

GLASS IONOMER CEMENT

ศิริพร ศรีบัวทอง

รพ. นครปฐม

ABSTRACT :

Sribuathong S. Glass Ionomer Cement. (Region 7 Medical Journal 1998 ; 1 : 103-111).

Department of Dentistry, Nakhonpathom Hospital, Nakhonpathom, Thailand.

The glass ionomer cements were introduced to the profession in 1976. The number of applications and evolutions of these cements increased steadily by member of the profession and the manufactures because of their major advantages such as adhesion to tooth structure, fluoride release through out the life of the restoration and excellent biocompatibility. This article reviewed the development of glass ionomer cements since they were first evolved until now.

บทคัดย่อ :

ศิริพร ศรีบัวทอง. กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (วารสารแพทย์เขต 7 2541 ; 1 : 103-111).

กลุ่มงานทันตกรรม, รพ. นครปฐม.

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่เริ่มนำมาใช้ในปี 1976 เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่น คือมีแรงยึดทางเคมีต่อโครงสร้างของฟันสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้เป็นระยะเวลานาน และไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อในฟัน จึงทำให้กลาส-ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้รับการสนใจและการพัฒนาคุณสมบัติให้ดีขึ้นเรื่อยมา บทความนี้จะกล่าวถึงวิวัฒนาการของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ตั้งแต่เริ่มนำมาใช้จนถึงปัจจุบัน

บทนำ

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (glass ionomer) หรือ กลาสโพลีอัลคิโนเอตซีเมนต์ (glass polyalkenoate cement) ถูกแนะนำขึ้น โดย Wilson และ Kent ในปี 1972 ซึ่งเป็นวัสดุที่รวมเอาข้อดีของ ซิลิเกตซีเมนต์ (silicate cement) และ ซิงค์ โพลีคาร์บอกซีเลตซีเมนต์ (Zinc polycarboxylate cement) โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ สามารถยึดติดกับเนื้อฟันด้วยพันธะเคมี (chemical bond) โดยการแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) กับโครงสร้างของผิวฟัน สามารถรับและปลดปล่อยฟลูออไรด์ทำให้ฟันแข็งแรงขึ้น โอกาสเกิดฟันผุซ้ำ (recurrent caries) ลดน้อยลง แต่มีข้อเสียหลายประการ เช่น มีความเปราะตัวในวัสดุ ไวต่อการได้รับและสูญเสียน้ำในระหว่างปฏิกิริยาการก่อตัวทำให้ความแข็งแรงของวัสดุลดลง จึงมีการพัฒนาเรื่อยมาเพื่อให้คุณสมบัติอื่น ๆ ดีขึ้น จนเป็นกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสง (light-cured glass ionomer) ซึ่งมีเรซิน เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ในปัจจุบันจึงเรียกว่า เรซิน โมดิฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Resin-modified glass ionomer cement) บทความนี้จะอธิบายถึงวิวัฒนาการของวัสดุและคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ทั้งชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีและชนิดบ่มตัวด้วยแสง

ประวัติความเป็นมาของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

กลาสไอโอโนเมอร์ (Glass Ionomer) หรือ กลาสโพลีอัลคิโนเอตซีเมนต์ (glass polyalkenoate cement) ถูกแนะนำขึ้นโดย Wilson และ Kent ในปี ค.ศ. 1972 วัสดุดังกล่าวเป็นส่วนประกอบทางอนุพันธ์ทางซิลิเกต ซีเมนต์ (Silicate cement) และ ซิงค์ โพลีคาร์บอกซีเลตซีเมนต์ (Zinc polycarboxylate cement) โดยประกอบเป็นส่วนผงและส่วนน้ำ ส่วนผงมักจะประกอบด้วย ซิลิกา อลูมินา (ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก) และแคลเซียมฟลูออไรด์ ซึ่งสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกได้ นอกจาก

