บทความปริทัศน์
Review Article

เซลฟ์แอดฮีซีพ เรซินซีเมนต์
Self Adhesive Resin Cement

ภูสิต กาญจนะวสิต[1], นงนภานันท์ คำปินไชย[2], ทัดจันทร์ ครองบารมี[1]
[1]ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ, [2]นักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรชั้นสูงทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Phusit Kanchanavasita[1], Nongnapanan Campinchai[2], Tadchan Krongbaramee[1]
[1]Department of Restorative Dentistry, [2]High graduate student, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม.ทันตสาร 2551; 29(1) : 7-20
CM Dent J 2008; 29(1) : 7-20

บทคัดย่อ

จากความต้องการในการบูรณะฟันแบบวิธีอ้อมที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ความสำคัญของการเลือกใช้วัสดุเพื่อยึดชิ้นงานเข้ากับฟันมีเพิ่มมากขึ้นด้วย วัสดุดังกล่าวมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติและการนำไปใช้งานที่แตกต่างกันไป การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานที่ทำ จะช่วยให้ชิ้นงานนั้นๆ สามารถยึดติดแน่นอยู่กับฟันและใช้งานได้เป็นเวลานาน ซึ่งเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์แอดฮีซีฟก็เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากมีขั้นตอนการทำงานที่ไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องเตรียมผิวฟันก่อนยึดติด ทำให้มีโอกาสเกิดอาการเสียวฟันหลังการบูรณะน้อยกว่า บทความนี้ได้กล่าวถึงการศึกษาคุณสมบัติด้านต่างๆ ของเรซินซีเมนต์ชนิดนี้เปรียบเทียบกับเรซินซีเมนต์ชนิดอื่น เพื่อประกอบการเลือกใช้เรซินซีเมนต์แต่ละชนิดให้เหมาะสมกับงานที่ทำ อันจะทำให้เกิดผลดีที่สุดแก่ผู้ป่วยต่อไป

คำไขรหัส: เซลฟ์แอดฮีซีพ เรซินซีเมนต์ วัสดุบูรณะโดยวิธีอ้อม

Abstract

Nowadays, the demand for indirect restorations has increased, so the important of the selection of luting materials has increased too. There are many luting materials available to clinicians with different properties and different clinical uses. Proper selection of luting materials leads to long term clinical success. Self adhesive resin cement is one of the luting materials that widely used because of its insensitive technique, no surface treatment of tooth structure and less post-operative tooth sensitivity. In this article, some studies of properties of this cement and other type of resin cement have been presented to be considerations for proper luting cement selection for each restoration to be the best benefit for patients.

Key words: self adhesive resin cement, indirect restoration

บทนำ

ในปัจจุบัน ความนิยมใช้เรซินซีเมนต์เพื่อยึดชิ้นงานบูรณะที่สร้างจากห้องปฏิบัติการ (indirect restoration) มีมากขึ้น โดยเฉพาะในงานทันตกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสวยงาม เช่น ครอบฟันกระเบื้องล้วน (all-ceramic restoration) วีเนียร์ (veneer) ชิ้นงานอุดฝัง (Inlay) ชิ้นงานอุดครอบ (onlay) รวมไปถึงครอบฟันติดแน่น สะพานฟันติดแน่นชนิดอื่นๆ ด้วย เนื่องจากเรซินซีเมนต์มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี เช่น มีความแข็งแรงสูง ให้ความสวยงาม[1] มีค่าการละลายตัวต่ำ สามารถยึดติดกับทั้งฟันและวัสดุบูรณะได้ดี ลดการเกิดการรั่วซึม (micro-leakage) ระหว่างรอยต่อของวัสดุบูรณะและตัวฟัน[2] ลดการเสียวฟันหลังยึดติดชิ้นงาน (post-operative sensitivity) และยังช่วยลดการเกิดฟันผุซ้ำได้ด้วย[3,4]

เรซินซีเมนต์ถูกผลิตออกมาหลายรูปแบบและหลายประเภท ซึ่งก็มีส่วนประกอบบางอย่างแตกต่างกันออกไปตามชนิดของเรซินซีเมนต์นั้นๆ

เรซินซีเมนต์ที่ถูกผลิตออกมาเพื่อใช้เป็นวัสดุยึดชิ้นงานนั้น มีข้อดีกว่าวัสดุยึดชิ้นงานอื่นๆ คือ สามารถทำให้เกิดการยึดติดระหว่างวัสดุบูรณะกับตัวฟันทั้งทางจุลกลศาสตร์ (micro-mechanical bonding) และทางเคมี (chemical bonding) ได้ แต่ก็มีความยุ่งยากในการเตรียมก่อนการยึดติดกับฟันคือ ต้องมีการปรับสภาพผิวฟันก่อนโดยการใช้กรดกัด (etching) และทาสารยึดติด (adhesive bonding) หรือใช้วิธีการปรับสภาพผิวฟันโดยการใช้เซลฟ์ เอชท์ ไพรเมอร์ (self etched primer) และต้องทำด้วยความระมัดระวังทุกขั้นตอน จึงมีการคิดค้นเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่ขึ้นมา คือเรซินซีเมนต์ที่สามารถยึดติดกับตัวฟันได้โดยไม่ต้องอาศัยระบบยึดติดหรือที่เรียกว่า เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ (self adhesive resin cement)

เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ถูกผลิตออกมาสู่ท้องตลาดเมื่อประมาณ 4-5 ปีที่ผ่านมา เพื่อตอบสนองความต้องการของทันตแพทย์ในการทำงาน เพื่อให้มีความสะดวกและง่ายขึ้น ลดขั้นตอนของการเตรียมสภาพผิวฟันโดยไม่ต้องทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยการใช้กรดกัดหรือทาสารยึดติดใดๆ ก่อน สามารถผสมซีเมนต์แล้วนำไปยึดติดกับตัวฟันได้เลย

เนื่องจากเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ถูกผลิตออกมาสู่ท้องตลาดได้ไม่นาน การศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆ ของเรซินซีเมนต์ชนิดนี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้วัสดุบูรณะที่สร้างขึ้นมาสามารถคงอยู่ได้ในช่องปากและมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีที่สุด

เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์

เรซินซีเมนต์มีการพัฒนาต่อเนื่องมาจากการพัฒนาวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต ดังนั้นเรซินซีเมนต์จึงมีส่วนประกอบหลักเหมือนวัสดุเรซินคอมโพสิต ได้แก่ ส่วนเรซินแมทริกซ์ (resin matrix) ที่เป็นไดอะครายเลตโมโนเมอร์ (diacrylate monomer) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูงและมีความหนืดมาก ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ยึดชิ้นงาน จึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมไดเมทาครายเลตโมโนเมอร์ (dimethacrylate monomer) ที่มีโมเลกุลต่ำเพื่อลดความหนืด ร่วมกับการเติมวัสดุอัดแทรก (filler) จำพวกซิลิกา (silica) หรือแก้ว (glass particle) ที่ยึดกันด้วยสารยึดติดไซเลน โดยขนาดและปริมาณของสารอัดแทรกที่ผสมอยู่ที่แตกต่างกันจะมีผลต่อคุณสมบัติของเรซิน ซีเมนต์แต่ละชนิด

