

# Up to date Glass-Ionomer Cements

ผศ.ทพ.พีรพงศ์ กุประดิษฐ์

ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่มีมานานแล้วตั้งแต่ปี ค.ศ. 1972 โดย Wilson และ Kent พัฒนามาจาก Silicate cement และ Polycarboxylate cement กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จัดเป็น “Smart” materials in dentistry เนื่องจากมีคุณสมบัติ 4 ประการคือ 1.ไม่ต้องใช้สารยึดติด 2. มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) ที่ดี 3. สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์และมีการคืนกลับของฟลูออไรด์ในวัสดุได้ 4. ใช้กันอย่างแพร่หลายทางทันตกรรมในหลายสาขา

## การแบ่งชนิดตามการใช้งาน

- Type I For luting
- Type II For restorations
- Type III Liners and bases
- Type IV Fissure sealants
- Type V Orthodontic cements
- Type VI Core build up

เพื่อความสะดวกการแบ่งชนิดตามการใช้งานอาจจะแบ่งเป็น

- Type I: Luting cement for crowns, bridges, and orthodontic brackets
- Type II
  - a: Esthetic restorative cement
  - b: Reinforced restorative cement
- Type III: Lining, base and sealant

## การแบ่งชนิดตามส่วนประกอบของโครงสร้าง

1. กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (Conventional glass ionomer cement)

2. Reinforced cements กลุ่มนี้พัฒนามาจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม จะมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น แข็งตัวเร็วขึ้น มีความสวยงามเพิ่มมากขึ้นได้แก่

- 2.1 Highly viscous glass ionomer cement

- 2.2 Metal-reinforced (modified) glass ionomer cement (MM GIC)

- 2.3 Resin-reinforced glass ionomer cement (RR GIC)

3. Resin-modified glass ionomer (RMGIC)

โดยกลุ่ม 1 และ 2 เป็น self-cure ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็น light-cure

## การแบ่งชนิดตามผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่าย

1. ส่วนผงและส่วนเหลว (Powder-liquid) การผสมในอัตราส่วนที่ถูกต้อง (Aratani, 2005) จะทำให้วัสดุมีค่า Compressive strength ที่เพิ่มขึ้น

2. แคปซูล (Capsule) ทำให้ได้อัตราส่วนที่ถูกต้อง ช่วยลดข้อผิดพลาดจากแบบชนิดส่วนผงและส่วนเหลวก่อนการใช้แคปซูลต้องมีการ activate เพื่อให้ส่วนผงรวมกับส่วนเหลวก่อนจากนั้นนำไปปั้นในเครื่องปั้นอะมัลกัม การ activate มีสองวิธีขึ้นอยู่กับชนิดผลิตภัณฑ์ คือ ใช้อุปกรณ์ activator ช่วย หรือ activate ที่ตัวแคปซูลโดยตรง



การใช้อุปกรณ์ activator ช่วย



หรือ activate ที่ตัวแคปซูลโดยตรงที่ส่วนปลาย

3. ตัวจ่ายแบบครีมชั้นสองหลอด (Dispenser: paste-paste) ใช้ร่วมกับ centrix tube และ centrix syringe



4. Mix capsule เป็น Single -unit- auto- mix คือ ตอนใช้งานจะใช้ร่วมกับ centrix syring จะผสมกันเองภายในที่ปลายหลอด วิธีนี้ช่วยลดครุพูนจากการผสม



## ข้อดีและคุณสมบัติของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

1. การยึดอยู่กับฟัน กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทุกชนิดจะมีพันธะเคมี (Chemical bond) กับโครงสร้างฟัน จึงจัดเป็น

self-adhesive เนื่องจากไม่ต้องใช้สารยึดติด ในส่วนเหลวของวัสดุจะประกอบด้วยหมู่  $\text{COO}^-$  ซึ่งจะทำปฏิกิริยาเคมีกับ  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  ในโครงสร้างของฟัน และบริเวณที่วัสดุสัมผัสกับฟันจะมีการแลกเปลี่ยนไอออนมากมาย (Ion enrich layer) นอกจากนี้วัสดุยังมีการยึดอยู่แบบ Micro-mechanical interlocking กับผิวฟัน ในเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์นอกจากจะมีพันธะเคมีกับฟันแล้วก็ยัง micro-mechanical bonding ในลักษณะ resin tag แต่ยังไม่ชัดเจนว่ามีชั้น hybrid layer เกิดขึ้นร่วมด้วย

การนำกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มาบูรณะคอฟันจะให้การยึดอยู่ที่ดีกว่าเรซินคอมโพสิต เนื่องจากเหตุผลสองประการคือ 1. กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่า modulus of elasticity ที่ต่ำกว่าเรซินคอมโพสิต 2. Silica hydrogel ที่อยู่ล้อมรอบอนุภาคแก้วจะช่วยทำหน้าที่เป็น stress absorption ที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในทางคลินิกของ Sidhu ในปี ค.ศ 2010 ที่พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ให้ค่า retention ที่ดีมากเมื่อเวลาผ่านไป

2. การปลดปล่อยฟลูออไรด์ ฟลูออไรด์มีบทบาทป้องกันฟันผุและทำให้เกิดการดูดกลับของแร่ธาตุ ฟลูออไรด์จะแพร่ผ่านมาจากเมทริกซ์ และอนุภาคแก้ว ฟลูออไรด์ที่ถูกปล่อยออกมาสามารถลด bacterial metabolism และ proliferation แต่ไม่มากพอที่จะไป inhibit growth ของ bacteria หรือฆ่าเชื้อ bacterial ในระยะยาวได้ สำหรับบริเวณที่ฟันสัมผัสกับวัสดุโดยตรงวัสดุจะช่วยป้องกันการเกิด secondary caries ได้ แต่การไม่มี secondary caries ของโพรงฟันที่บูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ไม่ได้ขึ้นกับฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกเช่น วิธีการบูรณะ ตำแหน่งของฟันผุ การดูแลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย ชนิดของวัสดุที่ใช้

