polishability – wear resistance – water absorption – radiopacity – polymerisation shrinkage	+ polishability + aesthetics – physical properties
Purpose	Core build-up material under indirect restoration? No longer indicated	All classes of restoration	Small anterior restorations Class V	Small anterior restorations Class V
Example	Prisma-Fil®	Tetric Ceram®	Palfique®	Filtek A110®
+: positive property, performance acceptable -: negative property, performance unacceptable				

ที่มา: Zimmerli B, Strub M, Jeger F, et al. Composite materials: Composition, properties and clinical application. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2010; 120: 972-979.

วิลเลียมและคณะ (1993) ได้แบ่งชนิดของคอมโพสิตที่มีข้อกำหนดที่ละเอียดกว่า โดยขึ้นกับจำนวนของตัวแปรอื่นๆ เช่น ร้อยละของวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ (โดยปริมาณ) และขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรกหลัก ความหนาของผิวหน้า และ ความแข็งของผิวหน้าวัสดุ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงการแบ่งคอมโพสิตออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามขนาดของวัสดุอัดแทรก ตาม William 1993

Composite type	Filler
Densified composites -Midway-filled Ultrafine Fine -Compact-filled >60% by volume Ultrafine Fine	< 60% by volume Particles < 3 μm Particles > 3 μm > 60% by volume Particles < 3 μm Particles > 3 μm
Microfine composites - Homogeneous - Heterogeneous	Average particle size = 0,04 μm
Miscellaneous composites	Blends of densified and microfine composites
Traditional composites	Equivalent to what are termed macrofill composites in other classifications
Fiber-reinforced composites	Industrial-use composites

ที่มา: William, 1993

เรซินคอมโพสิตที่ผลิตในระยะแรกเป็นชนิดแข็งตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีและมีขนาดของวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่ประมาณ 10 ไมครอน ชนิดแมคโครเรซินคอมโพสิต จากการวิจัยและพัฒนาวัสดุประเภทคอมโพสิต ทำให้วัสดุอัดแทรกของเรซินคอมโพสิตมีขนาดเล็กลง จนกระทั่งกลายเป็นเรซินคอมโพสิตชนิด ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต (microfilled resin composite) พบว่า วัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตที่ใช้โดยในปัจจุบันอาจจะมีขนาดของวัสดุอัดแทรกเล็กลงเฉลี่ยประมาณ 1 ไมครอนหรือเล็กกว่า ต่อมา มีการใส่วัสดุอัดแทรกที่มีขนาดเล็กลงมากขึ้นกว่าขนาดวัสดุอัดแทรกในเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครฟิลล์ เนื่องจากการผลิตด้วยเทคโนโลยีนาโนมาใช้ทำให้ได้วัสดุอัดแทรกที่มีขนาดเล็กมากจนกระทั่งมีขนาดในระดับนาโนเมตร มีขนาดตั้งแต่ 0.1-100 นาโนเมตร เกิดเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดใหม่ขึ้น เรียกว่า นาโนฟิลเลอร์คอมโพสิต มีการพัฒนาเรซินคอมโพสิตประเภทนี้ต่อเนื่อง ทำให้การจัดแบ่งชนิดของเรซินคอมโพสิตในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม นอกเหนือจาก ไมโครฟิลล์ (Microfilled resin composite), ไมโครไฮบริด (Microhybrid resin composite) ยังมีชนิดของเรซินคอมโพสิตที่เพิ่มขึ้นได้แก่ นาโนฟิลล์ (Nanofilled resin composite) และนาโนไฮบริดคอมโพสิต (Nanohybrid resin composite) ที่มีคุณสมบัติทางกลและกายภาพที่ดีขึ้นกว่าเรซินคอมโพสิตในยุคแรก

ลักษณะเฉพาะของคอมโพสิตที่ใช้ในปัจจุบัน

(Characteristic of contemporary dental composite)

คอมโพสิตเรซินแบบผสม (Hybrid composite resin)

มีส่วนประกอบผสมระหว่าง กลุ่มโพลีเมอร์ (ส่วนสารอินทรีย์) ที่ถูกเสริมความแข็งแรง ด้วยวัสดุอัดแทรกซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ ในปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับ 60% ของส่วนประกอบรวมทั้งหมด ประกอบด้วยแก้วในตำแหน่งและขนาดที่ต่างกัน โดยมีขนาดอนุภาคในช่วงระหว่าง 0.6 ถึง 1 ไมโครเมตรและมีสารแขวนลอย

ประเภทซิลิกา (colloidal silica) ขนาด 0.04 ไมโครเมตร ซึ่งคอมโพสิตประเภทนี้เป็นคอมโพสิตที่ใช้กันมากที่สุดในทางทันตกรรมในปัจจุบัน

คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุนี้ ได้แก่ มีสีที่หลากหลายและสามารถลอกเลียนโครงสร้างของฟันได้ เกิดการหดตัวน้อย ดูดน้ำน้อย มีคุณสมบัติด้านพื้นผิวและความมันวาวที่ดี มีลักษณะการสีกร่อนคล้ายโครงสร้างของฟัน มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิเหมือนฟัน ใช้ได้ทั้งในฟันหน้าและฟันหลัง มีความทึบแสงความโปร่งแสงและการเรืองแสงหลายระดับ

คอมโพสิตเหลว (Flowable composites)

เป็นคอมโพสิตเรซินที่มีความหนืดต่ำ ทำให้มันมีลักษณะและคุณสมบัติคล้ายของเหลวมากกว่าคอมโพสิตดั้งเดิม มีปริมาณร้อยละของวัสดุอัดแทรกต่ำ สามารถไหลแผ่ได้ดีเข้าไปในบริเวณที่เป็นช่องแคบได้

ข้อดี ได้แก่ ทำให้ผิวฟันมีความเปียกชื้นสูง สามารถเข้าถึงได้ในทุกพื้นที่ มีความสามารถในการเกิดชั้นบางๆ ลดการเกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุในขณะอุด มีความยืดหยุ่นสูง ดังนั้น จึงไม่มีปัญหาในการเข้าถึงพื้นที่ที่มีความเครียดสูง (กระบวนกรสีที่คอฟัน และ โพรงในเนื้อฟัน) มีความทึบแสง และมีสีที่หลากหลาย

ข้อด้อย ได้แก่ มีการหดตัวสูง, เนื่องจากมีปริมาณวัสดุอัดแทรกต่ำ มีคุณสมบัติเชิงกลต่ำ

ข้อบ่งใช้พิเศษบางประการ : ใช้ในการบูรณะฟัน class V, คอฟันสึกและบูรณะด้านบดเคี้ยวบริเวณเล็กๆ หรือเป็นวัสดุรองฟันใน class I หรือ II และ โพรงฟันที่เกิดขึ้นในชั้นผิวฟัน

คอมโพสิตอัดแน่น (Condensable composites)

เป็นคอมโพสิตเรซินที่มีร้อยละของปริมาณวัสดุอัดแทรกสูง

ข้อดี : สามารถกดอัดตัววัสดุให้มีความแน่นแนบกับโพรงฟัน (คล้ายซิลเวอร์อะมัลกัม) ช่วยต่อการเกิดจุดสัมผัสที่ดี และ ทำให้เกิดลักษณะกายวิภาคทางด้านบดเคี้ยวได้ดี คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลคล้ายคลึงกับซิลเวอร์อะมัลกัม และดีกว่าคอมโพสิตแบบผสม

ข้อเสีย : ยากในการปรับให้เกิดความเข้ากันของชั้นคอมโพสิตหนึ่งกับชั้นอื่นๆ จัดการยากและมีความสวยงามน้อยถ้าใช้ในฟันหน้า ใช้เป็นหลักในงานบูรณะฟัน Class II เพื่อให้เกิดจุดสัมผัสที่ดีจากเทคนิคการอัดตัวแน่น

การหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์ในวัสดุอุดคอมโพสิต

(Polymerization shrinkage)

การหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์เป็นปัญหาอันดับแรกๆ ที่ควรคำนึงถึงเมื่อมีการนำคอมโพสิตมาใช้ในการอุดฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อมีการนำคอมโพสิตเรซินไปใช้ในการบูรณะฟันหลัง การเกิดพอลิเมอร์ของไดเมทาคริเลตยังจะมีการหดตัวโดยปริมาตรประมาณ 2-6 % ในขณะที่เกิดพอลิเมอร์ คือมีการเปลี่ยนจากมอนอเมอร์ไปเป็นโครงสร้างของพอลิเมอร์ซึ่งจะมีการอัดแน่นของโมเลกุลนำไปสู่การหดตัวของทั้งมวลของวัสดุ (ทาง 3 มิติ) การหดตัวนั้นจะเกิดขึ้นในขั้นการสร้างสายโซ่ (chain formation) และการเชื่อมสายโซ่ (cross-linking) ไม่ใช่ทุกขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาที่จะเกิดการหดตัวได้

ในขั้นแรกของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เกิดการหดตัวมากที่สุด วัสดุยังคงมีลักษณะที่ไม่แข็งแรงและสามารถโค้งงอได้ ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไป ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ยังดำเนินต่อ หรือ ในช่วงหลังของปฏิกิริยาจะมี

การหดตัวลดลง และคอมโพสิตมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นและสามารถโค้งงอได้น้อยลง แรงของการหดตัวขึ้นกับขนาดของวัสดุและความหนาของพื้นผิว ส่วนความคงทนต่อการหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุจะน้อยลง เมื่อมีการสูญเสียโครงสร้างแข็งแรงของพื้นผิว การมีปริมาณของวัสดุคอมโพสิตที่มีขนาดใหญ่ จะเกิดความเค้นจากการหดตัวในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาสร้างพอลิเมอร์ขึ้นระหว่างผิวของพื้นผิวและวัสดุน้อย แต่มีความเค้นในส่วนโครงสร้างที่เพิ่มมากขึ้น

ผลจากการหดตัวของพอลิเมอร์

1. การเกิดการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ จะทำให้พื้นเปลี่ยนแปลงไป พื้นจะเสียรูปจากการแตกหักของเคลือบพื้น การแตกของปุ่มพื้น ปุ่มพื้นเปลี่ยนตำแหน่งไป
2. การเกิดการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ เป็นจุดเริ่มต้นของการล้มเหลวของระบบยึดติด ถ้าแรงจากการหดตัวของพอลิเมอร์มากกว่าความแข็งแรงของเนื้อพื้น ซึ่งผลที่เกิดขึ้นได้แก่ การเกิดช่องว่างระหว่างวัสดุกับผนังโครงพื้น ทำให้มีการเสียวพื้นหลังการบ่ม รอยร้าวขนาดเล็ก และการเกิดพื้นผุ

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงที่เกิดจากการหดตัวในขณะการเกิดพอลิเมอร์ (Factor Responsible for polymerization shrinkage stress)

- ส่วนประกอบของสารเติม(Filler content)

คอมโพสิตเรซินประกอบด้วยพอลิเมอร์เมทริกซ์(polymer matrix) และวัสดุอัดแทรก ส่วนการหดตัวของคอมโพสิตมาจากการหดตัวของพอลิเมอร์เมทริกซ์(polymer matrix)ในคอมโพสิต ยังมีจำนวนมอนอเมอร์(monomer) มารวมกับสายเป็นสายโซ่พอลิเมอร์มากเท่าไรยังมีการเกิดการหดตัวของคอมโพสิตสูงขึ้นในทางตรงกันข้าม ส่วนที่เป็นวัสดุอัดแทรกจะไม่มีการหดตัวขณะบ่มตัว หรือ เกิดปฏิกิริยาการสร้างพอลิเมอร์ ดังนั้นการมีเปอร์เซ็นต์ของวัสดุอัดแทรกที่มากจะทำให้มีการหดตัวลดลง แต่ปริมาณของสารเติม(filler) มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลและการต้านทานการสึกกร่อนของคอมโพสิต โมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น(Elastic Modulus)และการหดตัวโดยปริมาตรเป็นผลจากปริมาณของสารเติม(filler) เป็นปัจจัยหลักในการพัฒนาปรับปรุงการเกิดแรงจากการหดตัวของพอลิเมอร์

- อัตราการเกิดพอลิเมอร์ (Degree of Conversion)

เป็นความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างอัตราการเกิดพอลิเมอร์และการหดตัว การลดลงในอัตราการเกิดพอลิเมอร์ของคอมโพสิต (degree of conversion) ในครั้งสุดท้ายจะทำให้เกิดการหดตัวและแรงของการหดตัวน้อยกว่า อย่างไรก็ตามอัตราการเกิดพอลิเมอร์ที่ต่ำอาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกลบางอย่าง การเพิ่มระดับการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจะทำให้มีแรงเค้นเพิ่มขึ้น แต่จะยังมีการพัฒนาให้คุณสมบัติทางกลดีขึ้นด้วย

- โมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น(Elastic Modulus)

แรงเค้นที่เกิดระหว่างพื้นผิวเมื่อเกิดการหดตัวขณะที่เรซินคอมโพสิตก่อตัวมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงไม่ยืดหยุ่น หรือ โมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Elastic Modulus) ความแข็งแรงที่สุดของวัสดุ (ค่าโมดูลัสของสภาพ-ยืดหยุ่น (Elastic Modulus) จะมีความเครียดจากการหดตัวมากที่สุด ค่าโมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Elastic Modulus) จะเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยามากขึ้น

● การดูดซึมน้ำ (Water Sorption)

ปรากฏการณ์การดูดซึมน้ำของเรซินคอมโพสิตและผลจากการขยายตัวจากน้ำ (Hygroscopic expansion) จะช่วยชดเชยการหดตัวของคอมโพสิต แม้ว่าการขยายตัวแบบมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง (hygroscopic expansion) จะนำไปสู่การคลายแรงเค้นจากการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ แต่การเชื่อมระหว่างพื้นผิวยังคงมีการหลีกเลียงจากการสัมผัสโดนน้ำโดยตรงและถูกควบคุมการขยายตัวของพื้นผิว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ การขยายตัวจากน้ำ (hygroscopic expansion) จะนำมาซึ่งการคลายตัวจากแรงเค้นเฉือน (shear stress) ในแนวขนานของผิวของสารยึดติด อาจมีการใช้การขยายตัวส่วนนี้อย่างช้าๆ ของพอลิเมอร์เป็นสิ่งที่ป้องกันการหดตัวอย่างรวดเร็วและไม่จำเป็นต้องมีแรงจากการหดตัวและการขยายตัวของวัสดุบูรณะฟันทั้งวัสดุ

โครงสร้างเฉพาะของวัสดุบูรณะฟันมีผลต่ออัตราและระดับของการดูดซึมน้ำ ดังนั้นการมีส่วนอื่นจากภายนอกมาเพิ่มความจะเป็นการเพิ่มความเครียดแก่ก่อนวัสดุเพิ่ม

ถึงอย่างไรก็ตามการลดลงของผลแ่งลบของคอมโพสิต เช่น การหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ และการดูดน้ำ จะทำให้คุณสมบัติทางกลของวัสดุลดน้อยลงและเปลี่ยนความคงตัวของการเปลี่ยนสี

● ซี-แฟคเตอร์ (C-factor)

เป็นความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโพรงภายนอกฟันกับแรงเค้นที่เกิดขึ้น พื้นผิวเรียบและโพรงฟันที่ไม่ลึกเป็นลักษณะที่จะทำให้คอมโพสิตมีการเชื่อมอยู่ด้วยอย่างคงทน Feilzer และคณะ เป็นคนพัฒนาแนวคิดซีแฟคเตอร์ (C-factor concept) ที่เป็นการสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของผิวด้านที่ไม่มีด้านสัมผัสและด้านที่มีด้านสัมผัส ของวัสดุบูรณะฟัน ที่แสดงผ่านการทดลองที่ใช้วัสดุตัวอย่างรูปทรงกระบอก โพรงฟันที่รูปทรงเหมือนกล่องของโพรงฟันประเภทที่ 1 คอมโพสิตมีด้านยึด 5 ด้าน และด้านที่ไม่ได้ยึด 1 ด้าน ซีแฟคเตอร์ (C-factor) คือ $5/1 = 5$ ถ้ามีผนังทุกด้านเหมือนกัน โพรงฟันประเภทที่ 5 (Class V) ที่มีรอยโรคเป็นรูปลิ่ม (wedge-shaped lesions) มีค่า ซีแฟคเตอร์ ที่ต่ำกว่า คือ ประมาณ 1.5 – 3 ขึ้นอยู่กับรูปแบบ โดยวัสดุบูรณะฟันที่ใช้ทางคลินิกมีค่า ซีแฟคเตอร์มากที่สุดประมาณ 1-2 คือโพรงฟันประเภทที่ 2 และ 3 (class II, III) และอาจมีค่า ซีแฟคเตอร์ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ($C \leq 1$) ในโพรงฟันประเภทที่ 4 (class IV) ที่มีโพรงฟันที่เรียบและตื้น

การที่มีค่า ซีแฟคเตอร์ (C-factor) ที่เพิ่มขึ้นจะเป็นการลดความสามารถในการไหล อันเป็นสาเหตุของการมีอัตราการหดตัวที่สูง การมีผนังของวัสดุที่ยึดกับผนังของโพรงฟันที่น้อย จะเป็นการลดการหดตัว (ภาพที่ 3) ถ้าโพรงฟันที่เหมือนกัน (ประเภทที่ 2: class II) แต่มีรูปร่างที่ต่างกัน โพรงฟันที่ลึกและแคบกว่าจะมีค่าซีแฟคเตอร์ (C-factor) มากกว่าโพรงฟันที่ตื้นและใหญ่กว่า

การจัดการการหดตัวของวัสดุในการบูรณะฟันหลังโดยตรง

Management of Shrinkage Stress in Direct Posterior Restoration

การเลือกชนิดของคอมโพสิต มีส่วนในการช่วยลดการหดตัวที่เกิดขึ้นของวัสดุ นอกเหนือจาก การปรับเปลี่ยนเทคนิคที่ใช้ในการอุดฟัน คอมโพสิตที่มีส่วนประกอบส่วนที่เป็นโพลีเมอร์ปริมาณมาก มีโอกาสเกิดการหดตัวจากปฏิกิริยาสร้างสายโพลีเมอร์ได้ การพิจารณาคุณสมบัติประกอบของคอมโพสิต ทำให้พยากรณ์การหดตัวของคอมโพสิตแต่ละชนิดได้ อาจพยากรณ์ได้ว่า คอมโพสิตที่มีส่วนประกอบของ เมทริกซ์ต่อวัสดุอัดแทรก ที่ 20:80 มีการหดตัวน้อยกว่า คอมโพสิตที่มีอัตราส่วนเมทริกซ์ต่อวัสดุอัดแทรกที่ 25:75 หรือ อาจดูจากเปอร์เซ็นต์

วัสดุอัดแทรก คอมโพสิตที่มีวัสดุอัดแทรก ที่ ปริมาณ 60% โดยน้ำหนัก จะมีการหดตัวน้อยกว่า คอมโพสิตที่มี ปริมาณวัสดุอัดแทรกที่ 50% โดยน้ำหนักเป็นต้น

● คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้(Flowable Composite)

ผลิตจากอนุภาคของไฮบริดแบบดั้งเดิม(Traditional hybrid) ที่มีขนาดเล็ก แต่การลดลงของปริมาณ สารเติม (filler) เป็นการลดความหนืดด้วย แต่การเติมปริมาณสารเติมที่น้อยเกินไปจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกล และการหดตัวอย่างมาก อย่างไรก็ตาม การหดตัวของคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้อาจทำให้มีแรงเค้นมากขึ้นบริเวณ พื้นผิวที่เชื่อมกัน และมีค่าโมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Elastic Modulus) น้อยกว่าเมื่อใช้คอมโพสิตแบบดั้งเดิม

มีการแนะนำทั่วไปว่าวัสดุที่มีความหนืดต่ำจะทำหน้าที่เหมือนเป็นชั้นในการดูดซับแรงเค้นระหว่างชั้น ไฮบริด (Hybrid layer) และการหดตัวของเรซินคอมโพสิต ถ้ามีการเคลือบโพรงฟันด้วยวัสดุที่มีความยืดหยุ่นจะมีประโยชน์อย่างมากในการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระจากด้านที่เป็นสารยึดติด ฉะนั้นพวกrongฟันจะมีส่วนช่วยในการ กระจายความเครียดตลอดทั้งผิวของสารยึดติด (adhesive) อย่างไรก็ตามการใช้คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (flowable composite) ในการลดการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ยังเป็นเรื่องที่มีการถกเถียงกันอยู่และไม่ได้มีการ แนะนำให้ใช้อย่างกว้างขวาง

ชั้นไฮบริด(Hybrid layer) ที่มีค่าโมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Elastic Modulus) ต่ำทำหน้าที่เป็นชั้นที่ ดูดซับความเค้น แต่ถ้าชั้นของไฮบริดไม่หนาเหมือนชั้นของสารยึดติดก็ไม่มีความสำคัญในการดูดซับแรงเค้น

● คอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงและบ่มด้วยตัวเอง(Light-curing and Self-curing Composite)

คอมโพสิตที่บ่มด้วยตัวเอง (Self-curing Composite)มีข้อที่ดีกว่าและมีรอยร้าวซึมน้อยกว่าคอมโพสิตที่ บ่มด้วยแสง (Light-curing Composite)เนื่องจากความหนืดของพอลิเมอร์และการมีรูพรุน ความแตกต่างหลัก ของปริมาณความเค้นภายในของคอมโพสิตที่บ่มด้วยตัวเองและบ่มด้วยแสงคือ ความหนืดของการเกิดพอลิเมอร์ ของคอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงมีมากกว่าบ่มด้วยตัวเอง ความหนืดที่ต่ำจะทำให้สามารถปรับแต่งวัสดุบูรณะฟันให้ เข้ากับผนังโพรงฟันได้ดี ดังนั้น ความหนืดของการเกิดพอลิเมอร์อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการไหลแผ่ของเรซิน คอมโพสิต เหมือนกับกรณีของคอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงที่อยู่ในสถานะที่เป็นเจล เพียงช่วงหนึ่ง ทำให้มีเวลาไม่ เพียงพอที่คอมโพสิตจะไหลแผ่

การมีรูพรุนสามารถพบได้ทั่วไปในคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยตัวเอง เป็นผลมาจากการผสม แต่สามารถช่วย ลดการเกิดการหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์ได้ ซึ่งการมีรูพรุนนี้อาจเกิดจากการที่ออกซิเจนยับยั้งปฏิกิริยาก่อตัว ซึ่งถือว่าการเพิ่มพื้นผิวด้านอิสระจากการที่มีรูพรุนภายในเนื้อคอมโพสิต อย่างไรก็ตามการมีรูพรุนนี้จะเป็น การทำลายคุณสมบัติเชิงกลของคอมโพสิต

มีอีกสองปัจจัยที่ควรพิจารณาใช้ร่วมกับการเลือกใช้คอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงและบ่มด้วยตัวเอง คือ โครงสร้างของโพรงฟันและความหนา การมีค่า ซี-แฟคเตอร์(C-factor) จะมีความแตกต่างกันระหว่าง กระบวนการเกิดพอลิเมอร์ทั้งสองชนิดนี้ ในความเป็นจริง การประยุกต์ใช้ในพื้นผิวที่เรียบแบน หรือเป็นโพรงฟัน ที่ตื้น (ค่า ซี-แฟคเตอร์ต่ำ) คอมโพสิตทั้งสองชนิดจะมีการหดตัวต่ำ แต่ในทางตรงกันข้าม คอมโพสิตชนิดบ่มด้วย

แสงจะเกิดความเค้นที่สูงกว่าชนิดที่บ่มด้วยตัวเอง เมื่อมีการนำไปปรับใช้ในโพรงฟันที่มีความลึก (ค่า ซี-แฟคเตอร์ สูง)

- แสงที่ใช้ในการบ่มคอมโพสิตมีความเข้มแสงสูงที่สุดบริเวณพื้นผิวและลดลงเมื่อผ่านคอมโพสิตที่ลึกลงไป ดังนั้นความหนาของชั้นคอมโพสิตจึงมีผลต่อระดับของการเปลี่ยนแปลงของคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยแสง เมื่อมีการปรับใช้กับคอมโพสิตแบบชั้นเดียว การเกิดพอลิเมอร์ของคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยแสงจะไม่เกิดความเค้นที่บริเวณด้านล่างของโพรงฟันเนื่องจากการมีระดับการเกิดพอลิเมอร์ที่ต่ำ ในทางตรงกันข้าม คอมโพสิตชนิดบ่มด้วยตัวเองจะมีความเครียดเท่ากันตลอดภายในโพรงฟัน ในโพรงฟันที่ต้นการเกิดพอลิเมอร์มากที่สุดเกิดขึ้นผ่านคอมโพสิตทั้งสองชนิดตั้งแต่แสงสามารถผ่านเข้าไปในคอมโพสิตได้อย่างรวดเร็วและการลดความเข้มแสงคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้(Flowable Composite)

ผลมาจากอนุภาคของไฮบริดจ์แบบดั้งเดิม(Traditional hybrid) ที่มีขนาดเล็ก แต่การลดลงของปริมาณสารเติม (filler) เป็นการลดความหนืดด้วย แต่การเติมปริมาณสารเติมที่น้อยเกินไปจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกล และการหดตัวอย่างมาก อย่างไรก็ตาม การหดตัวของคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้อาจทำให้มีแรงเค้นมากขึ้นบริเวณพื้นผิวที่เชื่อมกัน และมีค่าโมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Elastic Modulus) น้อยกว่าเมื่อใช้คอมโพสิตแบบดั้งเดิม

มีการแนะนำทั่วไปว่าวัสดุที่มีความหนืดต่ำจะทำหน้าที่เหมือนเป็นชั้นในการดูดซับแรงเค้นระหว่างชั้นไฮบริดจ์ (hybrid layer) และการหดตัวของเรซินคอมโพสิต ถ้ามีการเคลือบโพรงฟันด้วยวัสดุที่มีความยืดหยุ่นจะมีประโยชน์อย่างมากในการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระจากด้านที่เป็นสารยึดติด ฉะนั้นวัสดุรองพื้นจะมีส่วนช่วยในการกระจายความเครียดตลอดทั้งผิวของสารยึดติด(adhesive) อย่างไรก็ตามการใช้คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้(flowable composite)ในการลดการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ยังเป็นเรื่องที่มีการถกเถียงกันอยู่และไม่ได้มีการแนะนำให้ใช้อย่างกว้างขวาง

ชั้นไฮบริดจ์(Hybrid layer) ที่มีค่าโมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Elastic Modulus) ต่ำจะทำหน้าที่เป็นชั้นที่ดูดซับความเค้น แต่ถ้าชั้นของไฮบริดจ์ไม่หนาเหมือนชั้นของสารยึดติดก็ไม่มีผลสำคัญในการดูดซับแรงเค้น

● คอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงและบ่มด้วยตัวเอง(Light-curing and Self-curing Composite)

คอมโพสิตที่บ่มด้วยตัวเอง(Self-curing Composite)มีข้อที่ดีกว่าและมีรอยร้าวซึมน้อยกว่าคอมโพสิตที่บ่มด้วยแสง (Light-curing Composite)เนื่องจากความหนืดของพอลิเมอร์และการมีรูพรุน ความแตกต่างหลักของปริมาณความเค้นภายในของคอมโพสิตที่บ่มด้วยตัวเองและบ่มด้วยแสงคือ ความหนืดของการเกิดพอลิเมอร์ของคอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงมีมากกว่าบ่มด้วยตัวเอง ความหนืดที่ต่ำจะทำให้สามารถปรับแต่งวัสดุบูรณะฟันให้เข้ากับผนังโพรงฟันได้ดี ดังนั้น ความหนืดของการเกิดพอลิเมอร์อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการไหลแผ่ของเรซินคอมโพสิต เหมือนกับกรณีของคอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงที่อยู่ในสถานะที่เป็นเจล เพียงช่วงหนึ่ง ทำให้มีเวลาไม่เพียงพอที่คอมโพสิตจะไหลแผ่

การมีรูพรุนสามารถพบได้ทั่วไปในคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยตัวเอง เป็นผลมาจากการผสม แต่สามารถช่วยลดการเกิดการหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์ได้ ซึ่งการมีรูพรุนนี้อาจเกิดจากการที่ออกซิเจนยับยั้งปฏิกิริยาก่อตัว ซึ่งถือว่าการเพิ่มพื้นผิวด้านอิสระจากการที่มีรูพรุนภายในเนื้อคอมโพสิต อย่างไรก็ตามการมีรูพรุนนี้จะเป็นการทำลายคุณสมบัติเชิงกลของคอมโพสิต

มีอีกสองปัจจัยที่ควรพิจารณาใช้ร่วมกับการเลือกใช้คอมโพสิตที่บ่มด้วยแสงและบ่มด้วยตัวเอง คือ โครงสร้างของโพรงฟันและความหนา การมีค่า ซี-แฟคเตอร์(C-factor) จะมีความแตกต่างกันระหว่าง กระบวนการเกิดพอลิเมอร์ทั้งสองชนิดนี้ ในความเป็นจริง การประยุกต์ใช้ในพื้นที่เรียบแบน หรือเป็นโพรงฟัน ที่ตื้น (ค่า ซี-แฟคเตอร์ต่ำ) คอมโพสิตทั้งสองชนิดจะมีการหดตัวต่ำ แต่ในทางตรงกันข้าม คอมโพสิตชนิดบ่มด้วยแสงจะเกิดความเค้นที่สูงกว่าชนิดที่บ่มด้วยตัวเอง เมื่อมีการนำไปปรับใช้ในโพรงฟันที่มีความลึก (ค่า ซี-แฟคเตอร์ สูง)

แสงที่ใช้ในการบ่มคอมโพสิตมีความเข้มแสงสูงที่สุดบริเวณพื้นผิวและลดลงเมื่อผ่านคอมโพสิตที่ลึกลงไป ดังนั้นความหนาของชั้นคอมโพสิตจึงมีผลต่อระดับของการเปลี่ยนแปลงของคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยแสง เมื่อมีการปรับใช้กับคอมโพสิตแบบชั้นเดียว การเกิดพอลิเมอร์ของคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยแสงจะไม่เกิดความเค้นที่บริเวณ ด้านล่างของโพรงฟันเนื่องจากการมีระดับการเกิดพอลิเมอร์ที่ต่ำ ในทางตรงกันข้ามคอมโพสิตชนิดบ่มด้วยตัวเอง จะมีความเครียดเท่ากันตลอดภายในโพรงฟัน ในโพรงฟันที่ต้นกำเนิดพอลิเมอร์มากที่สุดเกิดขึ้นผ่านคอมโพสิตทั้งสองชนิดตั้งแต่แสงสามารถผ่านเข้าไปในคอมโพสิตได้อย่างรวดเร็วและการลดความเข้มแสง

● ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (Glass-ionomer cement)

เป็นวัสดุที่ใช้ในการอุดร่วมกับวัสดุคอมโพสิตเรซิน โดยการใช้เทคนิคการอุดที่เรียกว่า การอุดแบบแซนด์วิช (Sandwich technique) โดยจะใช้กลาสไอโอโนเมอร์ เป็นสารรองพื้น (liner) หรือ ฐานรองรับ (base) ซึ่งมีข้อดีดังต่อไปนี้ เป็นวัสดุที่สามารถใช้ในการอุดช่องว่างที่จะเชื่อมต่อจากคอมโพสิต สามารถให้ผลเป็นสารป้องกันฟันผุได้จากการที่สามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้ ช่วยลดปริมาตรของคอมโพสิตเรซินลง ป้องกันการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อใน เป็นสารยึดติดที่ช่วยลดแรงเค้นให้น้อยลงหรือไม่เลย

ดังนั้น การใช้ซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (Glass-ionomer cement) อาจไม่ให้ผลในการยึดติดแต่อาจให้ผลในการลดอาการเสียวฟันหลังการทำหัตถการในการใช้วัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตทั้งฟันหน้าและฟันหลัง

● เทคนิคการอุดวัสดุเรซินคอมโพสิตลงในโพรงฟันที่เตรียมไว้ (Placement Technique)

เทคนิคในการนำวัสดุอุดฟันใส่ในโพรงฟันนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการลดแรงเค้นของการหดตัวโดยการใช้เทคนิคในการบูรณะฟันที่เฉพาะวัสดุนั้น เป็นผลมาจากการต้องการลดการหดตัวของวัสดุ อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนที่กล่าวถึง เทคนิคการบูรณะฟันที่ควรใช้เพื่อลดแรงในการหดตัวของวัสดุ การใช้คอมโพสิตในการบูรณะฟันที่ละชั้นแทนการบูรณะฟันเป็นก้อนในครั้งเดียว เป็นข้อแนะนำทางคลินิกในการลดการหดตัวของคอมโพสิต มีปัจจัยหลักที่ร่วมกันในช่วยการลดการหดตัว ได้แก่ ใช้วัสดุปริมาณน้อยๆ โครงสร้างของโพรงฟันที่จะใช้ในการบูรณะ ให้มีการสัมผัสผนังโพรงฟันน้อยที่สุดขณะเกิดพอลิเมอร์