นี้อาจจะเพิ่มฟลูออไรต์ (Fluorite) หรือคอรันดัม (Corundum) เพื่อเพิ่มความเข้มแสงและความแข็งแรงแต่เวลาก่อตัวจะลดลงและถูกทำลายโดยกรดได้ง่าย ในส่วนน้ำจะเป็นพวกโพลีอิลิกโตรไลต์ คือกรดโพลีอัลคิโนอิก (Polyalkenoic acid) โดยมีกลุ่มของคาร์บอกซิลเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบไอโอโนเมอร์ กรดตัวที่สำคัญคือ กรดอะคริลิก กรดมาลิก และกรดอิทาโคนิก เมื่อนำไปบูรณะฟันจะเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนและแร่ธาตุระหว่างกลุ่มคาร์บอกซิลของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับไฮดรอกซี-อะพาไทต์ (hydroxyapatite) ของฟันเกิดเป็นพันธะเคมีขึ้นและเกิดปฏิกิริยาชนิด กรด-ด่าง ซึ่งต้องใช้เวลาในการแข็งตัวเริ่มแรก 4-6 นาที และจะแข็งตัวเต็มที่ต้องใช้เวลานานอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงต้องเคลือบผิวของกลาสไอโอโนเมอร์ด้วยวานิช (vanish) เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ หรือได้รับน้ำขณะเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวที่ยังไม่สมบูรณ์

ข้อดีของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ คือยึดกับเนื้อฟันได้ดีทั้งชั้นผิว¹ เคลือบฟันและชั้นเนื้อฟัน สามารถเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ (Biocompatibility) สามารถป้องกันโรคฟันผุในระยะยาว โดยการปลดปล่อยฟลูออไรด์ มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวใกล้เคียงกับเนื้อฟัน สามารถยึดกับคอมโพสิตและโลหะได้ (metal base) ในขณะเดียวกันข้อเสียก็มีหลายอย่าง คือมีความเปราะในตัววัสดุ (intrinsic brittleness) มีสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นเพียงครึ่งหนึ่งของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ มีความไวต่อการได้รับและการสูญเสีย น้ำในระหว่างปฏิกิริยาการก่อตัว และเกิดรอยร้าว (crazing) หลังจากการแข็งตัวแล้วเนื่องจากการสูญเสีย น้ำ เกิดการแตกหักในเนื้อวัสดุ (cohesive fracture) มากกว่าคอมโพสิต มีความต้านทานต่อการสึกกร่อนในภาวะแวดล้อมเป็นกรด และขาดความโปร่งแสงของวัสดุ ซึ่งมีผลกระทบต่อความสวยงาม จึงได้มีการปรับปรุง² คุณสมบัติเชิงกล (mechanical property) และคุณสมบัติทางกายภาพ (physical property) ขึ้นโดย

การปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกล : โดยเพิ่มคริสตัลไลต์ (Crystalite) เป็นวัสดุอุดแทรกเพื่อเพิ่มความเหนียว (tough-

ness) เพื่อให้มีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้ดี ต่อมาได้เพิ่มลูมินา คาร์บอน แก้ว และซิลิกา เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการโค้งงอ (reinforce fiber) แต่ผลที่ตามมาคือผสมยากขึ้น ความต้านทานต่อการสึกกร่อน ในปี 1993 ได้พัฒนาขึ้นด้วยการเติมอิมัลชัน อัลลอย ลงไปในส่วนผงโดยตรง ซึ่งจะทำให้มีกำลังในการดัดโค้ง (flexural strength) ของวัสดุสูงขึ้น และต่อมาก็ได้มีส่วนผสมของอัลลอยลงไปผสมในส่วนของเนื้อแก้วเลยทีเดียว เรียกว่า คีเทค ซิลเวอร์ (Ketac silver) ทำให้ง่ายต่อการอัดขณะอุด (condensing) การขัดหลังอุด ลดการเกิดรูพรุนของวัสดุ และมีความต้านทานต่อการสึก (abrasion resistance) มากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์โดยทั่วไป แต่ข้อเสียคือเกิดการติดสีที่ฟันเป็นสีเทา จากซิลเวอร์ออกไซด์บนฟัน

การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ : ได้แก่ การปรับปรุงเมทริก (matrix) หรืออินเตอร์เฟเชียล เฟส (interfacial phase) เช่นการเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลของกรดโพลีเอคริลิกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการยึดเหนี่ยวแต่มีผลทำให้ส่วนเหลวเหนียวขึ้นตามน้ำหนักโมเลกุลที่เพิ่มขึ้น จึงต้องระบายน้ำออกจากส่วนเหลวแล้วนำไปรวมกับส่วนผง เวลาใช้งานจึงใช้น้ำกลั่นเป็นส่วนเหลวในการผสม ต่อมาได้มีการเพิ่มกรดทาร์ทาริก เพื่อให้เกิดการแข็งตัวได้เร็วขึ้น (snap set) และกรดอซิติกอนิก เพื่อช่วยลดความหนืดของส่วนเหลวและป้องกันการเกิดเป็นเจลเมื่อเก็บวัสดุไว้

Autonucci และคณะ² ได้ปรับปรุงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยเพิ่มไวนิลโมโนเมอร์ ที่เหมาะสม (Compatible vinylmonomer) และระบบฟรีเรดิคัล อินิทิเอเตอร์ (Free radical initiator system) รวมเรียกว่า ไฮบริดซีเมนต์คอมโพสิต (Hybridcement composite) ซึ่งเมื่อรวมกับโพลีเมอร์ ที่เหมาะสมจะเป็นปฏิกิริยาแบบโพลีเมอร์ โมโนเมอร์ (Polymer monomer system) ทำให้ไอโอโนเมอร์มีความแข็งแรง มีลักษณะยึดเหนี่ยวและเหนียวจากพันธะไฮบริด เพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักของวัสดุลดความไวต่อการสูญเสียน้ำขณะแข็งตัวและมีการแตกตัวน้อยลงหลังจากผสมกับกรด ลดการรั่วซึมตามขอบ

และเพิ่มพันธะการยึดให้สูงขึ้น (Bond strength)

การแบ่งชนิดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มักแบ่งเป็น 3³ ชนิด คือ

1. **วัสดุยึดติด (Luting cement)** มีอัตราส่วนผสมผงต่อน้ำเท่ากับ 1.5 : 1 ผงมีขนาดเล็กเพื่อให้เกิดความหนาของแผ่นฟิล์มที่เหมาะสม มีความต้านทานต่อการปนเปื้อน (contaminate) กับน้ำสูง สามารถจำกัดระยะเวลาในการทำงานได้โดยการนำแผ่นแก้วสำหรับผสมไปแช่เย็น และทึบต่อภาพรังสีเพื่อง่ายต่อการตรวจหาส่วนเกิน

2. **วัสดุอุด แบ่งเป็น 2 ชนิด**

2.1 **วัสดุอุดเพื่อความสวยงาม (Restorative esthetic)** มีอัตราส่วนผสมผงต่อน้ำ เท่ากับ 3.0 : 1 หรือมากกว่า ผงมีขนาดใหญ่เพื่อการสะท้อนแสงที่ดีกว่า มีความต้านทานต่อการปนเปื้อนนํ้าต่ำ จึงควรป้องกันน้ำปนเปื้อนในช่องปากอย่างน้อย 24 ชั่วโมง และทึบต่อภาพรังสี

2.2 **วัสดุอุดเพื่อความแข็งแรง (Restorative reinforce)** อัตราส่วนผสมผงต่อน้ำ เท่ากับ 3.0 : 1 หรือมากกว่า ผงมีขนาดใหญ่และมีโลหะเป็นส่วนผสม เช่น เงิน ทอง เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติให้แข็งแรงขึ้น แต่ความต้านทานต่อการปนเปื้อนนํ้ายังคงต่ำ ทึบต่อภาพรังสี

3. **วัสดุฉาบพื้นโพรงฟัน (Lining cement)**

อัตราส่วนผสมผงต่อน้ำเท่ากับ 15 : 1 และเท่ากับ 3.0 : 1 เมื่อต้องการให้เป็นวัสดุรองพื้น (base) ผงมีขนาดเล็กและมีความต้านทานต่อการปนเปื้อนนํ้าสูง

การปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์เป็นแบบเบิร์ส เอฟเฟกต์ (Burst effect) คือในระยะ 1-2 วันแรกจะปลดปล่อยออกมามาก และลดลงอย่างรวดเร็วในวันต่อมา และจะปลดปล่อยได้นานถึง 16 เดือน และถ้าได้รับฟลูออไรด์เฉพาะที่ ก็จะสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาได้อีก โดยเฉพาะฟอสเฟต⁴ ฟลูออไรด์ (acidulated phosphate fluoride : APF) จะให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ โซเดียม ฟลูออไรด์ (neutral sodium fluoride : NaF) และยังพบอีกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ชนิดที่ 1 และ⁵ 3 จะ

สามารถรับและปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้มากกว่าชนิดที่ 2 นอกจากนี้ยังส่งผลให้เชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (*streptococcus mutans*) ไม่สามารถเจริญในบริเวณที่มีการปลดปล่อย^{6,7} ฟลูออไรด์อีกด้วย จากการศึกษาของ De Schepper และคณะ⁸ พบว่าส่วนประกอบที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย คือกรดโพลีอคริลิกและส่วนของผงแก้ว ในซีเมนต์ชนิดอื่นซึ่งมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ แต่ไม่มีส่วนประกอบดังกล่าวจะไม่มีคุณสมบัติ

ในการต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย Cox และคณะ⁹ ยังพบอีกว่าหากอุดกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์นี้โดยมีเนื้อฟันเหลือเพียง 0.5 มิลลิเมตร จากโพรงประสาทฟัน จะไม่ทำอันตรายต่อโพรงประสาทฟัน และในกรณีที่เกิดทะลุโพรงประสาทขณะทำการรักษา (mechanical exposure) ก็สามารถกระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมได้อย่างสมบูรณ์

ตัวอย่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่บ่มตัวด้วย

ปฏิกิริยาเคมี เช่น

1. Ketac-bond
2. GC-Liner
3. Ketac-Fil
4. Fuji Ionomer, Type II (GC)

กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสง

เป็นพัฒนาการของไอโอโนเมอร์เพื่อให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น สะดวกต่อการใช้งานในคลินิก คือมีระยะเวลาทำงานที่นานขึ้น (long working time) และสามารถควบคุมให้เกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวได้โดยการฉายแสง (light cured)

ส่วนประกอบ แบ่งเป็นส่วนผง (power) และส่วนน้ำ (liquid)

1. ส่วนผง ประกอบด้วยผงแก้วฟลูออโรอะลูมิเนียมซิลิเกต (fluoroaluminosilicate glass powder) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้จะมีส่วนของเม็ดสี (pigment) และสารกระตุ้นปฏิกิริยา (activator) ให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์

ไรเซชัน (polymerization)

2. ส่วนเหลว ประกอบด้วยกรดโพลีอคริลิกที่ถูกดัดแปลง (Modified Polyacrylic acid) โดยการเปลี่ยนแปลงกลุ่มคาร์บอกซิลบางตำแหน่ง เป็นกลุ่มเมทาคริเลต (methacrylate group) สารเริ่มปฏิกิริยา (initiator) สารกระตุ้นปฏิกิริยาและเรซินซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือ ฮีมา (HEMA) หรือไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต (hydroxyethylmethacrylate) เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันด้วย

ปฏิกิริยาการบ่มตัวจะมี 2 ปฏิกิริยาหลัก ซึ่งจะเกิดไปพร้อม ๆ กัน เรียกว่าปฏิกิริยาบ่มตัวแบบ ดู-อัล (Dual cure) คือ ปฏิกิริยาการบ่ม-เอส ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการบ่มตัวจากส่วนประกอบของกลาสไอโอโนเมอร์เอง และปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสง ซึ่งเกิดขึ้นจากส่วนประกอบของเรซิน (resin) ที่เติมเข้าไปในกลาสไอโอโนเมอร์ ในปัจจุบันจึงมักเรียกกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดนี้ว่า เรซิน โมดิฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ (Resin-modified glass ionomer cement) ตามคำแนะนำของ¹⁰ แมคคีนและคณะ (McLean et al)

ตัวอย่างของกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสง

เช่น

1. Fuji II LC filling (GC)
2. Photac-Fil applicap
3. Fuji lining LC (GE)
4. Baseline VLC (Dentsply)
5. Vitrabond (3M)
6. XR Ionomer
7. Vitremer (3M)

คุณสมบัติของกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสง

1. ความสามารถในการปลดปล่อยฟลูออไรด์ พบว่ามีความสามารถในการปลดปล่อย ฟลูออไรด์มากกว่าหรือเท่ากับแบบบ่มตัว^{10,11} ด้วยปฏิกิริยาเคมี จำนวนฟลูออไรด์ที่ปลดปล่อยอาจจะแตกต่างกันในซีเมนต์แต่ละชนิด ซึ่งขึ้นกับ

- ส่วนประกอบของซีเมนต์รวมทั้งชนิดและปริมาณของเรซินที่เพิ่มเข้าไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน

- การผสม การผสมส่วนของ¹² ผงกับน้ำโดยใช้มือ (hand-mixed system) จะปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้น้อยกว่าการใช้เครื่องผสม (encapsulated system) แต่ไม่มีความแตกต่างในเรื่องของเวลาที่ใช้ผสม

ในปี 1996 ได้มีการทดลองเติมโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 4% (4% sodium fluoride solution) ลงในส่วนของเหลวของกลาสไอโอโนเมอร์ พบว่าสามารถทำให้มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้มากขึ้น โดยไม่ทำให้คุณสมบัติข้ออื่นเสียไป นอกจากนี้ยังได้เริ่มนำกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัว¹³ ด้วยแสงมาใช้ในการงานทันตกรรม จัดฟันโดยใช้ในการติดเครื่องมือสำหรับจัดฟัน (bracket) ซึ่งมีข้อดีกว่าการใช้คอมโพสิต (composite) คือไม่ต้องใช้กรดกัดเคลือบฟันก่อน เมื่อจะถอดเครื่องมือ ความเสี่ยงในการทำอันตรายต่อเนื้อฟันจึงลดลง และการที่วัสดุสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ก็จะช่วยลดโอกาสการเกิดฟันผุ (demineralization) รอบ ๆ เครื่องมืออีกด้วย แต่ในปี 1997¹⁴ มีการทดลองที่แสดงถึงค่าแรงยึดเฉือน (shear bond strength) ของกลาสไอโอโนเมอร์ที่ต่ำกว่าคอมโพสิตเรซิน อย่างมีนัยสำคัญเมื่อนำมาใช้ในการงานทันตกรรมจัดฟัน จึงควรติดตามการศึกษาถึงเรื่องนี้ต่อไป

2. สามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีกว่ากลาสไอโอโนเมอร์¹⁵ ชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากจะเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวทันทีเมื่อฉายแสง ความไวต่อการได้รับและสูญเสียน้ำจะลดลง ในขณะเดียวกันจะเกิดการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันมากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรั่วซึมระหว่างวัสดุกับพื้นผิวโพรงฟัน (micro leakage) ปัญหานี้แก้ไขโดยอุดเป็นชั้นบาง ๆ หลาย ๆ ชั้น แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร (incremental filling)

3. ผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค (antimicrobial effect) ให้ผลเช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี นั่นคือในบริเวณที่

บูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์จะมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียลดลง การเกิดสะสม¹⁶ ของแผ่นคราบจุลินทรีย์ (plaque formation) ลดลง ให้ผลดีในการป้องกันการเกิด^{17,18} ฟันผุซ้ำอีก (recurrent caries) จึงนิยมใช้กลาสไอโอโนเมอร์ในการบูรณะ¹⁹ ฟันน้ำนม บริเวณ²⁰ รากฟัน (root caries) บริเวณคอฟัน (Class V restoration) และบริเวณอื่น ๆ ที่ไม่ต้องรับแรงบดเคี้ยวมากเกินไป