กลไกการปลดปล่อยฟลูออไรด์จะมีอยู่ 2 ระยะ คือ ระยะแรกฟลูออไรด์จะปลดปล่อยออกมาจากเมทริกซ์ออกมามากและรวดเร็วเรียกว่า burst effect ภายใน 1-2 วันแรก ระยะต่อมาการปลดปล่อยฟลูออไรด์จะออกมาจากอนุภาคแก้วแต่จะช้าและค่อนข้างคงที่ ระยะนี้สามารถ recharge ฟลูออไรด์ได้ถ้าหากได้รับฟลูออไรด์จากยาสีฟัน

น้ำยาบ้วนปาก ฟลูออไรด์เฉพาะที่ ความสามารถในการ recharge ฟลูออไรด์ จะเรียกว่า reservoir effect ที่พบในวงจรฟลูออไรด์ (Fluoride cycle) กล่าวคือ เมื่อบูรณะฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ฟลูออไรด์จากวัสดุจะแพร่ผ่านไปผิวฟันที่สัมผัสอยู่กับวัสดุจนเกิดความสมดุล ฟลูออไรด์บางส่วนก็จะแพร่ผ่านจากวัสดุไปยังน้ำลายและแผ่นคราบจุลินทรีย์ เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณฟลูออไรด์ในวัสดุจะลดน้อยลง ถ้าหากมีการ recharge ฟลูออไรด์ ฟลูออไรด์ในวัสดุก็จะเพิ่มมากขึ้นเกิดเป็นวงจรฟลูออไรด์เช่นเดิม

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้แก่

1. ส่วนประกอบและปริมาณฟลูออไรด์ในวัสดุ
2. การเก็บในสารละลายที่มีความเป็นกรดจะทำให้วัสดุมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมามาก
3. ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำลายที่ต่ำจะทำให้วัสดุมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมามาก
4. แผ่นคราบจุลินทรีย์จะขัดขวางการปลดปล่อยฟลูออไรด์สู่ในช่องปาก
5. อัตราส่วนผงต่อส่วนเหลว มีการศึกษาของ Vermeersch และคณะในปี ค.ศ. 2001 เปรียบเทียบในวัสดุจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันพบว่า วัสดุที่มีความหนืดมากจะมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ที่น้อยกว่าวัสดุที่มีความหนืดที่น้อยกว่า
6. ปริมาณพื้นที่ผิวของวัสดุที่มากจะทำให้มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ที่มาก

เรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์นิยมนำมาใช้ทำสารรองพื้นโพรงฟันมาก มีการศึกษาของพีรพงศ์และคณะในปี พ.ศ. 2556 พบว่าการปลดปล่อยฟลูออไรด์ของเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดสารรองพื้นโพรงฟัน (Vitrebond®, Vivaglass®) จะปลดปล่อยฟลูออไรด์มากกว่าคอมโพเมอร์ (Ionosit®) และ

คอมโพสิตที่มีการเติมฟลูออไรด์ (Lime lite®) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีการศึกษาของ Neelakantan และคณะในปี ค.ศ. 2011 ในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ใช้บูรณะฟันพบว่าในระยะเวลา 3 วันแรกกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดตั้งเดิม (Fuji II®) มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์มากกว่าเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Fuji II® LC, Ketac N-100®) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในวันที่ 5-7 พบว่า Ketac N-100® มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 3. ความเข้ากันได้ดีทางชีวภาพต่อเนื้อเยื่อในและเหงือก (Good biocompatibility to pulp tissue and gingival tissue)

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ผสมเสร็จใหม่ๆ จะมีความเป็นพิษและเป็นสาเหตุทำให้เกิด mild transient inflammatory response ได้ ดังนั้นกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่มีการก่อกาวที่ไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดการเสียวฟันได้ เนื่องจาก Dentinal fluid จะมีการแพร่ผ่านไปยังวัสดุ และ hydrogen ions ในวัสดุที่ก่อกาวไม่สมบูรณ์ก็สามารถแพร่ผ่านไปยัง tubules ได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Soares และคณะในปี 2016 หากเปรียบเทียบกันระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดตั้งเดิมและเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์พบว่า กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดตั้งเดิมจะมี biocompatibility ดีกว่าเนื่องจากเมื่อเกิดปฏิกิริยาจะเป็นกลางเร็วกว่า และคายความร้อนน้อยกว่า และในเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ประกอบด้วยอีมา (HEMA) ซึ่งจะมีความเป็นพิษต่อ dental pulp และ osteoblast และยังเป็นพิษต่อมนุษย์ด้วย อาจทำให้เกิดอันตรายต่อทางเดินหายใจและก่อให้เกิด eye irritation ได้ หากมีวัสดุเหลือจากการผสมมากๆ แนะนำให้ฉายแสงให้ set ก่อนจะนำไปทิ้งถังขยะ

#### 4. Thermal Compatibility

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน (CTE) ที่ใกล้เคียงกับฟัน ดังนั้นทำให้แนบสนิทบริเวณขอบที่ดี มี Polymerization shrinkage ประมาณ 3-4% ในเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ประกอบด้วยอีมา จะทำให้เกิดการดูดน้ำและการขยายตัวได้ประมาณ 8% ซึ่งจะชดเชยการหดตัว จึงทำให้มีความแนบสนิทได้ดีกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม

Material	CTE [ppm]
GIC	10.2–11.4
Resin composite	14–50
Amalgam	22.1–28.0
Porcelain	12.0
Human enamel	11.4
Human dentin	8.3

มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการของปัทมา ฟิรพงศ์และคณะ ในปี 2559 พบว่าในการใช้ liner และ adhesive เพื่อป้องกันการรั่วซึมในฟันกรามน้อยที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันพบว่า เรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ((Vitrebond®) ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้คอมโพเมอร์ (Ionosit®) ในการป้องกันการรั่วซึม แต่ระบบ total-etched system จะให้ผลในการป้องกัน dye penetration ดีกว่าระบบ self-etched