ข้อแนะนำในการเติมทีละส่วนเพื่อช่วยในการลดการหดตัวถูกใช้อย่างกว้างขวาง เป็นผลมาจากการลดปริมาตรของเนื้อเมทริกซ์ในการเกิดพอลิเมอร์ ซึ่งการหดตัวของแต่ละส่วนจะถูกชดเชยด้วยวัสดุชั้นต่อไป จะทำให้มีการหดตัวที่น้อยลง ซึ่งตรงกับตามทฤษฎีบางส่วนที่บอกว่าถ้ามีจำนวนชั้นที่ไม่สิ้นสุด ขนาดของการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ก็จะไม่มีความหมายอีกต่อไป

นอกจากนั้น ระหว่างเกิดการหดตัวขณะเกิดพอลิเมอร์ในขั้นสุดท้าย แรงเครียดปริมาณไม่น้อยจากการหดตัวของชั้นแรกก็ยิ่งเกิดขึ้น(ทำให้มีความเค้นมากขึ้นที่ผิวของสารยึดติด) หมายความว่าจากการหดตัวของการเกิดพอลิเมอร์และแรงเค้นที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการหดตัวของการเกิดพอลิเมอร์ในทุกๆ ชั้นรวมกัน

การอุดเนื้อวัสดุคอมโพสิตเรซินในแต่ละชั้น สามารถชดเชยการหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์ได้ถ้ามีการแทนที่จากชั้นอื่น การมีปริมาตรของเนื้อวัสดุลดลง ในขณะที่แนวโน้มในการหดตัวพบมากในบริเวณผิววัสดุมากกว่าในตัววัสดุ ทำให้เกิดช่องว่างขึ้น (gap formation) ในทางตรงกันข้าม การเกิดพอลิเมอร์ของชั้นใหม่จะทำให้มีการเสียรูปร่างของชั้นก่อนหน้านั้นมากขึ้น อาจส่งผลให้ความกว้างของช่องว่าง (gap) กว้างขึ้น

การมีการสัมผัสกับผนังโพรงฟันที่เป็นบริเวณที่น้อย ๆ ในระหว่างเกิดพอลิเมอร์ เป็นผลดีของเทคนิคการอุดแบบแบ่งเติมทีละส่วน(Incremental- technique) ดังนั้นการมีค่าดัชนีโพรงฟันที่ต่ำจะทำให้พื้นที่ที่คอมโพสิตสามารถไหลแผ่ได้มากขณะเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ แม้ว่าส่วนของวัสดุบูรณะทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับการลดการยึดติดกับด้านที่ไม่มีด้านยึดติด ซึ่งเป็นวิธีที่แนะนำให้ใช้ในกรณีที่มีด้านสัมผัสกับเนื้อฟันเพียงด้านเดียวไม่มีด้านสัมผัสตรงข้ามอื่น

เทคนิคทรี-ไซต์ (Three-site Technique)

เป็นเทคนิคที่ใช้แถบเมทริกซ์กั้นและลิ้ม (Wedges) เป็น ตัวช่วยในการกำหนดทิศทางการเกิดพอลิเมอร์ ให้มีทิศลงไปสู่ขอบเหงือก เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดช่องว่างภายในเนื้อวัสดุคอมโพสิต จะอุดเป็นส่วน ๆ โดยอุดวัสดุส่วนแรกมีรูปร่างเหมือนลิ้มแนวเฉียง (Wedge-shape Layering, oblique) จะถูกอุดลงไปก่อน เพื่อป้องกันการการเสียรูปร่างของผนังโพรงฟันและเป็นการลดค่าซี-แฟคเตอร์ เทคนิคนี้ ลดการเกิดการหดตัวที่ผ่านกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ ที่ผ่านด้านบดเคี้ยว (occlusal) ไปสู่ผิวของสารยึดติด

● เทคนิคที่มีการสร้างปุ่มฟัน (Successive Cusp Build-up Technique)

เป็นเทคนิคที่บรรจุคอมโพสิตโดยที่ไม่มีด้านสัมผัสด้านประชิด จึงต้องมีการสร้างชั้นคอมโพสิตที่มีรูปร่างแบบลิ้มเพื่อให้มีค่าซี-แฟคเตอร์(C-factor) น้อยที่สุด แต่ละปุ่มฟันถูกสร้างขึ้นมาจากต่างหาก

- บัลค์ เทคนิค (Bulk Technique) เป็นวิธีที่แนะนำ เนื่องจากสามารถช่วยลดแรงเค้นบริเวณขอบเฉียงได้
- การสร้างในลักษณะเข้าสู่ศูนย์กลาง(Centripetal Build-up) เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับโพรงฟันประเภท 2 (class II) โดยเฉพาะ โดยเริ่มจากส่วนในแนวตั้งบริเวณขอบคอฟันที่ติดกับแถบเมทริกซ์หลัก จากนั้นจึงเติม คอมโพสิตในแนวนอนเป็นอันสมบูรณ์

วิธีจัดการการเกิดพอลิเมอร์ (Polymerization Strategies)

การใช้ความเข้มแสงสูงๆ จะทำให้มีอัตราการเปลี่ยนเป็นพอลิเมอร์ (Degree of conversion: DC) เกิดได้ดีขึ้น และมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งอาจช่วยลดอัตราการเกิดแรงเครียดจากการหดตัวระหว่างการเกิดพอลิเมอร์ของคอมโพสิตได้ แม้ว่าการมีกระบวนการบ่มตัว หรือ การเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ที่ช้าๆ อาจทำให้แรงเค้นที่เกิดขึ้นระหว่างเกิดพอลิเมอร์มากกว่า แต่ในปัจจุบันมีการออกแบบให้ส่วนของมอนอเมอร์ที่เป็น

ส่วนประกอบของเรซินคอมโพสิตมีโครงสร้างที่มีความเป็นอิสระในการเคลื่อนที่มากขึ้น โครงสร้างแบบนี้ทำให้เกิดการลดระดับการเปลี่ยนแปลงเป็นพอลิเมอร์ได้ การหดตัวจึงเกิดขึ้นน้อย

เนื่องจากกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ขึ้นกับพลังงานแสงทั้งหมดมากกว่าความเข้มของแสงเพียงอย่างเดียว จึงมีการปรับความเข้มแสง โดยใช้ความเข้มแสงที่ต่ำ แต่เพิ่มระยะเวลาในการฉายแสงที่ยาวนานขึ้น

คุณสมบัติทางชีวภาพวัสดุเรซินคอมโพสิต

(Biological Properties of Composite resin)

วัสดุยึดติดเรซินที่ไม่มีวัสดุอัดแทรก (Unfilled bonding resin) สารปรับพื้นผิวฟัน (dental primers) และวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต (resin- composites) สามารถนำมาใช้งานได้หลากหลายในการบูรณะฟันที่มีรอยโรค และสามารถใช้เป็นวัสดุสำหรับการเคลือบหลุมร่องฟัน เรซินที่ใช้ในการยึดติด (Adhesive resin) สามารถใช้ทดแทนซีเมนต์ในการยึดติดชิ้นงานบูรณะฟันและการติดของเครื่องมือจัดฟัน วัสดุจะถูกนำมาใช้กับเคลือบผิวฟันหรือ เนื้อฟัน หรือใช้กับทั้งสองส่วน และส่วนใหญ่แล้วก็จะมีการสัมผัสกับของเหลวในช่องปากหลังจากการใช้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดผลอันไม่พึงประสงค์บางประการตามมา

ผลกระทบทางอ้อมที่ทำให้เกิดอาการแพ้

จากรายงานหลายฉบับ พบว่า บุคคลากรทางทันตกรรมที่ใช้งานวัสดุบูรณะชนิดเรซินมีโอกาสเกิดโรคผิวหนังอักเสบ (Allergic Dermatitis) ได้มากกว่าวัสดุอื่นๆ เมื่อทำการวัดปริมาณของสารประกอบที่แพร่ออกมาพบว่า ไตรเอททิลีนไกลคอล ไดเมทาคริเลท (Triethylene glycol dimethacrylate : TEGMA) ไฮดรอกซีเอทิล เมทาคริเลท (Hydroxyethyl- methacrylate : HEMA) และไนซีเมนต์สำหรับทันตกรรมจัดฟันบางชนิดพบว่า มี บิส-ไกลซิโดล เมทาคริเลท (bis-glycidyl-methacrylate) และ เบนซอล เพอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) ที่สามารถแพร่ออกมาได้ด้วยเช่นกัน สารเหล่านี้จะออกมารวมกับของเหลวจากวัสดุ เรซินที่ใช้ในช่องปาก ซึ่งสารเหล่านี้เองที่ก่อให้เกิดอาการแพ้ตามมา โดยพบว่าสารที่ทำให้เกิดอาการแพ้มากที่สุด คือ มอนอเมอร์ ฮีมา (HEMA) โดยมีรายงานว่า แม้จะได้รับสารนี้ครั้งเดียวก็สามารถทำให้เกิดการแพ้ได้และพบว่าเรซินโมโนเมอร์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ เช่น HEMA และ TEGDMA จะมีผลทำให้เกิดการแพ้ได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่ ไดเมทาคริเลทที่มีมวลโมเลกุลสูง เช่น Bis-GMA และ ยูรีเทน ไดเมทาคริเลท (Uretane dimethacrylate : UDMA) ดูเหมือนจะให้ผลที่ช้ากว่า พบว่า การแพ้ที่เกิดจากการตอบสนองต่อ เมทิล เมทาคริเลท (Methyl methacrylate) จะทำให้เกิดการอาการแพ้ เช่น ปากเป็นแผล (Burning mouth) กล้ามเนื้อหลอดลมกระตุก (Bronchospasm) รวมถึงมีตุ่มน้ำเกิดขึ้นในช่องปาก และผิวหนังเป็นผื่นแดง ซึ่งเกิดจากการใส่วัสดุลงไป ในช่องปากหรือการเอาวัสดุออกจากช่องปาก ส่วนในกรณีของบุคคลากรทางทันตกรรมที่ได้สัมผัสกับสารเหล่านี้ พบว่ามีอาการคันบริเวณผิวหนัง ผื่นแดง เกิดการแข็งของเนื้อเยื่อ และการเปลี่ยนสีที่ปลายนิ้ว

การตอบสนองของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน

Hörsted (1989) รายงาน การอักเสบของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน ในฟันของลิงที่มีเนื้อฟันที่เหลืออยู่เป็นชั้นบาง ๆ ซึ่งได้รับการบูรณะด้วยวัสดุเรซินและคอมโพสิตโดยที่ไม่มีแบคทีเรียมาเกี่ยวข้อง พบว่า มีความเป็นพิษเกิดขึ้นจากการใช้วัสดุเรซิน ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 Qvist และคณะ ได้ให้ข้อสรุปว่าเรซินคอมโพสิตและวัสดุ

ยึดติดชนิดเรซิน (Resin bonding) อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อโพรงประสาทได้เมื่อนำมาใส่ลงในฟันมนุษย์ที่มีลักษณะผุสึก หรือ มีการกัดกร่อนเนื้อฟันด้วยกรด ภายใต้สภาวะที่ปราศจากแบคทีเรีย

เมื่อมีการศึกษาคุณสมบัติที่ยอมให้สารผ่านของเนื้อฟัน (Dentin permeability) และอัตราการเข้าสู่ระบบชีวภาพของ TEGDMA และ HEMA จากสารเกาะติดเนื้อฟันและเรซินคอมโพสิต จึงได้มีการเสนอว่าการตอบสนองของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีการแพร่ของโมโนเมอร์จากวัสดุเรซินผ่านทางเนื้อฟันไปยังโพรงประสาทฟัน และความเป็นพิษจากสารเคมีต่อเซลล์นั้น อาจเกิดได้โดยตรงจากการตอบสนองของผู้ป่วยเอง โดยการตอบสนองของสารน้ำในระบบภูมิคุ้มกัน (immune-mediated response) อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้การตอบสนองของโพรงประสาทฟันแตกต่างกันในแต่ละบุคคล

ความเป็นพิษต่อเซลล์

มีข้อมูลหลายอย่างที่แสดงให้เห็นว่าวัสดุเรซิน เช่น คอมโพสิต สารยึดติด และส่วนประกอบที่แตกต่างกันไปของวัสดุเหล่านี้ ล้วนแต่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ในการทดสอบการเพาะเลี้ยงเซลล์ เรซินคอมโพสิตทุกชนิดเมื่อนำมาใส่ลงในอาหารเพาะเชื้อพร้อมกับเซลล์ จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเป็นพิษขึ้นกับเซลล์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดขาวเมื่อได้รับเรซินในความเข้มข้นน้อยๆ ซึ่งอาจเป็นสัญญาณของการตอบสนองจากระบบภูมิคุ้มกัน

ผลที่เกิดขึ้นโดยตรงเมื่อมีการใช้วัสดุเรซิน

มีหลายรายงานวิจัยที่ให้ผลในทำนองเดียวกับว่า TEGDMA จะสามารถหลั่งออกมาจากวัสดุเรซินได้ทุกชนิด และมีอัตราการแพร่สูงสุดในวันแรกหลังจากการการบูรณะ จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงในลักษณะของกราฟเอ็กซ์โปเนนเชียล (exponential) ส่วนในกรณีของเรซินที่ประกอบด้วย HEMA พบว่าจะมีการแพร่ของ HEMA เข้าสู่โพรงประสาทฟัน HEMA จะแพร่ออกมาได้ง่ายกว่า TEGDMA โดยมีอัตราการแพร่สูงสุด (10 Nmol/min) มากกว่าอัตราการแพร่ของ TEGDMA (0.3 Nmol/min) ประมาณ 30 เท่า

พบว่าเรซินโมโนเมอร์ เฉพาะ TEGDMA และ HEMA เท่านั้น ที่สามารถตรวจพบได้ในส่วนของเหลวที่โพรงประสาทฟัน แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบอื่นๆ ของวัสดุจะไม่ออกมาอยู่ในช่องเหลว หรืออาจจะแพร่เข้าสู่โพรงฟันได้น้อยมาก เกินกว่าระดับที่สามารถตรวจสอบได้ Hanks และคณะ (1994) ได้บันทึกไว้ว่ามีอัตราการแพร่ของเรซินคอมโพสิตเข้าสู่เนื้อฟัน มีช่วงการแพร่ที่กว้างในตุ่มกลางที่เป็นเอทานอล แต่เขาได้เสนอว่าส่วนประกอบของวัสดุนั้นจะไม่แพร่เข้าสู่เนื้อฟันในภาวะที่ของเหลวนั้นมีความเข้มข้นเท่ากับ ความเข้มข้นทางชีวภาพ (biologically concentration) เนื่องจากสารเคมีต่างๆ จะไม่สามารถละลายได้เพิ่มอีกแล้วในระดับความเข้มข้นนี้ มีความคิดว่าส่วนประกอบอื่นๆ อาจจะทำให้ผลในทางเดียวกันนี้ ยกเว้น HEMA และ TEGDMA เนื่องจากสารทั้ง 2 ชนิดนี้ มีอัตราการละลายน้ำสูง และเกิดความคิดเห็นที่ตรงกันว่า แรงดันในโพรงประสาทฟันจากโมเดลฟันรูปแบบเดียวกัน ไม่สามารถป้องกันการแพร่ผ่านของ TEGDMA และ HEMA ที่อยู่ในเรซินยึดติดหรือคอมโพสิตเรซินได้

กระบวนการป้องกันผลที่จะเกิดขึ้นกับเนื้อฟัน

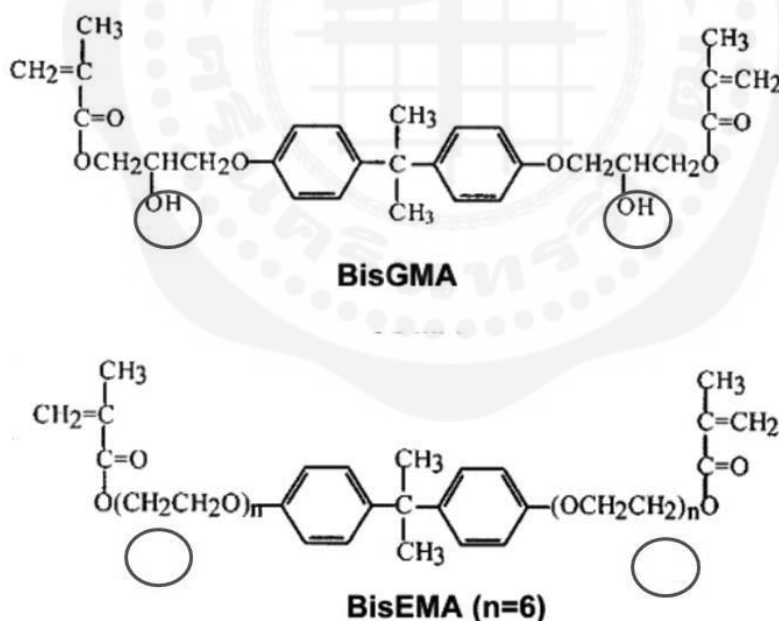
มีรายงานเกี่ยวกับการตอบสนองต่อการอักเสบชั้นปานกลางหรือชั้นรุนแรงเมื่ออยู่ในภาวะที่ไม่มีแบคทีเรียและการอักเสบจะเกิดขึ้นเฉพาะฟันที่มีเนื้อฟันบางๆ เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสารเคมีที่มีการแพร่ผ่านเนื้อฟันที่ค่อนข้างมีความหนา (2 mm) จะทำให้มีการแทรกซึมเข้าสู่โพรงประสาทฟันได้ช้า

การพัฒนาวัสดุเรซินคอมโพสิต

การปรับปรุงส่วนประกอบทางเคมีของเรซินคอมโพสิต

ในการพัฒนาวัสดุบูรณะฟันประเภทเรซินคอมโพสิตมุ่งเน้น การปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกล และการปรับปรุงคุณสมบัติการใช้งานของวัสดุ ทั้งในแง่ความสะดวกในการใช้งาน รูปแบบการจ่ายวัสดุ การปรับปรุงคุณสมบัติทางกลอาจทำได้โดยการเพิ่มปริมาณวัสดุอัดแทรก เพื่อเพิ่มความแข็งแรงดัดขวาง (Flexural strength) มากขึ้น ส่วนการปรับเปลี่ยนชนิดของโมโนเมอร์แทนที่โมโนเมอร์ดั้งเดิมเพื่อวัตถุประสงค์ในเรื่องของ การลดการหดตัวของคอมโพสิตเป็นหลัก นอกเหนือจากความต้องการให้วัสดุมีคุณสมบัติทางกลที่ดีขึ้น สำหรับคอมโพสิตที่มีระบบโมโนเมอร์ที่มีโมโนเมอร์ชนิด Bis-GMA หรือ UDMA หรือ มีทั้งสองชนิดร่วมกับเมทาครีเลตโมโนเมอร์ตัวอื่น เป็นส่วนประกอบหลัก จะเรียกว่า คอมโพสิตประเภทเมทาครีเลต (Methacrylate-based dental composite)

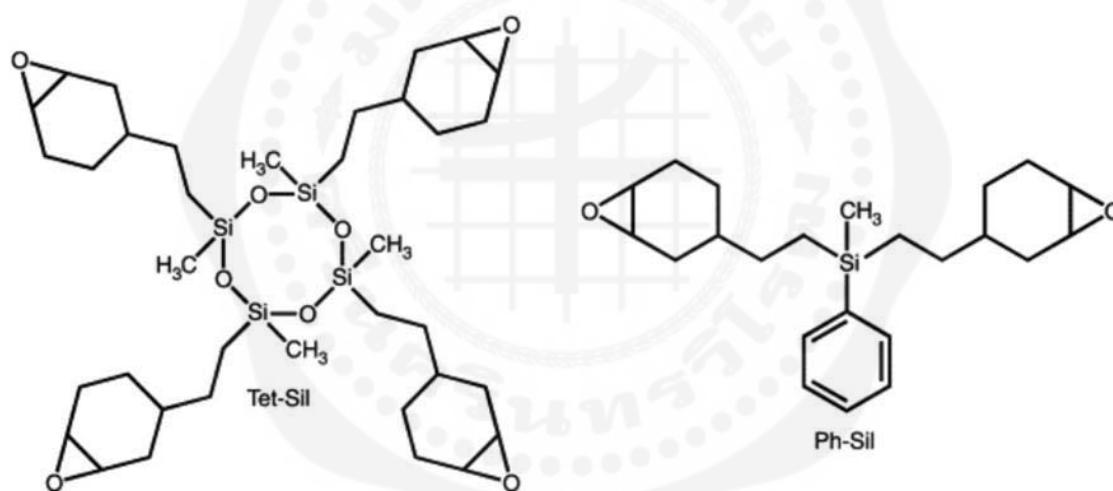
การปรับเปลี่ยนชนิดของโมโนเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบหลัก อาจใช้วิธีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของโมโนเมอร์ดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น โมโนเมอร์ Bis-EMA จะเกิดจากการดัดแปลงโมโนเมอร์ชนิด Bis-GMA โดยการกำจัดหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) ที่มีอยู่ในโครงสร้างของ Bis-GMA ทำให้ได้โครงสร้างที่ใหญ่กว่า Bis-GMA ดังแสดงในรูปที่ 1 ทำให้ลดการหดตัวของเรซินคอมโพสิตที่มีโมโนเมอร์ชนิดนี้เป็นส่วนประกอบ และมีลักษณะที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เพิ่มมากขึ้น ทำให้เรซินเมทริกซ์มีการดูดน้ำน้อยลง เรซินคอมโพสิตมีความแข็งแรงมากขึ้น



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมโนเมอร์ Bis-GMA และ Bis-EMA ที่เป็นอนุพันธ์ของ Bis-GMA ที่มีการดัดแปลงตัดส่วนของหมู่ฟังก์ชัน -OH ออกจากส่วนโครงสร้างเดิมของ Bis-GMA

ที่มา: Palin WW, et al. (2003). Monomer conversion versus Flexural strength of a novel dental composite. J Dent 31(5); 341-351.[7]

นอกจากนี้ยังพบว่า มีความพยายามในการเปลี่ยนแปลงชนิดของโมโนเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบหลัก ในวัสดุคอมโพสิตเรซิน โดยการสังเคราะห์โมโนเมอร์ชนิดใหม่ขึ้น เพื่อลดปัญหาการหดตัวของวัสดุเรซินคอมโพสิตที่มี Bis-GMA เป็นส่วนประกอบ อาจเรียกกลุ่มวัสดุคอมโพสิตชนิดนี้ว่า เรซินคอมโพสิตชนิดไม่มีเมทาครีเลต (Non-methacrylate-based dental composite) ตัวอย่างเช่น วัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้โมโนเมอร์ชนิดไซโลเรน (silorane) ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างออกไซด์ไซเรน (oxirane) และ ซิโลเซน (siloxane) มีโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวน ดังแสดงในรูปที่ 2 โครงสร้างของโมโนเมอร์ที่เป็นวงแหวนจะหดตัวน้อยกว่าเมื่อเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันเมื่อเทียบกับการเกิดโพลีเมอร์ไรเซชันของโมโนเมอร์ที่เป็นสายยาว จากรายงานวิจัยเปรียบเทียบความแข็งแรงกดอัดและเปอร์เซ็นต์การหดตัวของวัสดุเรซินคอมโพสิตที่มีในท้องตลาดชนิดต่าง ๆ (นาโนคอมโพสิต, ไฮบริดเรซินคอมโพสิต และไมโครฟิลเรซินคอมโพสิต) กับไซโลเรนคอมโพสิต พบว่า ไฮบริดเรซินคอมโพสิต ให้ค่าความแข็งแรงกดอัดและความแข็งแรงบดมากที่สุด และ ส่วนไซโลเรนเรซินคอมโพสิต ให้ค่าความแข็งแรงกดอัดและค่าความแข็งแรงบดน้อยที่สุด แต่มีเปอร์เซ็นต์การหดตัวน้อยที่สุด ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การหดตัวน้อยกว่า 1.5 % ซึ่งต่ำกว่าวัสดุบูรณะฟันที่มีเรซินเป็นส่วนประกอบชนิดอื่น ๆ ที่มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 1.5% ตัวอย่างเรซินคอมโพสิตในท้องตลาดที่ประกอบด้วยไซโลเรนโมโนเมอร์ ได้แก่ Filtek™ LS (3M ESPE, USA) [9]



รูปที่ 2 แสดง โครงสร้างทางเคมีของไซโลเรนโมโนเมอร์ 2 ชนิด ได้แก่ ชนิด Tet-Sil และ Ph-Sil

ที่มา: Lien, W and Vandewalle, K. (2010). Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater* 26: 337–344[10]

ในส่วนของการพัฒนาวัสดุอุดแทรกนั้น เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมใช้เทคนิคการเติมวัสดุอุดแทรก เช่น แก้วซิกา แบเรียม สตรอนเชียม เซอร์โคเนียมและแก้วซิลิเกต ลงในเรซินโดยตรง โดยไม่ได้มีขบวนการเพื่อสร้างความเข้ากันได้ระหว่างวัสดุอุดแทรกและเรซินเมทริกซ์ ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้งานมาในระยะหนึ่งเกิดการหลุดออกของวัสดุอุดแทรกจากเนื้อเรซินเมทริกซ์ ทำให้ผิววัสดุมีความหยาบ และไม่สวยงาม ต่อมาได้พัฒนาเพิ่มส่วนของเทคนิคการเตรียมพื้นสภาพผิวของวัสดุอุดแทรกก่อนเติมลงในเรซิน เพื่อทำให้เกิดความเข้ากันได้ และ ช่วยลดปัญหาการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน โดยวัสดุอุดแทรกดั้งเดิม จะถูกนำมาดัดแปลงโดยเคลือบเรซินก่อน เรียกว่า “Prepolymerization” และบดให้มีขนาดเล็กลง ตัวอย่างเช่น เมื่อนำวัสดุอุดแทรกประเภทแก้วซิกาที่มีขนาด 40 นาโนเมตร และมีปริมาณร้อยละ 80 โดยปริมาตรใส่เข้าไป

ในเรซินเหลวซึ่งละลายอยู่ในอะซิโตน หลังจากทำให้แข็งตัวแล้วนำมาบดให้ละเอียดจะได้วัสดุอัดแทรกที่มีขนาดอนุภาค 20-50 นาโนเมตร การเติมวัสดุอัดแทรกประเภทฟริโพลีเมอร์ ทำให้ได้เรซินที่มีวัสดุอัดแทรกที่มีขนาดเล็กและสามารถใส่ลงในเรซินได้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งสามารถยึดติดได้ดีในเนื้อของเรซินเมทริกซ์

การพัฒนานาโนเทคโนโลยี มีการแพร่หลายจากวงการอุตสาหกรรมและถูกนำมาใช้ในทางการแพทย์ทั้งในงานการรักษาและการพัฒนาเครื่องมือทางการแพทย์ ในทางทันตวัสดุศาสตร์ ได้นำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการทำให้วัสดุอัดแทรกในเรซินคอมโพสิตมีขนาดเล็กลง รูปแบบการปรับขนาดอนุภาคให้มีขนาดเล็กลงในระดับนาโนอาจทำได้ในรูปแบบของ “nanomeric particle” ซึ่งเป็นอนุภาคชนิดเดียวกันอยู่เป็นอนุภาคเดี่ยว หรือ แบบที่ชนิดอนุภาคอยู่ในรูปของ “nanocluster particle” ซึ่งอนุภาคของวัสดุอัดแทรกจะมีทั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนของอนุภาคต่างชนิดกันหรือต่างขนาดกันและส่วนของอนุภาคเดี่ยว เพื่อให้นาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิตสามารถใส่วัสดุอัดแทรกได้ปริมาณมาก จะใช้เทคนิคการเตรียมพื้นผิวเช่นเดียวกับกับ Prepolymerization technique โดยการนำอนุภาคนาโนเมอร์ริก ขนาดประมาณ 20-70 นาโนเมตร มาเคลือบผิวด้วยสารไซเลน (MPTS, 3-Methacryloxypropyltrimethoxy silane) เมื่อผสมรวมกับเรซินทำให้สามารถยึดกับเรซินได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยลดความหนืดของเรซินคอมโพสิต เพิ่มความเข้ากันได้ระหว่างเรซินกับวัสดุอัดแทรก พบว่านาโนฟิลด์คอมโพสิตมีขนาดของวัสดุอัดแทรกประเภทนาโนฟิลเลอร์ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1-100 นาโนเมตรมีปริมาณวัสดุอัดแทรกมากถึง 79.5% โดยปริมาตร และมีคุณสมบัติทางกล และสามารถต้านทานต่อการสีกร่อนได้เพิ่มมากขึ้น นอกเหนือจากการมีสีที่ใสสวยงามเหมือนฟันธรรมชาติ จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางจุลภาค รวมถึงคุณสมบัติทางกลต่าง ๆ คุณสมบัติในการต้านทานต่อการสีกร่อน และคุณสมบัติทางแสงของวัสดุนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิตเปรียบเทียบกับเรซินคอมโพสิตชนิดอื่น ๆ พบว่า เรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลด์แบบ nanocluster จะเป็นส่วนที่มีวัสดุอัดแทรกผสมกันระหว่าง เซอร์โคเนีย-ซิลิกา สำหรับการอุดบริเวณที่ต้องการความแข็งแรง เนื้อวัสดุมีความทึบมากกว่า มีค่าอัตราการสีเท่ากับเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนไฮบริด ส่วน นาโนฟิลด์คอมโพสิตแบบ nanomeric particle มีอนุภาคชนิดเดียว ได้แก่ แก้วซิลิกา เพื่อให้เนื้อเรซินคอมโพสิตมีความใสและใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการบูรณะฟันบริเวณที่ต้องการความใสสวยงาม มีอัตราการสีของฟันน้อยกว่าไฮบริดไมโครฟิลด์เรซินคอมโพสิตที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าระดับไมครอน และจากผลการศึกษา ค่าความแข็งผิวของ Hubbezoglu และคณะ (2007) รายงานค่าความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนเรซินคอมโพสิต (Filtek Supreme™, 3M ESPE, USA) มีค่าความแข็งมากกว่า ไฮบริดเรซินคอมโพสิต (Solitare 2, Heraeus Kulzer, Germany), ไมโครฟิลด์เรซินคอมโพสิต (Durafil VS®, Heraeus Kulzer, Germany) และ ไมโครไฮบริดเรซินคอมโพสิต (Gardia Direct®, Heraeus Kulzer, Germany) ตามลำดับ

การพัฒนาคอมโพสิตเพื่อการใช้งานทางคลินิก

การปรับปรุงคุณสมบัติการใช้งานของวัสดุเรซินคอมโพสิตนั้นเพื่อทำให้การใช้งานสะดวกมากขึ้น โดยปกติวัสดุบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตต้องการขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวเพื่อให้เกิดการยึดติดที่ดีกับโครงสร้างของฟันที่จะทำการบูรณะ จึงได้มีการพัฒนาวัสดุคอมโพสิตรูปแบบใหม่ ที่ไม่ต้องการขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวฟัน เพื่อลดขั้นตอนการใช้งานของระบบสารยึดติด ที่ต้องใช้ทาก่อนที่จะอุดด้วยคอมโพสิตลงในโพรงฟัน เรียกว่า “self adhering flowable dental composite” เป็นคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ดี หรือ คอมโพสิตที่มีความข้นหนืดน้อย (Flowable dental composite) ที่สามารถอุดได้โดยไม่ต้องขั้นตอนการทาสารยึดติดก่อน ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Vertise Flow®, Kerr Dental, USA รายงานผลการทดสอบเปรียบเทียบความแข็งแรงใน

การยึดติดกับโครงสร้างของฟัน และความแนบสนิทกับขอบของโพรงฟัน พบว่า ให้ความแข็งแรงในการยึดติด เทียบเท่าหรือด้อยกว่าการยึดติดกับโครงสร้างของคอมโพสิตที่มีขั้นตอนการใช้งานของระบบสารยึดติด แต่ให้ความแนบสนิทกับขอบของโพรงฟันที่ดี

ปัจจุบันทันตกรรมสำหรับความสวยงาม (Esthetic Dentistry) ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เรซินคอมโพสิต ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวเลือกของวัสดุที่ใช้บูรณะฟันเพื่อความสวยงาม เรซินคอมโพสิตมีการปรับปรุงพัฒนาให้สอดคล้องกับการรักษาทางทันตกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลง เป็นแนวทางการบูรณะฟันที่ให้ความสำคัญกับความต้องการในด้านความสวยงาม และความเสมือนจริงมากที่สุดของวัสดุบูรณะฟันโดยเฉพาะฟันหน้า มีการปรับปรุงสูตรการผลิตเรซินคอมโพสิตให้มีสีและคุณสมบัติทางแสงที่เหมาะสมกับส่วนต่างๆ ของโครงสร้างฟัน เป็นรูปแบบของเรซินคอมโพสิตจะเป็นระบบหลากหลายความโปร่งและทึบแสง แทนที่รูปแบบเดิมที่ใช้เรซินคอมโพสิตเฉดสีเดียวกันเนื้อเดียว อดได้ในทุกส่วนของโครงสร้างฟัน เรซินคอมโพสิตระบบใหม่ จะแบ่งเป็นส่วนที่เรียกว่า “dentin” หรือ “body” หรือ “opaque” ที่เหมาะสำหรับการอุดฟันในเนื้อฟันและส่วนของ “enamel” เรซินที่เหมาะสมสำหรับการอุดส่วนที่เป็นชั้นเคลือบฟัน มีสีตามเฉดสีของฟัน เรซินคอมโพสิตที่มีเฉดสี และแยกเนื้อเรซินคอมโพสิตสำหรับแต่ละส่วนของโครงสร้างฟันเพิ่มความเสมือนจริงของชิ้นงานบูรณะ โดยจะมีเรซินคอมโพสิตที่มีสีของชั้นเนื้อฟัน ชั้นเคลือบฟัน และชั้นปลายฟัน แยกจากกัน ทันตแพทย์สามารถจะเลือกสีฟันและความโปร่งแสงของฟันได้หลากหลายมากขึ้นตามบริเวณที่ต้องการบูรณะ

นอกจากการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตจะใช้บูรณะฟันเพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับฟัน ปัจจุบันได้มีการผลิตเรซินคอมโพสิตที่มีสีเหมือนเนื้อเยื่อเหงือก เพื่อใช้ในการบูรณะเพื่อความสวยงามให้กับเหงือกในกรณีที่เหงือกมีปัญหาการเว้าแหว่งหรือเหงือกกร่น ตัวอย่างเช่น เรซินคอมโพสิตสีชมพู (Amaris[®], Voco Dental, USA) เป็นตัวเลือกสำหรับนำมาใช้อุดรากฟันบริเวณที่เหงือกกร่น เรซินคอมโพสิตสามารถแก้ปัญหาความสวยงามบริเวณคอฟันโดยจะเป็นวัสดุสีชมพู สร้างความเสมือนจริงให้กับเนื้อเยื่อเหงือก โดยมีสีทึบ (opaque) เพื่อปิดสีรากฟัน ลดความยาวของฟัน นำมาใช้ในผู้ป่วยโรคปริทันต์หรือปิดสีขอบครอบฟัน ดังแสดงในรูปที่ 3



ก



ข

รูปที่ 3 แสดงการบูรณะคอฟันด้วยเรซินคอมโพสิตที่มีสีเหมือนสีเหงือก ก. แสดงก่อนการบูรณะบริเวณคอฟันที่มีการร่นของเหงือก ข. เป็นภาพหลังการบูรณะด้วยคอมโพสิตที่สีเหมือนเนื้อเยื่อเหงือกเพื่อความเสมือนจริงในฟันธรรมชาติ

ที่มา: http://www.voco.com/nl/products/_products/amaris_gingiva/Amaris_Gingiva_Folder_GB_079.pdf [18]

การเลือกใช้งานทางคลินิกของวัสดุเรซินคอมโพสิต

ความเข้าใจถึงส่วนประกอบและคุณสมบัติของวัสดุเรซินคอมโพสิต มีส่วนช่วยประกอบการตัดสินใจเลือกวัสดุเรซินคอมโพสิตเพื่อการบูรณะฟันในสถานการณ์ทางคลินิกต่าง ๆ กัน กรณีการบูรณะฟันที่บริเวณหรือตำแหน่งที่ต้องการบูรณะที่แตกต่างกัน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความต้องการระดับความสวยงามของวัสดุบูรณะฟันและความต้องการระดับคุณสมบัติทางกลของวัสดุ คุณสมบัติทางแสง เช่น ค่าดัชนีความโปร่งแสง (Translucency parameter) ถูกนำมาใช้ในการประเมินคุณสมบัติเรื่องความสวยงามของคอมโพสิต พบว่า คอมโพสิตที่มีค่าดัชนีความโปร่งแสงสูงจะมีความใสมาก เช่น ไมโครฟิลด์คอมโพสิต และนาโนฟิลด์คอมโพสิต นอกเหนือจากคุณสมบัติเรื่องความใส (Translucency) ควรพิจารณาคุณสมบัติในแง่ของความสามารถในการขัดให้เงา (polishability and gloss retention) ได้ คอมโพสิตที่มีความใสและสวยงามจะถูกพิจารณาให้เทียบเคียงกับชั้นเคลือบฟันและนำมาใช้อุดในชั้นเคลือบฟันสำหรับเทคนิคการอุดฟันแบบ “Layering technique” โดยอุดในส่วนที่เป็นผิวเคลือบฟัน ส่วนชั้นที่มีความทึบแสงมากกว่าได้แก่ ชั้นเนื้อฟัน ควรเลือกคอมโพสิตเรซินชนิดที่มีดัชนีความโปร่งแสงที่มีค่าต่ำกว่า ค่าดัชนีความโปร่งแสงของคอมโพสิตเรซินชนิดต่าง ๆ ที่มีในท้องตลาด ดังแสดงในตารางที่ 4 นอกจากนี้พบว่าชนิดของวัสดุอุดแทรกมีผลต่อค่าดัชนีความใสของเรซินคอมโพสิต พบว่าเรซินคอมโพสิตที่มีวัสดุอุดแทรกประเภทเซรามิกส์ เซอร์โคเนียให้ดัชนีความใสที่สูงกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีแก้วแบเรียมและแก้วซิลิกา เป็นส่วนประกอบ นอกเหนือจากการพิจารณาชนิดของวัสดุอุดแทรกและค่าดัชนีความโปร่งแสงของเนื้อคอมโพสิตเรซินแล้ว สีของเรซินคอมโพสิตที่มีลักษณะเหมือนสีฟันธรรมชาติเกิดจากการผ่านได้ของแสงผ่านส่วนของเมทริกซ์และวัสดุอุดแทรก ขนาดของวัสดุอุดแทรกนั้นมีผลต่อการผ่านได้และสะท้อนของแสง สีของเรซินคอมโพสิตที่สะท้อนผ่านเรซินเมทริกซ์ที่มีวัสดุอุดแทรกที่มีขนาดเล็ก จะมีการผ่านได้ของแสงที่ดีกว่าและแสดงความใสสวยงามมากกว่าสีของเรซินคอมโพสิตที่มีขนาดอนุภาควัสดุอุดแทรกที่มีขนาดใหญ่ และมีการผ่านได้ของแสงไม่ดี

จากข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบและคุณสมบัติของคอมโพสิตเรซินที่กล่าวมาแล้ว สามารถนำมาใช้พิจารณาเลือกชนิดของคอมโพสิตที่เหมาะสมกับการบูรณะฟัน กรณีการบูรณะฟันในฟันหน้าที่โพรงฟันมีขนาดเล็ก การเลือกใช้เรซินคอมโพสิตเพื่อการบูรณะส่วนที่ชั้นเคลือบฟัน ขอบเขตโพรงฟันไม่กว้าง อาจพิจารณาใช้เทคนิคการอุดฟันในคลินิกโดยใช้เรซินคอมโพสิตชนิด universal เพียงสีเดียวได้ พิจารณาเลือกใช้คอมโพสิตชนิดไมโครฟิลด์ หรือ นาโนฟิลด์คอมโพสิต ส่วนในกรณีที่โพรงฟันมีขนาดใหญ่บริเวณฟันหน้าและต้องการการบูรณะที่สวยงามเหมือนฟันธรรมชาติ ระดับความลึกไปที่ระดับชั้นเนื้อฟันและรวมถึงเคลือบฟัน ควรเลือกใช้ระบบเรซินคอมโพสิตที่มีสีให้เลือกตามส่วนต่าง ๆ ของฟัน เช่นบริเวณคอฟัน ส่วนตัวฟัน และบริเวณปลายฟัน การอุดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตในส่วนของปลายฟันซึ่งจะเป็นบริเวณที่แสงผ่านได้มากกว่าบริเวณอื่น ๆ เพราะฉะนั้น เรซินคอมโพสิตควรมีคุณสมบัติที่โปร่งแสงมากกว่าเรซินคอมโพสิตที่ทึบแสง

ตารางที่ 4 แสดงสีของเรซินคอมโพสิตและระดับความโปร่งแสง

Manufacturer	Brand	Shade	Translucency parameter
Kerr Orange CA	Premise	A2	7.2 (0.4)
		A2 opaque (A2O)	5.0 (0.2)
		B2	7.0 (0.5)
		B2 opaque	5.7 (0.1)
	Point 4	A2	8.7 (0.3)
		A2 opaque (A2O)	5.5 (0.3)
		B2	8.8 (0.3)
		B2 opaque (B2O)	6.6 (0.4)
Ivoclar Vivadent, Amherst, NY	4 Seasons	A2 enamel (A2E)	9.6 (0.1)
		A2 dentin (A2D)	6.6 (0.7)
		B2 enamel (B2E)	10.8 (0.4)
		B2 dentin (B2D)	5.0 (0.2)
	Tetric Evo Ceram	A2	9.1 (0.2)
		B2	9.3 (0.5)
		B2 dentin (B2D)	3.1 (0.2)
3M ESPE St. Paul, MN	Filtek Supreme Plus	White enamel (WE)	10.8(0.6)
		White dentin	4.9 (0.2)
		White body (WB)	6.7 (0.4)
		A2 enamel (A2E)	9.5 (0.5)
		A2 dentin (A2D)	2.7 (0.6)
		A2 body (A2B)	7.3 (0.5)
		B2 enamel (B2E)	9.7 (0.3)
		B2 body (B2B)	7.4 (0.2)
Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Germany	Esthet-X	A2	7.7 (0.3)
		A2 opaque (A2O)	4.9 (0.6)
		B2 opaque (B2O)	3.7 (0.2)
		B2	8.7 (0.3)
	TPH3	A2	8.0 (0.2)
		B2	7.8 (0.2)
		Clear enamel	11.1(0.1)
		C2 opaque (C2O)	3.4 (0.3)
		E2	13.4 (0.5)
	Ceram X Duo	D2	4.8 (0.2)
		M2	7.3 (0.3)

ที่มา: Ryan, E, Tam, L, McComb, D.(2010).Comparative Translucency of Esthetic Composite Resin Restorative Materials.*J Can Dent Assoc.*76:1-6 [20]

การเลือกใช้งานคอมโพสิตในกรณีการบูรณะฟันที่ความต้องการในความสวยงามจัดเป็นลำดับรอง เช่น กรณีการบูรณะฟันหลัง การพิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของวัสดุ ทั้งในเรื่องคุณสมบัติความแข็งแรง กัดอัด ความแข็งผิว ความต้านทานต่อการแตกหัก ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น ได้รับการพิจารณาก่อน คุณสมบัติทางแสงของวัสดุ จากการพิจารณาคุณสมบัติกลของคอมโพสิต และลักษณะของการบูรณะฟันหลัง ซึ่งขนาดของโพรงฟันจะมีขนาดใหญ่ และต้องทนต่อแรงบดเคี้ยว การที่วัสดุคอมโพสิตเรซินมีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการหดตัวได้มาก เทคนิคการอุดแบบชั้น ได้ถูกนำมาใช้ โดยใช้คอมโพสิตชนิดเดียว แต่ต่อมาได้มีการรายงานวิจัยนำเสนอเทคนิคการอุดแบบชั้นโดยใช้วัสดุคอมโพสิตต่างชนิดกัน เช่นเดียวกับการอุดฟันหน้า โดย การอุดในชั้นเนื้อฟันซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นสูง และต้องการการการแนบสนิท พิจารณาเลือกใช้คอมโพสิตชนิด Flowable เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นสูง ช่วยในการรับแรงและทำหน้าที่คล้ายส่วนของเนื้อฟัน และในส่วนเคลือบฟัน พิจารณาเลือกใช้ไมโครไฮบริดเรซินคอมโพสิต ที่มีค่าความแข็งแรงกัดอัด และค่าความแข็งผิวสูงกว่าคอมโพสิตเรซินชนิด Flowable เพื่อทนต่อสึกกร่อนที่เกิดจากการบดเคี้ยว พบว่า ช่วยลดการเกิดรอยแตกขนาดเล็ก (microcrack) ในชั้นเคลือบฟัน และเพิ่มความแนบสนิทระหว่างเนื้อวัสดุกับส่วนของเนื้อฟัน ส่งผลให้ลดการเปลี่ยนสีตามขอบ การเกิดฟันผุซ้ำ และ อาการเสียวฟันของผู้ป่วยหลังอุด

แนวโน้มการพัฒนาคอมโพสิตในอนาคต

วัสดุอุดคอมโพสิต เป็นวัสดุชนิดใหม่ที่ยังคงได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แนวโน้มการพัฒนาจากวัสดุสังเคราะห์(synthetic materials) เป็นวัสดุชีวภาพ(biomaterials) มากขึ้น ดังจะเห็นได้จาก การเติมวัสดุอัดแทรกประเภทสารแคลเซียมฟอสเฟต เพื่อหวังผลในการช่วยการเกิดการสะสมแร่ธาตุคืนกลับ เป็นลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาระหว่างวัสดุกับเนื้อฟัน ซึ่งเป็นลักษณะของวัสดุชีวภาพ ความพยายามในการทำให้คอมโพสิตมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและลดการเกิดฟันผุซ้ำ มีการใช้สารประกอบแอมโมเนียม สารซิลเวอร์นาโน และสารมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อตัวอื่น ๆ เติมลงในส่วนของเรซินเมทริกซ์ แม้แต่การสังเคราะห์โมโนเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันที่มีคุณสมบัติในการลดเชื้อแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามยังมีรายงานการสังเคราะห์โมโนเมอร์ชนิดใหม่เพื่อลดการหดตัวระหว่างการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน หรือ การพัฒนาวัสดุอัดแทรกชนิดใหม่ แม้กระทั่งการพัฒนาส่วนที่สารไซเลนที่ช่วยในการยึดติดระหว่างวัสดุอัดแทรกและส่วนของเรซินเมทริกซ์ การพัฒนาคอมโพสิตให้ใช้งานง่ายและมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น เช่น self adhering composite เป็นที่น่าสนใจและท้าทายในกรณีที่ทำได้ในคอมโพสิตทุกชนิด ไม่ใช่เฉพาะส่วนที่เป็น Flowable resin composite การที่เรซินคอมโพสิตสามารถยึดติดได้โดยตรงกับเนื้อฟันเป็นผลมาจากการสังเคราะห์โมโนเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน (bifunctional group monomer) ที่มีความสามารถในการยึดติดกับเนื้อฟันเข้าไว้กับเนื้อเรซินเมทริกซ์

เทคนิคในการบูรณะฟันด้วยวัสดุคอมโพสิตเรซิน(Technique for placement)

วิวัฒนาการ

ในช่วงแรกที่มีการใช้คอมโพสิตในการบูรณะฟันหลังโดยตรง เทคนิคการบูรณะฟันเน้นการลดการเกิดการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์(polymerization shrinkage) โดยใช้วิธีการเติมทีละส่วนและบ่มทีละชั้นต่อเนื่องกันของคอมโพสิต เมื่อบรรจุลงไปโพรงฟันและบ่มด้วยแสงจะมีการหดตัวของวัสดุจากบริเวณที่เป็นขอบตัดเฉียงซึ่งนำไปสู่การแพร่เข้ามาของแบคทีเรียและเกิดโรคฟันผุซ้ำอีก ในการบูรณะฟันในประเภทที่ 2 (class II) บริเวณสัมผัสด้านประชิดบ่อครั้งที่ไม่ประสบความสำเร็จเพราะตัวของวัสดุเองที่มีธรรมชาติแบบบด

โซโทรปิก(thixotropic) คือจะมีลักษณะเหลวขึ้นเมื่อได้รับแรงมากระทำ และการขาดความสามารถในการอัดแน่นและการดันเมทริกซ์(matrix) ให้แนบกับพื้นซี่ข้างๆเหมือนกับอะมัลกัม เมื่อวัสดุถูกกดอัดด้วยเครื่องมือกดอัด จะไม่สามารถต้านแรงที่มากระทำบนวัสดุ เมื่อวัสดุโดนแรงมากระทำจะไม่เคลื่อนไปตามทิศทางของแรงแต่จะเป็นการให้แรงผ่านเข้าไปในตัววัสดุ

ผลที่ตามมาคือมีการพัฒนาเทคนิคที่ทำให้ประสบความสำเร็จในการใช้กับบริเวณสัมผัสด้านประชิดโดยมีการใช้ เมทริกซ์(matrix) ชนิดต่างๆที่ถูกพัฒนาเพื่อให้ได้ลักษณะทางกายวิภาคได้ถูกต้อง ตัวอย่างรวมถึงการแบ่งแถบเมทริกซ์ (matrix- band) ออกเป็นส่วนๆ ไบทิน ริง (BiTine ring) ของบริษัท Dentsply Caulk และ คอนแทค เมทริกซ์ (contact matrix) ของบริษัท Danville material เป็นเครื่องมือต่างๆ ถูกพัฒนาตามลักษณะที่จะให้วัสดุเมทริกซ์(matrix)เปลี่ยนรูปไปตามที่ความต้องการของผู้เชี่ยวชาญด้านการรักษา โดยตัววัสดุด้านสัมผัส ประชิดของฟันขณะบ่มด้วยแสง มีระบบและเครื่องมือที่ช่วยในการตกแต่งมากมายที่ถูกนำมาใช้และประสบความสำเร็จ แต่ผลเสีย ได้แก่ ความซับซ้อนยุ่งยากในการใช้เพื่อที่จะให้เกิดผลลัพธ์แน่นอน

มีปัญหาทางคลินิกที่สามารถแก้ไขได้เมื่อมีการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดไฮบริดแบบดั้งเดิม(Traditional hybrid resin-based composite) ในโพรงฟันแบบประเภทที่ 2 (class II) คือเกิดช่องว่างบริเวณสันริมฟัน (marginal area) เป็นผลมาจากการขาดความสามารถในการทำให้วัสดุสอดคล้องกับพื้นที่ย่างเพียงพอก่อนบ่ม อาการเสียวฟันหลังจากทำการ การมีสัมผัสด้านประชิดเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย และการเป็นโรคฟันผุซ้ำ ทั้งหมดนี้เป็นปัญหาทั่วไปที่ยังคงมีอยู่ ทำให้วัสดุคอมโพสิตยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ทั้งหมด และยังไม่ได้รับการยอมรับเหมือนกับอะมัลกัม

ขณะที่ผู้ผลิตดำเนินการปรับปรุงพัฒนาเรซินคอมโพสิตสีเหมือนฟันที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีและมีลักษณะทางคลินิกคล้ายคลึงกับวัสดุอุดฟันประเภทโลหะผสมอะมัลกัม ในระยะเริ่มแรกของคอมโพสิตชนิดกดอัด(packable or condensable composite) ถูกนำมาใช้ทางทันตกรรมในขั้นตอนปิดท้าย ยังมีข้อสงสัยว่าคอมโพสิตชนิดกดอัดจะให้คุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับอะมัลกัม ถึงแม้ว่าการเติมแก้วที่ร้อยละค่อนข้างสูงจะเพิ่มความหนืดและความชัน เพื่อให้ได้คุณสมบัติทางกลที่สูงเทียบเท่ากับโลหะผสมอะมัลกัม แต่การมีลักษณะความนุ่มหรือการกดให้ไหลแผ่ได้ (pliable) อันเนื่องจากส่วนประกอบของโปรทในอมัลกัม ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของโปรทที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง อาจไม่ใกล้เคียงความคงตัวของส่วนประกอบของแก้วซึ่งเป็นวัสดุอัดแทรกที่เพิ่มเข้ามาทำให้เกิดความแข็งในลักษณะความคงตัว (rigidity) ที่กดอัดได้ยาก วัสดุคอมโพสิตชนิดนี้ ไม่เหมือนกับอะมัลกัมที่ผสมแล้วมีลักษณะของของเหลวขึ้น แต่คอมโพสิตชนิดนี้ถูกกดอัดได้น้อยกว่าวัสดุแบบไฮบริดแบบดั้งเดิม (conventional hybrid) อย่างไรก็ตาม คอมโพสิตชนิดนี้ ถูกบีบอัดได้แต่ไม่เหมือนอมัลกัม แต่วัสดุทั้งสองชนิดเป็นวัสดุอัดแน่นเหมือนกัน

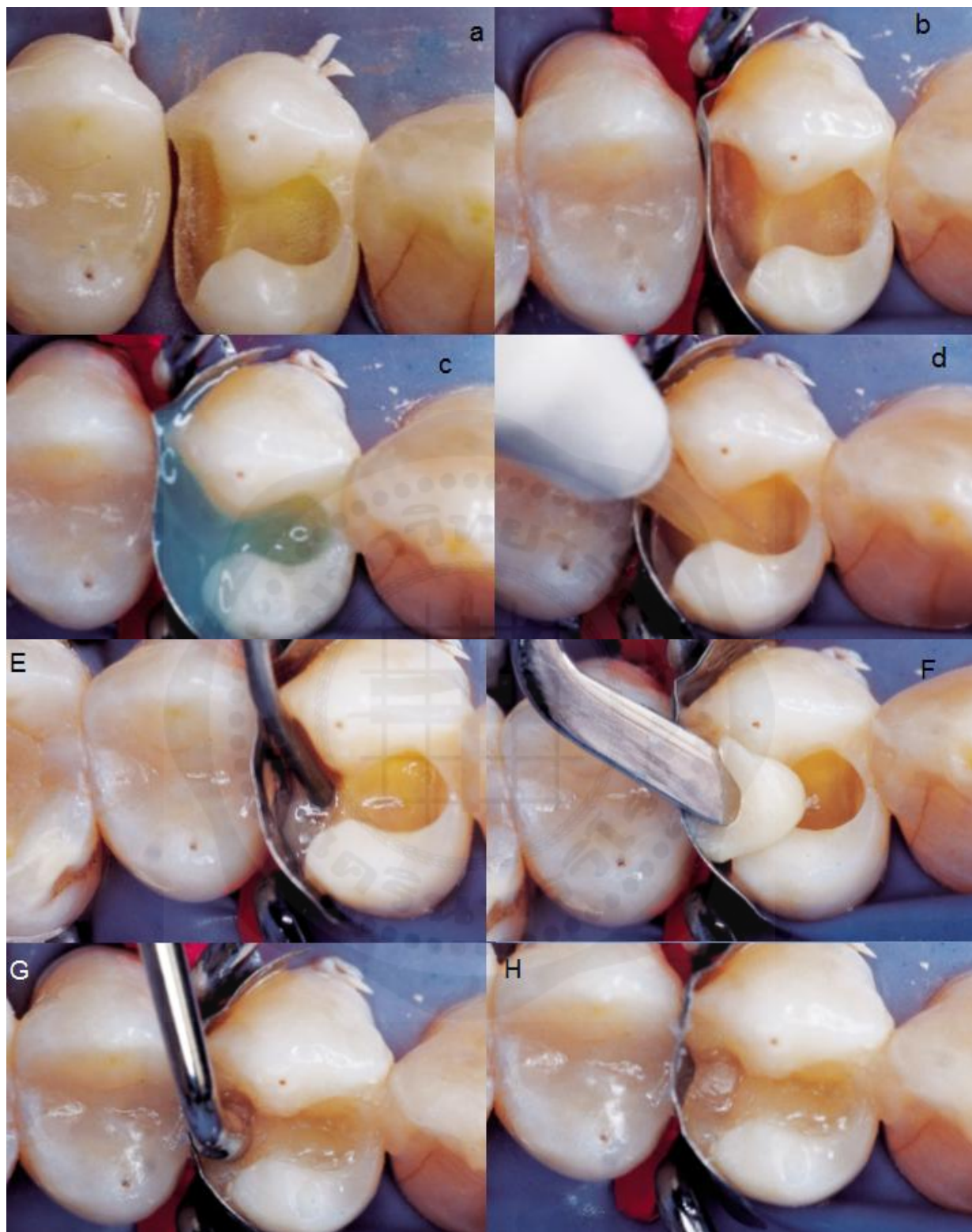
ตามรายงานกรณีศึกษา เทคนิคในการอุดเรซินคอมโพสิตสำหรับฟันหลังโดยตรงในการบูรณะฟันมีหลายวิธี การพัฒนาวัสดุอุดคอมโพสิตชนิดใหม่ที่สามารถทดแทนวัสดุอุดฟันหลัง เช่น อะมัลกัม หรือ เป็นทางเลือกในการอุดฟันหลัง ได้แก่ วัสดุคอมโพสิตชนิดกดอัดได้ที่มีความต้านทานต่อแรงกดอัดทำให้ประสบความสำเร็จในบริเวณสัมผัสด้านประชิด โดยมีพันธะไฮโดรฟิลิก(Hydrophilic bonding) เป็นตัวยึดทั้งส่วนของเคลือบฟัน(enamel) และเนื้อฟัน (dentin) เพื่อให้เกิดการคงอยู่ของวัสดุบูรณะฟัน และเก็บสงวนการกรอแต่งส่วนของฟันมากเกินไป โดยมีการใช้คอมโพสิตชนิดไหลแผ่เป็นส่วนรองฐานและบ่ม ก่อนจะบรรจุคอมโพสิตชนิดนี้อุดตามลงไป เป็นการป้องกันการหลุดตัวของวัสดุจากขอบ และภายในตัวของวัสดุเอง นอกจากนี้ ยังสามารถใช้วัสดุประเภท

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สำหรับงานอุดชนิดเสริมความแข็งแรงด้วยเรซิน (Glass Ionomer cement-Type III Restorative type, resin-modified glass ionomer cement) เนื่องจากมีส่วนเรซินไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (resin ionomer cement) สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องใช้กรดกัดเพื่อช่วยในการยึดติดในบริเวณโพรงฟันที่มีความลึก ความงามของวัสดุเป็นการเลียนแบบโครงสร้างของฟันธรรมชาติ

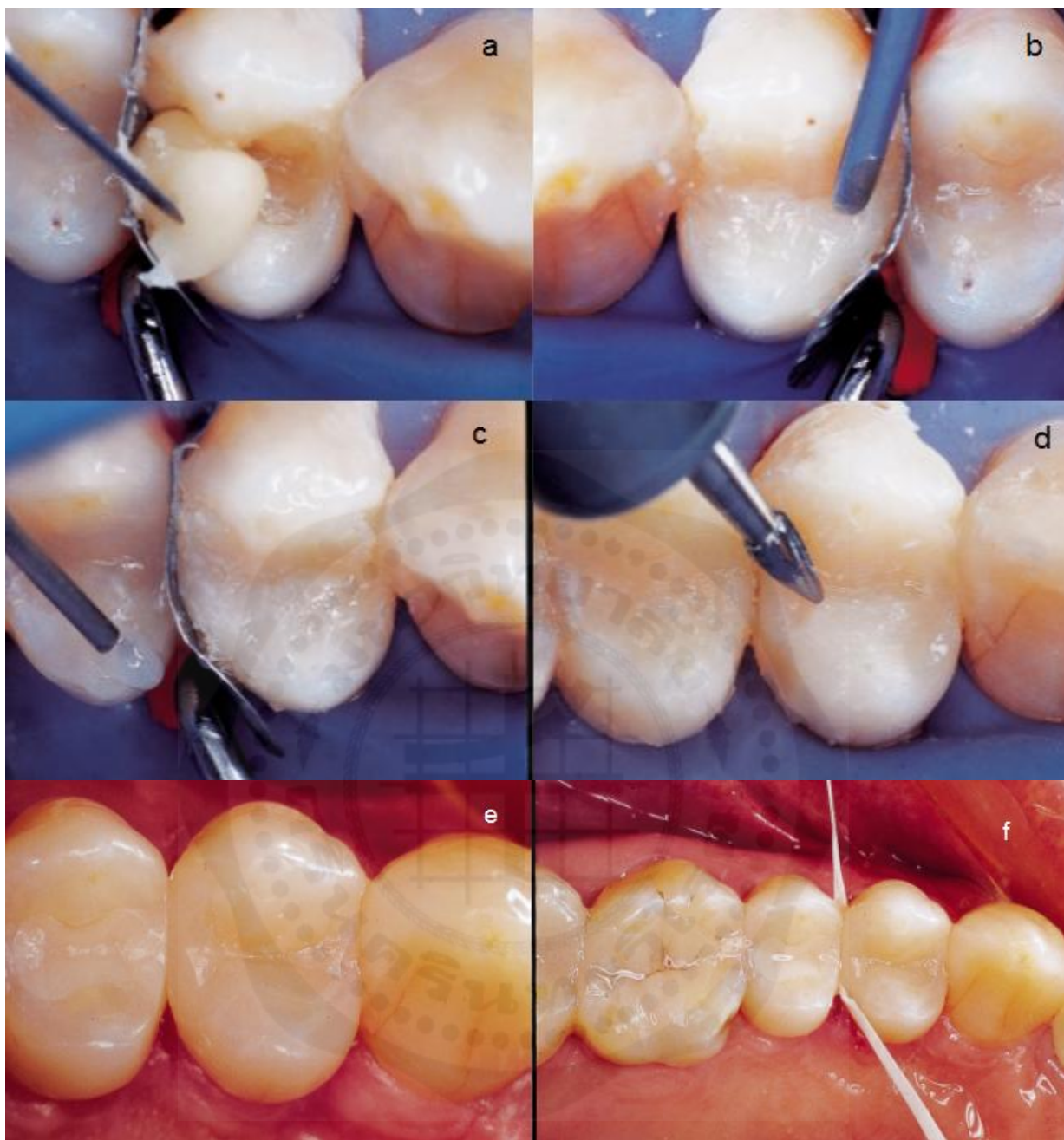
ตัวอย่างกรณีศึกษาการอุดโพรงฟันประเภทที่ 2 ด้วยวัสดุอุดคอมโพสิตเรซิน (รูปที่ 4 และ 5) ก่อนที่จะอุดด้วยคอมโพสิตแบบอุดโดยตรงที่ด้านบดเคี้ยว(occlusal) สำหรับฟันกรามน้อยบนซี่ที่สอง เมื่อตรวจทางคลินิกพบว่า มีฟันผุบริเวณสัมผัสด้านประชิดในด้านไกลกลาง(distal) และบนด้านบดเคี้ยว(occlusal surface) ของฟันกรามน้อยซี่ที่แรก มีรอยโรคขนาดเล็กเป็นรูเข็มที่ปุ่มฟันด้านหลังของฟันกรามน้อยซี่ที่สอง และปุ่มฟันด้านแก้มของฟันกรามน้อยซี่แรก หลังจากได้อธิบายถึงวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการอุดฟัน ได้แก่ อะมัลกัม ทอง วัสดุอุดชนิดคอมโพสิตเรซินทั้งแบบอุดโดยตรงและอุดโดยอ้อม เซรามิกผู้ป่วยเลือกวัสดุที่มีสีเหมือนฟันแบบอุดโดยตรง วัสดุอุดคอมโพสิตที่อุดโดยตรงจึงมีความเหมาะสมในกรณีนี้

หลังจากการควบคุมความเจ็บปวดที่อาจจะเกิดขึ้นในขณะที่กรอแต่งฟัน ด้วยการทำให้บริเวณนั้นชาโดยการฉีดยาชาแล้ว แนะนำให้ควบคุมความชื้น และช่วยทำให้บริเวณที่ทำงานเห็นได้อย่างชัดเจน ป้องกันการกรอโดนฟันซี่ข้างเคียง ด้วยการใส่แผ่นยางกันน้ำลายและรัดด้วยแถบขัดฟันเพื่อเป็นการแยกระหว่างซี่ฟันอย่างสมบูรณ์ จากนั้นใช้หัวกรอคาร์ไบด์ เบอร์ 245 ในการเริ่มกรอแต่งเนื้อฟันเพื่อการเตรียมโพรงฟันสำหรับการอุดฟัน อาจใช้หัวกรอทรงกลมที่เป็นหัวกรอเข้าในขั้นตอนการกำจัดฟันผุ และใช้ลิ้มที่ใช้ระหว่างด้านประชิดของฟัน (interproximal wedge) ในการป้องกันยอดเหงือกระหว่างฟันและเป็นการแยกระหว่างฟันสองซี่ออกจากกัน

หลังจากกำจัดส่วนของเนื้อฟันผุบริเวณฟันกรามน้อยซี่ที่สองออกหมดแล้ว ทำการเตรียมโพรงฟันที่เหมาะสมสำหรับการอุดฟันในแต่ละชนิดของวัสดุด้วยหัวกรอกลม ก่อนจะอุดด้วยคอมโพสิตมีฟันผุลักษณะบริเวณกึ่งกลางด้านหลังของฟันเนื้อเยื่อใน กรณีนี้ สามารถใช้เรซินคอมโพสิตเรซินชนิดไหลแผ่ได้ หรือ สามารถใช้วัสดุประเภทกลาสไอโอโนเมอร์ที่เสริมเรซิน หรือ เรซินไอโอโนเมอร์ (Resin- ionomer) ซึ่งวัสดุในกลุ่มนี้มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับวัสดุเรซินคอมโพสิต ใช้ในการปิดทับเนื้อเยื่อใน โดยวัสดุนี้จะยึดกับโครงสร้างฟันด้วยพันธะทางเคมี ทำให้ไม่ต้องใช้กรดกัดผิวฟันให้เกิดความขรุขระเพื่อเพิ่มการยึดติดของวัสดุยึดติดที่เป็นสารเคมี ถือเป็นการป้องกันไม่ให้สารเคมีสัมผัสถึงเนื้อเยื่อชั้นในของฟันโดยตรง ในที่นี้ได้แก่ส่วนของเนื้อฟันและเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน เนื่องจากการแพร่ของโมเลกุลเล็ก ๆ ของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุยึดติดในทางทันตกรรม



รูปที่ 4 a) เตรียมฟันกรามน้อยซี่แรกให้พร้อมสำหรับการบูรณะฟัน b) ใส่แถบเมทริกซ์และเวจ (wedged) c) ใช้กรดก๊อตเป็นเวลา 15 วินาที d) ใส่สารยึดติดแบบชั้นตอนเดียว (Tenure Quik, Den-Mat) e) บรรจุคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (Flowable composite) f) บรรจุส่วนของคอมโพสิตชนิดกดอัด (Packable dental composite) g) ใช้เครื่องมือปลายกลมเรียบกดอัดคอมโพสิตชนิดอัดแน่น h) มีรอยเว้าเหลือบริเวณด้านสัมผัสประชิดของฟัน



รูปที่ 5 (a) บรรจุคอมโพสิตชนิดกักอัด ที่มีสีเหมือนกับเคลือบฟัน (b) แต่งให้ได้ลักษณะทางด้านบดเคี้ยวก่อนจะบ่มด้วยแสง (c) บรรจุคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในบริเวณปุ่มฟัน (d) ใช้หัวกรอคาร์ไบด์ (carbide bur) ขัดแต่งคอมโพสิต (e) ฟันกรามน้อยซี่แรก และซี่ที่ 2 หลังจากบูรณะฟันเสร็จ (f) ใช้เส้นใยขัดฟัน (dental floss) ในบริเวณที่มีสัมผัสด้านประชิดที่แน่น

ขั้นตอนการอุดฟันด้วยวัสดุอุดคอมโพสิตเรซิน พื้นผิวด้านประชิดของฟันกรามน้อยซี่ที่สองก่อนได้รับการรักษา จากนั้นฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ที่ได้รับการเตรียมโพรงฟัน จะได้รับการใส่เมทริกซ์(matrix placement) โดยทันตแพทย์ผู้รักษาจะทำการใส่เมทริกซ์แบบแยกส่วนที่เรียกว่า“sectional matrix” (ชื่อทางการค้า:Composi-Tight, Garrison Dental Solutions) ที่ด้านไกลกลาง(distal) ของฟันกรามน้อยซี่แรกและมีการใส่เวจ(wedged) หรือลิ้มที่ใช้เพื่อทำให้ส่วนแถบเมทริกซ์ที่ช่วยสร้างส่วนของด้านประชิดมีความแนบสนิทกับส่วนของโครงสร้างบริเวณขอบด้านใกล้เหงือก นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันไม่ให้อายุของวัสดุที่เกิดจากการอุดไหลเข้าไปในบริเวณ

ร่องเหงือก จากนั้นจึงใช้สารละลายกรดฟอสฟอริก(phosphoric acid)กัดลงบนพื้นผิวที่เตรียมไว้ 15 วินาที จากนั้นล้างออกและทำให้เปียกน้อยลงสำหรับกระบวนการยึดติดที่ใช้ความชื้น และทาสารยึดติดเนื้อฟันและเคลือบฟัน (Tenure Quik, Den-Mat) มากพอในโครงสร้างฟันที่ได้เตรียมไว้ด้วยฟูกัน จากนั้นทำให้มันแห้งด้วยลม สารยึดติดนั้นจะบ่มด้วยแสงที่มีความเข้มของธาตุซีนอนสูง (high - intensity xenon curing light (Virtuoso Xenon Power-Arc, Den-Mat)) เป็นเวลา 3 วินาที ทำการอุดรองฟันด้วยวัสดุคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (Virtuoso Flowable, Den-Mat) ในลักษณะบางๆเป็นร่องพื้นเหนือเนื้อฟันทั้งหมดที่เตรียมไว้และคลุมบริเวณขอบของเคลือบฟัน จากนั้นก็บ่มด้วยแสงชนิดซีนอน (Xenon) เป็นเวลา 3 วินาที จากนั้นใช้เครื่องมือทางคอมโพสิต (composite instrument) ในการบรรจุส่วนของคอมโพสิตชนิดกักอัด (Virtuoso Packable, Den-Mat) และใช้แรงกดเครื่องมือปลายกลมเรียบอย่างเพียงพอกลงไปบนคอมโพสิตและอัดแน่นลงไปในพื้นที่ของโพรงฟันที่ล้อมไว้บริเวณด้านประชิด จะพบว่ามียอของบริเวณขอบของด้านประชิดของฟัน ทำการอุดเพิ่มเพื่อสร้างส่วนโครงสร้างของฟันด้วยคอมโพสิตชนิดกักอัด (Virtuoso Packable, Den-Mat)เป็นครั้งที่ 2 และทำให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับโครงสร้างของฟันด้วยเครื่องมือนำวัสดุอุดคอมโพสิตใส่ในโพรงฟัน จากนั้นใช้คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในบริเวณปุ่มฟัน และบ่มด้วยแสงเป็นเวลา 3 วินาทีจากด้านบนบดเคี้ยวของฟัน ด้านใบหน้าและลิ้น

เมื่อนำแถบเมทริกซ์และลิ่มที่ใช้ระหว่างด้านประชิดของฟัน (Interproximal wedge) ออกและใช้หัวกรอคาร์ไบด์ (carbide bur) ขัดแต่ง จากนั้นก็นำแผ่นยางกันน้ำลายออก (rubber dum) จากนั้นตรวจและปรับด้านบนบดเคี้ยว แล้วขัดเงาวัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตด้วยหัวกรอขัดแต่งคอมโพสิต ในรูปที่ 2e แสดงให้เห็นฟันที่ได้รับการอุดด้วยคอมโพสิตและขัดแต่งให้ได้ลักษณะโครงสร้างของฟัน หลังจากการบูรณะฟันเรียบร้อยแล้ว รูปที่ 2f แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการใช้เส้นใยขัดฟัน (dental floss) ตรวจเช็คในบริเวณด้านสัมผัสด้านประชิด

วัสดุอุดคอมโพสิตในฟันหลัง : ทางเคมี, ทางกายภาพ และทางคลินิก

คุณสมบัติทางเคมี

การหดตัวถือเป็นคุณสมบัติสำคัญ แต่อาจจะไม่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดฟันผุซ้ำหรือการเสียวฟันหลังอุดฟัน การมีมาตรฐานในการวัดการหดตัวและข้อมูลเบื้องต้นของการหดตัวในคอมโพสิตเป็นสิ่งสำคัญ โดยจะทำให้ทราบถึงคุณสมบัติที่ขาดหายไปและระดับต่างๆของคุณสมบัตินั้น

วัสดุอุดชนิดคอมโพสิตส่วนใหญ่มักใช้เรซินเป็นเมทริกซ์ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอมโพสิตจะมาจาก การเปลี่ยนแปลงระบบของเรซิน โดยการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันจะเกี่ยวข้องกับโพลีเมอร์ทางเคมีที่เกิดขึ้นใหม่ๆ เช่น ไฮโรเลน ลิตควิดคริสตัล ไทออล-อิน ซึ่งจะมีผลต่อปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันในเมตาโครเลทที่แตกต่างกัน

ปริมาณการเกิดปฏิกิริยาเป็นมาตรฐานหนึ่งซึ่งเราสามารถใช้หาความเกี่ยวเนื่องของลักษณะทางกายภาพของคอมโพสิต ดังนั้นการทดลองในอนาคตจะสามารถพัฒนาความเชื่อมั่นและพัฒนาทฤษฎีสำหรับการวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงในระบบเมตาโครเลทและสารเคมีใหม่ๆ

คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติของวัสดุหลายๆ วัสดุมีความเกี่ยวเนื่องกัน เช่น ความยืดหยุ่นโมดูลัส ก็มีความเกี่ยวเนื่องกับความแข็งแรง ความทนทานต่อการแตกหักและความล้า การศึกษาคุณสมบัติเหล่านี้มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติและพฤติกรรมทางกายภาพจะทำให้ได้มุมมองที่แตกต่างในการแสดงออกของวัสดุในทางคลินิก

คุณสมบัติทางคลินิก

วิวัฒนาการและความผิดพลาดของคอมโพสิตในฟันหลังทางคลินิกนั้นยังไม่เป็นที่แน่ชัด โดยยังมีอีกหลายคำถามเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างสีของคอมโพสิตกับฟัน การร้าวและแตกของคอมโพสิตบริเวณรอยต่อ รวมถึงการเกิดฟันผุซ้ำ ถ้าหากมีข้อโต้แย้งใดๆ ในการอุดด้วยวัสดุคอมโพสิตชนิดนั้นก็ถือว่าการอุดนั้นล้มเหลวจะต้องรื้อและอุดใหม่ซึ่งก็ยังมีผลดีกว่าการคงการอุดนั้นไว้แต่มีการพัฒนาของรอยโรคต่างๆ และอาจก่อให้เกิดความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นในภายหลัง ส่วนใหญ่แล้วการตัดสินใจที่จะอุดใหม่ของทันตแพทย์นั้นขึ้นอยู่กับความไม่ชัดเจนของกระบวนการในการอุดฟันในผู้ป่วยแต่ละราย ซึ่งถ้าหากมีการอุดด้วยวิธีการที่ถูกต้อง ทันตแพทย์จะสามารถวินิจฉัย วางแผนการรักษา และบอกอายุการใช้งานของวัสดุอุดนั้นๆ ได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองในห้องปฏิบัติการของคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล ที่มีการเผยแพร่ และที่ใช้ในผู้ป่วยจริงยังคงมีความขัดแย้งกันอยู่ เพราะมีผู้ป่วยจำนวนหนึ่งเท่านั้นที่มีอายุการใช้งานของวัสดุอุดฟันหลังในทางคลินิกที่นานเพียงพอต่องานวิจัย นอกจากนี้เรายังต้องการคำแนะนำสำหรับคุณสมบัติพื้นฐาน เพื่อบอกถึงความหลากหลายต่างๆ ในทางคลินิกอีกด้วย

ในปัจจุบันมีความต้องการใช้คอมโพสิตแบบทั่วไปมากขึ้น คือสามารถใช้คอมโพสิตทั่วไปนี้ได้ในการบูรณะทั้งฟันหน้าและฟันหลังหรือใช้ทดแทนปุ่มฟัน ดังนั้นเราจึงต้องมีการพัฒนาคุณสมบัติต่างๆ ของคอมโพสิตที่ใช้ในคลินิกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การคำนึงถึงความหลากหลายของแสงในคลินิกก็มีความสำคัญ เช่น แหล่งกำเนิดแสง การกระจายแสง เวลาที่สัมผัสกับแสง และระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและบริเวณที่อุด ในบางครั้งพบว่าการที่มีมาตรฐานของขั้นตอนในการทำงานที่ดีก็มีความเกี่ยวข้องกับสถานะต่างๆ ทางคลินิกอีกด้วย

คุณสมบัติที่ได้รับการปรับปรุงอย่างมากในปัจจุบันนี้ ได้แก่ การสีกร่อน ความสวยงาม และการดูแลหลังการรักษา อย่างไรก็ตามก็ยังขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะต่างๆ ในทางคลินิกด้วย เช่น ขนาดของรอยอุด บริเวณที่อุด และความคาดหวังของผู้ป่วย

การวินิจฉัยรอยโรคที่แม่นยำ ร่วมกับการมีความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการในการบูรณะฟัน คุณสมบัติและคุณภาพของวัสดุบูรณะฟัน วิธีการใช้งานที่ถูกต้อง ทำให้ได้การบูรณะฟันที่ตอบสนองความต้องการในทางคลินิกไม่ว่าจะเป็น ความต้องการในการใช้งาน ความสวยงาม และความทนทานของการบูรณะฟัน

วัสดุอุดแบบคอมโพสิตในผู้ป่วยคลาส II นั้น เป็นที่นิยมในการใช้งานมากเนื่องจากมีความสวยงามมากกว่าการใช้อะมัลกัม โดยพบว่าการเลือกสีของคอมโพสิตในฟันหลังจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกลุ่มประเทศและกลุ่มผู้ป่วย ความเสี่ยงที่มีอยู่ในเรซินเบสคอมโพสิตในผู้ป่วยคลาส II ที่มีความสำคัญ คือ ความขรุขระของ

พื้นผิววัสดุ การหดตัวระหว่างปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชัน และการเกิดการสึกของวัสดุอุด ซึ่งต้องการการแก้ไขหรือกำจัด อาการเสียวฟันของผู้ป่วยหลังการบูรณะฟันและการมีช่องว่างระหว่างฟันจากการอุดที่ไม่สมบูรณ์จะต้องได้รับการแก้ไข บริษัทผู้ผลิตต่างๆจึงควรมีการวิจัยที่เพิ่มขึ้นเพื่อลดความเสี่ยงที่เหลือยู่ให้หมดไป นอกจากนี้ทันตแพทย์ควรได้รับการฝึกฝนให้ใช้วัสดุอุดนี้อย่างถูกขั้นตอนเพื่อการใช้เรซินเบสคอมโพสิตให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดและไม่เกิดอาการใดๆ ในระยะยาว ซึ่งคุณสมบัติที่มีผลต่อคุณสมบัติในการใช้งานของคอมโพสิตชนิดนี้มีดังนี้

ความแข็งแรงและแรงยึดของผิวหน้าวัสดุ

อนุภาคของฟิลเลอร์ในเรซินเบสคอมโพสิต ได้รับการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 โดยเรซินใน คอมโพสิตส่วนใหญ่คือ bisphenolA glycidyl dimethacrylate และบางประเภทอาจพบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเล็กน้อย ส่วนของฟิลเลอร์ก็อาจพบการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง ในปีที่มีการทำความรู้จักกับเรซินเบสคอมโพสิตขนาดอนุภาคของฟิลเลอร์ก็ได้ถูกปรับเปลี่ยนให้มีขนาดเล็กลง โดยปกติแล้วเรซินคอมโพสิตจะมีอนุภาคของแก้วซึ่งมีขนาด 0.4 ไมครอน หรือ 400 นาโนเมตร ถึง 0.6 ไมครอนหรือ 600 นาโนเมตร ล้อมรอบไปด้วยซิลิคอนไดออกไซด์ ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 100 นาโนเมตร อนุภาคเหล่านี้จะรวมเรียกว่า “ไมโครไฮบริดจ์เรซิน” ซึ่งสามารถทำให้มีความมั่นใจที่พื้นผิวได้ อย่างไรก็ตามการขัดเงาของไมโครไฮบริดจ์เรซินที่มากเกินไปในวัสดุอุดของหลายๆบริษัทจะทำให้ผิววัสดุอุดหยาบและที่หลังจากการใช้งานไปช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งก็จะทำให้มีการติดสีจากอาหาร น้ำดื่ม และยาสูบได้ ส่วนของอนุภาคของซิลิคอนไดออกไซด์ในฟิลเลอร์จะมีขนาดตั้งแต่ 40-100 นาโนเมตร ซึ่งใช้ในวัสดุอุดประเภทไมโครฟิลล์ เช่น ดุราฟิลล์ [Heraeus Kulzer, Armonk, NY, USA] และเฮลิโอโมลาร์ [Ivoclar/Vivadent, Amherst, NY, USA] พบว่าไมโครฟิลเลอร์จะมีผิวหน้าของวัสดุที่ติดทนนาน แต่มีความแข็งแรงไม่มากนักในพื้นที่รับแรงมาก โดยคอมโพสิตประเภท Filtek Supreme Plus (3M ESPE, St. Paul, Minn., USA) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งในท้องตลาดจะมีฟิลเลอร์ที่ประกอบด้วยอนุภาคเซอ์คอนเนียมออกไซด์สเฟียร์ ขนาด 20-70 นาโนเมตรรวมอยู่ ในระยะเวลาสั้นๆพบว่าวัสดุชนิดนี้จะมีทั้งความเรียบและความแข็งแรงของผิว เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็กและได้รับความแข็งแรงจากอนุภาคเซอ์คอนเนียมออกไซด์สเฟียร์ จะเห็นได้ชัดว่าถ้าหากเรามีการอุดวัสดุอย่างดีจะทำให้มีความแข็งแรงมากพอที่จะใช้ในฟันหลังโดยไม่แตกหักและบางประเภทยังมีความเรียบของผิวที่ดีจึงทำให้มีความสวยงามได้อีกด้วย นอกจากนี้แล้วยังมีผลิตภัณฑ์อีกหลายประเภทที่มีคุณสมบัติเช่นนี้ บริษัทผู้ผลิตต่างๆจึงควรรหาฟิลเลอร์ที่สามารถรักษาความเรียบของผิวหน้าวัสดุได้นาน

การหดตัวระหว่างการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน

เรซินเบสคอมโพสิตส่วนใหญ่จะมีการหดตัวประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการทำปฏิกิริยา อันเป็นผลมาจากการที่เรซินเบสคอมโพสิตสร้างพันธะระหว่างชั้นเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟัน ทำให้เกิดแรงในตัวฟันขึ้น ซึ่งการหดตัวนี้ไม่ได้เป็นปัญหาใหญ่ แต่จะมีผลทางลบกับโครงสร้างของฟัน เนื่องจากการสังเกตพบเส้นบางๆที่เกิดขึ้นบริเวณขอบของฟันหลังจากการทำปฏิกิริยาโดยเฉพาะบริเวณด้านบดเคี้ยวของการอุดในผู้ป่วยคลาส I และ คลาส II แต่นักวิจัยบางท่านกล่าวว่า เส้นที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจากการกระทบกระเทือนระหว่างการบูรณะฟัน ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตต่างๆจึงควรรหาทางลดการหดตัวจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน เพื่อลดแรงที่จะเกิดขึ้นในฟันและลดโอกาสในการเกิดเส้นบางๆซึ่งอาจเหนียวทำให้เกิดฟันผุได้ในที่สุด

การสึกกร่อนระหว่างการทำฟัน

เป็นปัญหาสำคัญในการวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุประเภทนี้ โดยจะอธิบายถึง “Plucking Phenomenon” คือ การที่อนุภาคขนาดใหญ่ของเรซินเมทริกซ์ ถูกปล่อยออกมาเนื่องจากการสึกกร่อน ทำให้สามารถพบรูได้จาก การส่องกล้องจุลทรรศน์ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงส่วนประกอบนี้ให้มีขนาดอนุภาคที่เล็กลงจะลดการสึกกร่อนลงได้จนสามารถใช้งานในผู้ป่วยคลาส II ซึ่งปริมาณการสึกกร่อนที่ปรับปรุงแล้วจะอยู่ในระดับเดียวกับการสึกกร่อนในชั้นเคลือบฟัน บริษัทผู้ผลิตต่างๆควรมีการผลิตเรซินเบสคอมโพสิตซึ่งมีความสึกกร่อนเทียบเท่ากับการสึกกร่อนในชั้นเคลือบฟัน เนื่องจากจะสามารถลดการสึกกร่อนของด้านบดเคี้ยวได้ ถ้าหากมีการสึกกร่อนที่ไม่เท่ากันระหว่างฟันธรรมชาติและฟันที่ได้รับการบูรณะจะพบว่าจะมีการทำลายของฟันสองชนิดนี้ระหว่าง ขากรรไกร อาจทำให้เกิดอุปสรรคของการทำงานของฟันในด้านทำงาน (working side) และด้านไม่ทำงาน (non-working side) ทำให้เกิดการแตกหักของฟัน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจเกิดการงานที่ผิดปกติของข้อต่อขากรรไกร

อาการเสียวฟันหลังจากการอุดฟัน

ทันตแพทย์ส่วนใหญ่ก็มักจะพบกับผู้ป่วยที่มีอาการเสียวฟันหลังจากการอุดฟันด้วยคอมโพสิตในผู้ป่วย คลาส II ซึ่งสามารถเกิดได้กับทันตแพทย์ที่อาจมีความชำนาญในการอุดฟันมากแต่ก็อาจเกิดอาการนี้ในผู้ป่วย ได้ เนื่องจากหลังการอุดฟันแล้วจะพบอาการนี้มากจนทนไม่ไหวและต้องการการรักษาากฟัน ทำให้เสียค่าใช้จ่าย มากและทำให้ผู้ป่วยเกิดความ ไม่พอใจ นักวิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการที่จะสามารถลดและกำจัดปัญหาออกไปได้ ดังนี้

- ใช้เรซินกลาสไอโอโนเมอร์ (เช่น Vitrebond, 3M ESPE, Fuji lining Cement, GC America, Alsip, Ill) บางประมาณ 0.5 มิลลิเมตรรองพื้นบริเวณที่จะใส่สารสร้างพันธะกับชั้นเนื้อฟัน วิธีการนี้ จะสามารถลดอาการเสียวฟันได้มาก
- ใช้สารสร้างพันธะกับชั้นเนื้อฟันก่อน แล้วตามด้วยเรซินคอมโพสิตที่สามารถไหลแผ่ได้ดี ความหนา ประมาณ 0.5 มิลลิเมตรก่อนจะทับด้วยวัสดุอุด

ช่องว่างระหว่างฟัน

ปัญหาอีกปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การที่ทันตแพทย์ไม่สามารถบูรณะฟันให้เกิดความโค้งงอของตัวฟันที่ สมบูรณ์ได้ สามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการใช้เมทริกซ์บางส่วน (Sectional matrices) ซึ่งออกแบบให้พอดีแนบ สนิทกับส่วนโค้งเฉพาะบริเวณด้านข้างของฟัน (proximal area) ตัวอย่างเช่น Composi-Tight Silver Plus และมีอีกหลายยี่ห้อที่มีส่วนของเมทริกซ์ที่เหมือนกัน เช่น Garrison Dental Solutions (จากSpring Lake, Mich), V-Ring System (TrioDent, Katikati, New Zealand) และ Contact Matrix (Danville Materials, San Ramon, Calif)

อายุการใช้งานในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ของคอมโพสิตในทางทันตกรรม (Aging Environments of Dental Composites)

ความชื้นจะมีผลต่อความแข็งแรงของคอมโพสิต สภาวะการใช้งานในน้ำจะพบการหลุดออกของวัสดุอัดแทรกเพิ่มขึ้นในรอยแตกร้าว เป็นไปได้ว่ามีสาเหตุจากการสลายตัวของพันธะไฮโดรเจนระหว่างเรซินและอนุภาควัสดุอัดแทรก (ปกติไฮโดรเจนจะเป็นสารตัวกลางที่ยึดระหว่างส่วนเรซินและส่วนอัดแทรก) การใช้งานในน้ำเป็นเวลา 14 เดือนไม่มีข้อมูลที่แน่ชัดเป็นตัวเลขว่ามีผลกระทบต่ค่า K_C ทั้งสำหรับคอมโพสิตที่เติมวัสดุอัดแทรก และ เรซินที่ไม่มีวัสดุอัดแทรก การลดลงของค่า K_C สามารถเห็นได้หลังการใช้งานในเอธานอลเป็นเวลา 14 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเท่ากับหลังใช้งาน 2 ชั่วโมงแรก

การบ่มอนุภาคผสมขนาดเล็กภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูงจะเพิ่มโอกาสให้รอยแตกร้าวในส่วนของแมทริกซ์เพิ่มจำนวนมากขึ้น , เป็นผลมาจากที่ส่วนอัดแทรกถูกทำลายพันธะ สำหรับอนุภาคไมโครฟิลล์ การใช้ความร้อนทำให้เกิดการแยกเป็นชั้น ๆ ของส่วนอัดแทรกน้อย การเพิ่มขึ้นของค่า K_C และค่ายังคโมดูลัสทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงจากโมโนเมอร์เป็นโพลีเมอร์เพิ่มขึ้น

การใช้งานในน้ำมากกว่า 2 ปี มีความสำคัญในการทำ ความต้านทานต่อการแตกร้าวของคอมโพสิตทุกชนิดที่ทดลองลดลง แต่มีผลเล็กน้อยต่อค่ายืดหยุ่นโมดูลัสและค่าความแข็งแรงยืดหยุ่น วัสดุอัดแทรกอนุภาคไมโครฟิลล์ มีค่าความต้านทานต่อการแตกร้าวต่ำกว่าอนุภาคเล็กและใหญ่เป็นอย่างมาก โดยการแตกร้าวที่เกิดขึ้นจะเกิดที่ส่วนของเรซิน แมทริกซ์ คอมโพสิตที่มีวัสดุอัดแทรกจะมีค่าความต้านทานต่อการแตกร้าวมากกว่าคอมโพสิตที่เรซินไม่มีวัสดุอัดแทรก การเพิ่มขึ้นของค่าความต้านทานต่อการแตกร้าวมีผลทำให้เพิ่มค่าพลังงานการแตกร้าวเนื่องจากการถูกตอกหรือถูกทำให้โค้งระหว่างอนุภาค มากกว่ามีผลต่อการเพิ่มพลังงานการแตกร้าวที่ผิวหน้า วัสดุอัดแทรกอนุภาคไมโครฟิลล์ มีค่าความต้านทานต่อการแตกร้าวต่ำกว่าคอมโพสิตที่มีอนุภาคเล็กอย่างมาก การใช้งานในเอธานอล มีความสำคัญต่อการลดลงของค่าความต้านทานต่อการแตกร้าว ถ้ามีการซ้อนทับของบริเวณที่เกิดแรงดึง ในกรณีที่ค่าความต้านทานต่อการแตกร้าวถึงค่ามากที่สุด จะทำให้การทำงานของอนุภาคมีความเครียดสูงและเป็นตัวเริ่มต้นให้เกิดรอยแตกร้าว

ความทนทานต่อการใช้งานในน้ำเป็นประโยชน์ต่อคอมโพสิตที่ใช้ในงานทันตกรรม เพราะสภาวะแวดล้อมในช่องปากจะมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ตลอดเวลา โดยที่ตัวแมทริกซ์เองก็มีคุณสมบัติที่สามารถดูดซับน้ำได้อยู่แล้ว ทำให้คอมโพสิตมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลของคอมโพสิต อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไป คุณสมบัติเชิงกลเหล่านี้ก็ลดลงได้ โดยมีสาเหตุจากน้ำเช่นกัน ซึ่งเราจะเห็นได้จากการที่คอมโพสิตเกิดการร้าวซึม การบวมและการสึกกร่อน นอกจากนี้การลดลงของคุณสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตยังมีสาเหตุมาจากความเครียดที่เหลืออยู่ระหว่างสภาวะแวดล้อมที่ชื้นและแห้ง และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสลายตัวของเรซินแมทริกซ์หรือการแยกตัวของอนุภาควัสดุอัดแทรกจากเรซินแมทริกซ์เมื่อมีการดูดซับน้ำอย่างสมบูรณ์

เมื่อมีการใช้งานคอมโพสิตเรซินในสารละลาย หรือ สารผสมระหว่างเอธานอลกับน้ำ เรซินสามารถเกิดการดูดซับน้ำและเอธานอล ทำให้เกิดการซึมแทรกของโมเลกุลของสารดังกล่าวเข้าไปยังส่วนของเรซินครอสลิงค์แมทริกซ์ ทำให้เรซินไม่แข็งแรง เป็นการลดคุณสมบัติทางกล อนุภาคนาโนมีแนวโน้มที่จะจับตัวกันเป็นก้อน

ทำให้การกระจายตัวของเรซินในทางเดียวกันเป็นไปได้ยาก ซึ่งการจับตัวกันจะทำให้คุณสมบัติทางกลของคอมโพสิตลดลง

การแตกร้าวของคอมโพสิตในทางทันตกรรมขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาควัสดุอุดแทรกที่ต่างกัน เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ในอากาศ ในน้ำกลั่น หรือในสารละลายระหว่างเอธานอลและน้ำกลั่นอย่างละ 50/50 (โดยปริมาตร) มีการทดสอบการแตกร้าวของคอมโพสิตในสภาพแวดล้อมดังกล่าว โดยทิ้งชิ้นงานคอมโพสิตเรซิน เป็นระยะเวลาการใช้งานนาน 6 เดือน พบว่า มีการแตกร้าวเกิดขึ้นบริเวณเรซินเมทริกซ์และไซเลนซึ่งเป็นตัวเชื่อมระหว่างวัสดุอุดแทรกและเนื้อเรซินเมทริกซ์ นอกจากนี้ยังพบแนวโน้มการเกิดแตกร้าวในวัสดุเกือบทุกชนิด ในกลุ่มที่มีเรซินเป็นส่วนประกอบ

มีการพยายามพัฒนาคุณสมบัติของคอมโพสิตโดยการเติมเส้นใยนาโนซิลิกา พบว่าคอมโพสิตมีความแข็งแรงยืดหยุ่นเป็นสองเท่า มีการเพิ่มขึ้นของค่ายืดหยุ่นโมดูลัสเล็กน้อย โดยเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขึ้นของค่าความต้านทานต่อการแตกร้าว 3 เท่า ทำให้เห็นถึงความสามารถของเส้นใยที่ช่วยให้ทนต่อความเครียดสูงและช่วยหยุดหรือเบี่ยงเบนการเพิ่มขึ้นของรอยร้าว นอกจากนี้ เส้นใยนาโนซิลิกายังใช้เป็นตัวให้ความแข็งแรงใน Bis-GMA/TEGDMA คอมโพสิตเรซินแบบดั้งเดิม แต่สิ่งที่ควรตระหนักไว้ก็คือ ผลดีต่อคอมโพสิตจะเกิดขึ้นเมื่อเส้นใยนาโนถูกเติมในปริมาณเล็กน้อย ประมาณ 2-5% โดยน้ำหนัก แต่ถ้าใส่มากกว่า 7.5% โดยน้ำหนักจะไม่ทำให้เกิดการพัฒนาคุณสมบัติและกลับทำให้คุณสมบัติลดลงจากแรกเริ่มของวัสดุ

วัสดุเรซินคอมโพสิตทางการค้า (Commercial Composite resin)

การใช้คอมโพสิตเรซินในฟันหลังมีความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะมีความสวยงามมากกว่าและมีความปลอดภัยจากการรั่วไหลของสารประกอบในวัสดุอุดมากกว่าในอะมัลกัม เนื่องจากพบความเป็นไปได้ในการรั่วของสารปรอทในอะมัลกัม

มีการทดลองการใช้คอมโพสิตแทนอะมัลกัมเพิ่มมากขึ้นทางคลินิกในปี ค.ศ. 1960 โดยฟิลลิปและคณะ พบว่ามีการสึกกร่อนและการเกิดฟันผุมากขึ้นที่บริเวณด้านบดเคี้ยวของฟัน ดังนั้นเพื่อให้มีการใช้คอมโพสิตได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีการศึกษาอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการเพิ่มความต้านทานต่อการสึกของวัสดุอุดชนิดนี้

อนุภาคขนาดเล็ก

เป็นการปรับปรุงเริ่มแรกเกี่ยวกับความต้านทานต่อการสึกของวัสดุอุดในคอมโพสิตชนิด P-10 (บริษัท 3M) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในฟันหลัง โดยมีการเปลี่ยนแปลงมาจากคอมโพสิตชนิด Concise (บริษัท 3M) ซึ่งใช้ในฟันหน้า การลดขนาดของอนุภาคและการเพิ่มฟิลเลอร์ จะเป็นการเพิ่มความต้านทานการสึกกร่อนขึ้นได้มากถึงสองเท่า ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของอนุภาคและความต้านทานการสึกกร่อนนี้แสดงให้เห็นใน ตารางที่ 1

การบ่มคอมโพสิตด้วยการฉายรังสี

การปรับปรุงเรื่องต่อมาจะเกี่ยวกับการบ่มคอมโพสิตเรซินด้วยการฉายรังสี การศึกษาและพัฒนาของคอมโพสิตชนิด Prisma Fil ภายใตบริษัท L.D. Caulk ในปี 1970 คือการศึกษาโดยเพิ่มความต้านทานต่อการสึกกร่อนของวัสดุให้มากขึ้นโดยใช้รังสีอัลตราไวโอเลตฉายบนบริเวณที่อุดเป็นเวลา 30 วินาที โดยมีความลึกของบริเวณที่อุดอย่างน้อย 1.5 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าทำให้สีของวัสดุอุดมีความคงทนอีกด้วย การที่สามารถ

เพิ่มความต้านทานการสึกกร่อนของวัสดุอุดได้นั้นก็เนื่องมาจากการลดลงของก๊าซออกซิเจนในบริเวณที่อุดเมื่อเทียบกับการบ่มวัสดุด้วยตัวเอง ก๊าซออกซิเจนที่เกิดจากการผสมของส่วนเบสและแคตตาลิสต์ จะลดประสิทธิภาพในการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันและทำให้เกิดฟองอากาศซึ่งมีผลต่อกระบวนการสึกกร่อนของวัสดุอุด ดังนั้นคอมโพสิตเรซินในปัจจุบันจึงใช้การบ่มด้วยการฉายรังสีกันเป็นส่วนใหญ่

