

## บทที่ 2

### วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

#### ข้อดีและข้อเสียของการยึดแบริกเกตด้วยคอมโพสิทเรซิน

ในปัจจุบันวัสดุและวิธีการซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันสำหรับการยึดแบริกเกตกับผิวเคลือบฟันโดยวิธีไคเรกต์บอนด์คือ คอมโพสิทเรซินร่วมกับการใช้กรดกัด เนื่องจากสามารถให้แรงยึดที่มากเพียงพอสำหรับการเคลื่อนฟันโดยใช้แรงทางทันตกรรมจัดฟัน การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเป็นการทำให้ผิวเคลือบฟันมีลักษณะเป็นร่องเล็กๆสำหรับเป็นที่ยึดติดของคอมโพสิทเรซิน การยึดติดชนิดนี้เรียกว่า การยึดติดด้วยพันธะเชิงกล อย่างไรก็ตามการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันร่วมกับการใช้คอมโพสิทเรซินสามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อผิวเคลือบฟัน Majer และ Smith (1986) ได้รวบรวมผลเสียของการใช้คอมโพสิทเรซินในการยึดแบริกเกตไว้ดังนี้

#### 1. สูญเสียผิวเคลือบฟันจากการใช้กรดกัด

การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเพื่อให้เกิดการยึดติดของคอมโพสิทเรซินจะสูญเสียผิวเคลือบฟันเป็นความลึกประมาณ 10-20 ไมครอน และการรื้อแบริกเกต (debond) หลังจากเสร็จสิ้นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแล้วพบว่าจะสูญเสียผิวเคลือบฟันอีกประมาณ 6-50 ไมครอน ขึ้นอยู่กับวิธีการต่างๆในการรื้อแบริกเกต หากมีเครื่องมือหุคขณะทำการรักษาและต้องทำการติดเครื่องมือกลับคืน (rebond) บ่อยๆก็จะทำให้เกิดการสูญเสียผิวเคลือบฟันอีกเป็นปริมาณมาก และทำให้ผิวเคลือบฟันขรุขระหลังจากการรักษา

#### 2. เรซินแทรกที่หลงเหลืออยู่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของผิวเคลือบฟัน

คอมโพสิทเรซินจะยึดอยู่กับผิวเคลือบฟันได้โดยการเกิดเรซินแทรกเข้าไปยึดกับผิวเคลือบฟันซึ่งถูกกรดกัด เรซินแทรกจะมีความลึกประมาณ 80 ไมครอนและไม่สามารถกำจัดออกจากผิวฟันได้ เรซินแทรกจะมีการเปลี่ยนสีเมื่ออยู่ในช่องปากเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของผิวเคลือบฟันได้

3. การรั่วซึม (leakage) บริเวณรอยต่อของการยึดระหว่างคอมโพสิทเรซินและฐานของแบร็กเกตทำให้เกิดการผุกร่อน (corrosion) ของฐานแบร็กเกตและติดที่ผิวเคลือบฟัน

การใช้กรดกัดจะทำให้เกิดรูพรุน (pore) ในผิวเคลือบฟัน หากรูพรุนเหล่านี้ไม่ได้ถูกเคลือบปิดโดยคอมโพสิทเรซินจะทำให้เกิดการติดที่รูพรุนเหล่านี้ได้ คราบสีเหล่านี้จะมาจาก การสึกกร่อนของเครื่องมือทันตกรรมจัดฟันที่ติดอยู่กับตัวฟัน เช่น การสึกกร่อนของโลหะไร้สนิม (stainless steel) จะทำให้เกิดเกลือโครเมียม (chromium salt) ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของคอมโพสิทเรซินหรือผิวเคลือบฟันได้

4. การแตกของเคลือบฟันขณะทำการรื้อแบร็กเกต

การแตกหักของเคลือบฟันขณะทำการรื้อแบร็กเกตเกิดขึ้นเนื่องจากแรงยึดระหว่างแบร็กเกตกับผิวเคลือบฟันแข็งแรงเกินไป หรือเคลือบฟันบริเวณนั้นมีความอ่อนแอเนื่องจากมีรอยอุดฟันซึ่งใหญ่ รอยแตกของผิวเคลือบฟันดังกล่าวจะทำให้เกิดการสะสมแผ่นคราบจุลินทรีย์ทำให้เกิดฟันผุได้

5. ฟันผุฟันซึ่งขรุขระจากการทำความสะอาดผิวเคลือบฟันภายหลังการรื้อแบร็กเกต ทำให้เกิดการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์และเกิดการผุของฟัน

การทำความสะอาดผิวเคลือบฟันภายหลังการรื้อแบร็กเกตออกแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการใช้เครื่องมือขูดคอมโพสิทเรซินที่เหลืออยู่ที่ผิวเคลือบฟันออก, ใช้หัวกรอทำการกรอออก หรือใช้เครื่องขูดหินปูนชนิดอัลตราซาวด์ (ultrasonic scaler) ขูดออก ขั้นตอนต่อมาคือ ใช้ผงขัดฟัน (pumice) ร่วมกับถ้วยยาง (rubber cup) หรือใช้แผ่นกระดาษทราย (abrasive disc) ขัดผิวเคลือบฟันให้เรียบ ทั้งสองขั้นตอนจะทำให้เกิดอันตรายที่ผิวเคลือบฟันได้ และหากขัดผิวเคลือบฟันอย่างไม่ถูกวิธีจะทำให้ผิวเคลือบฟันขรุขระอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุและการเปลี่ยนสีของผิวเคลือบฟันได้

6. ผิวเคลือบฟันที่ถูกกรดกัดจะเกิดการสูญเสียแร่ธาตุได้ง่าย

การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันจะทำให้สูญเสียบริเวณพื้นผิวซึ่งมีฟลูออไรด์สะสมอยู่มาก คือบริเวณซึ่งมีความลึกจากผิวเคลือบฟันประมาณ 10 ไมครอน การสูญเสียผิวเคลือบฟันในบริเวณดังกล่าวจะทำให้เกิดโอกาสที่จะสูญเสียแร่ธาตุต่างๆและทำให้เกิดฟันผุได้ง่าย

จากข้อเสียเหล่านี้จึงได้มีแนวคิดที่จะหาวัสดุและวิธีการใหม่ๆที่จะนำมาใช้ในการยึดแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันแทนการใช้คอมโพสิทเรซินร่วมกับกรดกัด กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุชนิดหนึ่งซึ่งได้รับความสนใจจากทันตแพทย์จัดฟันในการนำมาใช้ยึดแบรคเกตเนื่องจากเหตุผลสำคัญ 2 ประการคือ ประการแรก กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถยึดกับผิวเคลือบฟันและฐานโลหะของแบรคเกตได้ด้วยพันธะเคมีทำให้ไม่ต้องใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน ประการที่สองคือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้เป็นระยะเวลานานทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันบริเวณรอบๆแบรคเกตได้ (Mitchell, 1994) แต่อย่างไรก็ตามแรงยึดระหว่างแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นสารยึดติด ยังไม่สามารถเทียบเท่าการใช้คอมโพสิทเรซินร่วมกับกรดกัดได้ นอกจากนั้นกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังมีข้อจำกัดบางประการเช่น การมีระยะเวลาการก่อตัวสิ้นสุดที่ยาวนานทำให้ไม่สามารถรับแรงมากๆได้ทันทีหลังจากการติดแบรคเกต (White, 1986) และในช่วงเวลาการก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จำเป็นต้องทาวานิช (vanish) เพื่อป้องกันน้ำเข้าไปรบกวนปฏิกิริยาการก่อตัวของวัสดุนี้ทำให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งาน ปัจจุบันกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้มีการพัฒนาขึ้นโดยทำการผสมเรซิน (resin) เข้าไปทำให้เกิดคุณสมบัติที่ดีขึ้นกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดเดิมหลายประการเช่น สามารถควบคุมระยะเวลาการก่อตัวได้โดยการฉายแสง มีความสามารถในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันได้ดีขึ้น มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น และสามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้เช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี (Sidhu และ Watson, 1995) ทำให้มีผู้สนใจที่จะนำวัสดุชนิดนี้มาทดลองใช้ในการยึดแบรคเกต ซึ่งได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ (Rezk-Lega และ Ogaard, 1991; Compton และคณะ, 1992)

### กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ หรือ อะลูมิโนซิลิเกต โพลีอะคริเลต ซีเมนต์ (aluminosilicate polyacrylate cement : ASPA) ถูกคิดค้นขึ้นมาและมีการเสนอรายงานเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1972 (Wilson และ Kent, 1972) แต่ยังไม่มีการออกผลิตภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายจนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 1977 และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในวงการทันตกรรมจนถึงปัจจุบัน (White, 1986)