เรซินซีเมนต์สามารถยึดติดกับโครงสร้างฟันทั้งชั้นเคลือบฟัน (enamel) และชั้นเนื้อฟัน (dentin) โดยอาศัยการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ด้วยการใช้กรดกัดผิวฟันให้เกิดรูพรุนขนาดเล็กเพื่อให้โมโนเมอร์ที่ชอบน้ำ (hydrophilic monomer) ไหลเข้าไปเพื่อก่อให้เกิดการยึดติดทางกลศาสตร์ และวัสดุอัดแทรกที่เป็นพวกแก้วหรือซิลิกาถึงร้อยละ 50-70 โดยน้ำหนัก จะทำให้มีกำลังแรงอัดสูงขึ้น ความต้านทานต่อการดึงสูงขึ้น สามารถทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดีเมื่อเทียบกับซีเมนต์ชนิดอื่นๆ แต่เมื่อมีวัสดุอัดแทรกปริมาณมากก็จะทำให้ซีเมนต์มีความหนืดสูงขึ้น การไหลแผ่ลดลง และแผ่นฟิล์มเรซินซีเมนต์จะมีความหนาเพิ่มมากขึ้น[5]

เราสามารถจัดกลุ่มเรซินซีเมนต์ได้หลายแบบ เช่น แบ่งตามส่วนประกอบพื้นฐาน ได้แก่ อะคริลิก เรซินซีเมนต์ (acrylic resin cement) และ ไดเมทาครายเลตซีเมนต์ (dimethacrylate cement) หรือแบ่งตามลักษณะ

การเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัว (polymerization)[6] ได้แก่ ชนิดบ่มตัวด้วยตนเอง ชนิดบ่มตัวด้วยแสง และชนิดบ่มตัวสองรูปแบบร่วมกัน หรือแบ่งตามวิธีการเตรียมผิวฟันตามระบบยึดติด (adhesive bonding system) ซึ่งเป็นแบบที่จะกล่าวถึงในบทความนี้

การแบ่งประเภทของเรซินซีเมนต์ตามวิธีการเตรียมผิวฟัน แบ่งได้ 3 ระบบ[7] คือ

1. เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับระบบการยึดติดแบบใช้กรดทาแล้วล้างออก (Resin cement with total etch adhesive หรือ etch and rinse)

วิธีนี้จะเตรียมผิวฟันโดยใช้กรดกัด ซึ่งมักเป็นกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ความเข้มข้นประมาณร้อยละ 30-40 ทาที่ผิวฟันเป็นเวลาประมาณ 15-20 วินาที กรดจะสลายสารอนินทรีย์ (inorganic matrix) ออกจากผลึกเคลือบฟัน ซึ่งจะทำให้เกิดรูพรุนเล็กๆ ขนาดไมครอนจำนวนมากบนผิวเคลือบฟัน เมื่อทาสารแอดฮีซีฟเรซินทับลงไป จะเกิดการแทรกซึมของแอดฮีซีฟเรซินเข้าไปในรูพรุนเหล่านี้ เกิดเป็นแท่งเรซินขนาดเล็กยึดติดภายในเรียกว่า เรซิน แทก (resin tag) ส่วนเนื้อฟันเมื่อถูกทาด้วยกรดฟอสฟอริกแล้วล้างออก พบว่าชั้นสเมียร์ (smear layer) บนผิวเนื้อฟันจะถูกกำจัดออก มีการเปิดออกของท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) มีการละลายแร่ธาตุ มีเส้นใยคอลลาเจนที่สูญเสียสภาพอยู่บนพื้นผิว ต่อจากนั้นจึงทาส่วนของไพรเมอร์ (primer) ลงไปในเนื้อฟันเพื่อช่วยคงสภาพและปรับสภาพเส้นใยคอลลาเจนให้พร้อมต่อการแทรกซึมและช่วยเพิ่มพลังงานที่พื้นผิว (surface energy) เพิ่มความสามารถในการไหลแผ่บนพื้นผิวเนื้อฟัน (wettability) เมื่อทาสารแอดฮีซีฟ เรซินลงบนผิวเนื้อฟัน ส่วนโมโนเมอร์จะไหลแทรกซึมผ่านเข้าไปในเส้นใยคอลลาเจน และเมื่อแข็งตัวจะเกิดเป็นชั้นที่ประกอบด้วยสารเรซินและคอลลาเจนที่เรียกว่า ชั้นไฮบริด (hybrid layer)[8]

เรซินซีเมนต์ระบบนี้มีข้อดีคือ มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี ให้ค่าแรงยึดกับฟันสูง[9] เพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักของชิ้นงานเซรามิก[10] แต่ก็มีข้อด้อยในเรื่องวิธีการใช้งานที่ค่อนข้างยุ่งยาก (technique sensitive) เพราะมีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน

2. เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับการยึดติดแบบระบบเซลฟ์ เอชท์ (Resin cement with self - etched adhesive)

ระบบนี้จะลดขั้นตอนในการใช้งานทางคลินิกโดยรวมส่วนของกรดและไพรเมอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีส่วนของโมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรดเป็นส่วนประกอบ เช่น กรดฟอสฟอริก กรดคาร์บอกซิลิก และส่วนของโมโนเมอร์ที่ชอบน้ำ เช่น HEMA (hydroxyethyl methacrylate) การใช้งานในระบบนี้คือไม่ได้มีการกำจัดชั้นสเมียร์ออก โดยส่วนของโมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรดจะทำหน้าที่สลายแร่ธาตุพร้อมกับปรับชั้นเสมียร์ให้เหมาะสมต่อการยึดติด และเคลือบสารแอดฮีซีฟไปพร้อมๆ กัน[8] ข้อดีของระบบนี้คือ ลดขั้นตอนการทำงาน ลดความผิดพลาดจากการทำงาน เช่น การใช้เวลาที่กรดกัดผิวฟันมากหรือน้อยเกินไป ช่วยลดการเสียวฟันหลังบูรณะ[7] แต่ก็มีข้อด้อยคือให้ค่าแรงยึดกับฟันต่ำกว่าเรซินซีเมนต์แบบแรก

3. เรซินซีเมนต์ที่มีการยึดติดแบบระบบเซลฟ์-แอดฮีซีฟ (Self adhesive resin cement)

เป็นการรวมขั้นตอนทั้งหมดไว้ในขั้นตอนเดียวของการใช้งาน ไม่ต้องมีการทาสารใดๆ ที่พื้นผิวฟันและชิ้นงานบูรณะก่อนที่จะทำการยึดติดชิ้นงาน กลไกในการยึดติดได้จากการยึดติดทางจุลกลศาสตร์จากพื้นผิวของฟันที่ถูกกรอแต่งและจากส่วนของโมโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด ซึ่งสามารถละลายแร่ธาตุ ปรับสภาพ และเคลือบสารแอดฮีซีฟไปพร้อมๆ กัน และได้จากการยึดติดทางเคมีของโมโนเมอร์กับส่วนของไฮดรอกซีอพาไทท์ (hydroxyapatite) ที่ผิวฟัน[11]