ผลจากคุณสมบัติทั้ง 3 ข้อนี้ จึงช่วยลดการเสียของฟันหลังทำการบูรณะฟันอีกด้วย

4. แรงยึดติด (Bond Strength) ADA ได้กำหนดค่าแรงยึดติดของวัสดุกับเนื้อฟันอย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 7 เมกะปาสคาล²¹ (MPa) ผลการทดลอง^{21,22,23} หลายครั้งจากการทำการทดลองหลายท่านได้ผลว่าแรงยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์กับฟันมีค่าประมาณ 7-12 เมกะปาสคาล (ค่าแรงยึดติดของคอมโพสิตกับฟันมีค่าประมาณ 9-20 เมกะปาสคาล) แรงยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสง มีค่าสูงกว่าชนิดบ่มด้วยปฏิกิริยาเคมีอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการแตกหักจากการทดสอบแรงยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์กับฟันที่ผ่านมา มักเกิดจากการแตกหักของตัววัสดุเองมากกว่าการแตกหักระหว่างวัสดุกับฟัน กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสงได้รับการปรับปรุงให้มีการยึดติดภายในดีขึ้น ด้วยการก่อตัว 2 ทาง คือจากปฏิกิริยาการหดตัวเหมือนกับชนิดบ่มด้วยปฏิกิริยาทางเคมีและการก่อตัวด้วยแสงหรือการเกิดโพลีเมอร์ไรเซชัน^{22,23} ซึ่งจะมีอนุมูลอิสระ (free radical) เกิดขึ้น ทำให้เกิดสายใยเกี่ยวพันของอนุมูลอิสระในตัววัสดุซึ่งทำให้แรงยึดภายในสูงขึ้น

5. การปรับสภาพพื้นผิว (surface treatment) วัตถุประสงค์เพื่อกำจัดเสมียร์เลย์ (smear layer) บนผิวฟันเพื่อให้การยึดเกาะระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์กับผิวฟันเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจทำได้โดย

- ใช้ผงขัดร่วมกับหัวยางขัดและน้ำ
- ใช้สารเคมี (conditioning agent) สารเคมีตัว

แรกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือกรดโพลีอะคริลิก (polyacrylic acid) ความเข้มข้น 40% ซึ่งปัจจุบันได้ลดความเข้มข้นลงเหลือ 10-25% เนื่องจากการใช้กรดที่มีความเข้มข้นสูงเกินไปจะกัดกร่อนผิวฟันทำให้สูญเสียแร่ธาตุจากผิวฟัน และพื้นที่ที่ใช้ในการยึดกับกลาสไอโอโนเมอร์ลดลง การเกิดพันธะทางเคมี (chemical bond) ก็จะลดลง²⁴

นอกจากกรดโพลีอะคริลิกแล้ว ยังมีการทดลองเปรียบเทียบสารเคมี 3 ชนิดคือ กรดโพลีอะคริลิก 10% EDTA และ สก๊อตเปรป (Scotchprep) พบว่ากลุ่มที่ใช้สก๊อตเปรปจะทำให้การยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์และผิวฟันที่ดีที่สุด เนื่องจากมี HEMA เป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกับในกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยแสง²⁵

6. การรั่วซึมตามขอบวัสดุ (microleakage) การอุดฟันในกรณีฟันสึกหรือผุบริเวณคอฟัน ส่วนที่เป็นเคลือบรากฟันด้วยคอมโพสิต เรซินนั้น มักพบปัญหาเกิดขึ้นคือการรั่วซึมตามขอบวัสดุบริเวณผนังโพรงฟันส่วนที่เป็นเคลือบรากฟัน (cementum) หรือส่วนที่เป็นเนื้อฟัน (dentin) ซึ่งเป็นผลจากการหดตัวในกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชันของคอมโพสิต เรซิน ทำให้เกิดการติดสีตามขอบการผูกติดต่อวัสดุอุด และเกิดการเสียวฟันหลังจากอุดฟันตามมาได้ จึงได้มีความพยายามในการลดการรั่วซึมตามขอบวัสดุโดยการอาศัยข้อดีของกลาสไอโอโนเมอร์ เช่น ความสามารถในการปลดปล่อยฟลูออไรด์ การยึดติดทางเคมีกับฟันมาเป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟัน โดยนำมาใช้ในลักษณะของแซนวิชเทคนิค (sandwich technique)

ต่อมาพบว่า การนำมาใช้ในลักษณะนี้ทำให้เกิดการรั่วซึมตามขอบวัสดุได้เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจาก แรงยึดระหว่างคอมโพสิตกับกลาสไอโอโนเมอร์มีค่ามากกว่าแรงยึดของกลาสไอโอโนเมอร์กับเนื้อฟัน ดังนั้นเมื่อเกิดการหดตัวในกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชันของคอมโพสิต ก็จะดึงเอากลาสไอโอโนเมอร์หลุดออกจากผิวฟันด้วย ซึ่งจะพบในกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีมากกว่าแบบบ่มตัวด้วยแสงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เพราะเวลาบ่มตัวของชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีนานถึง^{26,27} 2.9-6.8 นาที ใน

ขณะที่ชนิดบ่มตัวด้วยแสงใช้เวลาบ่มตัวสั้นเพียง 30 วินาที ทำให้เกิดการยึดติดอย่างรวดเร็วกับผิวฟัน แรงดังกล่าวสามารถต้านทานต่อแรงหดตัวของคอมโพสิตได้ จึงสามารถลดการรั่วซึมตามขอบวัสดุในบริเวณผนังส่วนที่เป็นเคลือบรากฟันหรือเนื้อฟันได้

นอกจากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีการพัฒนาคุณสมบัติด้านอื่น ๆ อีก เช่นด้านความสวยงาม มีความโปร่งแสงของวัสดุมากขึ้น สามารถใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่เสริมภายหลังเพื่อให้มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้อีก จึงเปรียบเสมือนเป็นแหล่งสะสมฟลูออไรด์ (fluoride reservoir) ในช่องปากได้เป็นอย่างดี ในทางทันตกรรม บุรณะสามารถใช้บุรณะได้ในฟันน้ำนม ฟันถาวรบริเวณที่ไม่รับแรงบดเคี้ยวมากเกินไป (ถ้าเป็นบริเวณที่รับแรงบดเคี้ยว ควรใช้เป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟันและปิดทับด้วย คอมโพสิต เรซิน) หรือแม้แต่ในบริเวณที่มีอัตราการเกิดฟันผุสูง และสามารถบุรณะได้โดยการกำจัดเฉพาะส่วนที่ผุออกเท่านั้น (microcavity) คงเหลือส่วนเนื้อฟันที่ดีให้มากที่สุด (conservative treatment) บริเวณที่เริ่มเป็นรอยช่นขาวเนื่องจากมีการดึงแร่ธาตุออกไป (demineralized) ก็สามารถคงไว้ได้ ความสามารถในการปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์จะทำให้บริเวณดังกล่าวเกิดการเสริมสร้างแร่ธาตุกลับคืนได้ (remineralized)

บทสรุป

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีคุณสมบัติเด่นประจำตัวคือ มีแรงยึดทางเคมีต่อโครงสร้างของฟันสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์และรับฟลูออไรด์ เสริมภายหลัง เพื่อให้มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ต่อไปได้อีกเป็นระยะเวลานาน จึงช่วยลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย การเกิดแผ่นคราบจุลินทรีย์และการเกิดฟันผุซ้ำขึ้นอีก จุดที่พึงระวังเวลาเลือกใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่สำคัญคือ วิธีการใช้ (manipulation) ผู้ใช้ควรศึกษาและปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด มิฉะนั้นอาจทำให้สูญเสียคุณสมบัติที่ดีที่ควรจะได้

การศึกษาและพัฒนาคุณภาพของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังคงดำเนินต่อไป ทั้งคุณสมบัติทางชีวภาพ กายภาพ และคุณสมบัติเชิงกล เพื่อให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เป็นวัสดุที่สามารถนำมาใช้ในทางคลินิกได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Mount GJ. Buonocore Memorial Lecture. Glass-ionomer cements : past present and future. *Operative Dentistry* 1994 ; 19(3) : 82-90.
- JE Rus, JM Autonucci, F Eichmiller, MH Anderson. Adhesive properties of modifier glass-ionomer cement. *Dent Mater* 1992 ; 8 : 31-6.
- G Mount. Making the most of glass ionomer cement. *Dent update* 1991; 276-79.
- Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJ JR. Short term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater* 1995 ; 11(2) : 96-101.
- Takahashi K, Emilson CG, Birkhed D. Fluoride release in vitro from glass ionomer cements and resin composites after exposure to NAF solutions. *Dent Mater* 1993 ; 9(6) : 350-4.
- SL Creanor, et al. Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. *Caries Res* 1980 ; 28 : 332-8.
- Berg JH. Antibacterial effect of glass ionomer silver cement restoration. *Pediatr Dent* 1990 ; 24 : 133-6.
- De Schepper EJ, White RR, Vonder Lenr W. Antibacterial effects of glass ionomer. *Am J Dent* 1989 ; 2 : 51-6.
- Cox CF, Keall CL, Keall HJ, Ostro E, Bergen Holtz G. Biocompatibility of surface sealed dental materials against exposed pulps. *J Prost Dent* 1989 ; 57 : 1-8.
- Forsten L. Resin-modified glass ionomer cements : fluoride release and uptake. *Acta Odontol Scan* 1995 ; 53(4) : 222-5.
- Momoi Y, Mc Cabe JF. Fluoride release from light-activated glass ionomer restorative cements. *Dent Mater* 1993 ; 9(3) : 151-4.
- Miller BH, Komatsu H, Nakajima H, Okabe T. Effect of glass ionomer manipulation an early fluoride release. *Am J Dent* 1995 ; 8(4) : 182-6.
- Fricker JP. Bonding and debonding with a light-activated resin-modified glass ionomer cement. *Aus Ortho J* 1996 ; 14(2) : 78-80.
- Ashcraft DB, Staley RN, Jakobsen JR. Fluoride release and shear bond strengths of three light-cured glass ionomer cements. *Am J Orthod & Dentofacial Orthopedics* 1997 ; 111(3) : 260-5.
- SB Mitra. Adhesion to dentine and physical properties of a light-cured glass ionomer liner/base. *J Dent Res* 1991 ; 70(1) : 72-4.
- Mount GJ. Some physical and biological properties of glass ionomer cement. *Int Dent J* 1995 ; 45(2) : 135-40.
- Valenzuela VS, Abarca AM, Silva ND, Franco ME, Hueta JM. In vitro inhibition of marginal caries-like lesions with fluoride-containing amalgam. *Operative Dentistry* 1994 ; 19(3) : 91-6.
- Dionysopoulos P, Kotasnos N, Koiniotou-Koubia, Papagodiannis Y. Secondary caries formation in vitro around fluoride-releasing restorations. *Operative Dentistry* 1994 ; 19(5) : 183-8.
- Croll TP, Killian CM. Glass-ionomer-resin restoration of primary molars with adjacent class II carious lesions. *Quintessence Inter* 1993 ; 24(10) : 723-7.
- Christensen GL. A new challenge - root caries in

- mature people. JADA 1996 ; 127(3) : 379-80.
21. Micheal F, Mc Carthy, Seven O. Hondrum : Mechanical and bond strength properties of light-cured and chemically cured glass ionomer cements. Am J Orthod & Dentofac Orthop 1994 ; 105 : 135-41.
 22. JR Holtan, GP Nystrom, et al. Bond strength of a light-cure and two autocured glass ionomer cements to dentin. J Dent 1990 ; 18 : 217-5.
 23. A Lin, NS McIn, Tyre RD. Davidson Studies on the adhesion of glass ionomer cements to dentin. J Dent Res 1992 ; 71(11) : 1836-41.
 24. RB Joynt, EL Davis, et al. Effect of dentinal pretreatment on bond strength between glass-ionomer cement and dentin. Operative Dentistry J 1990 : 15 : 173-7.
 25. K Hinoura, M Miyazaki, M Onose. Dentin bond strength of light-cured glass ionomer cements. J Dent Res 1991 ; 70(12) : 1542-4.
 26. Anthony HL, et al . Microleakage at gingival dentin margins of Class V Composite restorations lined with light-cured glass ionomer cement. JADA 1991 ; 706-9.
 27. SK Sidhu, LJ Henderson. In vitro marginal leakage of cervical composite restorations lined with a light-cured glass ionomer. Operative Dentistry 1992 ; 17 : 7-12.