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนผงและส่วนเหลว

1. ส่วนผง (powder) ประกอบด้วยแคลเซียมฟลูออโรอะลูมิโนซิลิเกตกลาส (calciumfluoroalumino-silicate glass) ซึ่งเตรียมจากการใช้ ซิลิกา (silica :  $\text{SiO}_2$ ), อะลูมินา

(alumina :  $Al_2O_3$ ) และ แคลเซียมฟลูออไรด์ (calcium fluoride :  $CaF_2$ ) มาหลอมรวมกันที่อุณหภูมิประมาณ 1,100-1,500 องศาเซลเซียสและทำให้เย็นลง จากนั้นนำมาบดให้เป็นผงละเอียดตามลักษณะของงานที่จะนำไปใช้ เช่น ขนาดผงประมาณ 20 ไมครอน ใช้ในการยึดครอบฟัน (luting) หรือรองฟันโพรงฟัน (lining) ส่วนขนาดผงประมาณ 45-50 ไมครอน ใช้ในการอุดฟัน (filling)

2. ส่วนเหลว (liquid) ได้แก่ กรดโพลีอะคริลิก (polyacrylic acid) 35-60 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำ และกรดอิทาโคนิก (itaconic acid) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาการก่อตัวและปรับความชื้นของส่วนเหลว

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แบ่งตามส่วนประกอบของส่วนผงและส่วนเหลวได้เป็น 2 ชนิดคือ

ก. ชนิดไฮดรรัส (hydrous type) ส่วนผงประกอบด้วย แคลเซียมฟลูออโรอะลูมิโนซิลิเกตกลาส และส่วนเหลวประกอบด้วยกรดโพลีอะคริลิก

ข. ชนิดแอนไฮดรรัส (anhydrous type) หรือ ชนิดแข็งตัวด้วยน้ำ (water hardening) ส่วนผงประกอบด้วยแคลเซียมฟลูออโรอะลูมิโนซิลิเกตกลาส และกรดโพลีอะคริลิกที่ทำให้แห้ง นำมาบดรวมกัน ส่วนเหลวคือน้ำ หรือกรดทาทาริก (tartaric acid) (Wilson และ McLean, 1988)

Mount (1994) แบ่งกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ตามประเภทการใช้งานเป็น 3 ชนิด คือ

ชนิดที่ 1 (type I) ใช้เป็นวัสดุยึดครอบฟัน และใช้ยึดแบรACKETทางทันตกรรมจัดฟัน

ชนิดที่ 2 (type II) ใช้เป็นวัสดุบูรณะฟัน แบ่งเป็น

ชนิดที่ 2.1 เป็นวัสดุบูรณะฟันที่มีสีเหมือนฟันธรรมชาติ

ชนิดที่ 2.2 เป็นวัสดุบูรณะฟันที่ใสสารบางอย่างเพื่อเสริมความแข็งแรงเช่น ผงอะมัลกัม (amalgam) หรือ ผงเหล็กไร้สนิม (stainless steel) ทำให้ขาดความโปร่งแสง (translucent)

ชนิดที่ 3 (type III) เป็นวัสดุรองฟันโพรงฟัน (base) และวัสดุฉาบผนังโพรงฟัน

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดจะมีปฏิกิริยาการก่อตัว (setting reaction) เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดอนุภาคของส่วนผง และอัตราส่วนของส่วนผง:ส่วนเหลว (powder:liquid ratio) ซึ่งทั้งสองอย่างจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและความชื้นของวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท เช่น กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะมีขนาดอนุภาค

ของส่วนผงประมาณ 10 ไมครอน และอัตราส่วนของส่วนผง:ส่วนเหลวประมาณ 1.5 : 1 จะได้วัสดุซึ่งมีความหนาของฟิล์ม (film thickness) และความชื้นของวัสดุที่เหมาะสมทำให้ครอบฟันสามารถวางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องได้ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่2 ซึ่งใช้เป็นวัสดุบูรณะฟันจะต้องมีความแข็งแรงสูง ขนาดอนุภาคจะต้องใหญ่มาก ส่วนกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่3 หากใช้อัตราส่วนของส่วนผง:ส่วนเหลว ประมาณ 1.5: 1 จะเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุฉาบผนังโพรงฟัน แต่ถ้าใช้อัตราส่วนของส่วนผง:ส่วนเหลว ประมาณ 3:1 จะเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟัน

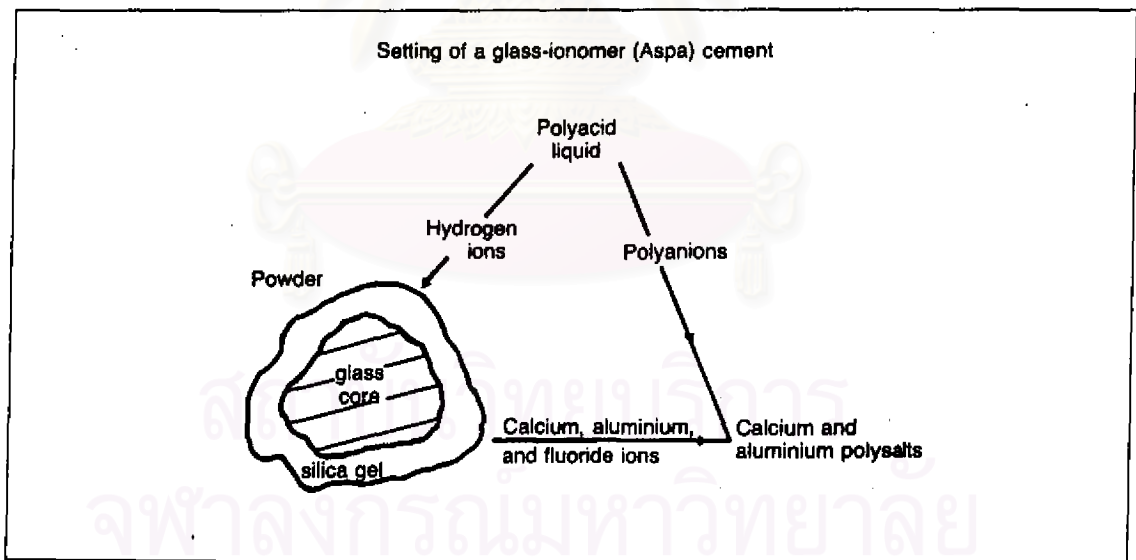
ชนิดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการยึดแบรคเกตในงานทันตกรรมจัดฟันยังไม่ได้ข้อสรุปที่แน่ชัด Mount (1994) ได้จัดให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดนี้อยู่ใน ชนิดที่1 ซึ่งเป็นชนิดเดียวกันกับวัสดุที่ใช้ยึดครอบฟันเนื่องจากต้องการความหนาของฟิล์มที่น้อยเพื่อให้เกิดความแนบสนิทระหว่างฐานแบรคเกตและผิวฟัน White (1986) ให้เหตุผลว่าเนื่องจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีความแข็งแรงเมื่อมีความหนาที่มากพอ จึงแนะนำให้ใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่2 ซึ่งใช้ในการบูรณะฟันและควรออกแบบฐานแบรคเกตให้เป็นที่อยู่ ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในความหนาที่เพียงพอ จัดแย้งกับ Cook (1990) ซึ่งแนะนำว่าควรทำให้ความหนา (film thickness) ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์น้อยที่สุด เนื่องจากพบว่าความล้มเหลวของการยึดติดที่เกิดขึ้นมักจะเกิดขึ้นในเนื้อของวัสดุ Cook (1990), Cook และ Youngson (1996) แนะนำให้ใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่1 โดยเพิ่มส่วนผงเข้าไปในส่วนผสมอีกประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ Evans และ Oliver (1991) ทำการเปรียบเทียบแรงยึดระหว่างแบรคเกตกับผิวฟันเมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่1 และ ชนิดที่2 พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่2 จะให้แรงยึดที่มากกว่าชนิดที่1 และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผงน้ำ จะพบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะให้แรงยึดที่มากกว่าในอัตราส่วนปรกติ

Wilson และ Kent (1988) อธิบายถึงปฏิกิริยาการก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็น 3 ระยะดังนี้ (ภาพที่ 1)

1. ระยะดิสโซลูชัน (dissolution phase) เมื่อเริ่มผสมส่วนผงกับส่วนเหลว จะเกิดปฏิกิริยากรด-เบส (acid-base reaction) โดยมีน้ำเป็นตัวกลางในการเกิดปฏิกิริยา กรดจะสัมผัสกับผิวของอนุภาคของส่วนผงทำให้มีการปลดปล่อยแคลเซียมไอออน (calcium ion), อะลูมิเนียมไอออน (aluminium ion) และฟลูออไรด์ไอออน (fluoride ion) โดยในระยะแรกแคลเซียมไอออนจะถูกปล่อยออกมาก่อนอะลูมิเนียมไอออน