ในระยะเวลา 2 ปีคอมโพสิตยี่ห้อ Prisma Fil ก็พัฒนาระบบการบ่มด้วยการฉายรังสีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งก็จะทำให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันในวัสดุอุดได้ลึกมากขึ้นและใช้เวลาน้อยลง แต่จนถึงปัจจุบันนี้ก็ยังมียังมีเพียงแค่แสงที่ตามองเห็นที่นำมาใช้เพื่อบ่มวัสดุอุดคอมโพสิตเรซินได้

ไมโครฟิลล์

ในปี ค.ศ. 1970 Ivoclar ได้พัฒนาไมโครฟิลล์เพื่อทำให้คอมโพสิตเรซินมีความมันเงามากขึ้น โดยใช้คอลลอย-ดอลซิลิกาเป็นฟิลเลอร์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นของแสงจึงสามารถทำให้ผิวหน้าของคอมโพสิตมีความมันเงาได้ อย่างไรก็ตามอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของอนุภาค ไมโครฟิลล์มีมากกว่าการใช้ฟิลเลอร์ธรรมดา ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความหนืดที่มากเกินไปของคอมโพสิตเรซิน ทางบริษัทจึงได้พัฒนาระบบการพิเศษ โดยจะเพิ่มคอลลอยดอลซิลิกาเข้าไปที่ระดับความหนืดที่ผสมด้วยมือได้ ซึ่งหลังจากที่ทำการบ่มด้วยความร้อนแล้วนั้นคอมโพสิตเรซิน ก็จะกลายเป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 25 ไมครอนซึ่งลดความหนืดลงได้ ตัวอย่าง คอมโพสิตได้แก่ Helioprogress และ Heliomolar RO (Ivoclar N.A.), Durafill และ Dentacolor (Kulzer, Inc.) และ Silux Plus (บริษัท 3M)

อนุภาคคอมโพสิตที่สามารถใช้ได้ทุกบริเวณ (Universal dental composite)

การเปลี่ยนแปลงอันต่อมาคือ การเปลี่ยนแปลงเรซิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของวัสดุอุดในพื้นหน้าและพื้นหลัง โดยบริษัท Kerr Manufacturing ซึ่งผลิต Herculite XR ที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ไมครอน อนุภาคที่เล็กจะทำให้คอมโพสิตเรซินมีความแข็งแรง และทำให้ผิวหน้าเรียบลื่นเพียงพอที่จะใช้ในพื้นหน้าได้ แนวคิดใหม่นี้ได้รับการพัฒนาขึ้นจากความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการใช้คอมโพสิตเรซินในทุกคลาสของพื้นที่จะอุด การออกแบบให้คอมโพสิตเรซินใช้งานได้อย่างกว้างขวางนั้นทำให้เกิดความหลากหลายของชนิดในคอมโพสิตเรซิน ได้แก่ APH, TPH (L.D.Caulk), Charisma (Kulzer, Inc.), Z-100 (บริษัท 3M), Tetric (Vivadent, Ivoclar N.A.), Herculite XRV

คอมโพสิตเรซินได้ถูกประเมินโดยศูนย์วิจัยทางคลินิกและในมหาวิทยาลัย ซึ่งผลจากการประเมิน ทำให้เราเห็นคุณสมบัติของคอมโพสิตเรซินได้ชัดเจนขึ้น โดยจะกล่าวโดยเรียงลำดับตามอักษร

- **APH/TPH** เป็นที่รู้จักมานานกว่า 10 ปี APH (All purpose hybrid) ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในการอุดในทั้งพื้นหน้าและพื้นหลัง เนื่องจากสีของวัสดุและพื้นสามารถเข้ากันได้ดี โดยเฉพาะในเรื่องอัตราส่วนของความโปร่งแสงต่อทึบแสง ซึ่งมีความใกล้เคียงกับชั้นเคลือบฟันในแต่ละตำแหน่งฟัน ยิ่งไปกว่านั้นการใช้ APH ก็มีความหนืดที่พอดีในสถานะที่ยังไม่มีการบ่มหรือยังไม่เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน สำหรับ TPH (Total Performance Hybrid) ซึ่งวางขายตามท้องตลาดได้เพียง 2 ปี แต่จะมีคุณสมบัติในการต้านทานการสึกกร่อนมากกว่า APH ในพื้นหลัง มีงานวิจัยทางคลินิกที่สนับสนุนว่า

TP.H. สามารถด้านการสีกร่อนได้ดีกว่า APH ถึงเกือบ 2 เท่า โดยค่าเฉลี่ยในการสีกร่อนสามารถลดลงจาก 19 ไมครอนเป็น 10 ไมครอนต่อปี นอกจากนั้นค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาคจะลดลงจนถึง 0.8 ไมครอน ซึ่งทำให้วัสดุมีความมันวาวกว่าเดิมอีกด้วย โดย TPH จะเป็นวัสดุที่ได้รับความพึงพอใจทางด้านการสวยงามมากที่สุดในกลุ่มวัสดุอุดฟันหน้าทั้งหมด

- **Brilliant D.I.** จะมีแบเรียมซิลิเกตเป็นองค์ประกอบ โดยมีขนาดเล็กประมาณ 0.6 ไมครอน เป็นวัสดุที่ใช้ได้ในทั้งฟันหน้าและฟันหลังด้วย นอกจากนี้ก็ประสบความสำเร็จในด้านการทำครอบฟัน(Inlay /Onlay) ซึ่งใช้มาไม่ต่ำกว่า 6 ปีแล้ว Brilliant D.I. มีความต้านทานการสีกร่อนได้ถึง 40% ถ้าหากนำไปอบด้วยความร้อน ถึงแม้จะมีผลทำให้ปุ่มของฟันด้านตรงข้ามสีมากขึ้นก็ตาม ผิวหน้าของวัสดุจะสะท้อนแสงและมีอัตราส่วนในการสีกร่อนประมาณ 15 ไมครอนต่อปี
- **Charisma** มีความต้านทานในการสีกร่อนของฟันหลังมาก ค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาคคือ 0.7 ไมครอน การจัดแบ่งขนาดวัสดุชนิดนี้จะค่อนข้างแคบเมื่อเทียบกับคอมโพสิตประเภทอื่นๆ สีของ Charisma จะสามารถเข้ากับฟันได้ดี โดยมีค่าความโปร่งแสงน้อยกว่าวัสดุอื่นๆ จากงานวิจัยของมหาวิทยาลัยอลาบามาในเบอร์มิงแฮม แสดงให้เห็นว่า การใช้การรักษาด้วยความร้อนและบ่มด้วยแสง จะเพิ่มความต้านทานในการสีกร่อนได้ ในขณะที่อัตราการสีกร่อนจากการใช้ชุดธรรมดาจะมีค่า 8-9 ไมครอนต่อปี และในครอบฟันจะมีแค่ 5-6 ไมครอนต่อปี การใช้อย่างต่อเนื่องในบริเวณที่มีความเข้มข้นของแสงมากและมีอุณหภูมิประมาณ 250 องศาฟาเรนไฮต์ จะสามารถปรับปรุงค่าความต้านทานการสีกร่อนได้
- **Clearfil Photoposterior** ในขณะที่ฟิลเลอร์ของคอมโพสิตเรซินในฟันหลังส่วนใหญ่จะเป็นแก้ว เช่น แบเรียม, สทรอนเซียมซิลิเกต แต่ก็ยังมีการจำกัดปริมาณของควอตซ์ด้วย โดย Clearfil Photoposterior จะประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆของคริสตัลควอตซ์ (2-3ไมครอน) ประโยชน์ของควอตซ์ในรูปฟิลเลอร์ คือ จะมีประสิทธิภาพของการสร้างพันธะเคมีกับเรซินเมทริกซ์ที่ดี ยิ่งไปกว่านั้น silane coupler จะมีความเสถียรมากกว่าการใช้กับฟิลเลอร์ตัวอื่นๆ การศึกษาทดลองในระยะเวลา 3 ปี แสดงให้เห็นว่า Clearfil Photoposterior จะมีความต้านทานการสีกร่อนสูงถึง 7 ไมครอนต่อปี และทนต่อการร้าวที่ขอบของรอยอุด และการแตกของทั้งตัวฟัน ความเข้ากันของสีกับฟันก็มีมากเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ในระยะเวลา 60 เดือน อย่างไรก็ตามการใช้ควอตซ์เป็นฟิลเลอร์จะไม่สามารถขัดผิวหน้าของฟันให้เงาได้ และผลของควอตซ์ในชั้นเคลือบฟันด้านตรงข้ามในฟันที่ใช้เป็นระยะเวลานานก็ยังไม่เป็นที่แน่ชัด ผลงานวิจัยของ Susuki ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้ควอตซ์จะทำให้ประสิทธิภาพในการสีกร่อนเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่าเมื่อเทียบกับไมโครฟิลล์
- **EPIC-TMPT.** พัฒนาโดยบริษัท ซันเมดิคอล (Sun Medical, Co., Ltd) ในญี่ปุ่น แต่จัดจำหน่ายโดยบริษัท Parkell สำหรับคอมโพสิตเรซินชนิดนี้ถูกออกแบบให้ใช้ได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง แม้ว่าจะใช้ไมโครฟิลล์ เป็นฟิลเลอร์แต่ก็ยังมีมีความต้านทานในการสีกร่อนมาก การใช้ TMPT และ UDMA ซึ่งเป็นฟิลเลอร์อินทรีย์ทำให้มีความเป็นไปได้ว่าจะมีการสร้างพันธะเคมีในฟิลเลอร์ของเรซิน เมทริกซ์ ดังนั้นประสิทธิภาพในการทำลายพันธะจะลดลงหรือถูกกำจัดไป ความมันเงาของผิวหน้าหลังจากการขัดมีส่วนทำให้วัสดุทนต่อแรงต้านทานดีขึ้น นอกจากนี้การสีกร่อนที่ขอบซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับไมโครฟิลล์ในคอม

โพสเตรซินบนด้านบดเคี้ยวก็จะถูกกำจัดอีกด้วย วัสดุชนิดนี้มักจะไหลแผ่ได้ดีในการบูรณะฟันของคนใช้ คลาส V

- **Heliomolar RO** อัตราการสึกกร่อนของ Heliomolar RO นั้น โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 7 หรือ 8 ไมครอน วัสดุชนิดนี้จะมีสีที่เข้ากับฟันได้ดี ผิวหน้าของวัสดุสามารถปล่อยไอออนของฟลูออไรด์ออกมาได้อีกด้วย แต่สามารถปล่อยได้ในปริมาณที่ไม่มากเท่ากับกลาสไอโอโนเมอร์ซึ่งมีค่าประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองใช้วัสดุชนิดนี้ในคลินิกเป็นเวลา 2 ปีพบว่า วัสดุชนิดนี้เป็นตัวเดียวที่ไม่เกิดฟันผุซ้ำบริเวณรอยอุดเลย ตัวอย่างการใช้วัสดุอุดประเภทนี้เป็นเวลา 5 ปี ซึ่งสามารถเปรียบเทียบความโปร่งแสงของวัสดุกับความโปร่งแสงของชั้นเคลือบฟันได้ หลังจากที่มีการศึกษาวัสดุชนิดนี้เป็นเวลา 60 เดือน พบว่าไม่พบรอยแตกขนาดใหญ่ที่บริเวณตัวฟัน แต่จะพบการกร่อนที่ผิวบริเวณขอบของฟันและด้านบดเคี้ยว
- **Herculite XRV** เป็นวัสดุอุดในทั้งฟันหน้าและฟันหลังที่เก่าแก่ที่สุด มีสีที่กลมกลืนกับฟันมากที่สุด อัตราการสึกกร่อนในระยะเวลา 5 ปี จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15 ไมครอน Herculite XRV จะมีผิวหน้าของวัสดุที่ดีเทียบเท่ากับ Heliomolar RO และมีการสึกกร่อนของผิวหน้าเล็กน้อยตามด้านบดเคี้ยวที่ได้รับแรงมากๆ จากที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าการมีด้านบดเคี้ยวของฟันคู่สบที่แข็งแรงมากจะสามารถทำให้วัสดุแตกกร้าวได้ ดังนั้นจึงแนะนำว่าควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีการสัมผัสที่รุนแรงให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ หลังจากการศึกษาเป็นระยะเวลา 3 ปี พบว่ามีอัตราเฉลี่ยของการสึกกร่อนประมาณ 7-8 ไมครอน และสามารถเพิ่มขึ้นได้ถ้าหากองค์ประกอบในเรซินเมทริกซ์มีการขาดหายไป ในด้านความโปร่งแสงพบว่าวัสดุชนิดนี้สามารถใช้เป็นวีเนียร์ได้โดยเฉพาะในรอยอุดขนาดใหญ่หรืออุดแทนปุ่มฟันที่หายไป
- **Marathon** ใช้อย่างแพร่หลายประมาณ 10 ปี โดยจะมีความต้านทานการสึกกร่อน และประสิทธิภาพทางคลินิกที่ดี โดยค่าความต้านทานการสึกกร่อนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนถ้าหากใช้การบ่มแบบเฉพาะในความเป็นจริงแล้วการเติม เอมินจะเป็นการลดอัตราการสึกกร่อนของวัสดุได้จาก 15-16 ไมครอน คงเหลือเพียง 8-10 ไมครอน ประโยชน์ของ Marathon อีกอย่างหนึ่งคือการศึกษาที่สามารถเกิดปฏิกิริยาโพสเตรซินได้ในระดับสูง แต่อย่างไรก็ตามการที่วัสดุจะสามารถเกิดปฏิกิริยาโพสเตรซินได้นั้นมักจะขึ้นอยู่กับความหนาและปริมาตรของรอยอุด
- **P-50** มีขายทั่วไปมาประมาณ 10 ปี และมีการใช้งานได้ดีในฟันหลัง โดยปกติจะสามารถทำให้มีความต้านทานการสึกกร่อนมากขึ้นได้ในการใช้งานกับอนุภาคกลมๆ เช่น เซอร์โคเนียมซิลิเกต ถ้าหากไม่คำนึงถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยอุด วัสดุชนิดนี้จะไม่พบรอยแตกกร้าวขนาดใหญ่หรือการกร่อนบริเวณขอบของรอยอุด ยิ่งไปกว่านั้นอัตราเฉลี่ยของการสึกกร่อนของวัสดุชนิดนี้จะมีเพียง 6-7 ไมครอนต่อปี ข้อเสียของ P-50 คือ มีความโปร่งแสงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงมีการต่อต้านจากทันตแพทย์ที่คำนึงในด้านความสวยงาม
- **PERTAC** รู้จักแพร่หลายโดย ESPE-Premiere ในรูป Visiofil มากกว่า 20 ปี ขนาดของอนุภาคและความต้านทานการสึกกร่อนของวัสดุชนิดนี้เหมาะสมที่จะใช้ในฟันหลัง การมีควอตซ์เป็นส่วนประกอบของฟิลเลอร์ก็จะทำให้มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 5-10 ไมครอน ถ้าหากขนาดของอนุภาค

ลดลงน้อยกว่า 5 ไมครอน และมีการเติมสารที่ทำให้เกิดการทึบรังสีเอ็กซ์เรย์ ที่เรียกว่า เรดิโอโอปาคไฮไฟเออร์ลงไป และใช้ชื่อทางการค้า “visiomolar RO” ในระยะเวลา 3 ปี ขนาดของอนุภาคของวัสดุคอมโพสิตเรซินได้รับการพัฒนาให้มีขนาดที่ลดลงไปเรื่อยๆ และมีการเปลี่ยนชื่อเป็น PERTEC เพื่อที่จะสามารถใช้ได้ในทั้งพื้นหน้าและพื้นหลัง หลังจากที่มีการพัฒนาขึ้น PERTEC จะมีสีที่กลมกลืนกับฟันได้ดีมากขึ้นและมีความคงทนของสีที่ยาวนาน สำหรับ PERTEC ที่ใช้ในปัจจุบันจะมีการต้านทานการสีกร่อนสูง สามารถทนการแตกของขอบรอยอุด และทนการแตกร้าวของตัวฟันได้ ความสำเร็จของวัสดุส่วนใหญ่คือ สามารถทำให้ Silane coupling มีความเสถียรมากขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้ควอตซ์ฟิลเลอร์จะเป็นการป้องกันวัสดุจากการถูกขัดถูมาก

- **POST COM II** จากการศึกษาพบว่าจะมีความต้านทานการสีกร่อนสูงในพื้นหลัง โดยมีอัตราการสีกร่อนโดยเฉลี่ยประมาณ 10-12 ไมครอนต่อปี จากการใช้ทางคลินิก พบว่าให้ผลจากการใช้ชุดที่ขอบของฟันและความต้านทานการสีกร่อนที่น่าพึงพอใจมาก ถ้าหากขนาดของอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน วัสดุอุดก็จะมี ความเงาเทียบเท่ากับวัสดุอื่นที่อนุภาคเล็กกว่า 2 ไมครอน ผลจากการใช้ทางคลินิกดีมากโดยเรซินจะมีอัตราส่วนการทึบแสงต่อการโปรงแสงมากกว่าวัสดุอื่นๆ
- **Tetric** วัสดุอุดทั้งพื้นหน้าและพื้นหลังประเภทนี้ประกอบด้วยขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน 4 ชนิด และมีส่วนประกอบที่หลากหลาย นอกจากจะมีแบบเรียมซิลิเกต คอนลอยด์ซิลิกาและฟิลเลอร์แล้วยังมีการเพิ่มวายุเทอร์เปียมไตรฟลูออไรด์ และอนุภาคซิลิเกตที่เล็กและกลมเข้าไปด้วย จากการศึกษาในระยะสั้นพบว่าคอมโพสิตชนิดนี้มีความต้านทานการสีกร่อน และมีอัตราการสีกร่อนประมาณ 7-8 ไมครอนต่อปี มีผิวหน้าที่ดีสามารถขัดเงาได้มีสีที่กลมกลืนกับฟัน และมีความต้านทานการแตกร้าวบนขอบของฟัน และตัวฟันได้ดี
- **Z-100** สามารถใช้ได้ทั้งพื้นหน้าและพื้นหลัง โดยมีพื้นฐานมาจาก P-50 ค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาคจะลดลงซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพการขัดเงา แต่ก็ให้ผลความต้านทานการสีกร่อนที่น่าพอใจจึงสามารถใช้ได้ในทุกคลาสของรอยอุด เนื่องจากความโปรงแสงที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลในความสามารถของสีที่เข้ากับฟัน พบว่ามีความยากที่จะอุดในบริเวณที่เจาะจงได้จึงต้องเลือกเฉดสีที่มีความใกล้เคียงกับฟันที่จะอุดมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่น การใช้ A-2 มากกว่า A-3 ในพื้นหลัง ทำให้สะดวกขึ้นในขั้นตอนการขัดเงาของฟัน ถึงแม้จะมีความยากในการเทียบสีแต่ปัญหานี้ก็อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับ P-50 แล้ว Z-100 ก็จะมี ความต้านทานการสีกร่อนที่มากกว่า ในทางกลับกันวัสดุชนิดนี้จะแผ่ขยายได้น้อยกว่า P-50 โดยเฉพาะถ้าขอบของคอมโพสิตมีการขยายเข้าไปถึงระนาบด้านบดเคี้ยว บริเวณนี้จะเป็นบริเวณที่ได้รับการสีกร่อนมากที่สุด

การบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับโพรงฟันประเภทที่ 1

Class I Composite restoration

การเตรียมช่องปากคนไข้ก่อนการบูรณะฟัน หลังจากการวินิจฉัยรอยโรคและวางแผนการรักษาเป็นการอุดฟันโดยตรงด้วยวัสดุอุดคอมโพสิตเรซิน ในกรณีที่ประเมินได้ว่า คนไข้อาจเกิดอาการเสียวฟันในขณะกรอแต่งเพื่อเตรียมโพรงฟัน หรือจากประสบการณ์การรักษาทางทันตกรรมของคนไข้ และคนไข้ไม่มีภาวะโรคทางระบบแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับยาชาที่ใช้ แนะนำให้ทำการควบคุมความเจ็บปวดด้วยการฉีดยาชา ในกรณีคนไข้เสียวฟันมากๆ

การกั้นน้ำลายด้วยแผ่นยาง (Rubber dam) เป็นสิ่งที่ช่วยทำให้บริเวณที่ทำงาน เห็นชัดเจน ทำให้เข้าถึงซี่ฟันที่ต้องการเตรียมโพรงฟัน โดยปราศจากการรบกวน จากเนื้อเยื่อภายในช่องปาก ไม่ว่าจะเป็นลิ้น หรือ น้ำลาย

ขั้นตอนการกรอแต่งฟันเพื่อเตรียมโพรงฟันสำหรับการอุดฟันประเภทที่ 1 (Class I cavity preparation) ในการกรอแต่งโพรงฟันของฟันด้านบดเคี้ยว นั้น ให้กรอกำจัดส่วนที่มีการผุเท่านั้น ไม่ต้องกรอไปครอบคลุมหลุมหรือร่องฟันที่ปกติตามแนวความคิดการขยายเพื่อให้เกิดการป้องกัน สำหรับในการอุดฟันด้วยวัสดุอุดอมัลกัม (Extension for prevention) หรือการขยายขอบเขตของโพรงฟันที่จะบูรณะให้ครอบคลุมบริเวณฟันที่อาจจะเกิดผุใหม่ได้ การกรอโพรงฟัน ควรใช้หัวกรอขนาดเล็กๆพอเหมาะที่จะนำเข้ากรอและพอดีร้อยผุ หัวกรอรูปกลมทั้งชนิด Diamond และ Carbide bur สามารถนำมาใช้ในการกรอฟันได้ หัวกรอขนาดเล็กๆรูปต่างๆ นั้นสามารถใช้ในการกรอเนื้อฟันและกำจัดฟันผุ เมื่อกรอกำจัดฟันผุ จนถึงเคลือบฟันแล้ว ให้ใช้ Steel หรือ Carbide round bur ทำการกรอกำจัดรอยผุข้างใต้ให้หมด นอกจากนี้ให้ทำการกรอ Unsupported enamel ออกให้หมด โดยเฉพาะในบริเวณรองรับ เนื่องจากเคลือบฟันดังกล่าวจะไม่แข็งแรง และอาจแตกหักง่าย โพรงฟันมีลักษณะ Round internal line angle เพื่อลดความเค้นและ ช่วยให้วัสดุแนบกับโพรงฟัน

วิธีการบูรณะฟัน Class I เมื่อเนื้อฟันระหว่าง Floor of pulp และ Pulp เหลือน้อยกว่า 1.5 mm. อาจพิจารณาใช้สารรองพื้น (Base) ที่บริเวณ Pulpal floor ด้วยสารเรซิน โมดิฟายด์กลาสไอโอเมอร์ หนา 0.5-1 mm. ใช้ยึดติดปรับสภาพฟัน โดยใช้สารยึดติดประเภท Total etch ใช้กรดฟอสโฟริก 37% ทาที่ขอบเคลือบฟันและที่เนื้อฟัน รวมถึงวัสดุรองพื้น (ถ้ามี) ทิ้งไว้นาน 15 วินาที ล้างกรดออกด้วยน้ำให้สะอาด ใช้เวลา 15-20 วินาทีให้ส่วนของน้ำยากรดออกให้หมด เป่าลมที่ผิวเนื้อฟันให้เหลือความชื้นหมาดๆ เหมือนทรายเปียกน้ำ ทาสารไพรเมอร์ (Primer) ให้ทั่วโพรงฟัน (Cavity) ที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว ในลักษณะถูๆวนๆ (Agitation or scrub) ไปมาให้สารไพรเมอร์ อิ่มตัวอยู่บนเนื้อฟันนาน 20 วินาที แล้วเป่าให้แห้ง ควรจะเห็นผิวแห้งวาว (Shiny and non-moving surface) ถ้าไม่วาว ให้ทา primer ซ้ำแล้วเป่าให้มีลักษณะแห้งเพียงพอ ๑ ครั้ง จากนั้น ทาสารยึดติดทางทันตกรรม (Bonding agent) ให้ทั่วพื้นผิวโพรงฟัน โดยเกลี่ยให้เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ถ้าจะใช้ลมเป่าให้บางต้องทำอย่างเบามือและระวังที่สุด เพราะอาจเป่าแล้วตัวเนื้อวัสดุยึดติด กระจายหลุดหายไปจากพื้นผิวฟัน และฉายแสงเป็นระยะเวลา 20 วินาที ทำการบูรณะโพรงฟันโดยใช้เทคนิคการอุดเป็นชั้น ๆ (Incremental technique) ใส่เรซิน คอมโพสิตที่ด้านชิดแก้ม (ฉายแสง) หรือชิดลิ้น (ฉายแสง) ด้านใดด้านหนึ่งโดยไม่ให้เรซินคอมโพสิตเชื่อมผนังด้านชิดแก้มและชิดลิ้น เรซินคอมโพสิตจะเป็นลักษณะเฉื่อยๆ ซึ่งมีความหนามากสุดไม่เกิน 2 mm.

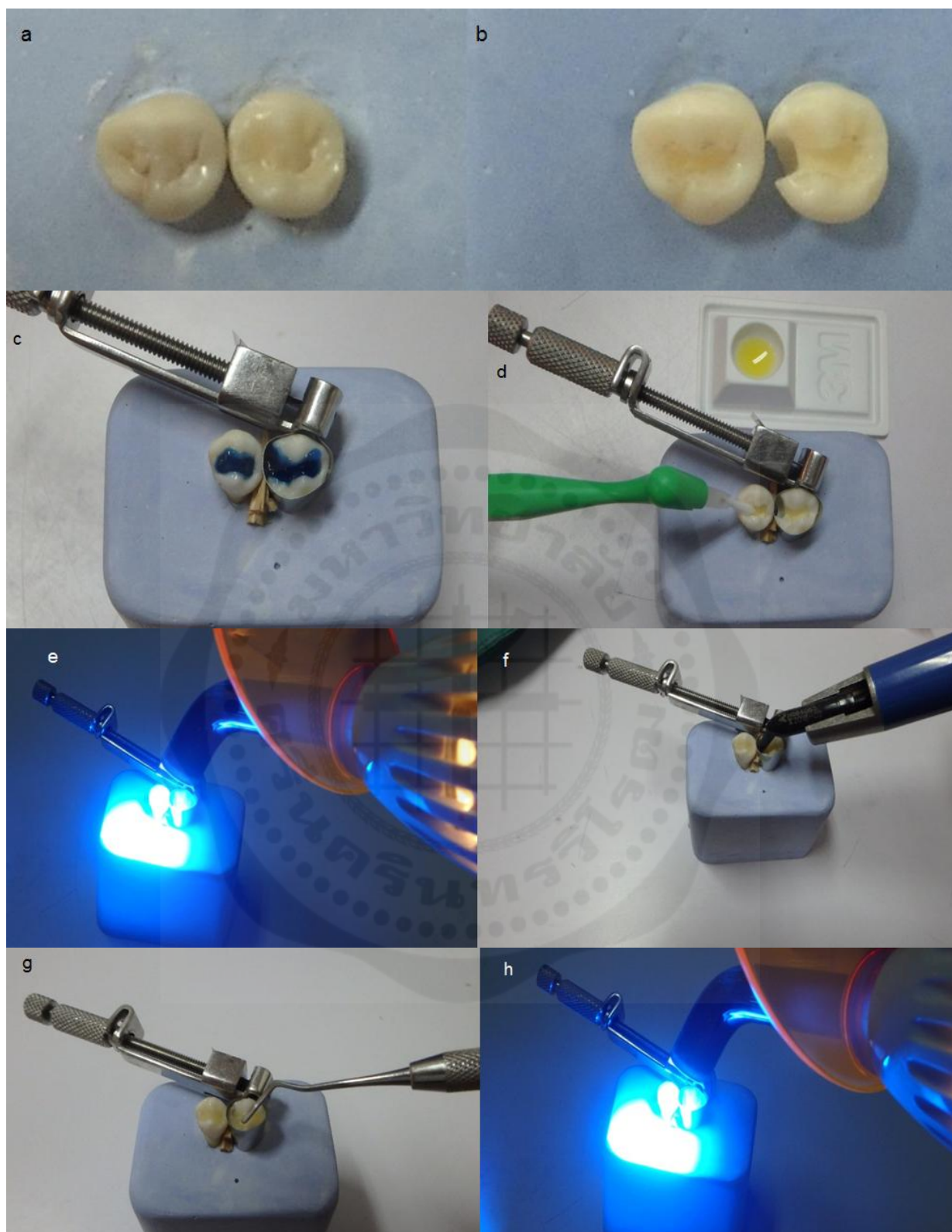
ในกรณี Cavity ความกว้างน้อยกว่า 1 mm. อาจพิจารณาทำการบูรณะโดยใส่เรซิน คอมโพสิตเพียงชั้นเดียว เนื่องจากการอุดครั่งๆ ทำได้ยากมาก และใน Cavity ขนาดเล็กๆ ปัญหาของแรงเครียดจากการหดตัวเมื่อทำการฉายแสงจะเกิดขึ้นได้น้อยกว่า Cavity ขนาดใหญ่จึงสามารถทำการบูรณะโดยใส่เรซิน คอมโพสิตเพียงชั้นเดียวได้

ใช้เครื่องมือที่ช่วยในการรีดขอบวัสดุอุดให้แนบกับโพรงฟันที่เตรียมไว้ (Ball burnisher หรือ Flame shape burnisher) ตกแต่งขอบให้เรียบ หรือ ใช้ปลายพู่กันกดและลากบนวัสดุเรซินคอมโพสิตเบาๆ เพื่อให้เกิดเป็นร่องตามธรรมชาติของลักษณะกายวิภาคของฟัน มุมไม่คมชัดมาก ทำการฉายแสง 40 วินาทีให้เรซินคอมโพสิตแข็งตัว ถอดแผ่นยางกันน้ำลาย ตรวจสอบการสบฟันด้วยกระดาษเชีครอยสบฟัน (Articulating paper) ทำการกรอลดจุดสูง โดย หัวกรอ ได้แก่ หัวกรอ ชนิดหัวกรอเพชรที่มีกากเพชรแบบละเอียดหรือละเอียดเป็นพิเศษ (Fine or ultra fine round diamond finishing bur) หรือ หัวกรอชนิดคอมโปเซป (composhape, intensive)

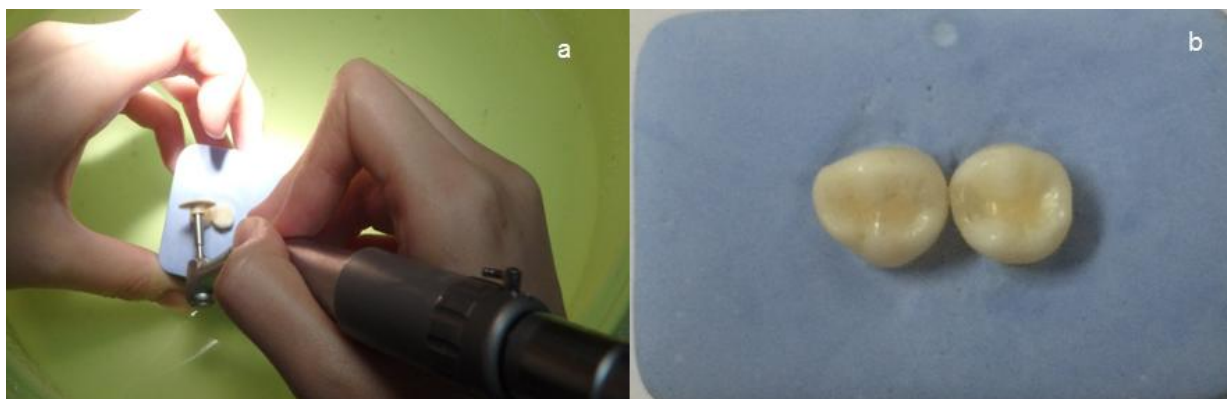
ตรวจสอบจุดสบและแนวการเคี้ยวและเคลื่อนที่ของขากรรไกรด้วยกระดาษเชีครอยสบฟัน ตรวจสอบการสบฟันในตำแหน่งการสบฟันนอกศูนย์ (Centric relation) กรอจุดสูงด้วยหัวกรอ Fine or ultra fine diamond finishing burs จนหมดจุดสูง ใช้แผ่นพลาสติกสำหรับขัดพื้นผิวคอมโพสิตชนิดป๊อปออน (Pop-on disc) ที่บริเวณขอบเขตให้เสมอพื้นธรรมชาติ

กรอแต่งลายละเอียด โดยกรอตกแต่งเรซิน คอมโพสิต ตามขอบให้ได้ขอบที่เรียบสนิท และขัดให้เรียบ โดยการใช้หัวขัดชนิดเรซินอ่อน หัวขัดยางชนิดผสมผงขัด (Astropol)

กรอขัดเงาและเรียบเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ทำให้เรซิน คอมโพสิตมีความเรียบสูงสุดและเงาอย่างสวยงาม ได้แก่ หัวขัดยางชนิดผสมผงขัดขนาดละเอียด (Astropol) หัวขัดรูปขนแปรงที่มีผงซิลิโคนคาร์ไบด์ หัวขัดยางเคลือบผงขัดรูปขนแปรง และการใช้ชุดขัดร่วมกับผงขัดเรซิน คอมโพสิตชนิดต่างๆ