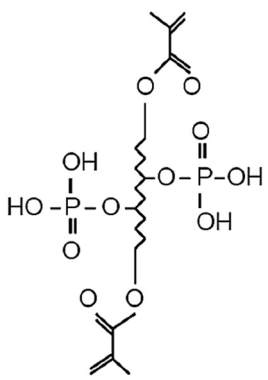
การทำงานของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ อาศัยส่วนของโมโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดที่ได้จากกลุ่มทำงานฟอสเฟต (phosphate monomer functional group) ที่แต่ละบริษัทใส่ลงไปในเรซินซีเมนต์ ซึ่งแต่ละชื่อการค้าก็อาจแตกต่างกันออกไป

ส่วนประกอบของเซล์ฟแอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์

เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ มีส่วนประกอบที่เป็นพื้นฐานอยู่ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนเรซินแมทริกซ์ ประกอบด้วย

• แอดฮีซีฟ เรซินโมโนเมอร์ (adhesive resin mono-mer) เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์จะมีส่วนของโมโนเมอร์ที่ช่วยในการยึดติด คือ แอดฮีซีฟเรซินโมโนเมอร์ (adhesive resin monomer) ซึ่งเป็นส่วนของโมโนเมอร์ที่มีกลุ่มทำงาน (functional group) MDP (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) มีอนุพันธ์กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid derivative:-POH) เป็นส่วนประกอบ โดยจะมีอนุพันธ์กรดฟอสฟอริก 2 กลุ่ม และ คาร์บอนพันธะคู่ (C=C) 2 ตำแหน่งใน 1 โมเลกุล ดังรูปที่ 1 ซึ่งอนุพันธ์กรดฟอสฟอริกเป็นกรดที่สามารถกัดผิวฟันทำให้เกิดความขรุขระและช่วยให้เรซินซีเมนต์สามารถแทรกซึมเข้าไปในผิวฟันได้ เมื่อเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัว จะเกิดการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ระหว่างเรซินซีเมนต์และผิวฟัน และเกิดปฏิกิริยากับแคลเซียมในส่วนของไฮดรอกซีอะพาไทท์ของผิวฟัน ทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีขึ้น[12]



รูปที่ 1 *ใน 1 โมเลกุลของเรซินซีเมนต์ จะมีกรดฟอสฟอริก 2 กลุ่ม และ คาร์บอนพันธะคู่ (C=C) 2 ตำแหน่ง*

Figure 1 *Two groups of phosphoric acid and two positions of carbon with double bond in one molecule of resin cement*

(จาก Rely X™ Unicem Self-adhesive Universal Resin Cement, Technical Product Profile: 3M ESPE)

• เมทาครายเลทโมโนเมอร์ ประกอบด้วย Bis-GMA (Bisphenol A diglycidylether methacrylate) หรือ UDMA (Urethane dimethacrylate) และสารโมโนเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น TEGDMA (Triethylene glycon dimethacrylate) ที่ช่วยทำให้ความข้นหนืดลดลง และเหมาะสมในการใช้งาน

• สารเริ่มปฏิกิริยา และสารกระตุ้นปฏิกิริยา (initiators and catalysts) เช่น แคมฟอร์ควิโนน (camphorquinone) เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (benzoylperoxide)

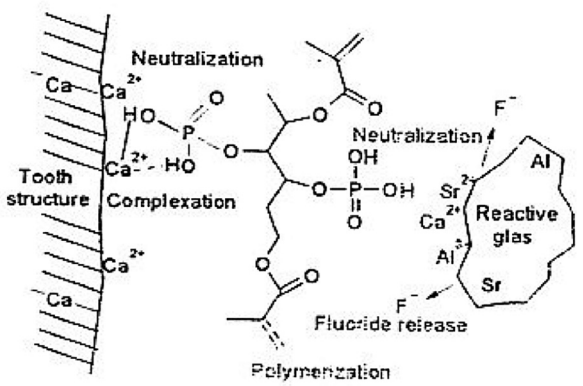
• สารคงสภาพ (stabilizer)

• สารสีต่างๆ (optical modifier)

2. ส่วนของวัสดุอัดแทรก (Filler)

ประกอบด้วย ซิลิกา เซอร์โคเนีย (zirconia) อลูมินา (alumina) และฟลูออไรด์ (fluoride) ซึ่งวัสดุอัดแทรกนี้จะทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ทำให้เป็นกลาง (neutralization) ในขบวนการก่อตัวเพื่อให้เกิดความคงตัวของเรซินซีเมนต์ โดยปฏิกิริยาเริ่มแรกจะมีความเป็นกรดสูง (pH ต่ำ) และจะถูกทำให้เป็นกลางโดยวัสดุอัดแทรกที่เป็นด่าง (alkaline filler molecule) ทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น และจะมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาด้วย[12]

และเพื่อให้เรซินซีเมนต์สามารถคงตัวอยู่ได้นานเมื่อเกิดขบวนการบ่มตัว จะมีขบวนการทำให้เป็นกลางเกิดขึ้นเพื่อลดความเป็นกรดในช่วงปฏิกิริยาเริ่มแรก โดยกรดจะถูกทำให้เป็นกลางโดยวัสดุอัดแทรกซึ่งมีโมเลกุลที่เป็นด่าง ทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น และปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมา ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 *ขบวนการก่อตัวของ เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ รีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม (Rely X™ Unicem) เมื่อจับกับผิวฟัน*

Figure 2 *Polymerization of Rely X™ Unicem when attaches to tooth structure*

(จาก Rely X™ Unicem Self-adhesive Universal Resin Cement, Technical Product Profile: 3M ESPE)

คุณสมบัติของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์

คุณสมบัติทางกล

การเลือกใช้วัสดุทางทันตกรรมชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น จะต้องศึกษาคุณสมบัติทางกลของวัสดุชนิดนั้นๆ ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานหรือไม่ โดยคุณสมบัติที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบกันส่วนใหญ่มักจะเป็นคุณสมบัติทางด้านค่าความแข็งแรงของแรงกด (compressive strength) และค่ากำลังดัดขวาง (flexural strength) เนื่องจากค่าความแข็งแรงเหล่านี้สามารถบอกถึงคุณสมบัติของวัสดุในการต้านทานแรงต่างๆ ที่เกิดจากการบดเคี้ยวในช่องปากได้

ค่าของแรงต่างๆ ของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *แสดงคุณสมบัติทางกลของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ ชนิดต่างๆ ตามบริษัทผู้ผลิต*

Table 1 *Physical properties of three self adhesive resin cements*

	Rely X™ Unicem (3M ESPE) (light / self cure)	Multilink® sprint (Ivoclar/ Vivadent) (light / self cure)	Maxcem™ (Kerr) (light / self cure)
Compressive strength (MPa)	240 / 194	200 / 200	351 / 332
Flexural strength (MPa)	63 / 56	90 / 84	52.4 / 55.4
Modulus of elasticity (MPa)	8910 /4735	8100 / 5800	7800 / 6800