2. ระยะเจลขึ้น (gelation phase) หรือ ระยะก่อดัวเริ่มต้น (initial setting) แคลเซียมอออนจะทำปฏิกิริยากับกลุ่มคาร์บอกซิล (carboxyl group) ของกรดโพลีอะคริลิก เกิดเกลือแคลเซียมคาร์บอกซีเลต (calciumcarboxylate salt) ขึ้นอย่างรวดเร็ว และทำหน้าที่เป็นแมตริกซ์ (matrix) ซึ่คเอาภาสฟิเลเตอร์ (glass filler) เข้าด้วยกัน เกิดการก่อดัวระยะแรกซึ่งใช้เวลาประมาณ 4-6 นาที ตั้งแต่เริ่มผสม เกลือแคลเซียมคาร์บอกซีเลตจะละลายน้ำได้ง่ายและไม่เสถียร ในระยะแรกจึงต้องระวังไม่ให้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ผสมใหม่ ๆ สัมผัสกับน้ำโดยการใช้นิ้วหน้าที่ผิวหน้าของวัสดุ

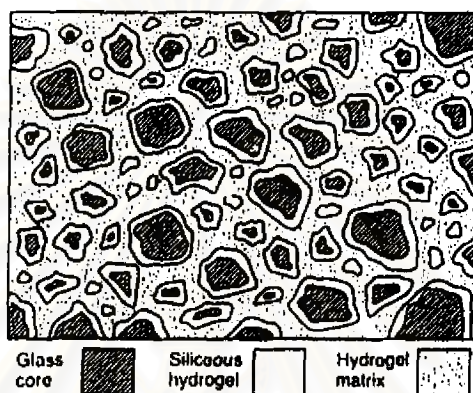
3. ระยะก่อดัวสิ้นสุด (final setting หรือ maturation phase) ภายหลังกการก่อดัวเริ่มต้นแล้ว ปฏิกิริยาจะยังคงดำเนินต่อไปโดยอะลูมิเนียมอออนซึ่งถูกปล่อยออกมาช้ากว่าจะทำปฏิกิริยากับกลุ่มคาร์บอกซิลของกรดโพลีอะคริลิกเกิดเป็นเกลืออะลูมิเนียมคาร์บอกซีเลต (aluminiumcarboxylate salt) ซึ่งเสถียรกว่าและมีความแข็งแรงมากกว่าเกลือแคลเซียมคาร์บอกซีเลต การก่อดัวสิ้นสุดนี้จะใช้เวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 1 แสดงปฏิกิริยาการก่อดัวของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

(Wilson และ Kent, 1988)

โครงสร้างของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ก่อตัวกันสุดแล้วจะประกอบด้วยกลาสฟิเตอร์หรืออนุภาคของส่วนผงที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับกรดซึ่งจะมีขนาดประมาณร้อยละ 70 ของขนาดเดิม ล้อมรอบด้วยซิลิกาเจล (silica gel) ซึ่งก็คือส่วนของกลาสฟิเตอร์ที่ทำปฏิกิริยากับกรดโดยจะมีการปลดปล่อยแคลเซียมไอออนและอะลูมิเนียมไอออนออกไปเหลือเป็นซิลิกา (silica) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ion) เกิดเป็นซิลิเซียไฮโดรเจล (silicious hydrogel) ส่วนเกลืออะลูมิเนียมคาร์บอกซิเลตและเกลือแคลเซียมคาร์บอกซิเลตจะทำหน้าที่เป็นเมตริกซ์ยึดเอากลาสฟิเตอร์ไว้ด้วยกัน (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งก่อตัวสมบูรณ์  
(Wilson และ Kent,1988)

### กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง

เมื่อประมาณปีค.ศ.1988 ได้มีผู้คิดค้นพัฒนากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์โดยการผสมเรซิน (resin) เข้าไปในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทำให้เกิดคุณสมบัติที่ดียิ่งขึ้นหลายอย่างและสามารถควบคุมปฏิกิริยาการก่อตัวได้โดยการฉายแสง (Mount,1994 ; Sidhu และ Watson,1995)

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงในระยะแรกถูกพัฒนาขึ้นโดยการเติมเรซินเช่น ไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต (hydroxyethyl methacrylate:HEMA) หรือ บิส-จี เอ็ม เอ (Bis-GMA) เข้าไปในส่วนผสมของซีเมนต์ในปริมาณเล็กน้อย ต่อมาได้มีการพัฒนาโดยการดัดแปลง (modification) ส่วนของกรดโพลิอะคริลิกโดยการเติมกลุ่มเมทาคริเลต (methacrylate group) เข้าไปแทนที่บางตำแหน่งของกลุ่มคาร์บอกซิล (carboxyl group) ทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดนี้ยังคงเกิดปฏิกิริยากรด-เบสตามปรกติขณะเดียวกันก็สามารถกระตุ้นให้เกิดการก่อตัวโดยการฉายแสงได้ด้วย (Wilson, 1990)

ส่วนประกอบของกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดบ่มด้วยแสงจะแบ่งเป็นส่วนผงและส่วนเหลวเช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี

ส่วนผงประกอบด้วยฟลูออโรอะลูมิเนียมซิลิเกตกลาส (fluoroaluminosilicate glass) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะคล้ายกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี นอกจากนั้นยังมีส่วนผสมของ เม็ดสี (pigment) และสารกระตุ้นปฏิกิริยา (activator) ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน (polymerization)

ส่วนเหลวประกอบด้วยกรดโพลีอะคริลิกที่ถูกดัดแปลงโดยการเปลี่ยนกลุ่มคาร์บอกซิล ในบางตำแหน่งเป็นกลุ่มเมธาคริเลต สารเริ่มต้นปฏิกิริยา (initiator) และสารกระตุ้นปฏิกิริยาเช่นแคมโฟควิโนน (camphoroquinone) โซเดียม พี-โทลูอิน ซัลไฟเนต (sodium p-toluenesulphinate) นอกจากนี้บางผลิตภัณฑ์อาจเติม ไฮดรอกซีเอทิลเมธาคริเลต ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันอีกด้วย

ปฏิกิริยาการก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงประกอบด้วย 2 ปฏิกิริยา (ภาพที่ 3)

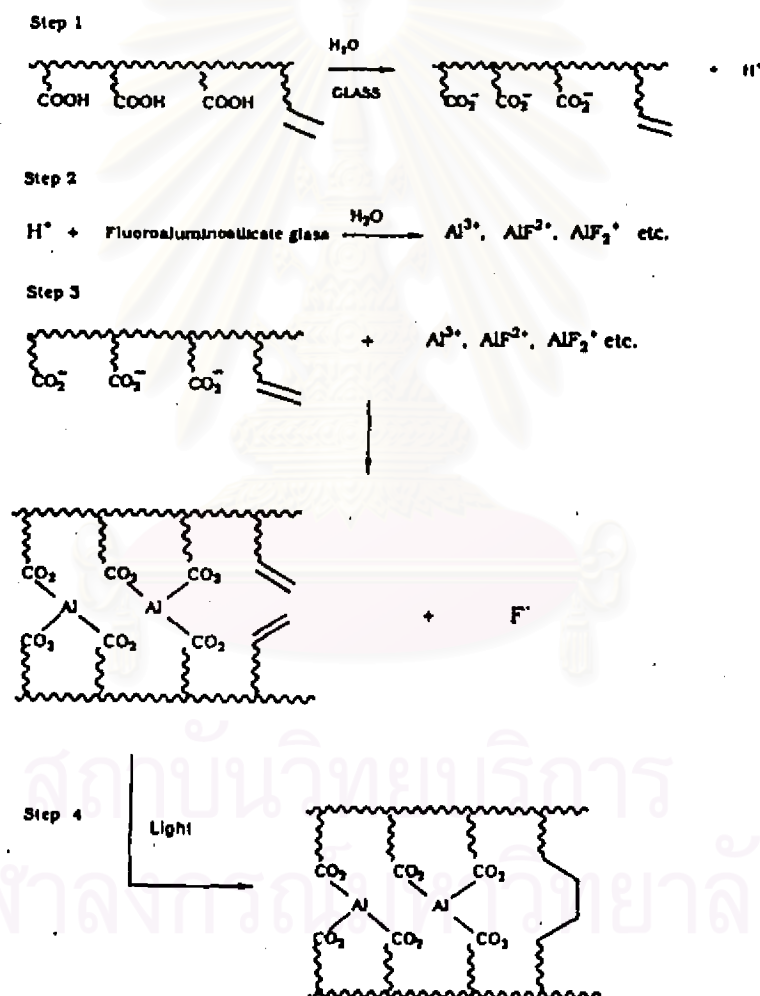
ปฏิกิริยาแรกได้แก่ ปฏิกิริยากรด-เบสซึ่งจะเหมือนกับปฏิกิริยาการก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นทันทีเมื่อผสมส่วนผงกับส่วนเหลวเข้าด้วยกัน ปฏิกิริยากรด-เบสนี้จะเกิดต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลายาวนานและมีการปล่อยฟลูออไรด์ตลอดการเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกัน การเติมไฮดรอกซีเอทิลเมธาคริเลตเข้าไปแทนที่น้ำในส่วนเหลวจะทำให้ปฏิกิริยากรด-เบสเกิดขึ้นช้าลงทำให้มีระยะเวลาการทำงานที่ยาวนานมากขึ้น