#### ข้อเสียของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

1. มีความสวยงามน้อยกว่าเรซินคอมโพสิต
2. กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่แข็งแต่เปราะ มีความแข็งแรงต่ำไม่ควรนำมาบูรณะด้านบดเคี้ยว

มีการศึกษาของ Khosla ในปี ค.ศ. 2015 โดยการเปลี่ยนแปลงของผิวกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (Fuji II®) ภายหลังจากใช้ 1.23% acidulated phosphate fluoride พบว่าผิวมีความขรุขระเพิ่มมากขึ้น

3. เทคนิค sensitive แต่่น้อยกว่าใน เรซินคอมโพสิต

#### Antimicrobial properties ในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

ในงานวิจัยมีความพยายามในการศึกษาผลของการเติม Antimicrobial agent ชนิดต่าง ๆ ลงไปในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ได้แก่

1. 2.5% Triclosan พบว่า ไม่มีผลต่อการรั่วซึมของวัสดุ และช่วยให้คุณสมบัติ Antimicrobial properties ดีขึ้น
2. ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, Minocycline, Cefaclor และ Metronidazole พบว่า ช่วยเพิ่ม success rate ในการรักษาเนื้อฟันผุที่ติดเชื่อในฟันน้ำนม
3. Chlorhexidine ช่วยเพิ่มคุณสมบัติ Antimicrobial properties ให้ดีขึ้นต่อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฟันผุ แต่จะลดค่า compressive strength และ bond strength และเพิ่มระยะเวลาการก่อตัวของวัสดุ
4. Titanium dioxide nanoparticles ช่วยเพิ่มคุณสมบัติ Antimicrobial properties ดีขึ้น
5. Poly-quaternary ammonium salts (PQAS) ช่วยเพิ่ม antibacterial activity แต่จะลดค่า compressive strength



## องค์ประกอบพื้นฐาน

วัสดุบูรณะกระจกใสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีส่วนประกอบพื้นฐาน 2 ส่วน คือ วัสดุของเหลว (liquid phase) และวัสดุผง (powder phase) ส่วนประกอบของวัสดุของเหลว ได้แก่ กรดโพลีคาร์บอกซิลิก (Polycarboxylic acid) หรือโพลีอัลคีนอิก (Polyalkenoic acid) เข้มข้นร้อยละ 40-55% และน้ำ 30% จัดเป็น Water base material และมีคุณสมบัติเป็น Hydrophilic นอกจากนี้ก็ยังมี กรดอะคริลิก (Acrylic acid) กรดมาเลอิก (Maleic acid) ช่วยลดเวลาการก่อตัว กรดอิทาโคนิก (Itaconic acid) ช่วยลดความหนืด กรดทาทาริก (Tartaric acid) ช่วยเพิ่มเวลาการก่อตัวที่เร็วขึ้นและช่วยเพิ่มระยะเวลาการทำงาน ซึ่งกรดต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะมีสูตรโครงสร้างที่มีหมู่คาร์บอกซิลเป็นหมู่ที่ทำหน้าที่ในการก่อตัวของวัสดุและการยึดติดกับโครงสร้างฟัน

แต่ในส่วนเหลวของเรซินมอดิฟายด์กระจกใสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีการเติมมอนอเมอร์ที่ละลายน้ำได้ คือไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต (hydroxyethyl methacrylate) หรือที่เรียกกันโดยย่อว่า ฮีมา (HEMA) 4.5-6% เข้าไปในส่วนวัสดุของเหลวเพื่อเพิ่มเวลาในการทำงาน เนื่องจากพบว่าฮีมาช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาการหด-ต่างนอกจากนี้ยังมีการเติมสารเริ่มปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox initiator) ได้แก่ แคมฟอร์ควิโนน ซึ่งเป็นตัวเริ่มต้นในปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization reaction) โดยการบ่มตัวด้วยแสงเข้าไปในวัสดุของเหลว ทำให้วัสดุบูรณะของเรซินมอดิฟายด์กระจกใสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถก่อตัวเริ่มแรกได้ด้วยการฉายแสง ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตจึงต้องเก็บส่วนวัสดุของเหลวในบรรจุภัณฑ์ที่ทึบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ที่ไม่พึงประสงค์จากแสงภายนอก

สำหรับวัสดุผง (powder phase) ของกระจกใสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีส่วนประกอบ คือ ฟลูออโรอะลูมิโนซิลิเกตกระจก ซึ่งจะมีแคลเซียมและฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบ (Calcium fluoro-aluminosilicate glass) อยู่ด้วย ขนาดของวัสดุแก้ว (glass phase) ขึ้นอยู่กับว่าเป็นชนิดวัสดุบูรณะฟัน หรือชนิด luting ชนิดวัสดุบูรณะฟันต้องการ

ความแข็งแรงก็จะมีขนาดใหญ่กว่า วัสดุภาคแก้วประกอบด้วย 1.ซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) 2.อะลูมินา ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 3.แคลเซียมฟลูออไรด์ ( $\text{CaF}_2$ ) 4.อะลูมิเนียมฟอสเฟต ( $\text{AlPO}_4$ ) 5.โซเดียมอะลูมิเนียมฟลูออไรด์ ( $\text{Na}_2\text{AlF}_6$ ) 6.อะลูมิเนียมฟลูออไรด์ ( $\text{AlF}_3$ ) ซึ่งมีความสามารถในการปลดปล่อยไอออนที่เป็นส่วนประกอบออกมาได้ โดยที่โครงสร้างแก้วประกอบด้วย  $[\text{AlO}_4]$  tetrahedrons และ  $[\text{SiO}_4]$  tetrahedrons โดยต้องมีปริมาณอะลูมินาต่อซิลิกาอย่างน้อย 1 ต่อ 2 เนื่องจากมีการศึกษาพบว่าอะลูมินาเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความแข็งแรงและความใสของวัสดุ ในสูตรปัจจุบันพยายามลดปริมาณแคลเซียมลงเพื่อลดการละลายตัวในช่วงแรก (initial set) สำหรับปริมาณฟลูออไรด์ มีการศึกษาพบว่าสามารถมีปริมาณได้มากถึงร้อยละ 23 นอกจากฟลูออไรด์มีบทบาทช่วยป้องกันฟันผุแล้ว ยังช่วยลด melting point ในขั้นตอนการผลิต ส่วนไอออนแร่ธาตุอื่นๆ ในส่วนประกอบเช่น  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  จะช่วย Balance ประจุในผลึก นอกจากนี้ยังมีส่วนของเมดิคัลเป็นส่วนประกอบเพื่อทำให้วัสดุมีสีหลายระดับใกล้เคียงกับสีของฟันธรรมชาติ และมีการเติมสารที่ทำให้เกิด Radiopaque ได้แก่  $\text{SrO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{ZnO}$  เป็นต้น

ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีการผลิตวัสดุในระดับนาโนมีการพัฒนาขึ้น บางบริษัทผู้ผลิตจึงทำการพัฒนาวัสดุโดยนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการผลิตนาโนฟิลเลอร์ซึ่งนำมาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวัสดุบูรณะเรซินมอดิฟายด์กระจกใสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์โดยใส่อนุภาคนาโน (nanoparticle) ของเซอร์โคเนียหรือ ซิลิกาที่มีขนาด 5-100 นาโนเมตร ในรูปแบบนาโนเมอร์ริก (nanomeric) หรือนาโนคลัสเตอร์ (nanocluster) เข้าไปในส่วนของวัสดุผง เรียกว่าวัสดุบูรณะเรซินมอดิฟายด์กระจกใสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดนี้ว่าเป็น นาโนไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (nanoionomer cement) จากการศึกษาพบว่า การเติมนาโนฟิลเลอร์ดังกล่าวช่วยพัฒนาวัสดุในด้านความสวยงาม โดยสามารถขัดให้เกิดความเงางามได้มากขึ้น มีความต้านทานการขัดถู (abrasive resistance) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุบูรณะเรซินมอดิฟายด์กระจกใสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดเดิม

โดยที่ยังคงความสามารถในการปลดปล่อยและการคืนกลับของฟลูออไรด์ในวัสดุเหมือนเดิม

## ชนิดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เมื่อแบ่งตามส่วนประกอบของโครงสร้าง

### 1. กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม

ใช้ในงานบูรณะฟันทั่วไป (ดูในหัวข้อการบ่งชี้) เช่น Fuji II<sup>®</sup>, Ketac Fill<sup>®</sup>, Alpha Fil<sup>®</sup> เป็นต้น บางชนิดเป็น Water-hardening GIC คือ การนำส่วนเหลวของ GIC (ซึ่งมีความหนืดสูงเนื่องจากมี Molecular weight สูง 30,000-45,000) นำมารวมกับส่วนผงแล้วทำให้เกิด Freeze dried ได้เป็นส่วนผงใหม่ เวลาผสมใช้น้ำกลั่นผสม ตัวอย่างเช่น Chemfil Superior<sup>®</sup>

กลุ่มนี้ต้องรอแข็งตัวอย่างน้อย 5-7 นาที แล้วจึงทำการ finishing คร่าวๆ ไม่ควรโดนน้ำ ปิดด้วยสารเคลือบผิวเพื่อป้องกันความชื้นและการสูญเสียน้ำแล้วจึงนัดมา polishing ใน visit ถัดไป

#### Reinforcing concepts

คือ วิธีการทำให้วัสดุมีความแข็งแรง สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ลดรูพรุน เพิ่ม Particle Reinforcement หรือ

เรซินในวัสดุ และการทำเคลือบผิว (Resin Coating) ทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมพัฒนามาเป็นกลุ่มต่างๆ ต่อไปนี้

### 2. Reinforced cements

#### 2.1 Highly viscous glass ionomer cement

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความหนืดสูง มีอัตราส่วนผงต่อส่วนเหลวที่เพิ่มมากขึ้นรู้สึกวกัดได้ แข็งตัวเร็วมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น ละลายตัวลดลง ไรต่อความชื้นในระยะแรกเริ่มลดลง มีขนาดของสารอัดแทรก ลดลง มีการลดปริมาณของแคลเซียมทำให้แข็งตัวเร็วขึ้น ใช้ในงานบูรณะฟัน (ดูในข้อบ่งชี้) Atraumatic restorative treatment (ART) technique, Open sandwich technique ตัวอย่างเช่น Fuji IX GP Fast<sup>®</sup>, Fuji IX GP EXTRA<sup>®</sup>, Ketac-Molar<sup>®</sup>, Ketac Universal<sup>®</sup>, Chemfil Molar VOCO Ionofil Molar AC Quick<sup>®</sup>, Riva Self Cure<sup>®</sup> HV เป็นต้น

	Mixing time	Working time	Finish and polish after end of mixing
Fuji IX GP	10s	2 min	6 min
GC Fuji IX GP FAST	10s	1.15 min	3 min
Fuji IX GP EXTRA	10s	1.15 min	2.30 min
Riva Self Cure regular	10s	1.40 min	6 min
Riva Self Cure (HV)	10s	1.30 min	5 min
Riva Self Cure FAST	10s	1.05 min	4.30 min
Ketac Molar Quick Aplicap	10s	1.40 min	3.5 min
ChemFil Molar Caps	10s	1.30 min	4 min

ตารางตัวอย่างของชนิดและผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ในกลุ่มนี้ ระยะเวลาการผสม ระยะเวลาการทำงานและ ระยะเวลาที่รอภายหลังจากการผสมก่อนจะขัดแต่งได้

## 2.2 Metal-reinforced (Modified) glass ionomer cement

**2.2.1 เติมนองอะมัลกัม AgSn (Arkar, 1999)** เข้าไปในผงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ วัสดุในกลุ่มนี้มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น แต่มีข้อเสียคือสีเหมือนโลหะไม่สวยงามและมีความไวต่อความชื้นในระยะแรกที่มีการผสม ตัวอย่างเช่น Miracle Mix®