รูปที่ 6 a) เตรียมฟันกรามน้อยซี่แรกให้พร้อมสำหรับการบูรณะฟัน b) กรอแต่งด้านบดเคี้ยวและการกรอแต่งแบบ slot c) ใส่
 แกลบเทริกซ์และเวดส์ จากนั้นใช้กรัดกัดเป็นเวลา 15 วินาที d) ใส่สารยึดติดแบบชั้นตอนเดียว (Single bond, 3M) e) ฉายแสง
 เพื่อการบ่มวัสดุยึดติด f) บรรจุส่วนของคอมโพสิตชนิดฉีดยา g) ใช้เครื่องมือปลายกลมเรียบกดอัดคอมโพสิตชนิดอัดแน่น h) ทำการ
 ฉายแสง



รูปที่ 7 a) ขัดแต่งฟันที่ได้รับการบูรณะฟันเรียบร้อย b) คอมโพสิตที่ได้รับการขัดแต่งแล้วควรมีความเรียบ และเงางาม

การบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับโพรงฟันประเภทที่ 2 Class II Composite restoration

โพรงฟันประเภท 2 หรือ แควิตี้คลาสทูที่เตรียมสำหรับบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต สามารถแบ่งได้ เป็นโพรงฟันที่ได้รับการเตรียมขึ้นใหม่ (New cavity) และโพรงฟันเก่าที่เกิดจากการรื้อวัสดุอมัลกัมเดิม ที่ต้องมีการรื้อเพื่อการเปลี่ยนวัสดุ (Replace cavity) สำหรับการเตรียมโพรงฟันใหม่นั้น ลักษณะการเตรียมโพรงฟันจะมีหลาย ๆ ลักษณะซึ่งจะได้อธิบายต่อไป ในขณะที่โพรงฟันที่เกิดจากการรื้อเพื่อการเปลี่ยนวัสดุเก่านั้น ส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่ จากรูปแบบการเตรียมโพรงฟันตามแนวคิด GV Black นอกจากนี้โพรงฟันส่วนใหญ่ข้างใต้มักจะมีการผุซ้ำ หรือเนื้อฟันเปลี่ยนสีจากอมัลกัม และเกิดเนื้อฟัน sclerotic dentin อาจมีรอยร้าวหรือรอยร้าวซึมต่างๆ จากอายุของฟันที่ได้ใช้งานในช่องปาก ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้วนั้น อาจทำให้ฟันดังกล่าว มีสภาพไม่สมบูรณ์ต่อการบูรณะด้วยเรซิน คอมโพสิต เพราะเป็นเนื้อฟันส่วนลึกใกล้โพรงประสาทฟัน และไม่ใชเนื้อฟันปกติ ทำให้เกิดผลตามมาภายหลังการบูรณะต่างๆ เช่น การหลุด การร้าวของวัสดุบูรณะฟัน และการเสียวฟันหลังการบูรณะฟัน เป็นต้น สมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Dental Association, ADA) แนะนำให้ใช้คอมโพสิตในฟันหลังได้ ในกรณีของ pit-fissure sealant หรือ ลักษณะ Class I และ II ที่มีขนาดของรอยโรคเป็นแบบขั้นต้นซึ่งเป็นรอยโรคที่มีขนาดเล็กจนกระทั่งเป็นรอยโรคที่มีขนาดปานกลาง (Initial & Moderate – size lesion)

ข้อบ่งใช้สำหรับวัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตเรซิน

Class I, II และ IV ที่ใช้ คอมโพสิตเรซินแบบอุดโดยตรง (Direct composite resin) เป็นข้อบ่งชี้สำหรับรอยโรคฟันผุแบบปฐมภูมิ (primary caries lesion) ในตำแหน่งด้านบดเคี้ยว (occlusal) และ ด้านประชิด (proximal, class II) ในฟันหลัง เมื่อใช้ฟันหลังจะสามารถอุดได้ดีเมื่อขนาดของรอยโรคมีขนาดเล็กถึงขนาดปานกลาง และมีขอบเขตอยู่ในส่วนที่เป็นส่วนของเคลือบฟัน เนื่องจาก วัสดุเรซินคอมโพสิต มีสีเหมือนฟัน จึงสามารถนำมาพิจารณาใช้ในตำแหน่งที่ความต้องการความสวยงามถูกพิจารณาเป็นอันดับแรก ในบริเวณส่วนของคอฟัน หรือ ด้านริมฝีปากของฟันหน้า อาจพิจารณาใช้คอมโพสิตเรซินได้ ถึงแม้ว่าขนาดของบริเวณที่ต้องการอุด

ฟันหรือบูรณะฟันจะเป็นบริเวณกว้าง (large restoration) เนื่องจาก เป็นบริเวณที่ไม่ได้รับแรงบดเคี้ยวโดยตรง ในบางกรณีอาจพิจารณาใช้วัสดุคอมโพสิตเป็นวัสดุรองพื้นครอบฟัน รวมถึง วัสดุบูรณะฟันชั่วคราว (interim restoration) ได้อีกด้วย

ข้อห้ามในการนำคอมโพสิตเรซินมาใช้งาน

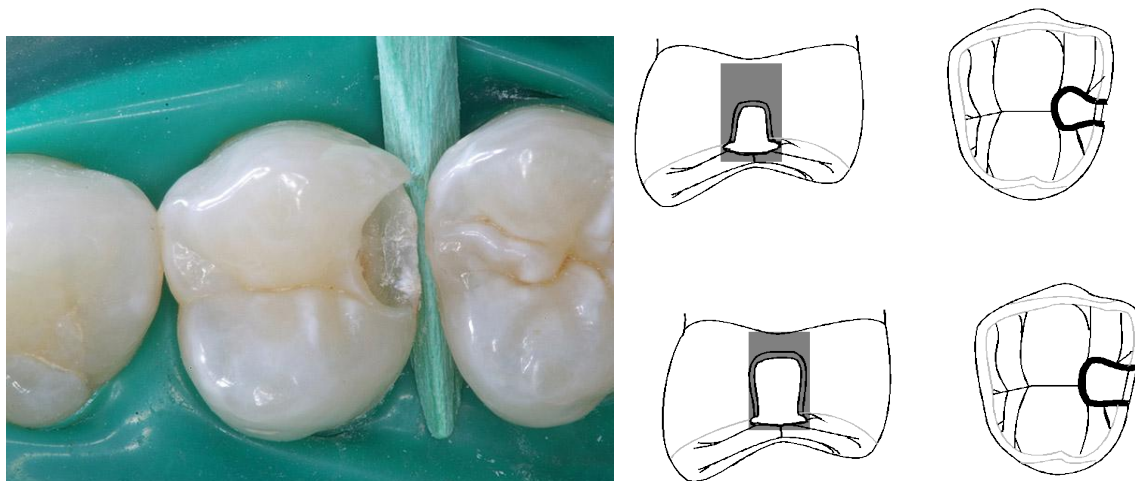
ข้อห้ามหลัก คือ บริเวณที่จะใช้คอมโพสิตเรซินในการอุดฟัน ไม่สามารถที่จะกันความชื้นได้ การบูรณะฟันด้วยวัสดุคอมโพสิต ในโพรงฟันประเภท 1 และ 2 ไม่แนะนำให้เลือกวัสดุนี้สำหรับการอุดฟันในโพรงฟันที่มีขนาดใหญ่ หรือ ตำแหน่งที่มีการรับแรงบดเคี้ยวสูง รวมไปถึงขอบเขตของโพรงฟันที่ขยายไปถึงบริเวณผิวรากฟัน (root surface) อาจส่งผลเชิงลบ (negative effect) สำหรับวัสดุทุกชนิดรวมไปถึงวัสดุประเภทคอมโพสิตเรซินด้วย

ข้อดีเรื่องของความสวยงาม การรักษาเนื้อฟันส่วนที่เหลือเอาไว้ สามารถเตรียมโพรงฟัน และเข้าทำงานหัตถการได้ง่าย ลด Microleakage เพิ่มความแข็งแรงระยะสั้นให้กับเนื้อฟันที่เหลืออยู่

ข้อเสีย ได้แก่ ผลจากการหดตัวของวัสดุอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน ความแข็งแรงที่สามารถต้านทานแรงที่ทำให้เกิดการแตกหัก น้อยกว่าวัสดุประเภทโลหะผสม ใช้เทคนิคในการอุดฟันที่มีขั้นตอนที่ซับซ้อน (Technique-sensitive) มากกว่าการบูรณะด้วยวัสดุอมัลกัมและวัสดุสำหรับการบูรณะฟันโดยตรงชนิดอื่นๆ เกิดการสีกร่อนที่ผิววัสดุอันเนื่องมาจากการบดเคี้ยวได้ง่าย ส่วนประกอบบางอย่างอาจส่งผลต่อความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) เช่น สารบิสฟีนอล (bisphenol)

การเตรียมโพรงฟันลักษณะกล่องหรือร่องสำหรับการอุดคอมโพสิตในโพรงฟันประเภทที่ 2 (Cl II composite restoration with Box or Slot preparation)

การเตรียมโพรงฟัน ที่มีลักษณะเป็นกล่องหรือร่อง (Box or Slot preparation) ใช้ในกรณีการเกิดฟันผุของฟันด้านประชิดโดยไม่รูก้าวไปถึงด้านบดเคี้ยว โดยการเตรียมโพรงฟันในลักษณะนี้ จะกรอเปิดเป็นร่องจากด้านบดเคี้ยว เพื่อกำจัดรอยผุที่เกิดที่ด้านประชิดเท่านั้น จะไม่มีการกรอขยายขอบเขตของโพรงฟันไปทางด้านบดเคี้ยว เป็นการกรอแต่งโพรงฟันเชิงอนุรักษ์โครงสร้างของฟัน ทันตแพทย์จะทำการกรอฟันจากส่วนของ marginal ridge ลงไปถึงรอยผุ กำจัดรอยผุให้หมด ไม่จำเป็นต้องทำส่วนยี่ดรูปร่างหางนก (Dove tail) เพราะแรงยึดที่ได้นั้นเกิดจากการยึดติดของวัสดุกับสารยึดติดต่างๆ หากการยึดติดไม่สมบูรณ์ด้วยเหตุผลใดๆก็ตาม วัสดุก็จะหลุดออกจากโพรงฟันได้โดยง่าย ลักษณะของโพรงฟันด้านประชิดจะมีลักษณะรูปร่างมน ไม่เป็นเส้นมุมชัดเจน และมีมุมภายในทุกมุมเป็นมุมมน (round internal line angle) บริเวณขอบเขตบนด้านบดเคี้ยว จะเป็นลักษณะของขอบคม (sharp margin) ที่ไม่มีการลบคมขอบขอบโพรงฟัน (no bevel margin)

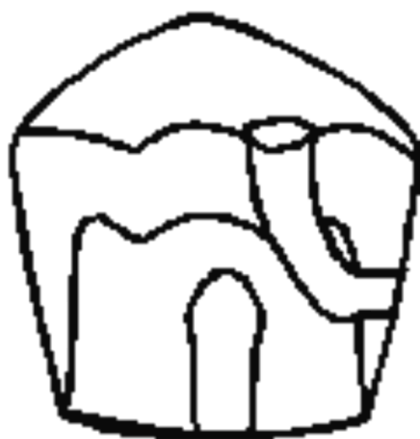


รูปที่ 8 แสดง ลักษณะของโพรงฟันที่เกิดจากการเตรียมโพรงฟันแบบเป็นร่องหรือเป็นร่อง (Slot preparation)

การเตรียมโพรงฟันลักษณะร่องหรือร่องสำหรับการอุดคอมโพสิตในโพรงฟันประเภทที่ 2 (Cl II composite restoration with Tunnel preparation)

การเตรียมโพรงฟันเป็นลักษณะอุโมงค์ (Tunnel preparation) ใช้ในกรณีการเกิดการผุของฟันด้านประชิดโดยไม่ลุกล้ำถึงด้านบดเคี้ยว เป็นการเตรียมโพรงฟันแบบอนุรักษ์เพื่อเก็บส่วนของสันฟัน (marginal ridge) เอาไว้ การกรอตัดจะพยายามวางมุมหัวกรอให้ได้ทิศทาง ซึ่งกรอแต่งโพรงฟันจากด้านบดเคี้ยวลงไปถึงรอยผุ (ซึ่งเป็นบริเวณใต้ต่อจุดสัมผัส โดยเหลือสันฟัน ที่แข็งแรงด้านนั้นๆ ไว้) โพรงฟันในลักษณะอุโมงค์จะประสบความสำเร็จสูง ในกรณีที่ความหนาของสันฟันนั้นหนามากกว่า 1 mm และไม่ใช่ตำแหน่งที่รับแรง แต่ถ้าหากเป็นจุดรับแรงบดเคี้ยว ควรหนาไม่น้อยกว่า 1.5-2 mm การเตรียมฟันเป็นวิธีที่อนุรักษ์มาก แต่ต้องอาศัยความชำนาญที่สูง เพราะหากทำผิดโดยวางหัวกรอผิดทิศทาง มีโอกาสที่หัวกรอจะทะลุโพรงประสาทฟันได้อีกทั้งยังตรวจหารอยฟันผุได้ค่อนข้างยาก ควรใช้ตัวช่วยในการตรวจสอบฟันผุ (caries detector) ช่วยในการประเมินขนาดรอยผุที่หลงเหลืออยู่จากการกรอแต่งโพรงฟันให้มีลักษณะแบบนี้ เนื่องจาก การมองเห็นบริเวณรอยโรคค่อนข้างยาก จากการกรอเปิดโพรงฟันที่แคบและลึก

การทำแควีอุโมงค์แบ่งได้เป็นแควีอุโมงค์แบบคลาสสิคและชนิดคลาสทู โดยการแบ่งแยกนั้น แควีตีแบบอุโมงค์คลาสสิค จะมีการกรอจากทางด้านบดเคี้ยว กำจัดรอยผุที่เนื้อฟัน แต่จะไม่ทำลายเคลือบฟันที่ยังไม่เป็นโพรงฟันด้านประชิด(ถึงแม้ว่าเคลือบฟันนี้ จะมีการละลายตัวออกของแร่ธาตุบางส่วน เพราะเชื่อว่าจะเกิดการสะสมกลับคืนของแร่ธาตุ ทำให้เคลือบฟันมีความแข็งแรงสูงได้) ส่วนแควีตีแบบอุโมงค์ชนิดคลาสทูนั้นจะกรอเปิดโพรงฟันจากทางด้านบดเคี้ยว เป็นมุมไปที่ด้านประชิดที่มีรอยผุและกำจัดรอยผุที่เนื้อฟันทะลุถึงเคลือบฟันทางด้านประชิด ทะลุถึงเคลือบฟันทางด้านประชิด ดำจัดจนหมดรอยผุ



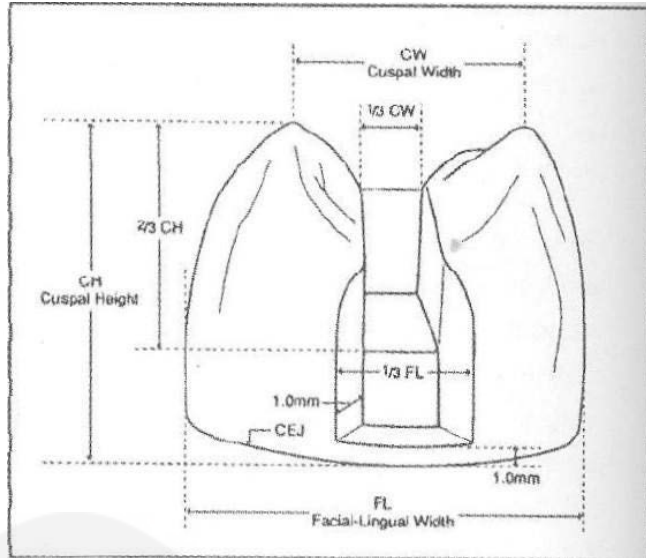
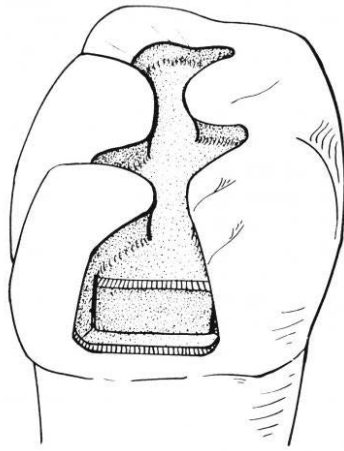
รูปที่ 9 แสดงลักษณะโพรงฟันที่เกิดจากการเตรียมโพรงฟันแบบอุโมงค์ (Tunnel preparation)

โพรงฟันประเภทที่ 2 ชนิดด้านเดียว (Ones surface class II cavity) ใช้ในกรณีเกิดการผุของฟันด้านประชิดโดยที่ซี่ฟันดังกล่าว ไม่มีฟันประชิดหรือสามารถเข้าเตรียมโพรงฟันที่เฉพาะด้านนั้นๆ ได้ สามารถกรอกกำจัดรอยผุจนหมด อาจทำการรองพื้นด้วยกลุ่มวัสดุประเภทเรซินกลาสไอโอโนเมอร์ (RMGIC) หรือบูรณะฟันเฉพาะด้านนั้นด้วยวัสดุบูรณะฟันกลุ่มเรซินกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้

โพรงฟันประเภทที่ 2 ที่มีการผุทางด้านบดเคี้ยวร่วมด้วย (Multisurface class II cavity) ใช้ในกรณีการเกิดการผุของฟันของฟันด้านประชิดและด้านบดเคี้ยว โดยทำการกรอฟันจากทางด้านบดเคี้ยวลงปทางด้านประชิดเพื่อกำจัดรอยผุเป็นลักษณะร่องหรือกล่อง และขยายแควตีไปทางด้านบดเคี้ยวตามรอยที่ผุ และกำจัดรอยผุออกจนหมด ลักษณะโพรงฟันจะมีเส้นมุมภายในที่มน (round internal line angle) ไม่จำเป็นต้องเตรียมโพรงฟันให้แบบอุดมคติตามลักษณะของ GV Black

ความสำคัญของการแยกฟัน (Prewedge)

ก่อนทำการเตรียมโพรงฟัน มีข้อแนะนำให้ใช้ ซึ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นลิ้นสามเหลี่ยม หรือ เวกจ์แยกฟัน ใส่ด้านประชิดของฟันเพื่อทำการแยกฟัน ที่เรียกว่า “Prewedge” เป็นการเตรียมฟันก่อน เพราะใส่ wedge จะทำการดันฟันด้านประชิดออกเล็กน้อย เมื่อทำการบูรณะฟัน จะทำให้ได้จุดสัมผัสที่แน่นขึ้นหลังการนำแถบเมทริกซ์และเวดจ์ ออกจากโพรงฟันที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากเรซิน คอมโพสิตไม่สามารถอัดและรักษาสภาพ คงรูปร่างได้เหมือนอมัลกัม การบูรณะฟันด้วย matrix ที่มีความหนาปกติ อาจทำให้ด้านประชิดไม่แน่นได้เมื่อใช้งานจะเศษอาหารติดที่ด้านประชิด การบูรณะฟันด้วยเรซิน คอมโพสิตเปรียบเหมือนการขึ้นรูปหล่อซีเมนต์ การสร้างด้านประชิด ควรเตรียมแถบเมทริกซ์ให้ดี โดยสร้างความอุมและความป่องอย่างดี ก่อนการใส่เรซินคอมโพสิต การกดเซยความหนาของแถบเมทริกซ์และเพื่อป้องกันจุดสัมผัสหลวม ทำได้โดยการทำ prewedge และการใช้แผ่นแถบเมทริกซ์ที่มีความบางเฉียบ คงรูปร่างสูง (Soft dead thin matrices) ปัญหาการเกิดจุดสัมผัสหลวมหรือรูปร่างด้านประชิดไม่สวยงามก็จะหมดไป



รูปที่ 10 แสดง มิติและขนาดของโพรงฟันประเภทที่ 2

มิติและขนาดของโพรงฟันประเภทที่ 2

1. โพรงฟันทางด้านบดเคี้ยว ใช้หลักเกณฑ์เหมือนการเตรียมโพรงฟันสำหรับโพรงฟันประเภทที่ 1 ดังนี้

ในกรณีที่ควีติขนาดแคบๆ หรือขนาดเล็ก โดยมีความกว้างในแนว Bucco-Lingual ไม่เกินครึ่งหนึ่งของความกว้างจากร่องกลางฟันถึงปุ่มฟันด้านนั้นๆ ไม่จำเป็นต้องทำการกรอหลบมุมที่ขอบ (bevel)

ในกรณีโพรงฟันที่มีขนาดกลาง โดยมีความกว้างในแนวด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้น (Bucco-Lingual) เกินครึ่งหนึ่งของความกว้างจากร่องกลางฟันถึงปุ่มฟันด้านนั้นๆ ทันตแพทย์ควรทำการเบเวลทำมุมประมาณ 45 องศาที่บรรจบฟันผิว ณ จุดนั้นๆ โดยขอบเขตและรอยเบเวลต้องไม่อยู่ในตำแหน่งรับแรงบดเคี้ยวโดยตรง

ในกรณีโพรงฟันที่มีขนาดใหญ่ โดยมีขอบเขตอยู่ที่ยอดปุ่มฟัน ควรพิจารณาทำการกรอลดปุ่มฟันนั้นๆ ลง และบูรณะเรซินคอมโพสิตคลุมปุ่มฟันนั้นด้วย

2. โพรงฟันทางด้านประชิด (Proximal cavity)

โพรงฟันจะมีลักษณะเป็นกล่องหรือร่อง และโพรงฟันประเภทที่ 2 ที่มีหลายด้านนั้น ให้ทำการเตรียมกรอแต่งโพรงฟันทางด้านประชิด ให้มีลักษณะเป็นกล่อง มุมภายในเป็นมุมมน และทำการกรอแต่งหลบมุมที่ขอบเขตของผนังของด้านใกล้แก้ม (Buccal) และด้านใกล้ลิ้น (Lingual) เพื่อกำจัดเคลือบฟันที่ไม่มีเนื้อฟันรองรับ และเพื่อเพิ่มพื้นที่สำหรับการยึดติด การทำเบเวลทำได้โดยใช้หัวกรอ diamond ปลายตรงแหลม เดินตามขอบรอยเบเวลนี้จะมีขนาดแคบๆ ประมาณ 0.5 mm เพื่อการยึดที่ดีและเพื่อป้องกันรอยร้าวที่อาจเกิดขึ้นได้

3. ส่วนผนังทางด้านใกล้เหงือก (Gingival margin)

กรณีที่ขอบเขตอยู่ที่เคลือบฟันสูงจากเส้นรอยต่อเคลือบรากฟัน-เคลือบฟัน ไม่เกิน 1.5 mm. หรือขอบเขตอยู่ที่เนื้อฟันที่ตำแหน่งต่ำจากเส้นรอยต่อเคลือบรากฟัน-เคลือบฟัน จะไม่ทำเบเวล แต่จะกำจัดเคลือบฟันที่ไม่มีเนื้อฟันรองรับออกให้หมด การกำจัดเคลือบฟันที่ไม่มีเนื้อฟันรองรับ ควรใช้เครื่องมือ (gingival margin trimmer) กำจัดออก

กรณีที่ขอบเขตอยู่สูงจากเส้นรอยต่อเคลือบรากฟัน-เคลือบฟัน มากกว่า 1.5 mm. ให้กรอแต่งเพื่อการลบคมขอบ (beveling) โดยใช้หัวกรอปลายแหลม กรอแต่งบริเวณชั้นเคลือบฟันที่ขอบเขตด้านใกล้เหงือกเป็นมุมประมาณ 30-45 องศา และความกว้างไม่เกิน 0.5 mm.

4. พยายามรักษาเคลือบฟันบางๆ ที่อยู่บริเวณผนังด้านใกล้เหงือกไว้ หากกำจัดเคลือบฟันจนหมดหรือไม่ มีเคลือบฟันที่ผนังด้านดังกล่าว จะทำให้แรงยึดติดบริเวณดังกล่าวเกิดกับส่วนเนื้อฟันซึ่งค่าแรงยึดติดจะไม่สูงเท่า ส่วนเคลือบฟัน ทั้งนี้อาจใช้วัสดุรองพื้นชนิด Glass Ionomer ทดแทนเนื้อฟันที่ถูกกรอออก และทำการเบเวลที่เคลือบฟัน

5. กรณีโพรงฟันทางด้านบดเคี้ยวที่มีการกรอกำจัดเนื้อฟันใต้เคลือบฟันออก หากบริเวณดังกล่าวไม่ได้รับแรงบดเคี้ยวโดยตรงและชั้นเคลือบฟันมีความหนาทั้งชั้น ไม่ต้องกรอกำจัดเคลือบฟันบริเวณดังกล่าวทิ้ง แต่สามารถใช้สารยึดติดร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (Flowable resin composite) เพื่อบูรณะบริเวณดังกล่าว ก่อนบูรณะเรซินคอมโพสิต

6. หากมีการกรอกำจัดเนื้อฟันที่ผนังโพรงฟันทางด้าน axial ทันตแพทย์สามารถใช้สารยึดติดร่วมกับการใช้เรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ บูรณะบริเวณดังกล่าว ก่อนบูรณะด้วยเรซิน คอมโพสิต

7. ในกรณีที่โพรงฟันทางด้านประชิดอยู่ในระดับใกล้เหงือกหรือใต้ต่อระดับรอยต่อเคลือบรากฟัน-เคลือบฟัน ซึ่งการยึดติดจะทำได้สมบูรณ์ยากกว่าขอบเขตของผนังที่อยู่สูงในระดับเคลือบฟัน เทคนิคการบูรณะฟันในส่วนแควติด้านประชิดมีการเสนอไว้ดังนี้

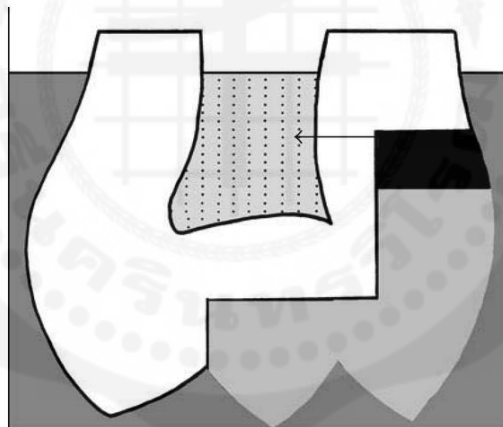
วิธีที่ 1 บูรณะส่วนใกล้ขอบเหงือกด้วยวัสดุที่สามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้ เช่น RMGIC เพราะ หวังผลจากฟลูออไรด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากวัสดุซึ่งมีคุณสมบัติช่วยต่อต้านฟันผุ จากงานวิจัยต่างๆ แสดงให้เห็นว่า อัตราการรั่วซึมจะเกิดได้ค่อนข้างสูงที่ขอบเขตผนังด้านใกล้ขอบเหงือก การใช้ RMGIC จะช่วยลดการรั่วซึม และฟลูออไรด์อาจช่วยยับยั้งการเกิดโรคฟันผุได้ในระยะเวลาหนึ่ง ผู้ป่วยยังคงต้องแปรงฟันอย่างดี เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุในระยะยาว การใช้ RMGIC ในบริเวณดังกล่าว สามารถทำได้ดังนี้

ขั้นตอนการอุดฟัน เลือกว่าวัสดุประเภทเรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ (RMGIC) ที่รูปแบบบรรจุภัณฑ์เป็นแคปซูลหรือใช้ชนิดผงและน้ำ ชนิดแคปซูลมีการชั่งปริมาณที่แน่นอนก่อนการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายแคปซูลยา เมื่อผสมด้วยเครื่องผสม จะใช้ฉีดเข้าไปในโพรงฟัน RMGIC ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ Fuji II LC (GC, Japan), Vitremer (3M ESPE, USA) เป็นต้น

เมื่อใส่ matrix และ wedge ที่ด้านประชิด ด้านที่โพรงฟันทางด้านข้างมีขอบเขตลึก ทำการทาสารปรับสภาพ(Conditioner) ชนิดกรดพอลิอะคริลิกที่ฟัน และทิ้งไว้ประมาณ 10 วินาที ล้างน้ำ ทำให้แควติแห้ง แต่ยังคงมีความชื้นในส่วนของเนื้อฟันเล็กน้อย กรณีใช้ชนิดผง ให้ผสม RMGIC กับ ส่วนน้ำให้มีลักษณะเป็นครีมข้น (Paste)และบรรจุในหลอดฉีด ฉีดวัสดุเข้าไปในแควติบริเวณด้านประชิดหนาประมาณ 1 mm สูงจากผนังด้านใกล้เหงือก

วิธีที่ 2 ทำการบูรณะส่วนใกล้ขอบเหงือกด้วย Flowable resin composite โดยการใส่ matrix และ wedge แล้วใช้สารยัดติดที่เลือกไว้ ในขั้นแรกสุดให้ฉีดวัสดุเรซิน คอมโพสิตที่มีการไหลแผ่ลงไปที่ด้านประชิด โดยฉีดเป็นชั้นหน้าไม่เกิน 1 mm ทำการฉายแสงโดยให้ปลายเครื่องฉายแสงอยู่ใกล้กับฟันมากที่สุด ฉายเป็นเวลา 40 วินาที ต่อมาให้บูรณะฟันด้วย resin composite จนเต็มแควติ

วิธีการบูรณะฟัน ให้มีส่วนวัสดุบูรณะฟันชนิดที่มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ หรือ กลุ่มวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุ อยู่บริเวณขอบเขตโพรงฟันด้านนอกบริเวณด้านใกล้เหงือกนี้ เรียกว่า เทคนิคการอุดฟันแบบนี้ว่า “Open sandwich technique” กรณีด้านประชิดมีผนังด้านใกล้เหงือกเหนือรอยต่อเคลือบรากฟัน-เคลือบฟัน ไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคนี้ เพราะ ขอบเขตยังคงเป็นเคลือบฟันอยู่แต่ถ้ามีผนังด้านใกล้เหงือกใต้ต่อรอยต่อระหว่างเคลือบรากฟัน-เคลือบฟันให้ใช้ RMGIC หรือ Flowable resin composite ด้วยเทคนิค open sandwich technique



รูปที่ 11 แสดง การบูรณะฟันด้วยวิธี open sandwich technique

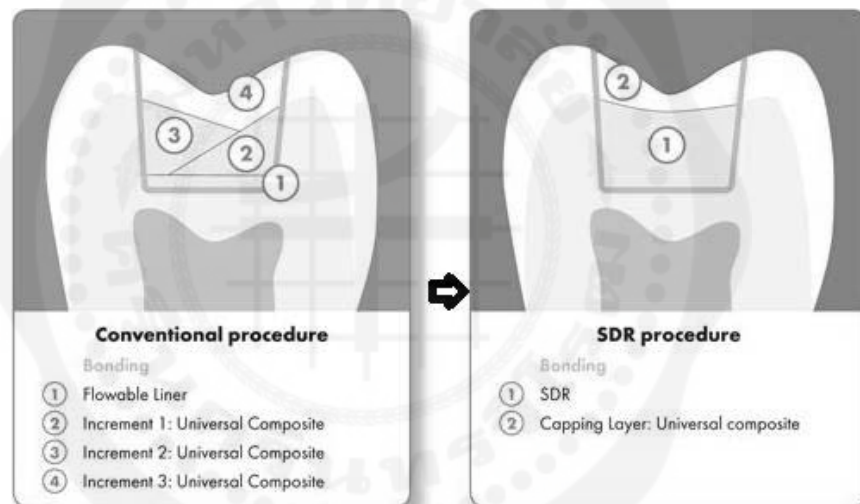
การบูรณะโพรงฟันประเภทที่ 2 แบบด้านเดียว แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

- โพรงฟันที่ด้านประชิดของฟัน ไม่มีฟันข้างเคียง ให้บูรณะได้โดยตรงที่ด้านดังกล่าว
- โพรงฟันชนิดหนึ่งด้านบนฟันที่มีคู่ประชิด แต่สามารถเปิดเข้าทำงานจากทางด้านข้างและอนูรักษ เนื้อฟันทางส่วนสันฟันไว้ กรณีนี้รอยผุต้องมีขนาดเล็กได้จุดสัมผัส โดยใช้หัวกรอรูปกลมขนาดเล็ก เปิดแควติทางด้านแก้ม ต้องวางหัวกรอเพื่อสร้างทางเข้าไปกำจัดรอยผุ ข้อดีของวิธีนี้ คือ สามารถ อนุรักษ์ส่วนสันฟันได้ เหมาะสำหรับแควติเล็กๆ และเหงือกเล็กน้อย ข้อด้อยคือ ทำได้ยาก และ หากกรอผุกว้างมากๆ อาจทำให้ต้องกรอเปิดถึงด้านบดเคี้ยว ทำให้สูญเสียเนื้อฟันมากกว่าการกรอ

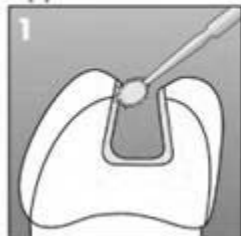
เปิดจากทางด้านบดเคี้ยว เมื่อเตรียมโพรงฟันเรียบร้อยแล้ว ใส่แถบเมทริกซ์ชั้นเล็ก(สูงระดับด้านบดเคี้ยว) และ wedge ทางด้านซิดลิ้น ทำการใส่สารยึดติดและใส่เรซิน คอมโพสิตความหนาไม่เกิน 2 mm แล้วทำการฉายแสง ต่อมาเติมเรซิน คอมโพสิตจนเต็มแควิตีและฉายแสง หลังจากถอด matrix ออกแล้ว ให้ฉายแสงทางด้านลิ้นอีก 40 วินาที ทำการขัดแต่งจนได้รูปร่างที่ดี

เทคนิคการบูรณะโพรงฟันด้านประชิดของโพรงฟันประเภทที่ 2 แบบอุดเป็นชั้น ๆ

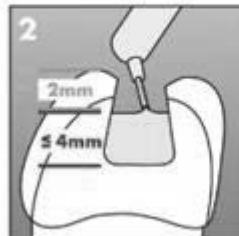
ในการบูรณะโพรงฟันด้านประชิด โดยการบูรณะเป็นชั้นๆ ซึ่งเป็นแบบดั้งเดิม โดยแต่ละชั้นจะไม่เชื่อมผนังด้านซิดแก้มและด้านซิดลิ้นเข้าด้วยกัน (ยกเว้นชั้นแรก) การบูรณะให้ใส่เรซิน คอมโพสิตแต่ละชั้นโดยมีลักษณะสลับเป็นมุมคล้ายฟันปลา ซึ่งมีความหนาในแต่ละชั้นไม่เกิน 2 mm ขั้นตอนบูรณะสามารถทำได้ดังนี้ ชั้นแรกใส่เรซิน คอมโพสิตเป็นชั้นหนาประมาณ 1 mm ในแนวราบ ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงความเข้มสูงเป็นเวลา 40 วินาที ต่อมาใส่เรซินคอมโพสิตที่ผนังด้านซิดแก้ม ลักษณะสามเหลี่ยมและฉายแสง 40 วินาที แล้วจึงใส่เรซินคอมโพสิตด้วยวิธีดังกล่าวจนเต็ม ทำการบูรณะส่วนด้านบดเคี้ยวจนเต็มซี่ฟัน



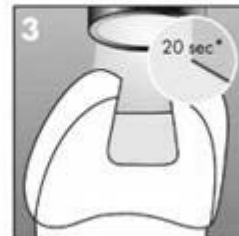
SDR™
Smart Dentin Replacement
Posterior Bulk Fill Flowable Base
Application:



Apply acid conditioner followed by adhesive or self-etching adhesive. Light cure.