มีการศึกษาถึงคุณสมบัติทางกลของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็ม (Rely X™ Unicem) พบว่ามีค่ากำลังดัดขวางและค่าความแข็งแรงของแรงกดต่ำกว่าเรซินซีเมนต์อื่นๆ (Rely X™ ARC, Panavia™ F, Variolink® II, Compolute®) แต่มีค่าสูงกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Harvard cements, Fleck's zinc cement) กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji I®, Ketac® Cem) และเรซินโมดิฟายกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji Plus™, FujiCem, Rely X™ Luting)[13] โดยที่ค่าความแข็งแรงของแรงกดสำหรับวัสดุทางทันตกรรมชนิด dental water based cements ตามที่ ADA กำหนดคือ ไม่ต่ำกว่า 70 MPa เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง และเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ ชนิดรีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็ม มีค่าความแข็งแรงของแรงกดอยู่ระหว่าง 198.3 ถึง 240.6 MPa เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ซึ่งมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

คุณสมบัติในการทำงาน

ได้แก่ ระยะเวลาในการทำงาน (working time) ระยะเวลาในการก่อตัว (setting time) ความหนาของวัสดุเมื่อใช้ยึดติด (film thickness) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *แสดงคุณสมบัติในการทำงานของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ ชนิดต่างๆ ตามบริษัทผู้ผลิต*

Table 2 *Working properties of eight self adhesive resin cements*

	Working time (minute)	Setting time (minute)	Film thickness (μm)
Rely X™ Unicem	2	5	11
Maxcem™	2	3	12
Multiling® sprint	1.5-2.5	3.5-4.5	15
Monocem™	2-2.5	7	11-12.5
Embrace™	2	7	12
Breeze™	1-1.5	3.5-4	-
G Cem™	2.15	4	-
BISCEM™	1	6	-

คุณสมบัติด้านความสวยงาม (Esthetics)

เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์แต่ละชนิดจะมีสีให้เลือกใช้ต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 *สีของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ 6 ชนิด*

Table 3 *Color shades of six self adhesive resin cements*

	Shade
Rely X™ Unicem	A1, A2 universal, A3 opaque, White opaque, Translucent
Maxcem™	Clear, Yellow, White, White opaque
Multilink® sprint	Transparent, Yellow, White
Monocem™	Translucent, Bleach
Breeze™	A2, Translucent, Opacecous white
G Cem™	A2, AO3, Translucent, BO1

ความสามารถในการเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อของร่างกาย (Biocompatibility)

วัสดุทางทันตกรรมควรมีคุณสมบัติที่สามารถเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อของร่างกายและไม่เป็นพิษ (cytotoxic) มีรายงานว่าเรซินซีเมนต์จะมีผลต่อเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันจากการบ่มตัวที่ไม่สมบูรณ์ โดยโมโนเมอร์ที่หลงเหลืออยู่จะมีผลที่เป็นพิษต่อเซลล์ของเนื้อเยื่อที่เพาะเลี้ยง

จากการศึกษาถึงผลการตอบสนองของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันต่อเรซินซีเมนต์ที่ใช้ยึดชิ้นงานบูรณะชนิดอุดฝังในมนุษย์[14] โดยใช้ฟันกรามน้อยที่วางแผนว่าต้องถูกถอนเพื่อการจัดฟันมาเตรียมโพรงฟันสำหรับชิ้นงานบูรณะอุดฝัง แล้วแบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มในการยึดติด กลุ่มที่ 2 ใช้เรซินซีเมนต์ชนิดวาริโอลิงค์ทู กลุ่มที่ 3 ใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Dycal®) ฉาบที่พื้นโพรงฟันก่อนยึดติดด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม กลุ่มที่ 4 ไม่ได้กรอฟันใดๆ จัดเป็นกลุ่มควบคุม หลังจากนั้น 7 วัน และ 60 วัน จึงถอนฟันออกมาเพื่อประเมินลักษณะทางจุลกายวิภาคของเนื้อเยื่อ (histology) ซึ่งพบว่าในกลุ่มที่ 1 ที่ไม่ต้องเตรียมผิวฟันก่อนยึดติดชิ้นงาน พบการอักเสบของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันระดับน้อยถึงปานกลาง ส่วนในกลุ่มที่ 2 ที่มีการเตรียมผิวฟันก่อนทำการยึดติดชิ้นงานด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 และใช้ระบบยึดติดชนิด Excite DSC ร่วมด้วย พบว่ามีการอักเสบของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันที่คงอยู่นานกว่ากลุ่มที่ 1 สำหรับในกลุ่มที่ 3 พบว่าไม่มีการแทรกซึมส่วนประกอบของเรซินซีเมนต์และไม่พบการอักเสบของเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟัน เช่นเดียวกับที่พบในกลุ่มควบคุม ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าวิธีการในการยึดซีเมนต์ในงานชิ้นงานอุดฝังโดยการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มมีผลต่อการระคายเคืองเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันน้อยกว่าวิธีการใช้กรดกัดแล้วล้างออก ซึ่งอธิบายได้จากการที่เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ชนิดรีไล-เอ็กซ์ยูนิเซ็ม มีส่วนประกอบของ multifunctional phosphoric acid monomer ทำให้สามารถยึดติดกับผิวฟันได้ โดยในช่วงแรกจะมีความเป็นกรดค่อนข้างสูง แต่จะมีปฏิกิริยาในการบ่มตัวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดการปรับสภาพให้เป็นกลางอย่างรวดเร็วด้วย ทำให้มีการละลายตัวต่ำ จึงสามารถทำให้เกิดการเข้ากันกับเนื้อเยื่อได้ดี[14]

คุณสมบัติการต้านการผุของฟัน (Anticariogenicity)

เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม มีฟลูออไรด์เป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 10 และจะปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาเมื่อเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัว ซึ่งฟลูออไรด์เหล่านี้สามารถป้องกันการเกิดฟันผุซ้ำบริเวณตัวฟันที่มีการยึดติดได้ และเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มยังมีแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 2 ซึ่งแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีผลยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (antimicrobial effect) ได้[15]

การยึดติดกับชั้นเคลือบฟัน

มีการศึกษาพบว่า การยึดติดของเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มกับชั้นเคลือบฟันมีค่าต่ำกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดวาริโอลิงค์ทู ซึ่งเป็นระบบใช้กรดทาแล้วล้างออก พานาเวีย เอฟ ทู (Panavia™ F2) ซึ่งเป็นระบบเซลฟ์เอชท์ และไดแรกต์ เซ็ม พลัส (Dyract® Cem plus) ซึ่งเป็นระบบคอมโพเมอร์ (compomer base luting cement) แต่มีค่าการยึดติดกับชั้นเคลือบฟันที่ดีกว่า คีแทคเซ็ม (Ketac® Cem Maxicap) ซึ่งเป็นระบบกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และหลังจากทำเทอร์โมไซคลิง (thermocycling) แล้ว ค่าการยึดติดกับชั้นเคลือบฟันของรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มมีค่าต่ำลง แต่ก็ยังคงสูงกว่าคีแทคเซ็ม[16]