**2.2.2 Cemet ionomer cement** มีการทำ Sintering โลหะเงินเข้าไปที่ผิวของอนุภาคแก้ว มีค่าความแข็งแรงมากกว่าชนิดแรก การเติม Titanium dioxide ประมาณ 5% เพื่อลดสีของโลหะ ผิววัสดุสามารถ burnish ได้ ใช้ในการอุดชั่วคราวหรือทำ Core build up การทำ Core build up ด้วยวัสดุกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะต้องมีเนื้อฟันเติมเหลืออย่างน้อย 60% กลุ่มนี้จะมีปริมาณฟลูออไรด์น้อยกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น Ketac silver®, Chelon-silver®, Riva silver®, Aqua silver®, Alpha-silver®, Hi-dense® และ Argion Molar AC® แต่ก็มีบางผลิตภัณฑ์มีการเติมสังกะสีเข้าไป (Zinc-reinforced glass ionomers) ตัวอย่างเช่น Chem Fil Rock®

## 2.3 Resin-reinforced glass ionomer cement

กลุ่มนี้เป็น Self-curing มีการเติมอะคริลิครีซินเข้าไปในส่วนเหลวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีความสวยงามและใสเพิ่มมากขึ้น ใช้ในการอุดฟันหน้ากลาส III, V (Khoroushi and Keshani, 2013) ตัวอย่างเช่น Fuji VIII® มี Working time: 1 นาที 30 วินาที และ setting time: 2 นาที 10 วินาที



นอกจากนี้แล้วยังมีกลุ่ม Reinforced cements อีกสองกลุ่มที่ไม่ได้มีผลิตภัณฑ์ออกมาขายแต่มีการศึกษาในงานวิจัย

## 2.4 Fiber-reinforced glasses

มีการเติม Reinforcing agent เข้าไปในส่วนผงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Kobayashi et al, 2000; Xu et al, 2001) ได้แก่ Alumina fibers, Silicon nitride หรือ E-glass fibers, silica fibers, carbon fibers จะทำให้ค่า fracture toughness & flexural strength สูงขึ้น แต่มีข้อเสียคือผสมยาก และยังมี ความต้านทานต่อการสึกกร่อน

## 2.5 Hydroxyapatite reinforced glass ionomer cements (HA-GIC)

มีการเติม Hydroxyapatite เข้าไปในส่วนผงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Gu et al, 2005) ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับ carboxylate groups ในกรด ข้อดีคือ ทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพที่ดีขึ้น

## 3. Resin-modified glass ionomer cement

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังมีข้อด้อย คือมีความแข็งแรงและการทนความเค้น (toughness) ต่ำนอกจากนี้ ยังมีเวลาทำงานที่จำกัด เวลาในการก่อตัว (setting time) ของวัสดุในช่วงแรกใช้เวลานาน มีความไวต่อความชื้น และมีการละลายตัวค่อนข้างมาก จึงมีการพัฒนามาเป็นวัสดุบูรณะเรซินมอดิฟายด์เพื่อเพิ่มเวลาในการทำงานสามารถก่อตัวเริ่มแรกได้ด้วยการฉายแสง ความไวต่อความชื้นและการละลายตัวลดลง (Sidhu, 2011) และมีคุณสมบัติเชิงกลดีขึ้นโดยมีความแข็งแรงดัด (flexural strength) และความแข็งแรงอัด (compressive strength) เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกหลังจากปฏิกิริยาก่อตัว วัสดุในกลุ่มนี้เริ่มผลิตออกมาในรูปของสารรองพื้นและฉาบผิวโพรงฟัน ได้แก่ Vitrebond® ต่อมาก็ผลิตเป็นวัสดุบูรณะฟัน ได้แก่ Riva light cure®, Fuji II LC®, Photac Fil®, Vitremer® เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวัสดุในระดับนาโน (nanotechnology) ได้มีความพยายามในการพัฒนาวัสดุอย่างต่อเนื่องโดยการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการผลิตนาโนฟิลเลอร์ซึ่งนำมาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวัสดุบูรณะเรซิน มอดิฟายด์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสวยงาม สามารถขัดวัสดุให้เกิดความเงางามได้มากขึ้นและทำให้คุณสมบัติเชิงกลดีขึ้น

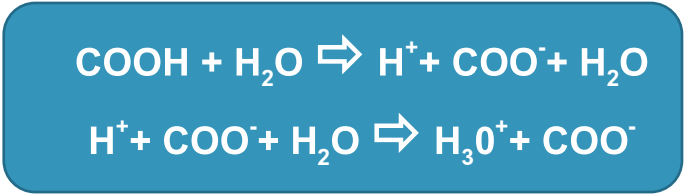
โดยยังคงความสามารถในการปลดปล่อยและการคืนกลับของฟลูออไรด์ในวัสดุเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟลูออไรด์ในสถานะแวดล้อมได้เหมือนเดิม ตัวอย่างของวัสดุนาโนไอโอโนเมอร์ได้แก่ Ketac Nano<sup>®</sup> หรือ Ketac N-100<sup>®</sup> ผลผลิตออกมาเป็นครีมชั้นสองหลอดส่วนประกอบก็คงยังเหมือนเดิมคือมี Fluoroaluminosilicate glass, Polyalkenoic acid, น้ำ, HEMA, Photoinitiator แต่จะมีส่วนที่แตกต่างจากเรซินมอดิไฟด์กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดอื่น ๆ คือมี Nanocluster, Silica, Zirconia ถึงแม้บริษัทผู้ผลิตจะแนะนำว่าเมื่ออุดเรซินมอดิไฟด์กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เสร็จแล้วสามารถ finishing และ polishing ได้ทันที มีบางการศึกษา (Sidhu et al, 2004) แนะนำว่าควรคำนึงถึง water balance ของวัสดุ อาจจะทำเพียงแค่ finishing ขอบที่เกินโดยไม่ให้วัสดุโดนน้ำ แล้วค่อยนัดผู้ป่วยมาขัดใน visit ถัดไป

### ปฏิกิริยาการก่อตัว

ปฏิกิริยาการก่อตัวของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์คือปฏิกิริยากรด-ด่าง (Acid-base reaction) ซึ่ง โดยปฏิกิริยากรด-ด่างจะเกิดขึ้นทันทีที่ผสมส่วนของวัสดุภาคผงและวัสดุภาคของเหลวเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