อีกปฏิกิริยาหนึ่งได้แก่ ปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน จะเกิดขึ้นที่กลุ่มเมธาคริเลตในกรดโพลีอะคริลิกที่ถูกดัดแปลง เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงสายโพลีอะคริเลต (polyacrylate chain) จะยึดซึ่งกันและกันไว้โดยปฏิกิริยานี้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของไฮดรอกซีเอทิลเมธาคริเลต จะเกิดโพลีไฮดรอกซีเอทิลเมธาคริเลต (polyhydroxyethylmethacrylate) ผสมอยู่ในส่วนของเมทริกซ์ด้วย ปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันนี้มีส่วนสำคัญในการลดเวลาการก่อตัวเริ่มต้น และนอกจากนี้ร่างแหโพลิเมอร์ที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำในปฏิกิริยากรด-เบสอีกด้วย Um และ Olio (1992) ทำการศึกษาผลของน้ำต่อปฏิกิริยาการก่อตัวของ



กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ พบว่าสำหรับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี น้ำจะมีผลต่อปฏิกิริยาการก่อตัวบริเวณผิวหน้าของวัสดุมากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง

ในส่วนของปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันนี้บางผลิตภัณฑ์ได้ทำการเพิ่มตัวกระตุ้นปฏิกิริยาทำให้เกิดการบ่มตัวทางเคมีของเรซินเพื่อลดข้อจำกัดของความลึกในการฉายแสง (depth of cured) โดยจะสามารถเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันแม้จะไม่ถูกกระตุ้นด้วยแสงได้



ภาพที่ 3. แสดงปฏิกิริยาการก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง (Mitra, 1991)

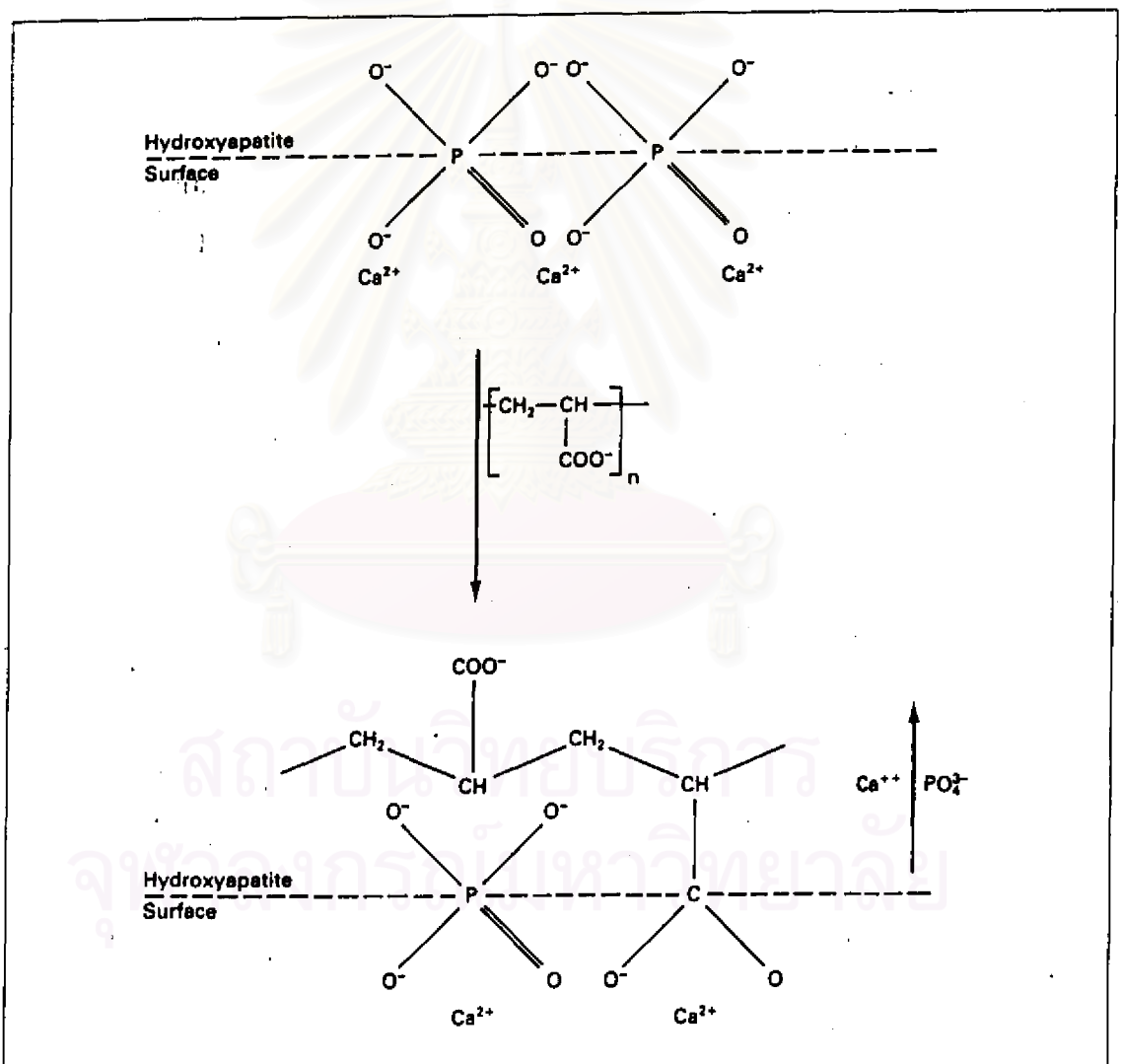
การพัฒนาพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์โดยการนำเรซินเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของปฏิกิริยาทำให้พลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหนือกว่าพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี พลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจะมีความเปราะ (brittle) น้อยกว่าพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี (Mitra และ Kedrowski, 1994) กำลังแรงกด (compressive strength) ของพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจะมีค่าใกล้เคียงกับพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี (Mitra, 1991; Mitra และ Kedrowski, 1994) และกำลังแรงดึง (tensile strength) ของพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจะมีค่ามากกว่าพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mitra, 1991; Mitra และ Kedrowski, 1994; Uno, Finger และ Fritz, 1996) กำลังแรงกดและกำลังแรงดึงของพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมีภายหลังจากปล่อยให้ก่อตัวเป็นเวลา 15 นาที จะมีค่าเพียงร้อยละ 20 และร้อยละ 50 ของการปล่อยให้ก่อตัวเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนในพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงกำลังแรงกดและกำลังแรงดึงในระยะเวลาทั้งสองจะไม่แตกต่างกัน (Mitra, 1991) การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งชนิดบ่มด้วยเคมีและชนิดบ่มด้วยแสงเมื่อเก็บกลุ่มตัวอย่างไว้ในน้ำเป็นระยะเวลานาน 6 เดือน (Uno, Finger และ Fritz, 1996) และ 52 สัปดาห์ (Mitra และ Kedrowski, 1994) พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงสามารถนำมาใช้ในช่องปากได้ดี

#### การทดลองยึดแบรacketกับผิวเคลือบฟันโดยใช้พลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์

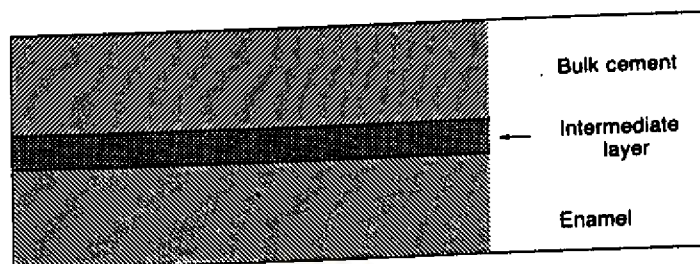
ความสามารถในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งจะนำมาใช้ในการยึดแบรacket เนื่องจากทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการใช้กรดกัดซึ่งเป็นการทำอันตรายต่อผิวเคลือบฟัน และทำให้เกิดความยากลำบากในการรื้อแบรacketและทำความสะอาดผิวเคลือบฟันภายหลังการรักษา (White, 1986)