Increments up to 4mm. 2mm short of the cavosurface margin.

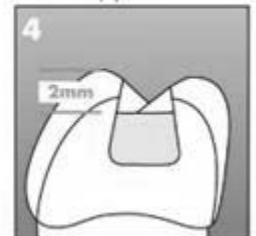


Light cure 4mm increments. *Light output ≥ 550 mW/cm²



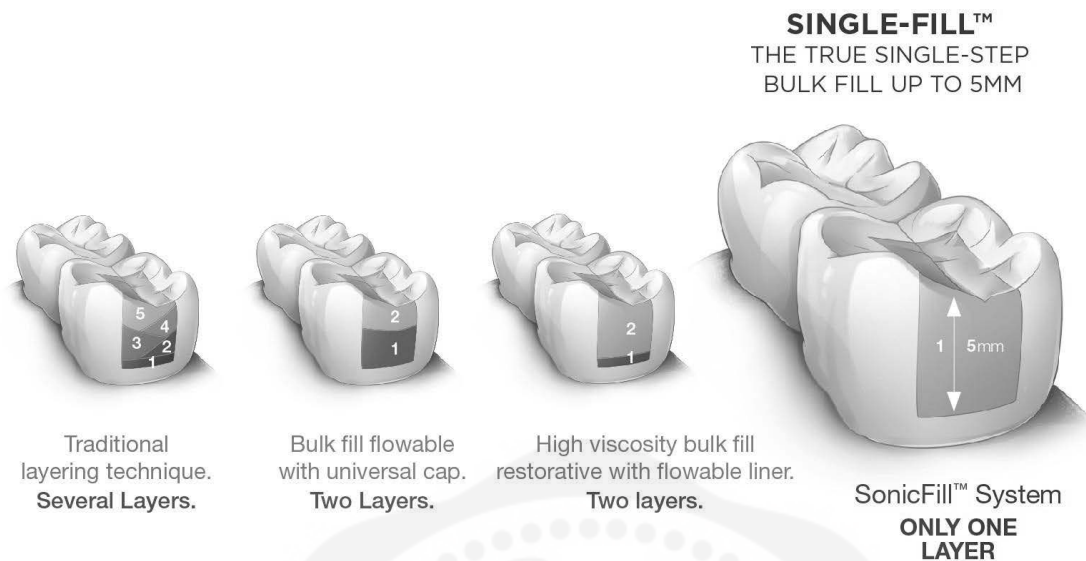
Caution, consult Instructions for Use

© DENTSPLY DtTrey
2009-07-15
www.dentsply.de



Final 2mm layer with composite restorative.

รูปที่ 12 แสดง การอุดฟันด้วยคอมโพสิตเรซินด้านประชิดแบบโดยบูรณะเป็นชั้นๆ และการอุดฟันแบบทดแทนเนื้อฟัน
ที่มา: http://meddent.com.pl/cache/pages_tree_list_image_big/204/70.jpg



รูปที่ 13 แสดง วิวัฒนาการการอุดฟันแบบหลายชั้น เป็นแบบสองชั้นบัลค์ฟิลแบบไหลแผ่และวัสดุคอมโพสิตแบบอุดได้ทั่วไป การอุดด้วยวัสดุรองพื้นแบบไหลแผ่ได้กับวัสดุอุดบัลค์ฟิลแบบหนืดมาก และ การอุดแบบชั้นเดียวด้วยคอมโพสิตชนิดฉีดได้

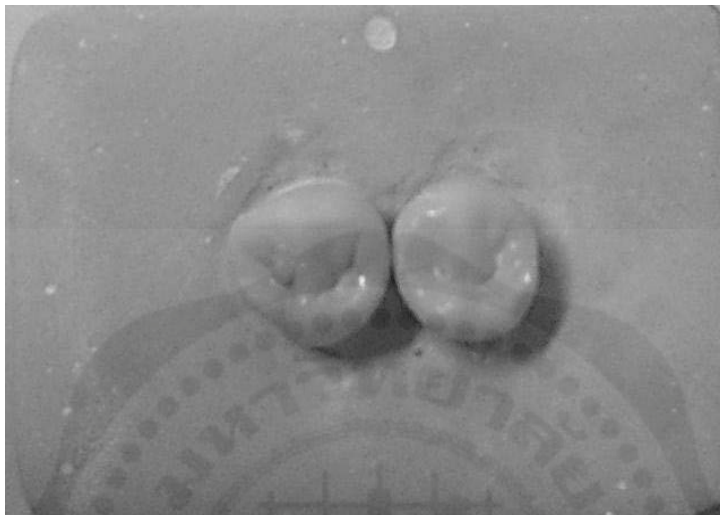
ที่มา: <http://www.kerrdental.com>

สรุป

คอมโพสิตเรซินในฟันหลังได้ถูกปรับปรุงมาแล้วประมาณ 20 ปี ความเข้ากันของสี ความต้านทานการสึกกร่อน และการเกาะตัวของขอบวัสดุเป็นคุณสมบัติหลักในทางกายภาพที่สำคัญ อย่างไรก็ตามคอมโพสิตเรซินในฟันหลังจะต้องมีเทคนิคในการใช้ การใช้อุดในฟันหลังต้องใช้เวลาอุดนานกว่าฟันหน้า เช่น ค่าเฉลี่ยในการอุด MOD จะใช้เวลาในการอุดเป็น 2 เท่าของการอุดอะมัลกัมในเส้นผ่านศูนย์กลางรอยอุดที่เท่ากัน นอกจากนี้การใช้คอมโพสิตเรซินในฟันหลังก็จะมีอายุการใช้งานมากกว่าการใช้อะมัลกัม ความสำเร็จในการอุดของฟันหลังจะพิจารณาจากประสบการณ์ และการใช้ในทางคลินิก ยิ่งไปกว่านั้นการใช้วัสดุประเภทนี้ก็ไม่สามารถใช้ได้กับผู้ป่วยทุกราย เพราะไม่เพียงแต่จะต้องใช้ทันตแพทย์ที่ชำนาญในการอุด แต่ผู้ป่วยเองก็ต้องมีความสามารถในการรักษาสุขภาพช่องปากได้ดีอีกด้วย เพราะการเกิดฟันผุซ้ำบริเวณรอยต่อของวัสดุอุดจะเกิดมากกว่าและเร็วกว่าในอะมัลกัม

ปฏิบัติการ การบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับโพรงฟันประเภทที่ 2 Class II Composite restoration

1. ทำความสะอาดฟันโดยเอาหินน้ำลาย และ คราบจุลินทรีย์บนตัวฟัน ออก



2. ฉีดยาชาในกรณีคนไข้เสียวฟันมากๆ กันน้ำลายด้วย Rubber dam

3. กรอเตรียมฟัน Class II

Cavity นั้นมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 3.1. ลักษณะเป็นกล่องหรือร่อง (Box or slot preparation)

ใช้ในการเกิดการผูกของฟันด้านประชิดโดยไม่รูกล้ำถึงด้านบดเคี้ยว โดย Cavity จะกรอเป็นร่องจากด้านบดเคี้ยว เพื่อกำจัดรอยฟันที่แตกด้านประชิดเท่านั้น จะไม่มีการกรอขยายฟันไปทางด้านบดเคี้ยว เป็นการเปิด Cavity เชิงอนุรักษ์ จะทำการกรอฟันบริเวณ Marginal ridge ลงไปถึงรอยฟัน กำจัดรอยฟันให้หมด ไม่จำเป็นต้องทำ Dove tail เพราะแรงยึดที่ได้นั้น เกิดการยึดติดของวัสดุกับสารยึดติดต่างๆ ลักษณะโพรงฟันด้านประชิดจะมีลักษณะรูปร่างไม่เป็นเส้นมุมชัดเจน และมีมุมภายในทุกมุมเป็นมุมมน

- 3.2 Cavity Class II ที่มีการผูกด้านบดเคี้ยวร่วมด้วย (Multiple surface Class II cavities)

ในการเกิดการผูกของฟันด้านประชิดและด้านบดเคี้ยว โดยทำการกรอฟันจากทางด้านบดเคี้ยวลงทางด้านประชิดเพื่อกำจัดรอยฟัน และขยายไปทางด้านบดเคี้ยวตามรอยฟัน และกำจัดรอยฟันจนหมด ลักษณะโพรงฟันจะมีเส้นมุมภายในที่มน (round internal line angle) ไม่จำเป็นต้องสร้างโพรงฟันตามแนวอุดมคติของ GV Black

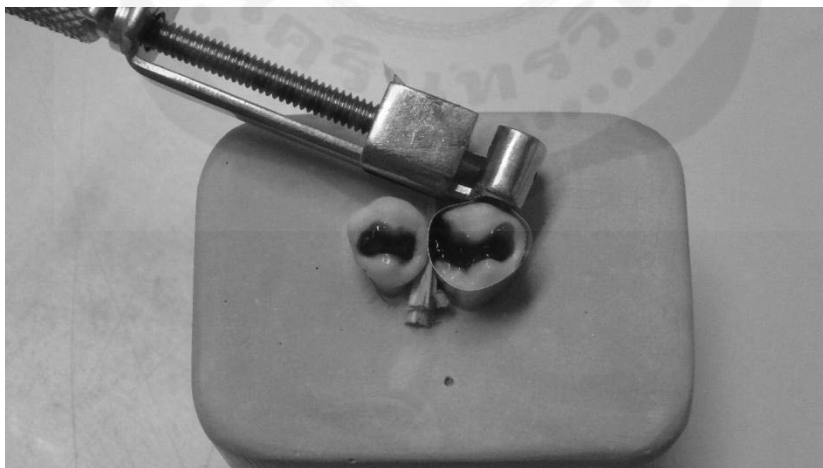


4. การบูรณะฟัน Class II

4.1. เมื่อเนื้อฟันระหว่าง Floor of pulp และ Pulp เหลือน้อยกว่า 1.5 mm. อาจพิจารณาใช้สารรองพื้น (Base) ที่บริเวณ Axial wall และ Floor of pulp ด้วยสารเรซิน มอดิฟายด์กลาสไอโอเมอร์ หนา 0.5-1 mm.

4.2. การปรับสภาพผิวฟัน โดยใช้สารยัดติดประเภท Total etch

4.2.1. ใช้กรดฟอสโฟริก 37% ทาที่ขอบเคลือบฟัน และที่เนื้อฟัน รวมถึงวัสดุรองพื้น (ถ้ามี) ทั้งไว้นาน 15 วินาที



4.2.2. ล้างกรดออกด้วยน้ำให้สะอาด ใช้เวลา 15-20 วินาที ให้ส่วนของน้ำยากรดออกให้หมด

4.2.3. เป่าลมให้ผิวเนื้อฟันให้เหลือความชื้นหมาดๆ เหมือนทรายเปียกน้ำ

4.2.4. ทาสารไพรเมอร์ (Primer) ให้ทั่วโพรงฟัน (Cavity) ที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว ในลักษณะถูๆวนๆ (Agitation or scrub) ไปมาให้สาร Primer อิ่มตัวอยู่บนเนื้อฟันนาน 20 วินาที แล้วเป่าให้แห้ง ควรจะเห็นผิว

แห้ง วาว (Shiny and non-moving surface) ถ้าไม่วาวให้ทา primer ซ้ำแล้วเป่าให้มีลักษณะแห้งเพียงหมด ๆ อีกครั้ง

4.2.5. ทาสารยึดติดทางทันตกรรม (Bonding agent) ให้ทั่วพื้นผิวโพรงฟัน โดยเกลี่ยให้เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ถ้าจะใช้ลมเป่าให้บางต้องทำอย่างเบามือและระวังที่สุด เพราะอาจเป่าแล้วตัวเนื้อวัสดุยึดติด กระจายหลุดหายไปจากพื้นผิวฟัน และฉายแสงเป็นระยะเวลา 20 วินาที



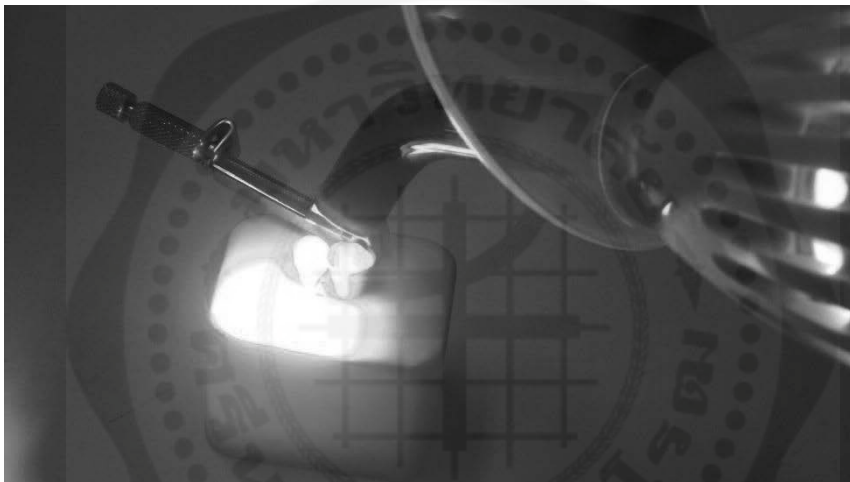
4.3. ทำการบูรณะโพรงฟันโดยใช้ Incremental technique ใส่เรซิน คอมโพสิตที่ด้านชิดแก้ม (ฉายแสง) หรือ ไกลลิ้น (ฉายแสง) ด้านใดด้านหนึ่งโดยไม่ให้เรซิน คอมโพสิตเชื่อมผนังด้านชิดแก้มและชิดลิ้น เรซินคอมโพสิตจะเป็นลักษณะเฉียงๆซึ่งมีความหนาที่สุดไม่เกิน 2 mm.



- ในกรณี โพรงฟันมีความกว้างน้อยกว่า 1 mm. อาจพิจารณาทำการบูรณะโดยใส่เรซิน คอมโพสิตเพียงชั้นเดียว เนื่องจากการอุดแบบทีละชั้น ทำได้ยากมาก และในกรณีที่โพรงฟันมีขนาดเล็กๆ ปัญหาของแรงเครียดจากการหดตัวเมื่อทำการฉายแสงจะเกิดขึ้นได้น้อยกว่าโพรงฟัน ขนาดใหญ่จึงสามารถทำการบูรณะโดยใส่เรซิน คอมโพสิตเพียงชั้นเดียวได้ ใช้เครื่องมือ Ball burnisher หรือ Flame shape burnisher ตกแต่งขอบให้เรียบ หรือใช้ปลายพู่กันกดเรซิน คอมโพสิตเบาๆ เพื่อให้เป็นร่องธรรมชาติไม่คมชัดมากนัก



ทำการฉายแสง 40 วินาทีเพื่อช่วยให้เรซินคอมโพสิตเรซินมีการก่อตัวได้ลักษณะคอมโพสิตที่มีความแข็ง



5. ถอดแผ่นยางกันน้ำลาย

6. ตรวจสอบการสบฟันด้วยกระดาษตรวจสอบการสบฟัน (Articulating paper)

7. ทำการกรอลดจุดสูง ด้วยหัวกรอสำหรับการขัดแต่ง ตัวอย่างเช่น หัวกรอทรงกลมชนิดกากเพชรแบบละเอียด (Football or Round shape fine diamond finishing bur)

8. ตรวจสอบจุดสบและแนวการเคี้ยวและเคลื่อนที่ของขากรรไกรด้วย articulating paper ตรวจสอบการสบฟันในตำแหน่งการสบฟันนอกศูนย์ (Centric relation)



9. กรอจุดสูงด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด (Fined or Ultrafined diamond finishing burs) เพื่อกำจัดจุดสบที่คล้ำหรือจุดสูง

10. ใช้หัวขัดแบบแผ่นพลาสติก (Pop-on disc) ขัดแต่งที่บริเวณขอบเขตให้เสมอ ฟันธรรมชาติ

11. กรอแต่งลายละเอียด โดยกรอตกแต่งเรซิน คอมโพสิต ตามขอบให้ได้ขอบที่เรียบสนิท และขัดให้เรียบโดยการใช้หัวขัดชนิดเรซินอ่อน หัวขัดยางชนิดผสมผงขัด (Astropol)

12. กรอขัดเงาและเรียบเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ทำให้เรซิน คอมโพสิตมีความเรียบสูงสุดและเงาอย่างสวยงาม ได้แก่ หัวขัดยางชนิดผสมผงขัดขนาดละเอียด (Astropol) หัวขัดรูปขนแปรงที่มีผงซิลิโคนคาร์ไบด์ หัวขัดยางเคลือบผง ขัดรูปขนแปรง และการใช้ชุดขัดร่วมกับผงขัดเรซิน คอมโพสิตชนิดต่างๆ



ขั้นตอนการบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับโพรงฟันประเภทที่ 2

กรณีใช้ Filtek Bulk Fill Posterior restorative และ Scotchbond universal adhesive

1. ขั้นตอนการทำความสะอาดเตรียมโพรงฟันและใส่ matrix เช่นเดียวกับการบูรณะด้วย resin composite ปกติ
2. การใช้ Scotchbond universal adhesive

ทาสารยึดติดที่บริเวณโพรงฟันในลักษณะถูๆวนๆ (Agitation or scrub) ไปมา 20 วินาที เป่าให้แห้ง ประมาณ 5 วินาทีเพื่อให้ตัวทำละลายระเหยไป ฉายแสง 10 วินาทีสำหรับเครื่องฉายแสง LED

3. การบูรณะด้วย Filtek Bulk Fill Posterior restorative

- สามารถอุดได้มากที่สุด 5 mm. ในครั้งเดียว โดยไม่ต้องอุดทีละ 2mm.
- ใช้ single dose capsule ใส่ใน restorative dispenser ใช้ปลาย tip วางใกล้กับส่วนที่ลึกสุดของ cavity เริ่มฉีควัสดุออกจาก dispenser ยกปลาย tip ถอยขึ้นช้าๆขณะวัสดุเริ่มเต็ม cavity ส่วนล่างๆ ห้ามยกหัว tip ออกขณะฉีควัสดุเพื่อลดการเกิด void เมื่อวัสดุเต็มลากหัว tip มายังผนังของ cavity และนำออกมา
- อุดให้เกินเล็กน้อยเพื่อให้ขอบมีวัสดุเต็ม ตกแต่งรูปร่างโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ball burnisher, composite carver
- กรณีโพรงฟัน Class II มีระยะความลึก 5 mm. เครื่องฉายแสง LED ฉายแสงด้าน occlusal, buccal และ lingual ด้านละ 10 วินาที (ถ้าใช้เครื่องฉายแสง Halogen เพิ่มเป็นด้านละ 20 วินาที)

4. แก้วจุดสูงและขัดแต่งด้วยหัวกรอเช่นเดียวกับวัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตทั่วไป

New technology of Dental Composite and Clinical technique

Assist. Prof. Piyanart Ekworapoj, DDS, MSc, PhD
General Dentistry Dept., Faculty of Dentistry,
Srinakarinwirot University, Bangkok 10110 THAILAND

Dental Composite restorative materials

- Three basic composition of Dental Composite
 - Resin : Monomer System
 - Filler
 - Silane Coupling agent
 - Others

Type of Dental Composite

Classification : Size of Filler particle

- Macrofilled composites
- Microfilled composites
- Microhybrid composites
- Nanofill composites
- Nanohybrid composites

Contemporary Dental composite

- Nano-filled hybrid composite
 - Nanocomposite
 - Nanofilled composite
- Flowable
 - Packable
 - Conventional

Lussi A and Schaffner M. Advances in Restorative Dentistry. Quintessence Publishing. 2012

Classification of Dental composite

Tab.II Classification of composites according to filler particles (LUTZ & PHILIPS 1983)

Filler	Macro-filler (>10 µm)	Micro-filler (0.01–0.1 µm)	Micro-filler complexes	
Composite type	Macro-filler composite	Hybrid composite	Homogenic Micro-filler composite	Inhomogenic Micro-filler composite
Properties	+ physical properties + radiopacity – polishability – wear resistance	+ radiopacity + polishability + physical properties – polymerisation shrinkage	+ polishability – wear resistance – water absorption – radiopacity – polymerisation shrinkage	+ polishability + aesthetics – physical properties
Purpose	Core build-up material under indirect restoration? No longer indicated	All classes of restoration	Small anterior restorations Class V	Small anterior restorations Class V
Example	Prisma-Fil®	Tetric Ceram®	Palfique®	Filltek A110®
+ : positive property, performance acceptable – : negative property, performance unacceptable				

Classification of Dental composite

Composite type	Filler
Densified composites - Midway – filled Ultrafine Fine - Compact – filled > 60% by volume Ultrafine Fine	< 60% by volume Particles < 3 µm Particles > 3 µm > 60% by volume Particles < 3 µm Particles > 3 µm
Microfine composites - Homogeneous - Heterogeneous	Average particle size = 0.04 µm
Miscellaneous composites	Blends of densified and microfine composites
Traditional composites	Equivalent to what are termed macrofill composites in other classifications
Fiber – reinforced composites	Industrial – use composites

(Williams , 1993)

Microfill composite

- 1978 premier materials for **simulating the enamel surface**
- Esthetic & Biological properties (Compatibility)
- Small sized, uniform, spherical particle
- Greatest long term polish/ high wear resistance
- High plaque resistance
- Refractive and Reflective index ~ Enamel surface
- Translucency ~ Enamel surface : shining appearance
- Low Fracture Toughness : High stress area

Microhybrid

- Higher strength properties --- microfill
- **Opacity** : simulating the strength and support characteristics of the **dentin**
- Masking : dark or discoloration area
- Particle size: 0.4 -0.7 micron, agglomerated up to 35 micron
- No long term polishability

Nanofill composite

- Recently developed dental composites
- Today's **universal materials**
- Polishability/ Great qualities surface smoothness
- Strong/low shrinkage
- Good opaquing quality
- Recommendation for use on their own or underneath a microfill
- Nanofill composites : no biological compatible with gingival tissue over time as microfill composite

Composite Selection : Summary

- **Microhybrid/Nanofill:** Great strength/Opacity: **Dentine Replacement**
- **Nanohybrid:** good strength/esthetics: **Universal materials**
 - Suitable for dentine replacement than enamel replacement
 - Single layer technique
 - Multi –materials technique ; used as microhybrid overlay with microfill
- **Microfill: Enamel replacement**

Current composite resin

Company	Composite Name	Market Share, %	MSDS Monomer Composition
3M ESPE	Filtek Supreme Plus	16.60	BPA ethoxylate dimethacrylate (CAS No. 41637-38-1); diurethane dimethacrylate (CAS No. 72869-86-4); bis-GMA (CAS No. 1565-94-2); TEGDMA (CAS No. 109-16-0)
Dentsply Caulk	TPH 3	9.70	Urethane-modified bis-GMA dimethacrylate (CAS No. 126646-17-1); "polymerizable dimethacrylate resin" (CAS-109-16-0 and 24448-20-2)
Dentsply Caulk	Esthet-X	8.20	Urethane-modified bis-GMA dimethacrylate (CAS No. 126646-17-1)
Kerr Corporation	Premise Indirect	5.70	"Uncured methacrylate ester monomers" (CAS No. 109-16-0)
Kerr Corporation	Herculite XR	5.30	"Uncured methacrylate ester monomers" (CAS No. 109-16-0)
3M ESPE	Filtek Z250	5.00	BPA ethoxylate dimethacrylate (CAS No. 41637-38-1); diurethane dimethacrylate (CAS No. 72869-86-4); bis-GMA (CAS No. 1565-94-2); TEGDMA (CAS No. 109-16-0)
3M ESPE	Z100	3.80	Bis-GMA (CAS No. 1565-94-2); TEGDMA (CAS No. 109-16-0)
Heraeus	VENUS	3.10	"Methacrylates"
3M ESPE	Filtek Supreme Plus flowable restorative	3.10	Bis-GMA (CAS No. 1565-94-2); TEGDMA (CAS No. 109-16-0); BPA ethoxylate dimethacrylate (CAS No. 41637-38-1)
Kerr Corporation	Point 4	2.70	"Uncured methacrylate ester monomers" (CAS No. 109-16-0)

Product (Manufacturer)	Code	Lot	Category	Matrix	Photo- initiator	Energy required* (J/cm ²)	Particle size (µm) (Mean)	Filler type	Filler content	
									%wt	%vol
Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Tokyo, Japan)	EQ	E674	Minifill	Bis-GMA, TEGDMA	CQ/ RAP	4.5-6	0.1-0.3 (0.2)	Zirconia-silica, composite filler	82	71
Heliomolar (Ivoclar-Vivadent, Amherst, NY)	HM	M00783	Microfill	Bis-GMA, UDMA, Decandiol dimethacrylate	CQ/ amine	20	0.04-0.2	Silicon dioxide, ytterbium trifluoride, pre-polymers	66,7	46
Tetric EvoCoram (Ivoclar-Vivadent, Amherst, NY)	TEC	N58533	Nanohybrid	Dimethacrylates	CQ/ amine	10	0.04 3.0 (0.55)	Barium glass, ytterbium trifluoride, mixed oxide, pre-polymers	75 76	53 55
Premise (Kerr, Orange, CA)	PR	3204934	Nanohybrid	Bis-EMA, TEGDMA	CQ/ amine	10	PPF, 30-50 Silica, 0.02 Barium, 0.4	Pre-polymerized filler, barium glass, silica filler	84	70
Artiste (Pentron, Wallingford, CT)	AR	167373	Nanohybrid	PCBisGMA/ BisGMA/ UDMA/HDDMA	Not reported	8.0-12	0.02-0.7	Barium boro-alumino silicate glass, nano-particulated silica, zirconium silicate	75	66
Beautifil II (Shofu, Kyoto, Japan)	BII	051026-51	Giomer Nanohybrid	Bis-GMA, TEGDMA	CQ/ amine	10	0.01-4.0 (0.8)	Glass filler, S-PRG filler (fluoroboroaluminosilicate glass)	83,3	68,6
Filtek Supreme Plus (3M-ESPE, St. Paul, MN)	FSP	8EA	Micro-hybrid	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA	CQ/ amine	24	Clusters, 0.6-1.4; Silica, 0.02	Silica filler, zirconia filler, aggregated zirconia/silica	78,5	59,5
Vit-L-Escence Ultradent, South Jordan, UT)	VL	B4869	Micro-hybrid	Bis-GMA	CQ/ amine	9,2	0,7	Barium alumina silicate	75	58

(*) The energy requirement was calculated based on the information provided from the manufacturer regarding time and light curing unit recommended for polymerization. Bis-GMA: Bisphenol A glycidyl dimethacrylate, Bis-EMA: Ethoxylated bisphenol A dimethacrylate, CQ: Camphorquinone, HDDMA: Hexanediol dimethacrylate, PCBis-GMA: Polycarbonate modified-BisGMA, PEGDMA: Poly (ethylene glycol) dimethacrylate, PPF: Pre-polymerized filler, RAP: Radical amplified photopolymerization, TEGDMA: Triethylene glycol dimethacrylate, UDMA: Urethane dimethacrylate.

Development of Dental Composite

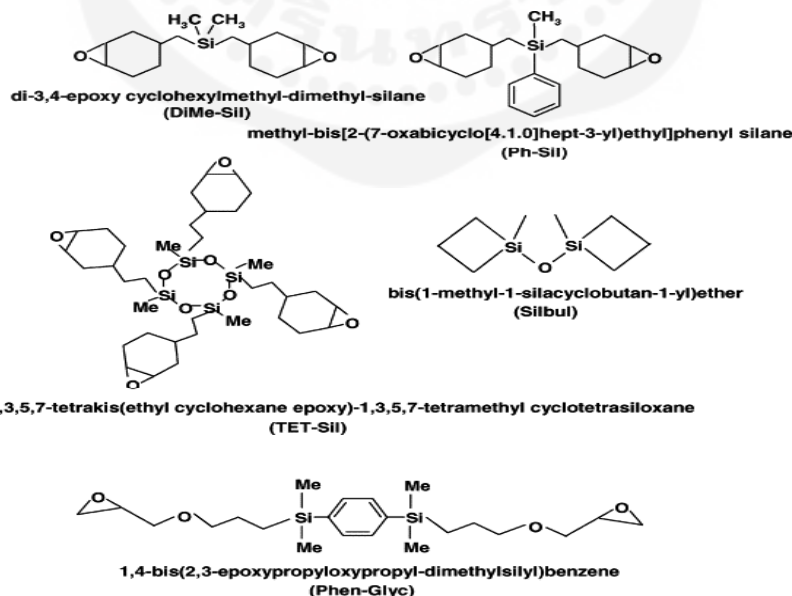
- Change in Chemical Composition
 - Monomer system
 - Non Bisphenol A monomer system e.g. urethane dimethacrylate
 - Dimethacrylate-diluent free monomer system e.g. silorane, ormercer
 - Filler system
 - Nano-filler technology
 - Silane coupling agent

Silorane

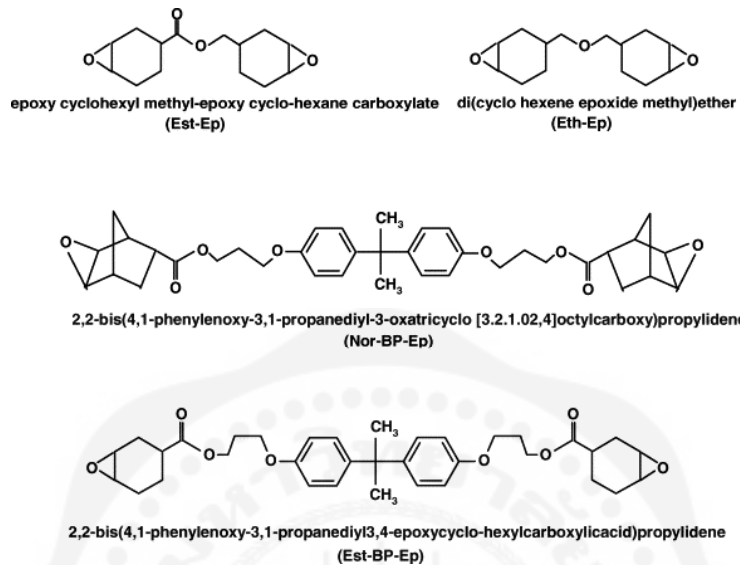
- New class of compound using in dentistry
- Silorane = Siloxanes + Oxiranes
- Silorane based materials : combination of siloxane backbone, provide hydrophobic characteristic, with cycloaliphatic oxirane rings.
- Ring-opening cationic polymerization process, causing expansion to compensate the volumetric shrinkage and stress
- Methacrylate free resin based dental composite
- Example: Filtrek™ LS (3M ESPE, USA)

Terry DA, Leinfelder KF, Blatz MB. A comparison of advance resin monomer technologies. Int Dent (African edition): 1 (2): 6-10

Chemical structure of Silane



Oxirane



Advantage of Silorane

- Biocompatibility : No residual methacrylate monomer release
- Hydrophobic :
 - Reducing water uptake and enhance hydrolytic stability
 - Reducing an adhesion of Streptococi strain on the resin surface
 - Increase longevity of restoration
 - Reducing recurrent caries
- Low shrinkage
 - Cationic polymerization (Ring opening step) reduce contraction polymerization
 - Methacrylate based resin: Free radical additional reaction (double bond)
 - Volumetric shrinkage value ranges 0.66 -1%
 - Shrinkage stress reduced 27% compared to methacrylate-based composite

Disadvantages

- Reducing polymerization stress may improve marginal performance
- Marginal adaptation of silorane CI II restoration was inferior compared to a methacrylate based materials [Schmidt et al., 2010]

Schmidt M, Kirkevang LL, Horsted-Bindslev P, et al. Marginal adaptation of a low shrinkage silorane based composite: 1 year randomized clinical trial. Clin Oral Investigate 2011. Apr;15(2):291-5. Epub 2010 Jul 20.