#### 1. Dissolution phase

เริ่มจากกรดโพลีคาร์บอกซิลิกแตกตัวในน้ำเกิดเป็นไฮโดรเจนไอออน โดยบางส่วนรวมกับน้ำได้ไฮโดรเนียมไอออนและหมู่คาร์บอกซิล



H<sup>+</sup> และ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> จะไปทำปฏิกิริยาที่ผิวของส่วนผง ทำให้มีการปล่อยไอออนโลหะออกมาได้แก่ Ca<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Na<sup>+</sup>, F<sup>-</sup>

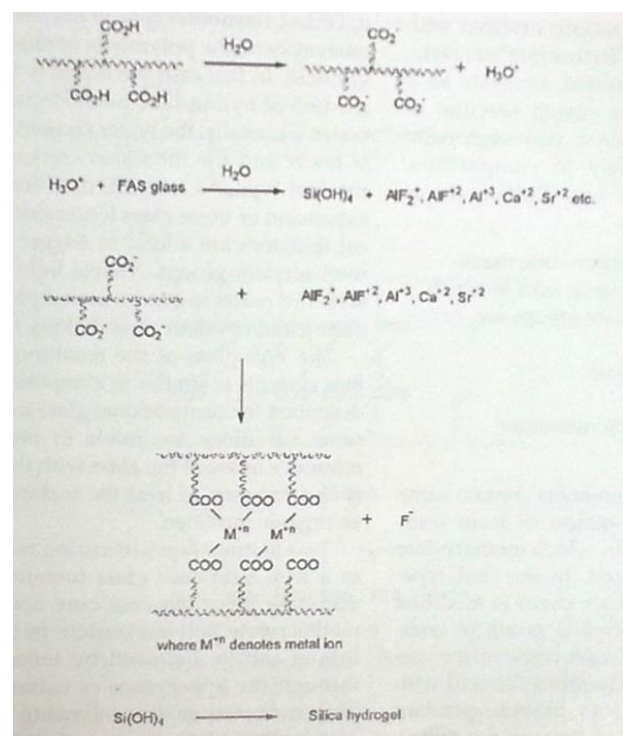
#### 2. Hydrogel phase

พื้นผิวของฟลูออโรลูมิโนซิลิเกตกาสจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นเจลซิลิกา โดยที่ Si ในส่วนผงจะรวมกับ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ทำให้มี

การสร้าง Silicic acid (Si(OH)<sub>4</sub>) และกลายเป็น Silica hydrogel 20-30% เกิดรอบๆ core material

#### 3. Polysalt gel phase

เกลือพอลิคาร์บอกซีเลต ทำหน้าที่เป็นโครงข่ายในการก่อตัวของวัสดุซึ่งปฏิกิริยาจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องพร้อมกับการปลดปล่อยฟลูออไรด์ไอออน โดยเริ่มจากหมู่คาร์บอกซิลบนสายพอลิคาร์บอกซีเลตจะไปรวมกับไอออนโลหะแคลเซียมไอออนและอะลูมิเนียมไอออน เกิดเป็นการตกตะกอนของเกลือพอลิคาร์บอกซีเลต ได้แก่ Calcium polycarboxylate เกิดก่อนในช่วงแรก 3-6 นาทีแรก เกลือชนิดนี้จะมีการละลายตัวง่ายต้องป้องกันไม่ให้โดนน้ำและเกิดเกลือ Aluminium polycarboxylate ตามมาในช่วง 24 ชั่วโมงแรก ค่าความเป็นกรดต่างจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนเป็นกลาง 6.7-7 และค่า Compressive strength ค่อยๆ สูงขึ้นเรื่อยๆ



ภาพแสดงการเกิดปฏิกิริยากรด-ด่าง



ในส่วนกรดพอลิคาร์บอกซีลิกที่ยังไม่เกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการสัมผัสกับโครงสร้างฟันจะเกิดการเชื่อมกันของหมู่คาร์บอกซิลบนสายพอลิคาร์บอกซีลิกกับแคลเซียมไอออนบนโครงสร้างฟันในส่วนที่เป็นอะพาไทต์ หรือเกิดการแทนที่แคลเซียมหรือฟอสเฟตไอออนที่เคลื่อนที่ออกมาทำให้เกิดการยึดติดกับส่วนโครงสร้างฟัน และในที่สุดจะเกิดเป็นชั้นไอออนเอเนริช (ion-enriched layer) ที่บริเวณพื้นผิวรอยต่อของวัสดุบูรณะกับโครงสร้างฟัน จากการศึกษาพบว่าปฏิกิริยาการด-ต่างจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงประมาณ 24 ชั่วโมง

ปฏิกิริยาของเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เกิด 3 ชนิด คือ

1. ปฏิกิริยาการด-ต่าง จะเกิดช้ากว่า กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม
2. ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จะเริ่มเกิดขึ้นเมื่อมีการกระตุ้นด้วยแสง (Photo polymerization)

โดยแคมฟอร์ควิโนนซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดการเริ่มต้นปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ด้วยแสงจะถูกกระตุ้นและเกิดเป็นอนุมูลอิสระไปกระตุ้นหมู่เมทาไครเลตใน HEMA ทำให้เกิดการเชื่อมโยงเป็นโครงข่ายพอลิเมอร์จากนั้นจึงเกิดพันธะไฮโดรเจนโดยเชื่อมโยงระหว่างพอลิเมอร์ของ HEMA กับสายพอลิคาร์บอกซีลิก ภายหลังจากการฉายแสงพบว่าปฏิกิริยาการด-ต่างจะเกิดขึ้นช้าลง เนื่องจากวัสดุมีการก่อตัวเป็นโครงข่ายพอลิเมอร์ ทำให้ไอออนต่างๆ จากกรดพอลิคาร์บอกซีลิกและฟลูออโรอะลูมิเนียมซิลิเกต กลาสใช้เวลาในการแพร่ผ่านมากขึ้น และ HEMA ที่ได้รับการกระตุ้นจากแสงจนเกิดกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ จะลดความไวต่อการได้รับน้ำ โดยพบว่าเมื่อเกิดปฏิกิริยาก่อตัวสมบูรณ์จะมี HEMA เหลืออยู่ในส่วนประกอบประมาณร้อยละ 5 ส่วนปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จะเริ่มเกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสง

3. ปฏิกิริยาการแข็งตัวทางเคมี (Chemical polymerization)

บางบริษัทผู้ผลิตมีการเติมสารเริ่มต้นปฏิกิริยาเคมี (chemical initiators) ซึ่งสำหรับ HEMA คือ เบนโซอิล

เพอร์ออกไซด์ (Benzoyl peroxide) เพิ่มเติมเข้าไปเพื่อเป็นส่วนประกอบหนึ่งในวัสดุซึ่งทำให้วัสดุมีการเริ่มปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบไม่ใช้แสงทันทีเมื่อเริ่มผสม และสามารถก่อตัวเป็นพอลิเมอร์ได้ในบริเวณที่ได้รับแสงไม่เพียงพอ

ถ้ามีครบทั้ง สามปฏิกิริยาจะเรียกว่า Tri cure ถ้ามีเฉพาะปฏิกิริยา 1 และ 2 เรียกว่า Dual cure

**ไบโอแอคทีฟกลาส (Bioactive glass (BAG))** เป็นวัสดุชีวภาพ (biomaterial) ไม่ทำให้เกิดพิษต่อร่างกาย เป็นกลุ่มของเซรามิกกลาสที่สามารถเกิดปฏิกิริยาที่บริเวณพื้นผิวซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดการออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ ไบโอแอคทีฟกลาสที่ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกโดย Larry Hench สามารถมีการยึดติดด้วยพันธะเคมีกับกระดูก BAG ประกอบด้วย silicon ( $\text{SiO}_2$ ), sodium ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), calcium oxides ( $\text{CaO}$ ) and phosphorus oxides ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เช่น Bioglass<sup>®</sup>, Perioglass<sup>®</sup> ไบโอแอคทีฟกลาสนำมาใช้ในทางการแพทย์โดยใช้เป็นวัสดุซ่อมแซมและทดแทนเนื้อเยื่อกระดูกที่สูญเสียไปในงาน Hard tissue replacement, Otological, oralmaxillofacial และ orthopedic surgery เป็นต้น การมีคุณสมบัติไบโอแอคทีฟของวัสดุทำให้เกิดพันธะที่แข็งแรงกับโครงสร้างกระดูกและคอลลาเจนผ่านทาง การเกิดไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) โดยที่ไม่มีปฏิกิริยาต่อต้าน (reject) จากร่างกาย

มีการเชื่อมต่อกันที่แข็งแรงกับ collagen และ hydroxyapatite ขบวนการเกิดคือ โครงสร้างแก้วจะปล่อย alkaline agents ออกมา เกิดการสร้าง aqueous silica ( $\text{SiOH}$ ) ที่ผิว และมีการสร้างชั้น calcium และ phosphate และสุดท้ายจะมีการตกผลึกของ hydroxyl carbonate apatite (HCA) เกิดเป็นชั้น hydroxycarbonate layer ไบโอแอคทีฟกลาสจะช่วยเพิ่ม tooth bioactivity และ tooth regeneration capacity มีการนำเอาไบโอแอคทีฟกลาสไปใส่ในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทำให้ช่วยในการเกิด remineralization เพิ่มขึ้นและ ช่วยปิด dentinal tubule จึงทำให้ลดอาการเสียวฟันได้

## ข้อบ่งใช้ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

1. ใช้สำหรับบูรณะโพรงฟันคลาส I, II เฉพาะในฟันน้ำนม
2. โพรงฟันที่กรอเข้าทางด้านประชิด (Approximal) โดยตรงโดยที่มี marginal ridge เหลืออยู่
3. ใช้บูรณะโพรงฟันคลาส III, V (erosion, abrasion, abfraction)
4. Root caries โดยอาจอุดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งหมดหรืออาจทำเป็น open sandwich technique ก่อนแล้วอุดปิดทับด้วยเรซินคอมโพสิต
5. ปิดผิว (Surface protection) บริเวณรากฟันที่เหงือกร่น
6. ใช้เป็นวัสดุยึดชั่วคราวในการซ่อมฟันที่มีการแตกหัก (Temporary repair for fractured tooth)
7. ใช้บูรณะ Distal Caries ของฟันซี่ที่ติดกับฟันคุด ภายหลังจากถอนฟันคุดออกแล้ว
8. ใช้เป็นวัสดุบูรณะชั่วคราวบ่าบดจุกฉุกเฉิน (Emergency tooth restoration)
9. ใช้เป็น base and liner
10. ใช้ Block out undercut เวลาทำ inlay หรือ onlay
11. ใช้เป็น core material
12. Repair บริเวณขอบของครอบฟันหรืออะมัลกัมที่เกิด secondary caries โดยที่มีการลุกลามยังไม่มาก
13. ใช้ทำ caries control ในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดฟันผุ
14. ใช้เป็น intermediate restoration
15. ใช้บูรณะฟันในคนไข้ที่ได้รับการฉายรังสีรักษา
16. ใช้อุดคอฟันในผู้สูงอายุที่เหงือกร่นเยอะๆ เนื่องจากผู้ป่วยสูงอายุมิฟันผุง่ายสาเหตุมาจากการดูแลสุขภาพช่องปากได้ไม่ดี

## Contraindication ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

1. โพรงฟันคลาส I, II, IV เนื่องจากจะทำให้วัสดุมีการสีมากหรือแตกหัก
2. ใช้ทำ Pulp capping
3. บริเวณที่ต้องการความสวยงาม

4. ผู้ป่วยที่มีประวัติแพ้ GI
5. ในบางกรณีที่ผู้ป่วยหายใจทางปากอาจจะส่งผลทำให้ผิววัสดุแห้งได้