การยึดติดระหว่างพลาสติกไอโคโนเมอร์ซีเมนต์กับผิวเคลือบฟันเป็นพันธะเคมีที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่าง กลุ่มคาร์บอกซิลของกรดโพลีอะคริลิก กับแคลเซียมไอออนหรือฟอสเฟตไอออนของไฮดรอกซีอะพาไทต์ในผิวเคลือบฟัน (ภาพที่ 4) เกิดชั้นของแคลเซียมและอะลูมิเนียมฟอสเฟตเป็นชั้นคั่นกลาง (intermediate layer) (ภาพที่ 5) (Wilson และ McLean, 1988)

มีรายงานการทดสอบกำลังแรงยึดเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยึดแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันในห้องปฏิบัติการ พบว่าการใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะให้กำลังแรงยึดน้อยกว่าการใช้คอมโพสิทเรซินอย่างมีนัยสำคัญ (Cook และ Youngson, 1988; Fajen, Nanda และ Angolkar, 1990; Oen, Gjerdet และ Wisth, 1991; McCarthy และ Hondrum, 1994; Witshire, 1994; Mitchell, O'Hagan และ Walker, 1995; Cook และ Youngson, 1996) อย่างไรก็ตามกำลังแรงยึดระหว่างแบรคเกตกับผิวฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นสารยึดติดแม้จะน้อยกว่าเมื่อใช้คอมโพสิทเรซินร่วมกับกรดกัด แต่ก็เพียงพอสำหรับการใช้งานทางคลินิก (White, 1988; Rezk-Lega และ Ogaard, 1991; Fajen, Nanda และ Angolkar, 1994; McCarthy และ Hondrum, 1994; Ewoldsen และคณะ, 1995)



ภาพที่ 4. แสดงพันธะเคมีที่ทำให้เกิดการยึดติดระหว่างกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับผิวเคลือบฟัน(Wilson และ McLean,1988)



ภาพที่ 5. แสดงบริเวณที่เกิดการยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับ  
ผิวเคลือบฟัน (Wilson และ McLean, 1988)

Klockowski และ Wieczkowski (1989) รายงานเปรียบเทียบถึงการเปลี่ยนแปลง  
อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมซึ่งมีผลต่อการยึดติดของแบรคเกตเมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์  
ซีเมนต์และคอมโพสิทเรซินเป็นวัสดุยึดติด พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะลดกำลังแรงยึด  
เมื่อใช้คอมโพสิทเรซินเป็นวัสดุยึดติดถึงร้อยละ 43 ขณะที่เมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์  
เป็นวัสดุยึดติดกำลังแรงยึดจะลดลงเพียงร้อยละ 11-26 เนื่องจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มี  
สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (coefficient of thermal expansion) ใกล้เคียง  
กับฟัน

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสามารถเกิดการยึดติดกับผิวเคลือบฟันด้วย  
พันธะเคมีได้เช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี เนื่องจากมีปฏิกิริยากรด-  
เบสเกิดขึ้นเช่นเดียวกัน (Wilson, 1990; Sidhu และ Watson, 1995) รายงานการเปรียบเทียบ  
กำลังแรงยึดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงและกลาสไอโอโนเมอร์  
ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี เมื่อใช้ในการยึดแบรคเกตกับผิวฟันส่วนใหญ่พบว่ากลาส  
ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจะให้กำลังแรงยึดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (Rezk-Lega  
และ Ogaard, 1991; Compton และคณะ, 1992; Mitchell, O'Hagan และ Walker, 1995)  
แต่อย่างไรก็ตามกำลังแรงยึดดังกล่าวยังคงน้อยกว่าคอมโพสิทเรซินอย่างมีนัยสำคัญ (Mccourt,  
Cooley และ Barnwell, 1991; Oen, Gjerdet และ Wisth, 1991; Ewoldsen และคณะ, 1995; Jou  
และคณะ, 1995; Cook, Luther และ Youngson, 1996)

กำลังแรงยึดของกาสไอโอโนเมอร์กับผิวเคลือบฟันมีความสัมพันธ์กับกำลังแรงดึง (tensile strength) ของวัสดุนี้ (McCarthy และ Hondrum, 1994; Uno, Finger และ Fritz, 1996) การเพิ่มความแข็งแรงภายในเนื้อวัสดุ (cohesive strength) จะทำให้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นวัสดุยึดแบรคเกต (Miguel, Almeida และ Chevitere, 1995)

Blight และ Lynch (1995) ศึกษา กำลังแรงยึดระหว่างแบรคเกตเซรามิกกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติด พบว่ากำลังแรงยึดดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าเมื่อใช้คอมโพสิทเป็นวัสดุยึดติดอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เดียวกันก็พบการแตกของผิวเคลือบฟันขณะรีดแบรคเกตออกในกรณีที่ใช้คอมโพสิทเป็นวัสดุยึดติดมากกว่า เมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจึงน่าจะเป็นวัสดุยึดติดที่เหมาะสมสำหรับยึดเซรามิกแบรคเกตเนื่องจากให้กำลังแรงยึดที่ไม่มากเกินไปจนทำให้เกิดการแตกของผิวเคลือบฟันขณะทำการรีดแบรคเกต

บริเวณที่เกิดความล้มเหลวของการยึดเมื่อทำการทดสอบโดยการทำให้แบรคเกตหลุดออกจากผิวฟันในห้องปฏิบัติการมีรายงานว่า เมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติด ความล้มเหลวของการยึดติดจะเกิดภายในเนื้อของวัสดุ (Compton และคณะ, 1992; McCarthy และ Hondrum, 1994; Cook, Luther และ Youngson, 1996) และมีบางรายงานกล่าวถึงบริเวณที่เกิดความล้มเหลวในการยึดติดว่าอยู่ที่รอยต่อระหว่างวัสดุยึดติดและผิวเคลือบฟัน (Scott, Gracia-Godoy และ Summitt, 1995; Ewoldsen และคณะ, 1995)

ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังแรงยึดระหว่างแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุยึดติด

กำลังแรงยึดระหว่างแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุยึดติดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

### 1. ชนิดของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

Oen, Gjerdet และ Wiseth (1991) เปรียบเทียบกำลังแรงยึดระหว่างแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันโดยใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมีชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 พบว่ากาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่ 2 ให้ค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าชนิดที่ 1 ประมาณร้อยละ 12 สอดคล้องกับรายงานของ Evans และ Oliver (1991)

Jou และคณะ (1995) เปรียบเทียบกำลังแรงยึดระหว่างแบรกกัดกับผิวฟันโดยใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงชนิดที่ 3 และ ชนิดที่ 2 พบว่ากาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงชนิดที่ 2 ให้แรงยึดที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

## 2. ความหนาของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

Fajen, Nanda และ Angolkar (1990); Cook (1990) รายงานว่าความหนาของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งนำมาใช้ในการยึดแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันอึ่งบางก็จะทำให้ความแข็งแรงของการยึดติดมีค่าสูง ซึ่งขัดแย้งกับ White (1986) ที่แนะนำว่ากาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ต้องมีความหนาที่มากพอจึงจะให้การยึดติดที่แข็งแรง จึงควรออกแบบฐานแบรกกัดให้เหมาะสมกับการยึดด้วยกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

## 3. อัตราส่วนของ ส่วนผง:ส่วนเหลว

การเพิ่มอัตราส่วนของ ส่วนผง:ส่วนเหลว โดยการเพิ่มส่วนผงเข้าไปในส่วนผสมอีกประมาณร้อยละ 25 เช่นการใช้ส่วนผง 1.25 ซ่อน:ส่วนเหลว 2 หยด จะทำให้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีกำลังแรงยึดแบรกกัดกับผิวฟันสูงขึ้น (Cook, Luther และ Youngson, 1996) นอกจากนี้การเพิ่มอัตราส่วนของ ส่วนผง:ส่วนเหลว จะทำให้ส่วนผสมมีความข้นมากขึ้นป้องกันการเลื่อน (drifting) ของแบรกกัดขณะทำการยึดกับผิวฟัน (Mitchell, O'Hagan และ Walker, 1995)

Evans และ Oliver (1991) รายงานว่า การเพิ่มอัตราส่วนของ ส่วนผง:ส่วนเหลวของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีผลดังนี้คือ