Consideration of Adhesive System

- Compatibility with available dental adhesive system in market : No
- Adhesive currently available for traditional methacrylate materials cannot be used in combination with Filtek LS restoratives.
- Leading to insufficient clinical results and performance
- Two-step self etch : design for bridging between hydrophilicity and hydrophobicity at the interface between tooth and the restorative materials.



Repair of Silorane composite

- Using a methacrylate based composite?
- Silorane composite can be repaired with either same substrate or a methacrylate based nanofiller composite
- However, it requires mechanical surface treatment and silanization prior to adhesive application (in case of methacrylate based resin composite).
- Silica coating and following with silane coupling agent application will achieve the highest bond strength

Wiegand et al. Repair of silorane composite – using the same substrate or a methacrylate –based composite? Dent Mat 2012; 28: e 19-e25.

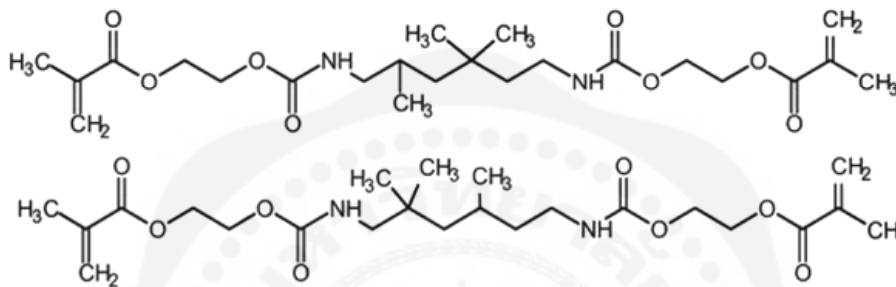
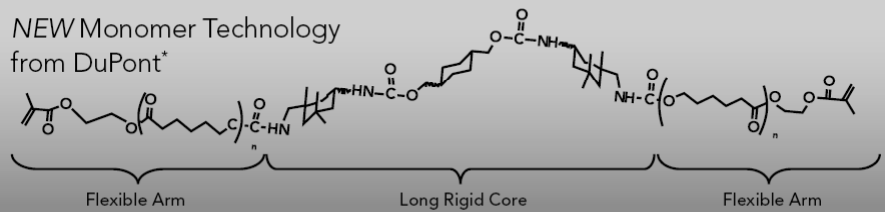
Urethane Dimethacrylate (UDMA)

- DX511 new monomer family based on urethane dimethacrylate chemistry
- Compatible with current bonding agent
- Urethane dimethacrylate monomer :
 - Structure: Long rigid molecules with flexible arm
 - High molecular weight monomer reduces the polymerization shrinkage since less double C=C.
 - Long rigid core prevent monomer deformation reduce polymerization shrinkage
 - Long monomer chain, reactivity decrease
 - Flexible arm help to increase the reactivity during polymerization process
 - UDMA (traditional composite) =
 - long chain core and flexibility, polymerization, fold and occupy less space, loss in dimension

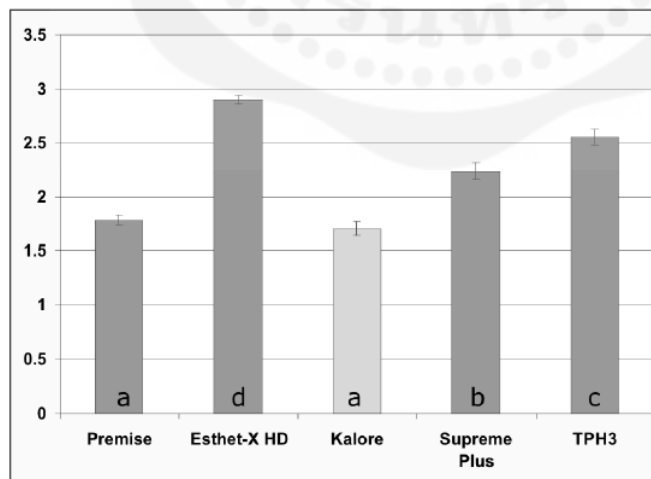
Terry DA, Leinfelder KF, Blatz MB. A comparison of advance resin monomer technologies. Int Dent (African edition): 1 (2): 6-10

Urethan dimethacrylate based composite filling materials

NEW Monomer Technology
from DuPont*



Volumetric Shrinkage (%)



KALORE™ has one of the lowest % volumetric shrinkage of all composites tested.

Protocol:

Shrinkage at 60 minutes by mercury dilatometer (ADAHF).

Volumetric Shrinkage (1 hour, Mercury dilatometer; n=3)

Means with the same lower case letter are not significantly different (1-way ANOVA/Tukey's; p = 0.05).

Dental Nanocomposites and adhesives

Current on the market

- Filtek Supreme XTE® (3M ESPE)
- Premise® (Kerr)
- Adper® Single Bond Plus : Adhesive Single bond



Flowable composite

Summary of ideal properties of flowable composite resin and their clinical significance and indications

Ideal Property	Clinical Significance	Clinical Indications
Flow ability	for easy manipulation and adaptability to cavity	- Minimal occlusal class I cavities - Preventive Resin Restorations - Pit & Fissure sealants - Minimally invasive Class II proximal boxes - Cavity Liners - Minimally invasive class III restorations - Class V abfraction lesions - Bonding of orthodontic brackets/lingual orthodontics retainers - Splinting fractured and mobile teeth - Emergency reattachment of fractured anterior tooth segment - Repairing temporary restorations - Denture repairs - Repair of ditched amalgam margins - Repair of crown/composite restoration margins - To block out small undercuts in indirect cavity preparations - Repair of small porcelain fractures in non-stress-bearing areas - Luting porcelain/composite resin veneers - As a protective base in non-vital dental bleaching - Bonding of fibre posts in the restoration of endodontically treated teeth
Increased strength	for better wear resistance and fracture toughness	
Low shrinkage	for reduced microleakage and better marginal adaptation	
Radiopacity	to differentiate between the material and secondary caries	
Shades corresponding to conventional composites	colour adaptative qualities when used in combination with conventional composites	
Polishability and long-lasting shine	for better aesthetics	
Colour stability	for better aesthetics	
Bio-compatibility	less toxic to the pulp and surrounding soft tissues	

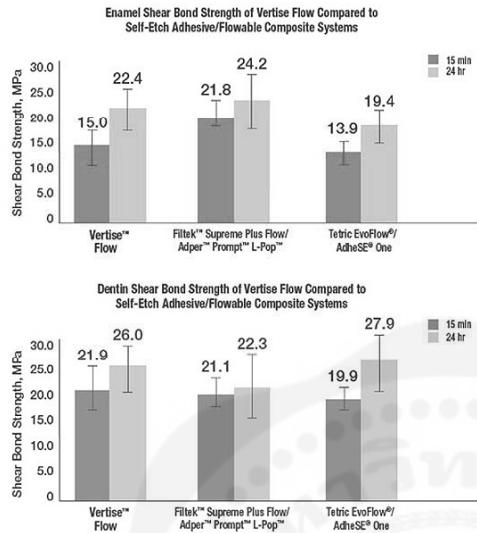
Baroudi K and Rodrigues JC. Flowable Resin Composites: Systematic review and clinical considerations. Journal of Clinical and Diagnosis Research 2015;9(6): ZE18-ZE24.

Flowable composite



Self Adhesive Dental Composites

Vertise Flow Composite (Kerr ®)



prep tooth, place Vertise Flow, cure

<http://www.youtube.com/watch?v=6VTBUukAosY&feature=related>

<http://www.cdeworld.com/courses/4473-adhesion-procedures-and-considerations-for-everyday-practice>

High viscosity glass ionomer cement

Self adhesive restorative dental materials



<http://www.interguidedental.com/Riva-Self-Cure-HV-p47227.html>

Encapsulated GIC (Fuji IX) and RMGIC (Fuji II)

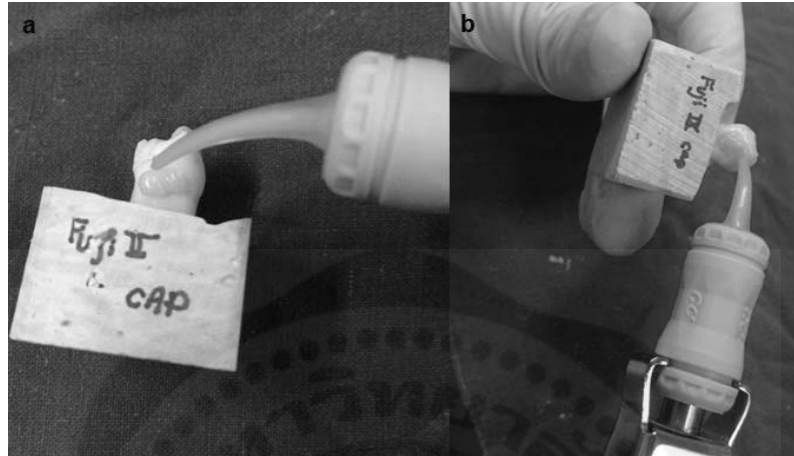


Fuji IX encapsulated conventional GIC

Sachet and Delivery system



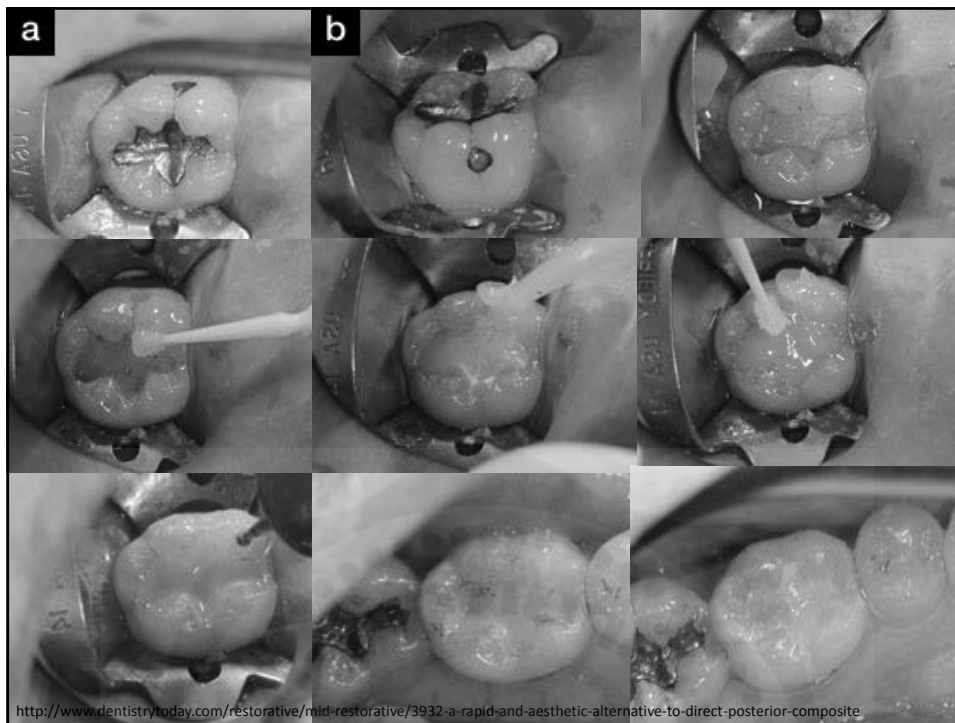
GI restoration (Injectable filling materials)



A rapid and Aesthetic alternative to direct posterior composites

Pitel ML., 2010

Dentistry Today, November

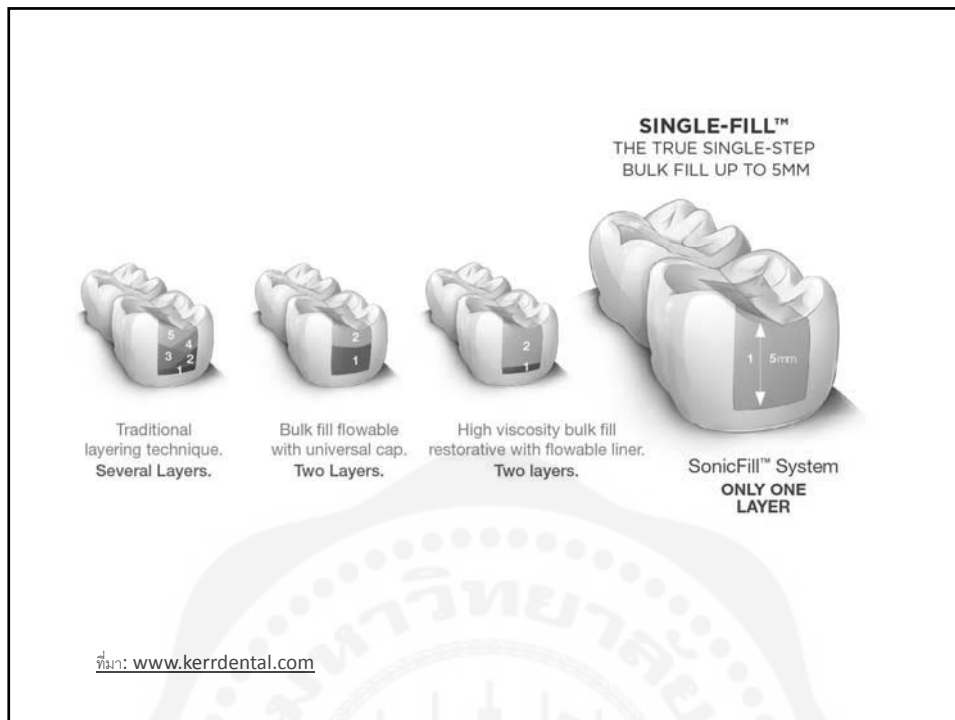


Sonic Fill Dental Composite

- Flowable composite for posterior class II cavity
- Eliminate incremental technique
- Bulk technique



<http://www.youtube.com/watch?v=fSygrh6glRQ&feature=related>



Sonic Fill : How does it work?

- The unique SonicFill composite material contains a proprietary rheological modifier that reacts to sonic energy from the handpiece and causes the viscosity to drop almost 90% during extrusion.
- This viscosity drop allows the SonicFill composite to rapidly flow into the cavity, providing effortless placement and superior adaptation. SonicFill places precisely and efficiently without bubbles or voids.
- When the sonic energy is removed, the composite quickly returns to a non-slumping, sculptable state that is easy to handle and carve without being sticky.
- Simply place a single increment of material, contour, cure for 20 seconds from the occlusal, 10 seconds from the buccal and lingual and polish. It really is that fast, efficient and profitable. No more "2mm protocol", multiple curing stages, additional capping layer, or esthetic compromises. And with SonicFill's superior strength, low shrinkage and high depth of cure, you can use it with complete confidence

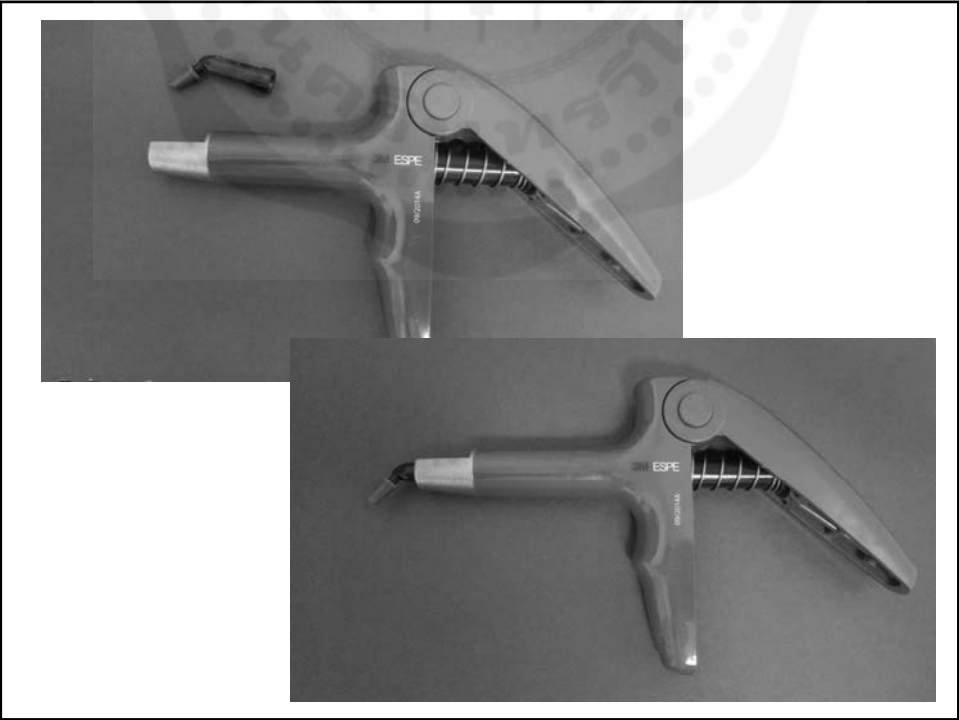
Injectable dental composite



<http://www.kavo.com/2.-KaVo-Webinar-Composit-filling-with-SONICfill.aspx>

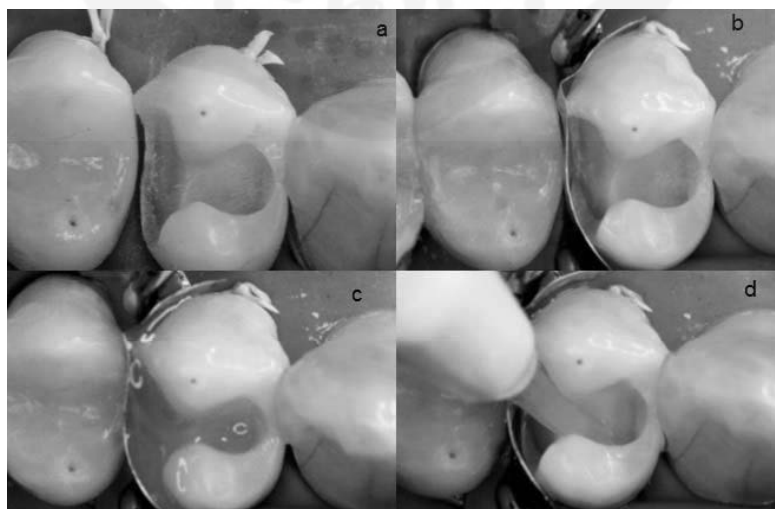
Posterior composite resin (Injectable)



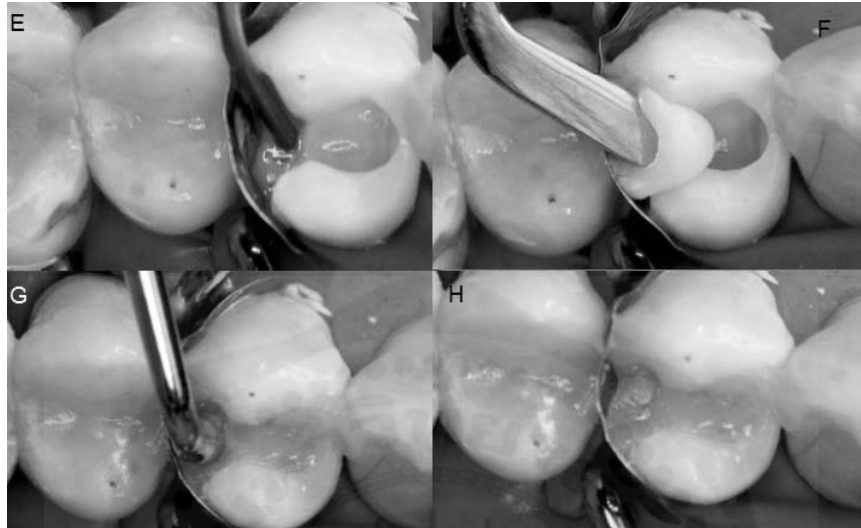


CI I and CI II Composite restorations

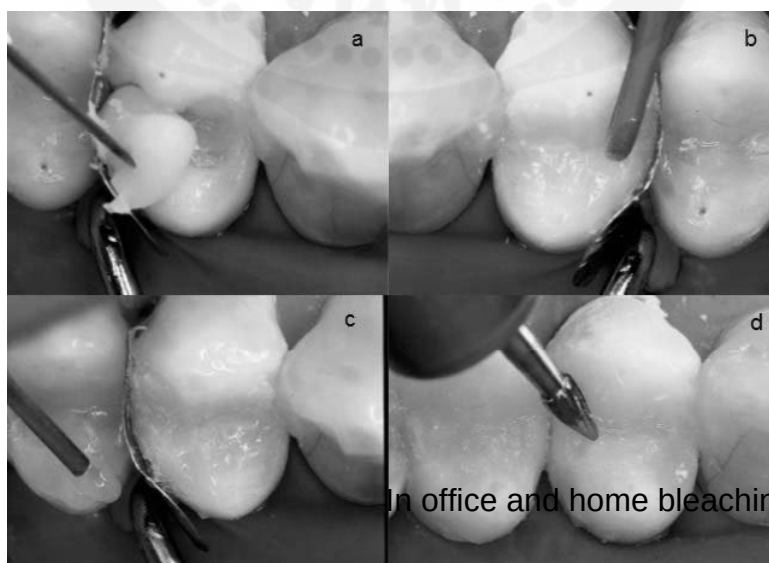
CI II Composite restoration



CI II Composite restoration

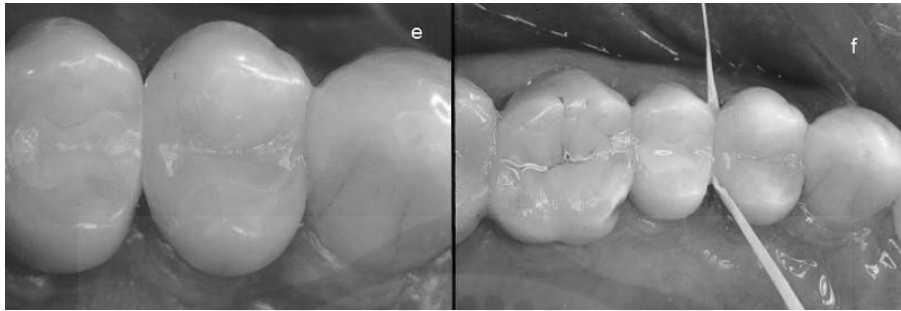


CI II Composite restoration



In office and home bleaching set

CI II Composite restoration

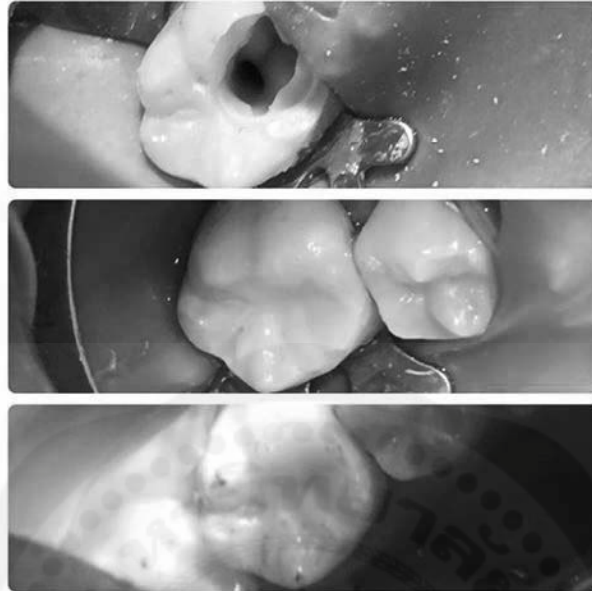


CI II Composite restoration
Cavity preparation

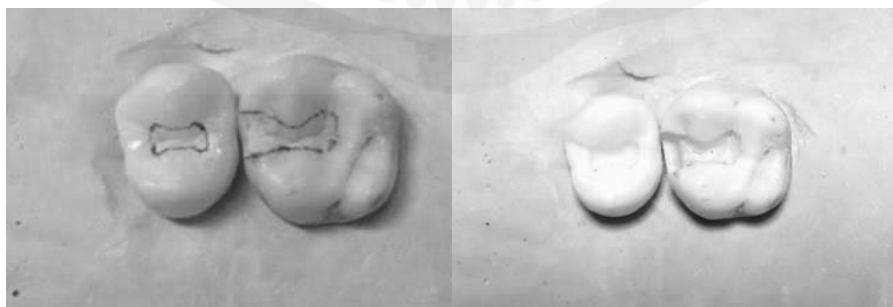
Minimally Invasive restoration



Restoration after RCT



CI I and CI II Outline and Preparation

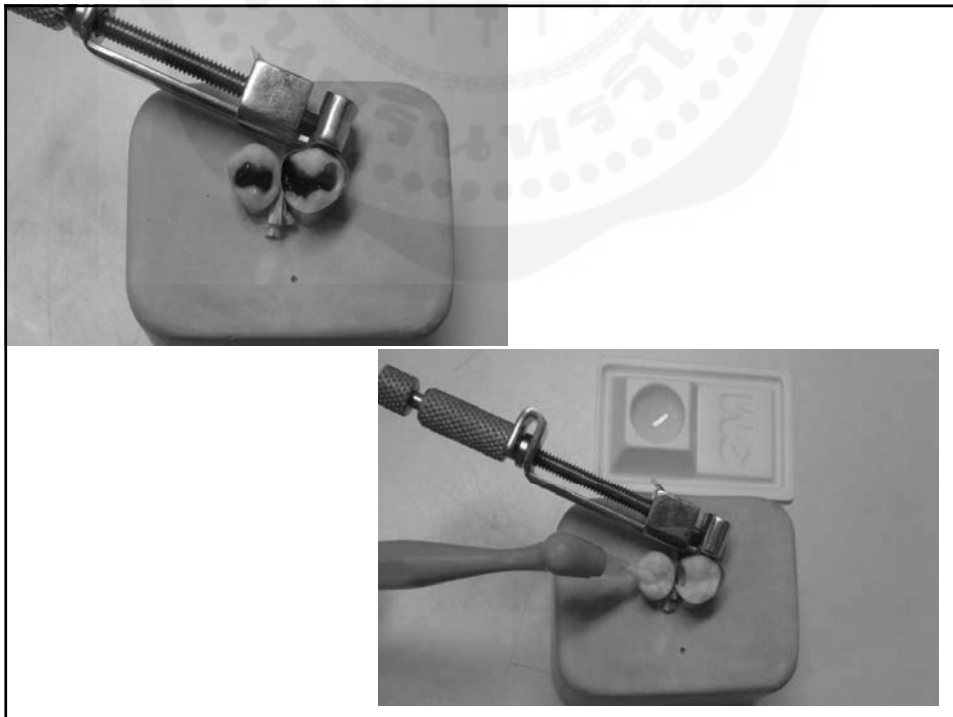


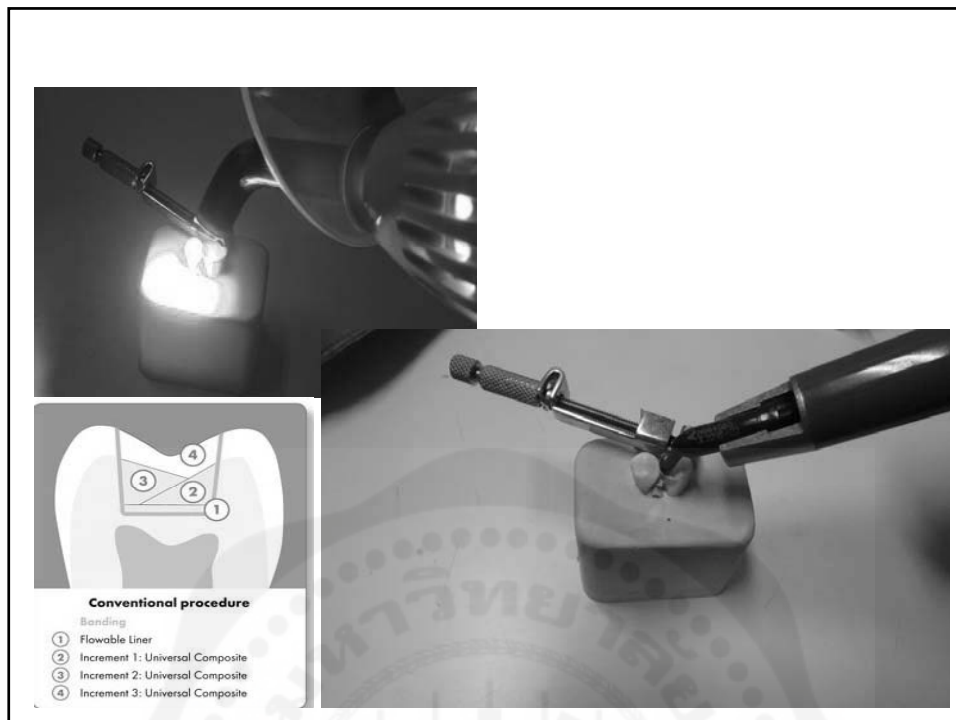
CI I and CI II Dental Composite



Cavity Preparation and
Filling procedure

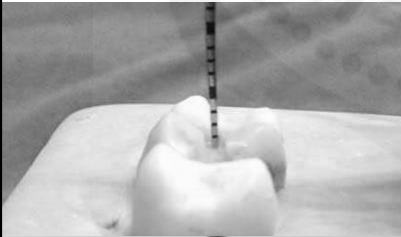
Bulk-fill dental composite





Depth of Curing

- Normal : 4 mm
- Bulk fill (proximal area): 5 mm



Depth of Curing

Depth of Curing	DC
1 mm	65s
2 mm	45s
3 mm	25s
4 mm	



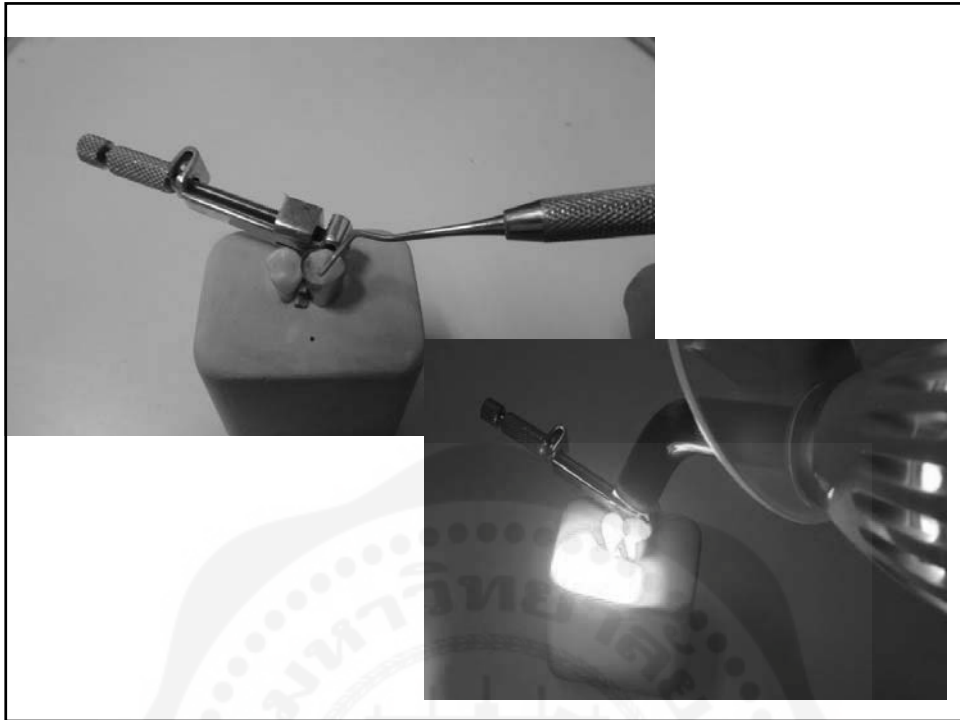

- Matrix and Wedge



Curing Unit and Direction

Caries Classification	Increment Depth	All halogen lights (with output of 550-1000mW/cm ²)	3M™ ESPE™ LED lights (with output 1000-2000mW/cm ²)
Cases I, III, IV and V	4 mm	40 sec	20 sec
Class II	5 mm	20 sec occlusal, 20 sec buccal, 20 sec lingual	10 sec occlusal, 10 sec buccal, 10 sec lingual





Polishing



CI I and CI II Composite restoration