## การเตรียมผิวฟัน (Tooth surface treatment) ก่อนการบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

อาจทำได้ 3 วิธี ได้แก่

1. ใช้ conditioning agent เช่น ทาด้วย 10-25% polyacrylic acid นาน 10-20 วินาที แล้วล้างออก จากนั้นเป่าลมเบาๆ ทำให้เกิดเป็น moist dentin วิธีนี้จะเป็นการกำจัดชั้น smear layer แต่ยังคงมี smear plug หลงเหลืออยู่ใน dentinal tubule วิธีนี้มีข้อดีคือ
  - 1) มี microporosities เกิดขึ้นซึ่ง ช่วยให้วัสดุมี mechanical interlocking กับเนื้อฟัน
  - 2) ทำให้ค่าการยึดอยู่ระหว่างวัสดุกับฟันสูงขึ้น
  - 3) ทำให้เพิ่มปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดโพลีอัลคิลีนอิกกับ Hydroxyapatite ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้อาจจะเรียกว่า conditioning agent, dentine conditioner, tooth cleanser กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ส่วนใหญ่จะใช้วิธีนี้
2. วิธีทา primer ซึ่งเป็นสารที่มีความเป็นกรด เช่น diluted polycarboxylic acid ทาแล้วไม่ต้องล้างออกเป็นการ modify smear layer หลังจากทาแล้วต้องมีการฉายแสงทุกครั้ง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบของ photoinitiator, HEMA

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้วิธีนี้มีสองชนิด คือ

### 2.1. Vitremer®

Vitremer primer ประกอบด้วย Vitrebond copolymer, HEMA, ethanol, photoinitiators

### 2.2. Ketac N100®

Nano Primer ประกอบด้วย water, HEMA, polyalkenoic acid copolymer, photoinitiators

3. No treatment มีบางผลิตภัณฑ์ได้แก่ Photac Fil® และ Ketac Universal® ข้อมูลบริษัทผู้ผลิตอ้างว่าสามารถนำมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้อง treatment ที่ผิว

เนื่องจากว่า Copolymer acids สามารถยึดกับ calcium ions ของ hydroxyl apatites ของฟันได้เป็นอย่างดี แต่จากการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับวัสดุผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ นอกจากสองชนิดนี้ข้างต้นพบว่าการ treatment ที่ผิวจะให้ค่าการยึดระหว่างวัสดุกับฟันที่สูงกว่าการที่ไม่ treatment ที่ผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชนิดของ Resin coating มี 2 ชนิดคือ

1. Self cure



2. Light cure



**การป้องกันผิว (surface protection) หลังจากบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์**

ในช่วงแรกที่ GI เกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (maturation stages) หากได้รับน้ำจะทำให้สูญเสียความใส แต่หากสูญเสียน้ำจะทำให้วัสดุเกิดรอยร้าวได้ ดังนั้นการป้องกันผิวด้วย hydrophobic agent หรือ bonding resin จึงมีความจำเป็น การป้องกันผิวหรือการเคลือบผิว หรือการทำ Resin coating มีบทบาทสำคัญอยู่ 3 ประการคือ 1. ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของวัสดุเนื่องจากจะไปช่วยเคลือบ void หรือข้อบกพร่องต่างๆ ของผิววัสดุ 2. ช่วยเพิ่มความสวยงามเนื่องจากสารเคลือบผิวจะมีความมันเงา 3. เพิ่มความแข็งแรงของวัสดุ

แต่ก็มีบางผลิตภัณฑ์ได้แก่ Ketac Universal® ที่บริษัทผู้ผลิตอ้างว่าไม่ต้องเคลือบผิวเนื่องจากส่วนผสมประกอบมี special filler และ co-polymeric acid ที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาทำให้วัสดุมีค่า surface hardness, compressive และ flexural strength ที่สูงตั้งแต่ในช่วงเริ่มแรกของการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว

**บทสรุป**

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในงาน preventive และ conservative ข้อดีคือมีการยึดติดกับฟันด้วยพันธะเคมีและมีฟลูออไรด์ ข้อด้อยคือในเรื่องความสวยงามและมีความแข็งแรงน้อยกว่าเรซินคอมโพสิต

**เอกสารอ้างอิง**

1. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. Dent Res J (Isfahan). 2013;10:411–20.
2. Neelakantan P, John S, Anand S, Sureshbabu N, Subbarao C. Fluoride Release

From a New Glass-ionomer Cement. Oper Dent. 2011;36:80-5.

3. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? —Properties, Limitations and Future Trends. Materials. 2010;3:76-96.
4. Garg N, Garg A. Textbook of Operative Dentistry. Glass Ionomer Cements. 2<sup>nd</sup>, 2013:480-506.
5. Kenneth J, Anusavice KJ, Shen HC, Rawls R. Phillips' Science of Dental Materials. 12<sup>th</sup>, Dental cement. 2013:307-39.
6. Heymann H, Swift EJ, Ritter AV. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 6<sup>th</sup>, Biomaterials. 2013:e1-e93.
7. Aratani M, Pereira AC, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA, Consani S. Compressive strength of resin-modified glass ionomer restorative material: effect of P/L ratio and storage time. J Appl Oral Sci. 2005;13:356-9.
8. Farrugia C, Camilleri J. Antimicrobial properties of conventional restorative filling materials and advances in antimicrobial properties of composite resins and glass ionomer cements—A literature review. Dent Mater. 2015;31:e89-e99.
9. Rizzante et al. Indications and restorative techniques for glassionomer cement. RSBO. 2015;12:79-87.
10. Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject?. Aust Dent J. 2011; 56:23–30.
11. McCabe JF, Yan Z, Al Naimi OT, Mahmoud G, Rolland SL. Smart materials in dentistry. Aust Dent J. 2011;56:3–10.
12. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's Restorative Dental Materials. Glass ionomer. 13<sup>th</sup>, 2012:182-8.
13. Khosla E, Kuriakose S, Suderasen C. Surface micromorphological changes of glass ionomer following application of 1.23% acidulated phosphate fluoride: a scanning electron microscope study. Indian J Dent Res. 2014;25:493-8.

ข้อสอบ : <https://goo.gl/KOgPw1>