มีการศึกษาถึงค่าการยึดติดของรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มกับชั้นเคลือบฟันว่ามีค่าต่ำกว่าเรซินซีเมนต์ที่เป็นระบบเซลฟ์เอชท์ คือพานาเวีย เอฟ แต่จะมีค่าการยึดติดที่สูงขึ้นเมื่อปรับสภาพพื้นผิวชั้นเคลือบฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 35 ก่อนการยึดติด[17] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาถึงการยึดติดของรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มกับชั้นเคลือบฟัน โดยการใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 35 เตรียมผิวชั้นเคลือบฟันก่อน พบว่าทำให้เพิ่มค่าการยึดติดขึ้นได้ และการเตรียมผิวชั้นเคลือบฟันด้วยระบบยึดติดแบบเซลฟ์ เอชท์ แอดฮีซีฟชนิด พรอมปท์ แอล-พ็อพ (Prompt™ L-Pop™) ก็ทำให้เพิ่มค่าการยึดติดกับชั้นเคลือบฟันได้แต่ไม่มีนัยสำคัญ และค่าการยึดติดที่ได้ต่ำกว่าการใช้กรดฟอสฟอริกเตรียมผิวชั้นเคลือบฟันก่อน[18]

การยึดติดกับชั้นเนื้อฟัน

สำหรับการยึดติดของรีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็ม กับชั้นเนื้อฟัน พบว่า มีค่าไม่แตกต่างจาก วาริโอลิงค์ ทู ซึ่งเป็นระบบใช้กรดทาแล้วล้างออก พานาเวีย เอฟ ทู ซึ่งเป็นระบบเซลฟ์ เอชท์ และ ไดแรกต์ เซ็ม พลัส ซึ่งเป็นระบบคอมโพเมอร์ แต่มีค่าการยึดติดกับชั้นเนื้อฟันที่ดีกว่าคีแทคเซ็ม ซึ่งเป็นระบบกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[16] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาถึงค่าการยึดติดของรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มกับชั้นเนื้อฟัน พบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากเรซินซีเมนต์ที่เป็นระบบเซลฟ์ เอชท์[17] แต่รูปแบบของชั้นที่มีการยึดติดมีความแตกต่างกัน คือเรซินซีเมนต์ที่เป็นระบบเซลฟ์เอชท์ เมื่อยึดกับชั้นเนื้อฟันจะมีลักษณะของชั้นไฮบริดเป็นชั้นบางๆ[19] แต่ชั้นที่รีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็มกับชั้นเนื้อฟันยึดติดกันจะไม่เกิดเป็นชั้นไฮบริดเลย แต่จะเกิดเป็นชั้นที่ผสมผสานกัน (inter-mixture zone หรือ interaction zone) ของวัสดุอัดแทรกของเรซินซีเมนต์ แมทริกซ์ของเรซินซีเมนต์ แคลเซียมฟอสเฟต (calciumphosphate) ที่ถูกละลายด้วยโมโนเมอร์ ชั้นสเมียร์ของเนื้อฟัน สเมียร์-พลัก (smear plug) ซึ่งชั้นที่รวมๆ กันนี้ จะให้ค่าการยึดอยู่ (bond strength) กับชั้นเนื้อฟันได้สูงในระดับหนึ่ง แต่ไม่เท่ากับการใช้เรซินซีเมนต์ในระบบใช้กรดทาแล้วล้างออก และเรซินซีเมนต์ในระบบเซลฟ์เอชท์

มีการศึกษาถึงการยึดติดของรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มกับชั้นเนื้อฟัน โดยการใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 35 เตรียมผิวชั้นเนื้อฟันก่อน พบว่าให้ค่าการยึดติดที่ต่ำกว่าการไม่เตรียมผิวชั้นเนื้อฟัน[18] ซึ่งอธิบายได้ว่าอาจเกิดจากการที่รีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มมีความข้นหนืดสูง ไม่สามารถแผ่กระจายแทรกซึมเข้าไปในโครงสร้างคอลลาเจนของชั้นเนื้อฟันที่ถูกกรดกัดได้เต็มพื้นที่ ทำให้เกิดช่องว่างซึ่งเป็นจุดที่อ่อนแอได้[17] และการใช้กรดฟอสฟอริกกัดจะจำกัดความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของชั้นเนื้อฟันที่ทำให้เกิดการเพิ่มค่า pH ของเรซินซีเมนต์เมื่อเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัว เมื่อความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของชั้นเนื้อฟันลดลง pH ของเรซินซีเมนต์จะยังคงต่ำอยู่เพราะมีความเป็นกรดหลงเหลืออยู่ ทำให้การเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวลดลง[20]

การเตรียมผิวชั้นเนื้อฟันด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์ แอดฮีซีฟชนิด พรอมปท์ แอล พ็อพก่อนยึดติดด้วยรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม พบว่าให้ค่าการยึดติดที่ต่ำกว่าการไม่เตรียมผิวชั้นเนื้อฟันก่อนยึดติดด้วยรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม[20] อาจเกิดเนื่องจากว่าระบบเซลฟ์ เอชท์ แอดฮีซีฟจะทำให้มีกรดหลงเหลืออยู่ และเมื่อกรดสัมผัสกับเทอเทียรี เอมีน (tertiary amine) ซึ่งเป็นตัวตั้งต้นของปฏิกิริยาการบ่มตัวของเรซินซีเมนต์ กรดจะไปแย่งจับกับอนุมูลอิสระ (free radicals) ของเรซินซีเมนต์ ทำให้การเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวของเรซินซีเมนต์ลดลง[21] และเมื่อใช้เซลฟ์ เอชท์ แอดฮีซีฟ จะเกิดชั้น permeable membrane ซึ่งทำให้น้ำที่อยู่ในชั้นเนื้อฟันสามารถขึ้นมาอยู่ในชั้นรอยต่อของเรซินซีเมนต์ ทำให้เกิดเป็นตำแหน่งที่ไม่เกิดการยึดติดและไม่แข็งแรงได้[22]

การศึกษาถึงค่าความแข็งแรงในการยึดติดชนิดแรงดึง (microtensile bond strength) ของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม พบว่ามีค่าการยึดติดต่ำกว่าเซลฟ์ เอชท์ เรซินซีเมนต์ชนิด มัลติลิ้งค์ ซิสเตม และ พานาเวีย เอฟ เมื่อยึดติดชั้นเนื้อฟันกับเซรามิกชนิดไอพีเอส เอ็มเพรส ทู (IPS Empress® II)[23]

มีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการใช้แรงกดที่แตกต่างกันคือ แรงกดขนาด 20 กรัมต่อตารางมิลลิเมตร และ 40 กรัมต่อตารางมิลลิเมตรในการยึดติดวัสดุบูรณะแบบอุดครอบชนิดคอมโพสิต[24] โดยค่าแรงกดขนาด 20 กรัม