- ก. ลดระยะเวลาการทำงาน และลดระยะเวลาการก่อตัว
  - ข. ลดความไวต่อการสูญเสียน้ำในระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรกของปฏิกิริยาการก่อตัว
  - ค. เพิ่มกำลังแรงกดและกำลังแรงดึงของวัสดุในระยะแรกของปฏิกิริยาการก่อตัว
- อย่างไรก็ตามกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะสามารถยึดติดกับผิวฟันได้ก็ต่อเมื่อมีส่วนของกรดฟอสฟอริกเหลือเพียงพอสำหรับการแลกเปลี่ยนไอออนกับผิวฟัน ดังนั้นลักษณะของส่วนผสมที่ได้จะต้องมีผิวเป็นมันเงา (glossy)

## 4. การเตรียมผิวเคลือบฟัน (surface treatment)

Fajen, Nanda และ Angolkar (1990) รายงานถึงการใช้กรดฟอสฟอริก และ แอซิดูเลท ฟอสเฟต ฟลูออไรด์ (acidulated phosphate fluoride) ทาบนผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 60 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ พบว่าการเตรียมผิวเคลือบฟันดังกล่าวไม่มีผลต่อแรงยึดระหว่าง

แบรคเกิดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุยึดติด สอดคล้องกับ รายงานของ Cook และ Youngson (1988) ซึ่งพบว่า การเตรียมผิวเคลือบฟันโดยการใช้กรด โพลีอะคริลิก ไม่มีผลต่อกำลังแรงยึดระหว่างแบรคเกิดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาส ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวเคลือบฟันจะทำให้แรงยึดดังกล่าวลดลง อย่างมีนัยสำคัญ

Ewoldsen และคณะ (1995) เปรียบเทียบการใช้กรดโพลีอะคริลิก, กรดโพลีอะคริลิก-ไฮดรอกซีเอทิลเมตาคริเลท โคโพลิเมอร์ (PA-HEMA copolymer) และกรดฟอสฟอริก ในการ เตรียมผิวเคลือบฟันสำหรับยึดแบรคเกิดด้วยกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง พบว่า ไม่มีผลต่อแรงยึดดังกล่าว ขัดแย้งกับรายงานของ Cortes, Garcia-Gordoy และ BoJ (1993) ซึ่ง พบว่าการใช้กรดฟอสฟอริก 10 เปอร์เซ็นต์ กัดผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 10 วินาที จะทำให้กำลัง แรงยึดระหว่างแบรคเกิดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง เป็นวัสดุยึดติดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

สาเหตุของความล้มเหลวในการยึดติดของการเตรียมผิวเคลือบฟันโดยการทำให้เกิด ความขรุขระบนผิวเคลือบฟันเพื่อให้เกิดการยึดติดด้วยพันธะเชิงกล ได้แก่

ก. ความชื้น (viscosity) ของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ไม่เหมาะสมที่จะไหลแทรกเข้าไป ทำให้เกิดการยึดติดด้วยพันธะเชิงกลกับผิวเคลือบฟันซึ่งเตรียมโดยวิธีดังกล่าว (Fajen, Nanda และ Angolkar, 1990)

ข. บริเวณผิวเคลือบฟันซึ่งถูกกรดกัดจะมีความอ่อนแอ และความขรุขระของผิวเคลือบ ฟันทำให้เกิดฟองอากาศซึ่งเป็นการลดพื้นที่การยึดติด จึงเกิดความล้มเหลวของการยึดติดใน บริเวณนี้ (Cook และ Youngson, 1988)

ค. การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเป็นการกำจัดแร่ธาตุบนผิวฟันซึ่งมีความสำคัญต่อการ ยึดติดระหว่างกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับผิวเคลือบฟันโดยพันธะเคมี (Tavas และ Salem, 1990)

### 5. ระยะเวลาหลังจากการติดแบรกเกต

Mccarthy และ Hondrum (1994) เปรียบเทียบกำลังแรงยึดระหว่างแบรกเกตกับผิวฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมีและชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดเมื่อเวลาผ่านไป พบว่ากำลังแรงยึดดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงให้กำลังแรงยึดสูงสุดได้เร็วกว่ากาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงให้กำลังแรงยึดในระดับที่สามารถใช้งานได้ในทางคลินิกภายในเวลา 1 ชั่วโมง แต่กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมีจะให้กำลังแรงยึดในระดับดังกล่าวเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง สอดคล้องกับรายงานของ Mitchell, O'Hagan และ Walker (1995) ซึ่งพบว่าหลังจากทำการยึดแบรกเกตกับผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แบรกเกตซึ่งยึดด้วยกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจะสามารถยึดกับผิวฟันได้ดีกว่าแบรกเกตซึ่งยึดด้วยกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี

Oen, Gjerdet และ Wisth (1991) ทำการวัดกำลังแรงยึดระหว่างแบรกเกตกับผิวฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงและชนิดบ่มด้วยเคมีเป็นวัสดุยึดติด เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที, 10 นาที, 20 นาที, 24 ชั่วโมง และ 4 เดือน สรุปว่า กำลังแรงยึดดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 50 ในระหว่างเวลา 10 และ 20 นาที ภายในเวลา 5 นาทีหลังการติดแบรกเกตด้วยกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งสองชนิด แบรกเกตจะไม่สามารถทนต่อการให้แรงทางทันตกรรมจัดฟันได้ การใส่ลวดทางทันตกรรมจัดฟันควรทำหลังการติดแบรกเกตแล้วเป็นเวลานานอย่างน้อย 20 นาที

Compton และคณะ (1992) รายงานว่า เมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงยึดแบรกเกตกับผิวฟันจะให้กำลังแรงยึดไม่แตกต่างกันเมื่อเวลาผ่านไป 1 ถึง 24 ชั่วโมง แต่สำหรับกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี กำลังแรงยึดเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงจะมีค่าน้อยกว่ากำลังแรงยึดเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ และกำลังแรงยึดดังกล่าวจะมีค่าน้อยกว่าเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงอย่างมีนัยสำคัญ กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจะให้กำลังแรงยึดในชั่วโมงแรกเท่ากับร้อยละ 97 ของกำลังแรงยึดในเวลา 24 ชั่วโมง ขณะที่กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมีจะให้กำลังแรงยึดในชั่วโมงแรกเท่ากับร้อยละ 74 ของกำลังแรงยึดในเวลา 24 ชั่วโมง เนื่องจากระยะเวลาการก่อตัวซึ่งยาวนาน

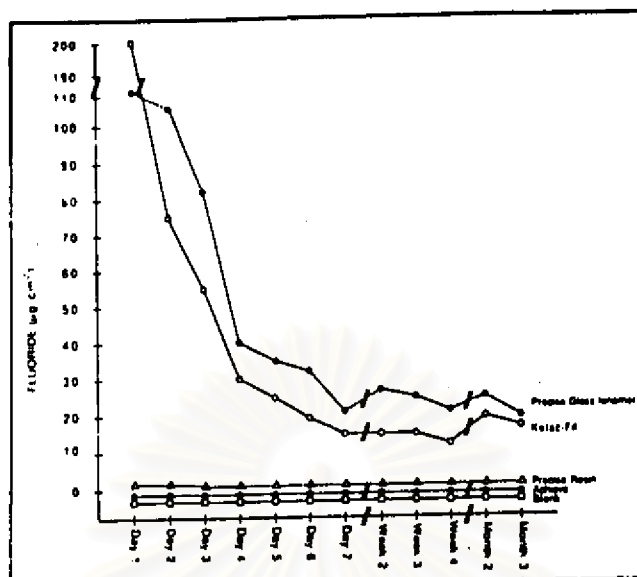


## ความสามารถในการปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

ปัญหาที่พบบ่อยในการจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นคือ เกิดการสูญเสียแร่ธาตุและการผุของผิวเคลือบฟันบริเวณรอบๆ แบริกเกต เนื่องจากในบริเวณนี้ยังต่อการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ ลักษณะที่มักจะพบเสมอภายหลังการถอดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นเมื่อสิ้นสุดการรักษา คือ ผิวเคลือบฟันรอบๆ เครื่องมือจัดฟันจะมีลักษณะขาวขุ่น (chalky white) จนถึงมีการเปื่อยยุ่ยของผิวเคลือบฟันบริเวณนั้น การใช้วัสดุชนิดที่มีความสามารถในการปล่อยฟลูออไรด์จะเป็นการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุในบริเวณนั้น ได้ดีกว่าการได้รับฟลูออไรด์จากยาสีฟันหรือการให้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ เนื่องจากเป็นการให้ฟลูออไรด์ในบริเวณซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุโดยตรง (Cooley, Barkmeier และ Hicks, 1989; Bishara, Swift และ Chan, 1991; Eliades และ Eliades, 1992; Chadwick และ Gordon, 1995)