ต่อตารางมิลลิเมตรที่ใช้นี้ ได้มาจากค่าเฉลี่ยของแรงกดขนาดปกติที่นักศึกษาทันตแพทย์ 20 คนของมหาวิทยาลัย Siena ในอิตาลีกดลงบนวัสดุบูรณะแบบอุดครอบชนิดคอมโพสิต ส่วนค่าแรงกดขนาด 40 กรัมต่อตารางมิลลิเมตรนั้น เป็นค่าแรงกดที่เทียบได้กับแรงขนาด 30 N ซึ่งเป็นแรงระดับปานกลางที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการกดเพื่อยึดครอบฟัน[25,26,27] และเทียบได้กับแรงกัดขนาดเบาของคนทั่วไป[28,29,30] พบว่าการใช้แรงกดขนาด 40 กรัมต่อตารางมิลลิเมตรทำให้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ชนิดพานาเวีย เอฟ สอง มีความแนบสนิทกับชั้นเนื้อฟันได้ดีกว่า ความหนาของเรซินซีเมนต์ลดลง รวมทั้งลดการเกิดฟองอากาศ แต่ก็ไม่ทำให้เกิดชั้นเสมียร์

ความแนบสนิทบริเวณขอบ

จากการศึกษาเปรียบเทียบความแนบสนิทบริเวณขอบของครอบฟันกระเบื้องล้วนชนิดเอมเพรส ทู ในฟันกรามแท้เมื่อใช้วัสดุยึดติดชนิดต่างๆ กัน พบว่า เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม มีความแนบสนิทบริเวณขอบไม่แตกต่างจากการใช้วาริโอลิงค์ ทู และไดแรกต์ เซ็ม พลัส และเมื่อผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิง และ mechanical loading แล้ว พบว่ารีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มยังมีความแนบสนิทบริเวณขอบดีและไม่แตกต่างจากการใช้วาริโอลิงค์ทู แต่พบว่าไดแรกต์ เซ็ม พลัสมีความแนบสนิทบริเวณขอบที่แย่ลง[31] นอกจากนี้การศึกษาถึงความแนบสนิทบริเวณขอบของรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มกับชั้นเนื้อฟันในกรณีที่ทำวัสดุบูรณะแบบอุดฝังชนิดเซรามิกล้วน (all-ceramic inlay) ยังพบว่ารีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มให้ผลความแนบสนิทบริเวณขอบที่ดีกว่าวัสดุยึดติดคอมโพเมอร์ไดแรกต์ เซ็ม พลัส และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ชนิด ฟูจิ พลัส[32]

เมื่อทำการเตรียมผิวฟันบริเวณชั้นเนื้อฟันโดยใช้ระบบยึดติดแบบเซลฟ์เอชท์ แอดฮีซีฟชนิด พรอมปท์ แอล พ็อพก่อน แล้วจึงยึดติดด้วยรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม พบว่าความแนบสนิทบริเวณขอบแย่ลงกว่าเมื่อไม่ได้ทำการเตรียมผิวฟัน[31] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความแนบสนิทบริเวณขอบของ เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มกับชั้นเนื้อฟันโดยไม่ได้มีการเตรียมผิวชั้นเนื้อฟันก่อน จะได้ความแนบสนิทบริเวณรอยต่อที่ดีกว่าการเตรียมผิวชั้นเนื้อฟันด้วยกรดฟอสฟอริกหรือระบบยึดติดแบบเซลฟ์เอชท์ แอดฮีซีฟชนิด พรอมปท์ แอล พ็อพ[20]

แต่ในทางตรงกันข้าม เมื่อศึกษาถึงรอยต่อบริเวณชั้นเคลือบฟัน พบว่าการใช้กรดฟอสฟอริก หรือระบบยึดติดแบบเซลฟ์เอชท์ แอดฮีซีฟชนิด พรอมปท์ แอล พ็อพ ทำการเตรียมผิวชั้นเคลือบฟันก่อนยึดติดด้วยรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม จะทำให้ได้ความแนบสนิทบริเวณขอบชั้นเคลือบฟันมากกว่าการไม่ได้เตรียมผิวเคลือบฟันเลย[20] ซึ่งอาจจะอธิบายได้ว่า เนื่องจากเมื่อผสมเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มแล้ว ในช่วงแรกจะมีค่า pH ต่ำ (pH <2) แต่ความเป็นกรดที่มีนั้นจะถูกทำให้เข้าสู่สภาวะเป็นกลางอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่มีเวลาพอที่จะกัดผิวชั้นเคลือบฟันให้ได้ความลึกเพียงพอที่จะสร้างการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ที่ดีกับชั้นเคลือบฟันได้[20] ประกอบกับเรซินซีเมนต์ชนิดนี้มีความหนืดสูง จะต้องใช้แรงกดเมื่อทำการยึดติดวัสดุบูรณะเพื่อให้ซีเมนต์สามารถไหลแผ่เข้าไปทำปฏิกิริยากับชั้นเคลือบฟันได้[17]

การรั่วซึม

การทดสอบเปรียบเทียบการรั่วซึมของซีเมนต์ชนิดซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และเรซินซีเมนต์สามผลิตภัณฑ์ (รีไลเอ็กซ์ เอ อาร์ ซี, พานาเวีย เอฟ และรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม) โดยใช้ยึดระหว่างฟันและครอบฟันชนิดโลหะล้วน แล้ววัดค่าการรั่วซึมหลังจากที่แช่ชิ้นงานบูรณะในน้ำ 4 สัปดาห์ และผ่านเครื่องเทอร์โมไซคลิง ผลที่ได้คือ

- รีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม มีการรั่วซึมต่ำที่สุดทั้งในส่วนของเคลือบฟันและเนื้อฟัน เนื่องจากว่ารีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มมีความสามารถในการเกิดพันธะทางเคมีที่ผิวของเนื้อฟันและเคลือบฟันได้
- ส่วนของรีไลเอ็กซ์ เอ อาร์ ซี และ พานาเวีย เอฟ พบว่ามีการรั่วซึมสูงกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์โดยอธิบายว่าน่าจะมีสาเหตุจากการหดตัวของซีเมนต์จากการบ่มตัว
- ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ แสดงค่าการรั่วซึมที่สูงสุดเนื่องจากไม่มีการยึดติดทางจุลกลสมบัติกับชิ้นงาน

บูรณะ ไม่มีการยึดติดทางเคมีกับเนื้อฟัน และมีการละลายตัวสูง[33]

การยึดติดกับเซรามิก

สำหรับการยึดติดกับเซรามิกนั้น ได้มีการศึกษาถึงค่าการยึดติดของวัสดุยึดติดชนิดต่างๆ กับเซรามิก ชนิดเซอร์โคเนีย (zirconia ceramics) ที่มีการปรับสภาพพื้นผิวด้วยการเป่าทราย (sandblast) และการเคลือบผิวเซรามิกด้วยซิลิกา (tribochemically silica-coated) พบว่าเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มให้ค่าการยึดติดที่สูงกว่าวัสดุยึดติดชนิดซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Fleck's zinc cement) กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji I®, Ketac® Cem) เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji Plus™, Fuji Cem, Rely X™ luting) และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีการบ่มตัวสองรูปแบบ (Rely X™ ARC, Panavia™ F, Variolink® II, Compolute®)[34]

มีการศึกษาถึงการเปรียบเทียบค่าการยึดติดของวัสดุยึดติดชนิดต่างๆ กับเซรามิกชนิดไอพีเอส เอ็มเพรส-ทู เมื่อไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกและเมื่อปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ร่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน (silane coupling agent) พบว่าเมื่อไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิวเซรามิก เรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มให้ค่าการยึดติดที่ดีกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดมัลติลิงค์ และพานาเวีย เอฟ และเมื่อปรับสภาพพื้นผิวเซรามิกด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกร่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน เรซินซีเมนต์ทั้งสามชนิดให้ค่าการยึดติดที่ดีขึ้น และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ[35]

การยึดติดกับโลหะ

มีการศึกษาถึงการยึดติดของวัสดุยึดติดชนิดต่างๆ ระหว่างฟันกับวัสดุอุดฝังชนิดที่เป็นทอง (gold inlays) เมื่อตรวจด้วยการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope : SEM) พบว่าเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม มีความแนบสนิทกับส่วนของวัสดุอุดฝังชนิดที่เป็นทอง และมีความแนบสนิทกับส่วนของชั้นเนื้อฟันได้ดีกว่าวัสดุยึดติดชนิดซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Harvard cement) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji Cem)[36]

การยึดติดกับเดือยฟันไฟเบอร์

มีการศึกษาถึงค่าการยึดติดของวัสดุยึดติดกับเดือยฟันไฟเบอร์ชนิดต่างๆ ที่ทำการปรับสภาพผิวเดือยฟันไฟเบอร์ด้วยสารคู่ควบไซเลน และไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิวใดๆ พบว่าเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็มมีค่าการยึดติดที่ไม่แตกต่างจากเรซินซีเมนต์ชนิดพานาเวีย เอฟ วาริ-โอลิงค์ และเพอร์มาโฟล ดีซี (PermaFlo® DC) แต่การปรับสภาพผิวเดือยฟันไฟเบอร์ด้วยสารคู่ควบไซเลนทำให้เกิดการยึดติดที่ดีขึ้นและเดือยฟันไฟเบอร์ชนิดไอพีเอ็น (IPN® fiber post) เกิดการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ได้ดีกว่าเดือยฟันไฟเบอร์ชนิด เอฟ อาร์ ซี โพสเทค (FRC Postec®) และเดือยฟันไฟเบอร์ชนิด ยูนิคอร์โพสต์ (UniCore™ posts)[37]

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เรซินซีเมนต์ในระบบเซลฟ์แอดฮีซีฟที่มีในท้องตลาด ได้แก่

1. รีไลเอ็กซ์ ยูนิเซ็ม (Rely X™ Unicem)[12]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท 3M ESPE มีรูปแบบบรรจุเป็นแคปซูล ประกอบด้วยส่วนผงและส่วนเหลว เวลาใช้ต้องนำไปปั่นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสมอมัลกัมแล้วบีบออกมาใช้ และเพื่อให้สะดวกในการใช้งาน บริษัท 3M ESPE ได้ออกวัสดุในรูปแบบ clicker ซึ่งให้อัตราส่วนผสมที่แน่นอน และเรียกชื่อใหม่ว่า Rely X™ U100

Rely X™ Unicem

Rely X™ U100

2. แม็กเซ็ม (Maxcem™)[38]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Kerr เรซินซีเมนต์ชนิดนี้ใช้ GPDM (Glyceroldimethacrylate dihydrogen-phosphate) เป็นฟอสเฟตโมโนเมอร์ ที่ยึดได้กับแคลเซียมในส่วนประกอบของฟัน

3. มัลติลิงค์ สปรินท์ (Multilink® sprint)[39]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Ivoclar/Vivadent เรซินซีเมนต์ชนิดนี้ ใช้ MDP เป็น phosphate monomer

4. โมโนเซ็ม (Monocem™)[40]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Shofu

5. เอ็มเบรส เวทบอนด์ (Embrace™ wetbond™ Universal cement)[41]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pulpdent

6. บรีซ (Breeze™)[42]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pentron clinical technologies, LLC

7. จี เซ็ม (G Cem™)[43]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท GC

8. บิสเซ็ม (BisCem®)[44]

เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Bisco

สรุป

เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ เป็นเรซินซีเมนต์ที่ถูกผลิตออกมาเพื่อให้ทันตแพทย์ใช้งานในคลินิกได้ง่ายขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องเตรียมผิวฟันด้วยการใช้กรดกัดและไม่ต้องใช้ระบบยึดติดร่วมด้วย ซึ่งการใช้งานแบบนี้จะเหมือนกับการยึดติดด้วยวัสดุยึดติดที่ใช้กันโดยทั่วไป ชนิดซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ นอกจากนั้น เซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ยังมีคุณสมบัติที่ดีของเรซินซีเมนต์ทั่วไปคือ สามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีกับส่วนประกอบของฟันได้ ทำให้สามารถยึดติดกับฟันได้ทั้งทางจุลกลศาสตร์และทางเคมี ทำให้มีความแข็งแรงในการยึดติดที่สูงกว่าการใช้วัสดุยึดติดชนิดซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

และจากข้อได้เปรียบกว่าเรซินซีเมนต์ทั่วไปที่สามารถนำเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ไปใส่ที่ชิ้นงานและยึดติดกับผิวฟันได้เลยนั้น ทำให้ลดความเสี่ยงจากความผิดพลาดในขั้นตอนของการเตรียมผิวฟัน[45] และลดปัญหาการเสียวฟันหลังการยึดติดวัสดุบูรณะได้[46] แต่ในเรื่องคุณสมบัติบางประการ เช่นการยึดติดกับชั้นเคลือบฟัน ยังคงด้อยกว่าเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับระบบยึดติด ทั้งแบบใช้กรดทาแล้วล้างออก และแบบเซลฟ์-เอชท์ จึงแนะนำให้เป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้เป็นสารยึดติดในกรณีที่วัสดุบูรณะมีความต้านทานต่อการหลุดค่อนข้างดี เช่น ครอบฟันทั้งซี่ หรือสะพานฟัน เมื่อมีส่วนที่เป็นชั้นของเนื้อฟันเหลืออยู่มาก หรือมีส่วนของชั้นเคลือบฟันเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น[16] และในกรณีที่ทำวัสดุบูรณะชนิดวีเนียร์ซึ่งมีส่วนที่เป็นชั้นเคลือบฟันเหลืออยู่มาก ก็เป็นข้อห้ามในการใช้วัสดุชนิดเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ เนื่องจากวัสดุบูรณะชนิดวีเนียร์มีความต้านทานต่อการหลุดต่ำ จึงต้องการสารยึดติดที่มีค่าการยึดติดสูง ดังนั้นควรใช้สารยึดติดชนิดเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับระบบยึดติดชนิดที่ใช้กรดทาแล้วล้างออก จะให้การยึดติดกับชั้นเคลือบฟันได้ดีกว่า

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเซลฟ์แอดฮีซีฟ เรซินซีเมนต์ถูกผลิตออกมาได้ไม่นาน จึงทำให้ในขณะนี้ยังไม่มีผลการศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆ ทางคลินิกในระยะยาวอย่างเพียงพอ ทันตแพทย์ที่ต้องการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์จึงจำเป็นต้องติดตามผลการศึกษาวิจัยทางคลินิกอย่างใกล้ชิด เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์อย่างสูงสุดแก่ผู้ป่วยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 280-301
2. Toman M, Toksavul S, Artunc C, Türkün M, Schmage P, Nergiz I. Influence of luting agent on the microleakage of all-ceramic crowns. *J Adhes Dent* 2007; 9: 39-47
3. Burke FJ, Watts DC. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. *Quintessence Int* 1994; 25: 335-340
4. Dietschi D, Maeder M, Meyer JM, Holz J. In Vitro resistance to fracture of porcelain inlays bonded to tooth. *Quintessence Int* 1990; 21: 823-831
5. ศิริพงศ์ ศิริมงคลวัฒนะ Resin Cement : *Choice for tooth colored restoration* : เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง Posterior Esthetic Restoration, 2007
6. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 268-274
7. Salz U, Zimmermann J, Salzer T. Self-curing, self-etching adhesive cement systems. *J Adhes Dent* 2005; 7: 7-17
8. El Zohairy AA, Dee Gee AJ, Mohsen MM, Feilzer AJ. Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. *Dent Mater* 2005; 21: 83-93
9. White SN, Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. *J Int Prosthodont* 1993 ; 6: 384-389
10. Groten M, Probster L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. *J Int Prosthodont* 1997; 10: 169-177.
11. Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent* 2000; 13(Spec No): 60D-76D
12. 3mespe.com [homepage on the internet]. *RelyX™ Unicem Self-Adhesive Universal Resin Cement in the Clicker™ Dispenser*. 3M ESPE, Seefeld Germany, 2007. [cited 2007 Dec 25]. Available from: http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs66SHfHCOrrrrQ-

13. Piwowarczyk A, Lauer HC. Mechanical properties of luting cements after water storage. *Oper Dent* 2003; 28: 535-542
14. de Souza Costa CA, Hebling J, Randall RC. Human pulp response to resin cements used to bond inlay restorations. *Dent Mater* 2006; 22: 954-962
15. Gerth HUV, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix Composites-a comparative study. *Dent Mater* 2006; 22: 934-941
16. Abo-Hamar SE, Hiller HA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig* 2005; 9: 161-167
17. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004; 20: 963-971
18. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater* 2007; 23: 71-80
19. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent* 2000; 2: 83-98
20. Ibarra G, Johnson GH, Geurtsen W, Vargas MA. Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. *Dent Mater* 2007; 2: 218-225
21. Tay FR, Pashley DH, Peters MC. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Oper Dent* 2003; 28: 610-621
22. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, Lai CNS. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In Vivo evidence. *J Dent* 2004; 32: 611-621
23. Escribano N, de la Macorra JC. Microtensile bond strength of self-adhesive luting cements to ceramic. *J Adhes Dent* 2006; 8: 337-341
24. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent* 2006; 8: 327-335
25. Cherkasski B, Wilson PR. The effect of oscillation, low seating force and dentin surface treatment on pulpward pressure transmission during crown cementation: A laboratory study. *J Oral Rehab* 2003; 30: 957-963
26. Humplik A, Wilson PR. The effect of oscillation and low seating forces on pulpward pressure transmission and seating during crown cementation: A laboratory study. *Int J Prosthod* 2001; 14: 53-57
27. Piemjai M. Effect of seating force, margin desire, and cement on marginal seal and retention of complete metal crown. *Int J Prosthod* 2001; 14: 412-416
28. Fernandes CP, Glantz PJ, Svensson SA, Bergmark A. A novel sensor for bite force determination. *Dent Mater* 2003; 19: 118-126
29. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehab* 2004; 31: 18-22
30. Tortopidis D, Lyons MF, Baxendale RH, Gilmour WH. The variability of bite force measurements between sessions, in different position within the dental arch. *J Oral Rehab* 1998; 25: 681-686

31. Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handel G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. *Dent Mater* 2004; 20: 191-197
32. Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. Influence of cement type on the marginal adaptation of all-ceramic MOD inlays. *Dent Mater* 2004; 20: 463-469
33. Piwowarczyk A, Lauer H, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. *Dent Mater* 2005; 21: 445-453
34. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. The shear bond strength between luting cements and zirconia ceramics after two pre-treatments. *Oper Dent* 2005; 30: 382-388
35. Pisani-Proenca J, Erhardt MC, valandro LF, Gutierrez-Aceves G, Bolanos-Carmona MV, Del Castillo-Salmeron R, Bottino MA. Influence of ceramic surface conditioning and resin cements on microtensile bond strength to a glass ceramic. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 412-417
36. Fabianelli A, Goracci C, Bertelli E, Monticelli F, Grandini S, Ferrari M. In Vitro evaluation of wall-to-wall adaptation of a self-adhesive resin cement used for luting gold and Ceramic inlays. *J Adhes Dent* 2005; 7: 33-40
37. Bitter K, Noetzel J, Neumann K, Kielbassa AM. Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements. *Quintessence Int* 2007; 38: 121-128
38. KerrDental.com [homepage on the internet]. *Technical data sheet : Maxcem FAQs*. [cited 2007 Dec 21]. Available from: http:// www.kerrdental.com/index/kerrdental-cements-maxcem-faq-2
39. Ivoclarvivadent.com [homepage on the internet]. *Adhesive Cementation With Multilink Sprint-Dental Asia*. [cited 2007 Dec 21]. Available from: http://www.ivoclarvivadent.com/content/press/detail.aspx?id=prs_1188121563&archive=false&page=1&type=PRGEN
40. Shofu.com [homepage on the internet]. *MonoCem Self adhesive resin cement*. Shofu Dental Corporation. [cited 2007 Dec 21]. Available from: http:// www.shofu.com/cements(new).html.
41. Pulpdent.com [homepage on the internet]. *EMBRACE™ WetBond™Resin Cement*. Pulpdent Corporation. [cited 2007 Dec 21]. Available from: http://www.pulpdent.com/embrace_products/urc.html
42. Pentron.com [homepage on the internet]. *Breeze® Self-adhesive Resin Cement.* Pentron Clinical Technologies. [cited 2007 Dec 21]. Available from: http://www.pentron.com/pentron/
43. Gceurope.com [homepage on the internet]. *GC G-Cem Self-adhesive Luting Cement in Capsules*. GC Europe N.V. 2007 [update 2007 Dec 20; cited 2007 Dec 21]. Available from: http://www.gceurope.com/en/products/detail.php?id=128
44. Bisco.com [homepage on the internet]. *BisCem® (NEW!) Self-Adhesive Luting Cement* : Bisco, Inc. [cited 2007 Dec 25]. Available from: http://www.bisco.com/catalog/ple_bisco_catItemf. asp? iBrand _Id=139&iCat_Id=6
45. Van Meerbeek B, de Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-235
46. Sensat ML, Brackett WW, Meinberg TA, Beatty MW. Clinical evaluation of two adhesive composite cements for the suppression of dentinal cold sensitivity. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 50-53

ขอสำเนาบทความ:

ผศ.ทพ.ภูสิต กาญจนะวสิต, ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50202

Reprint requests:

Assist. Prof. Dr. Phusit Kanchanavasita, Department of Restorative Dentistry , Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50202