ความสามารถในการปล่อยฟลูออไรด์เป็นคุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เนื่องจากฟลูออไรด์ที่ถูกปล่อยออกมาสามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันและกระตุ้นให้เกิดการสะสมของแร่ธาตุกลับคืนในบริเวณที่มีการผุในระยะเริ่มต้น (Fross และ Seppa, 1990; Weerheijm และคณะ, 1993) กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีการปล่อยฟลูออไรด์เป็นปริมาณมากใน 1-2 วันแรกและลดลงอย่างรวดเร็วในวันต่อมา ในระยะหลังปริมาณฟลูออไรด์จะถูกปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานาน (ภาพที่ 6)

การปล่อยฟลูออไรด์ลักษณะนี้จะให้ผลในการป้องกันฟันผุได้ดีกว่าการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ซึ่งเป็นการเพิ่มฟลูออไรด์ในระยะเวลาสั้นๆ และหมดไปอย่างรวดเร็ว (Cooley, Barkmier และ Hicks, 1989; Fross และ Seppa, 1990; Chadwick และ Gordon, 1995) นอกจากนี้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังสามารถดูดซึม (uptake) ฟลูออไรด์จากแหล่งฟลูออไรด์ที่ได้รับในชีวิตประจำวัน เช่น จากยาสีฟันซึ่งมีส่วนผสมของฟลูออไรด์ น้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์หรือจากการให้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เปรียบเสมือนแหล่งเก็บฟลูออไรด์ซึ่งสามารถดูดซึมและปล่อยฟลูออไรด์ได้ (Frosten, 1990) (ภาพที่ 7)



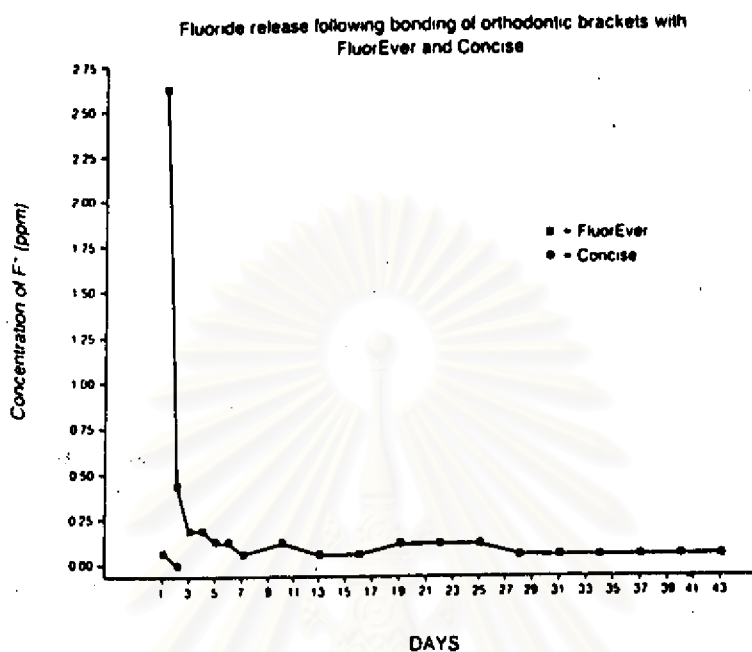
ภาพที่ 6. แสดงรูปแบบการปล่อยฟลูออไรด์ของกกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac-Fil และ Precise Glass Ionomer) เทียบกับคอมโพสิตเรซิน (Fross และ Seppa, 1990)



ภาพที่ 7. แสดงการดูดซึมและปล่อยฟลูออไรด์ของกกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ปริมาณฟลูออไรด์ที่ปล่อยออกมาจากกกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (KF และ KS) และ คอมโพสิตเรซิน (H) ในระยะเวลา 7 เดือน (CONTR) และภายหลังการแช่ในสารละลาย ฟลูออไรด์เป็นเวลา 1 สัปดาห์ (F TREATED) (Frosten, 1990)

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้เช่นเดียวกับ  
 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมีโดยอาศัยปฏิกิริยากรด-เบสที่เกิดขึ้น (Fross และ  
 Seppa, 1990; Korch และ Kofman, 1990; Mitra, 1991; Momoi และ McCabe, 1993) บาง  
 รายงานยังกล่าวถึงการปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงใน  
 ปริมาณที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (Korch และ Kofman, 1990; Mitra, 1991) รูปแบบการปล่อย  
 ฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง จะคล้ายกับกลาสไอโอโนเมอร์  
 ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี คือจะมีการปล่อยฟลูออไรด์ออกมาเป็นปริมาณมากในระยะแรกและ  
 จะลดลงเรื่อยๆเมื่อเวลาผ่านไป โดยจะสามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้เป็นระยะเวลาานกว่า 740  
 วัน เมื่อทดลองในห้องปฏิบัติการ (Mitra, 1991) นอกจากนี้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่ม  
 ด้วยแสงยังเป็นเสมือนแหล่งสะสมฟลูออไรด์ที่สามารถดูดซึมและปล่อยฟลูออไรด์ได้เช่นเดียวกับ  
 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี (Kofman, Koch และ Ekstrand, 1989)

Chadwick และ Gordon (1995) ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการปล่อย  
 ฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งชนิดบ่มด้วยเคมีและชนิดบ่มด้วยแสงกับ  
 คอมโพสิทเรซินชนิดสามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้ (fluoride releasing composite resin) ปรากฏ  
 ว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้ในปริมาณที่มากกว่าและเป็นระยะ  
 เวลานานกว่าคอมโพสิทเรซิน สอดคล้องกับรายงานของ Cooley, Barkmier และ Hicks (1989)  
 ซึ่งพบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถปล่อยฟลูออไรด์ได้ในปริมาณมากในวันแรก และ  
 ลดลงอย่างรวดเร็วในวันต่อมาจนกระทั่งในระยะหลังจะปล่อยฟลูออไรด์ในปริมาณคงที่และ  
 ค่อนข้างเป็นเวลากว่า 3 เดือน ขณะที่คอมโพสิทเรซินจะปล่อยฟลูออไรด์ในปริมาณน้อยและ  
 หมดภายใน 3 วัน เช่นเดียวกับรายงานของ Chan, Swift และ Bishara (1990) ซึ่งพบว่า  
 คอมโพสิทเรซินชนิดปล่อยฟลูออไรด์ได้ จะปล่อยฟลูออไรด์ออกมาในปริมาณน้อยและลดลง  
 อย่างรวดเร็วใน 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 8) การปล่อยฟลูออไรด์ในปริมาณน้อยๆเป็นระยะเวลาดังนี้  
 และหมดลงอย่างรวดเร็วอาจไม่สามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุได้ (Cooley, Barkmier และ  
 Hicks, 1989; Bishara, Swift และ Chan, 1991)



**ภาพที่ 8.** แสดงปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากคอมโพสิทเรซิน  
คอมโพสิทเรซินชนิดปล่อยฟลูออไรด์ได้ (FluorEver)  
คอมโพสิทเรซินปรกติ (Concise)  
(Chan, Swift และ Bishara, 1990)

Chadwick และ Gordon (1995) ทำการวัดปริมาณฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันบริเวณใกล้กับแบรacketซึ่งถูกยึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงพบว่าปริมาณฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันบริเวณดังกล่าวมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าปริมาณฟลูออไรด์ที่ปล่อยออกมาจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถแทรกซึมเข้าไปในผิวเคลือบฟันรอบๆบริเวณนั้นได้ Eliades, Viazis และ Eliades (1992) ทำการวัดปริมาณฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันใต้แบรacketซึ่งถูกยึดด้วยคอมโพสิทเรซินชนิดปล่อยฟลูออไรด์ พบว่าปริมาณฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันบริเวณดังกล่าวไม่แตกต่างจากบริเวณอื่น อาจเนื่องจากปริมาณฟลูออไรด์ซึ่งถูกปล่อยออกมาเป็นปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถแทรกผ่านชั้นของเรซินสู่ผิวเคลือบฟันได้

Hallgren, Oliveby และ Twetman (1992, 1993) ทำการศึกษาแผ่นคราบจุลินทรีย์บริเวณรอบๆ แบริกเกตซึ่งยึดกับผิวเคลือบฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และคอมโพสิทเรซินในผู้ป่วยซึ่งรับการรักษาทันตกรรมจัดฟัน พบว่าปริมาณฟลูออไรด์ในแผ่นคราบจุลินทรีย์รอบแบริกเกตซึ่งยึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีมากกว่าในแผ่นคราบจุลินทรีย์รอบแบริกเกตซึ่งยึดด้วยคอมโพสิทเรซินอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณฟลูออไรด์ที่มากกว่านี้ยังสามารถตรวจพบได้เมื่อเวลาในการรักษาผ่านไป 6 เดือน ปริมาณฟลูออไรด์ในแผ่นคราบจุลินทรีย์มีความสำคัญในการป้องกันผิวเคลือบฟันซึ่งถูกปกคลุมอยู่ เนื่องจากฟลูออไรด์ที่แทรกซึมผ่านเข้าไปในผิวเคลือบฟันสามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุและกระตุ้นให้เกิดการสะสมแร่ธาตุกลับคืนได้ และความเป็นกรดจะตกลงในแผ่นคราบจุลินทรีย์ซึ่งมีฟลูออไรด์สะสมอยู่เป็นปริมาณมาก เมื่อศึกษาถึงปริมาณเชื้อซึ่งทำให้เกิดฟันผุ (caries associated microflora) ในแผ่นคราบจุลินทรีย์ดังกล่าวพบว่าในแผ่นคราบจุลินทรีย์รอบแบริกเกตซึ่งยึดด้วยคอมโพสิทเรซินจะพบโคโลนี (colony) ของเชื้อดังกล่าวได้บ่อยกว่าในแผ่นคราบจุลินทรีย์รอบแบริกเกตซึ่งยึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าในบริเวณรอบๆ แบริกเกตซึ่งยึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เกิดสภาวะซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อดังกล่าว

#### การใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยึดแบริกเกตในทางคลินิก

Cook (1990) แนะนำวิธีการใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดแบริกเกตดังนี้

1. แยกบริเวณทำงานให้พ้นจากสภาพแวดล้อมในช่องปากโดยใช้ก้อนสำลี (cotton roll)
2. หลังจากทำความสะอาดผิวเคลือบฟันโดยใช้ผงขัดฟัน ใช้สำลีเช็ดผิวฟันให้แห้งไม่ควรรู้การเป่าผิวเคลือบฟันจนแห้งเกินไป ไม่ต้องใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน

3. ผสมกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์โดยเพิ่มส่วนผงให้ได้ส่วนผสมที่ข้นมากขึ้น

4. วางแบริกเกตในตำแหน่งที่ถูกต้อง กดให้แน่นเพื่อให้ได้ความหนาของวัสดุยึดติด

น้อยที่สุด

5. เชื้อวัสดุส่วนเกินออกในระยะฉับพลัน สามารถติดแบริกเกตได้ 6-8 ชั่ว ในการผสมกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ครั้งเดียว บางรายงานแนะนำให้ใช้สารเคลือบผิวหน้าของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เพื่อรักษาสมดุลของน้ำในระยะแรกของปฏิกิริยาการก่อตัว (Miguel, Almeida และ Chevitarese, 1995)

6. การใส่ถั่วขัดฟันสามารถทำได้ภายหลังการติดแบริกเกตเป็นเวลา 4 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ ส่วนผง: ส่วนเหลว ของส่วนผสม แต่อย่างไรก็ตามกำลังแรงยึดสูงสุดจะเกิด

ขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปอย่างน้อย 24 ชั่วโมง White (1986) แนะนำว่าสามารถใส่กวดจัดฟันได้หลังจากติด แบริกเกตเป็นเวลา 5-10 นาที แต่ควรใช้กวดทางจัดฟันซึ่งให้แรงน้อยๆ

Cook (1990) รายงานถึงอัตราการหลุดของแบริกเกตเมื่อยึดด้วยกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ เมื่อทดลองใช้ในผู้ป่วย 40 คน ใช้แบริกเกตจำนวน 402 ตัว พบว่ามีการหลุดของแบริกเกตทั้งสิ้น 50 ตัว หรือ ร้อยละ 12.4 ตลอดจนการรักษาคือเป็นระยะเวลาเฉลี่ย 17.1 เดือน

Miguel, Almeida และ Chevitarese (1995) ทำการทดลองเปรียบเทียบอัตราการหลุดของแบริกเกตเมื่อยึดด้วยกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี และอัตราการหลุดของแบริกเกตเมื่อยึดด้วยคอมโพสิทเรซิน โดยผิวเคลือบฟันซึ่งทำการยึดแบริกเกตด้วยวัสดุทั้งสองชนิดถูกเตรียมด้วยการใช้กรดฟอสฟอริก 37 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 วินาที การทดลองนี้ทำในผู้ป่วย 16 คน ระยะเวลาในการทดลอง 12 เดือน พบว่าแบริกเกตซึ่งยึดด้วยกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีอัตราการหลุด (ร้อยละ 50.89) มากกว่าแบริกเกตซึ่งยึดด้วยคอมโพสิทเรซิน (ร้อยละ 7.96) อย่างมีนัยสำคัญ

Fricker (1994) ทำการทดลองเปรียบเทียบอัตราการหลุดของแบริกเกตเมื่อยึดด้วยกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง และอัตราการหลุดของแบริกเกตเมื่อยึดด้วยคอมโพสิทเรซิน ร่วมกับกรดกัด ในผู้ป่วย 10 คนเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าอัตราการหลุดของแบริกเกตเมื่อใช้วัสดุทั้งสองชนิดเป็นวัสดุยึดติดไม่แตกต่างกัน และได้แนะนำว่ากลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมายึดแบริกเกตในงานทันตกรรมจัดฟัน

Silverman, Cohen และ Silverman (1995) รายงานถึงอัตราความสำเร็จ (success rate) ของการใช้กลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ยึดแบริกเกตโดยเฉพาะ (Fuji Ortho LC) เมื่อนำมาใช้กับผู้ป่วยจำนวน 152 คน เป็นระยะเวลา 8 เดือน พบว่ามีอัตราความสำเร็จสูงถึงร้อยละ 96.8

วิธีการใช้กลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงในการยึดแบริกเกตกับผิวเคลือบฟัน (Silverman, Cohen และ Silverman, 1995)

1. ขัดผิวเคลือบฟันด้วยผงขัดฟันเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก และล้างออกด้วยน้ำสะอาด
2. ใช้อุปกรณ์ถ่างแก้ม (cheek retractor) เพื่อให้ได้บริเวณทำงานที่ชัดเจน
3. ไม่ต้องใช้กรดกัด หรือเป่าผิวเคลือบฟันให้แห้ง

4. ผสมกาสไอ โอนเมอร์ซีเมนต์โดยใช้ส่วนผสมตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
5. ทาส่วนผสมดังกล่าวลงบนฐานของแบรเกต และนำไปบรรจุส่วนผสมลงในกระบอกฉีด (syringe) เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศในวัสดุยึดติด
6. วางแบรเกตในตำแหน่งที่ถูกต้องและกำจัดส่วนเกินของวัสดุออก สามารถติดแบรเกต ได้ 4-5 ตัว ต่อการผสมกาสไอ โอนเมอร์ซีเมนต์หนึ่งครั้ง
7. การกำจัดส่วนเกินของวัสดุขณะกำลังเกิดปฏิกิริยาก่อตัวต้องไม่ทำให้แบรเกตเคลื่อนที่ซึ่งจะทำให้กำลังแรงยึดลดลง
8. ฉายแสงซึ่งมีความเข้ม 470 นาโนเมตร เป็นเวลา 30-60 วินาที สำหรับพื้นหน้าให้ฉายแสงทางด้านใกล้ลิ้น ด้านใกล้เหงือก และด้านใกล้ปลายฟันของแบรเกต อย่างละ 15 วินาที ส่วนพื้นหลัง ฉายแสงด้านใกล้เหงือก ด้านใกล้ด้านบดเคี้ยว ด้านใกล้กลาง และด้าน ใกล้กลางของแบรเกต อย่างละ 15 วินาที
9. ใช้ลวดปรับระดับ (leveling wire) ได้ทันทีหลังการติดแบรเกต บางรายงานแนะนำให้ใช้ลวดภายหลังการติดแบรเกตตัวสุดท้ายเป็นเวลา 15-20 นาที (Fricker, 1994)

Silverman และคณะ (1995) สรุปถึงข้อดีของการนำกาสไอ โอนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงมาใช้ในการยึดแบรเกตดังนี้

1. ประหยัดเวลาในการทำงาน
2. ไม่จำเป็นต้องกังวลเกี่ยวกับความชื้นในบริเวณทำงานมากนัก
3. ไม่จำเป็นต้องใช้กรรกักผิวเคลือบฟัน
4. มีการปล่อยฟลูออไรด์ป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน
5. เมื่อมีการหลุดของแบรเกตก็สามารถติดกลับคืนได้โดยง่าย
6. เพิ่มความสะดวกสบายให้กับทันตแพทย์และผู้ป่วย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย