

## บทที่ 3



### ระเบียบวิธีวิจัย

ในส่วนการทดลองได้แบ่งออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซิน เครื่องมือในการวิจัยและการจัดการกระทำ

1. นำฟันกรามน้อยและฟันกรามของมนุษย์ที่ไม่มีการผุ สึก หรือ มีความผิดปกติใดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสในช่วง 2-3 เดือน จำนวน 70 ซี่ มาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2. ตัดฟันทั้งหมดด้วยเครื่องตัดฟัน (ISOMET 1000 series 15, Buechler, USA) ซึ่งมีนำหล่ออยู่ตลอดเวลาด้วยความเร็ว 250 รอบต่อนาที แรงกด 150 นิวตัน ให้เหลือเฉพาะส่วนตัวฟัน (crown) นำส่วนตัวฟันมาทำการยึดติดกับท่อพีเอมเอมเอขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร ด้วยเรซินอะคลิริกชนิดบ่มตัวด้วยสารเคมีแบบคายความร้อนหลังปฏิกิริยาน้อย (Dental Mfg, Illinois, USA.) และให้แข็งตัวด้วยมีน้ำหล่อเพื่อลดความร้อนที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมี โดยวางด้านแก้มของฟันให้ตั้งฉากกับแนวแกนตามยาวของท่อ และวางสูงกว่าปากท่อและเรซินอะคลิริกที่ใช้ยึดตัวฟันเพื่อลดการปนเปื้อนในขั้นตอนการกรอผิวเคลือบฟัน

3. สุ่มเลือกฟันออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ นำมาเตรียมกรอผิวเคลือบฟันที่จะทดสอบให้ได้ระนาบ โดยใช้เครื่องสำรวจความคอดป่อง (surveyor) ร่วมกับเครื่องมือที่ทำการตัดแปลงขึ้นดังรูปที่ 1 เพื่อสร้างระนาบตั้งฉากในการกรอตัดโดยยึดเครื่องกรอเร็ว (airrotor) ที่มีหัวกรอปากเพชรรูปวงล้อ ความละเอียด 100 ไมครอน (111, Intensiv, Grancia, Switzerland) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ไว้กับเครื่องมือ A ดังรูปที่ 2 จากนั้นนำเครื่องมือ A ไปยึดเข้ากับเครื่องสำรวจความคอดป่อง นำท่อพีเอมเอมเอที่มีส่วนตัวฟันอยู่มาสวมลงในเครื่องมือ B (รูปที่ 3) กำหนดตำแหน่งระนาบโดยเลื่อนแขนของเครื่องสำรวจความคอดป่องขึ้นลง เมื่อได้ระยะที่ต้องการทำการหมุนสกรูเพื่อยึดแขนไว้ไม่ให้ขยับ ทำการกรอตัดโดยมีน้ำหล่อตลอดเวลาด้วยการเคลื่อนเครื่องมือ B จนกระทั่งได้ขนาดระนาบที่ต้องการโดยเปลี่ยนหัวกรอตัวใหม่เมื่อทำการกรอตัดในแต่ละกลุ่ม ล้างชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำ เป่าแห้ง และตรวจวัดพื้นผิวเคลือบฟันให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3.5 มิลลิเมตร และอยู่ในชั้นเคลือบฟันเท่านั้น โดยส่องตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Steriomicroscope, CANON, Japan)

4. เตรียมเทปกาวใสด้านเดียวที่ไม่เกิดการยึดติดกับสารยึดเรซินที่ใช้ในการทดสอบ มาเจาะรูด้วยแท่งเจาะให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.25 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4

5. กำหนดตำแหน่งและขนาดพื้นผิวเคลือบฟันที่จะทำการทดสอบให้แต่ละชิ้นตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน โดยการตีเทพกาวใสด้านเดียวที่มีรูตรงกลางตามข้อ 4 บนเคลือบฟันที่กรัดตัดไว้

6. นำแท่งพีเอมเอมเอทีที่มีพื้นที่หน้าตัดทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร มาตัดให้มีความยาว 4 เซนติเมตร จำนวน 70 ชิ้น เจาะรูขนาด 2 มิลลิเมตรให้ห่างจากปลายท่อด้านหนึ่ง 5 มิลลิเมตรเพื่อเป็นรูสำหรับสอดแท่งโลหะสำหรับยึดกับเครื่องมือ C (รูปที่ 5) ซึ่งจะยึดติดกับเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบไฮดรอลิก (Instron, Model 8872, USA.) ต่อไป ปลายอีกด้านซึ่งเป็นด้านที่ใช้สำหรับยึดติดกับสารยึดเรซินจะขัดด้วยกระดาษทรายซิลิกอนคาร์ไบด์ ความละเอียด 180 เป็นเวลา 30 วินาที โดยการใช้เครื่องมือ D (รูปที่ 6) นำแท่งพีเอมเอมเอทีที่ขัดแล้วจำนวน 30 แท่งมากรอให้เกิดรอยบากห่างจากปลาย 1 มิลลิเมตรด้วยหัวกรอเร็วจากเพชรชนิดโคโคคว่าโดยมีน้ำหล่อ ทำความสะอาดแท่งพีเอมเอมเอทีขึ้นด้วยเครื่องอัลตราโซนิค เป็นเวลา 20 นาที เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อน

7. เตรียมยึดเคลือบฟันกับแท่งพีเอมเอมเอทีด้วยสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่มดังต่อไปนี้ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (Sunmedical, Shiga, Japan) (กลุ่ม Super-Bond) เรซินชนิดไฟร์เมตา-เอมเอมเอทีบีบีเมื่อทำการปรับสภาพผิวฟันแบบขึ้นด้วยสารละลายเพอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิตริกร้อยละ 1 (1-1) เป็นเวลา 10 วินาที (กลุ่ม 1-1-10s) 30 วินาที (กลุ่ม 1-1-30s) และ 60 วินาที (กลุ่ม 1-1-60s) ออลบอนด์ทูใช้ร่วมกับดูโอลิงค์ซีเมนต์ (Bisco, IL., USA.) (กลุ่ม All-Bond) ซิงเกิลบอนด์ทูใช้ร่วมกับรีไลเอกซ์เออาซีซีเมนต์ (3M ESPE, MN., USA.) (กลุ่ม Single-Bond) เอควิบอนด์พลัสใช้ร่วมกับเมททาฟิวโฟล (Sunmedical, Shiga, Japan) (กลุ่ม AQ-Bond)

8. จัดตำแหน่งในการยึดโดยใช้เครื่องสำรวจความคอดป่องร่วมกับเครื่องมือที่ทำการตัดแปลงขึ้นตามรูปที่ 7 โดยเลือกแท่งพีเอมเอมเอมาสวมเข้ากับเครื่องมือ E เลื่อนเครื่องมือ B ให้ได้ตำแหน่งที่ครอบคลุมเคลือบฟันที่กำหนดตำแหน่งทดสอบด้วยเทพกาวใสไว้แล้ว เลื่อนแขนของเครื่องสำรวจความคอดป่องขึ้นและชันสกรูให้แน่น เพื่อปรับสภาพผิวฟันและเชื่อมผิวฟันด้วยสารยึดเรซินตามวิธีการในแต่ละกลุ่มดังตารางที่ 2 เลื่อนแขนเครื่องสำรวจความคอดป่องตามระยะที่กำหนดห่างจากระนาบผิวเคลือบฟันประมาณ 0.5 มิลลิเมตรปาดเรซินให้คลุมรอยบากและปาดส่วนเกินออก ในกลุ่มที่ 5-7 เมื่อปาดเรซินส่วนเกินออกแล้วให้ทำการฉายแสง 40 วินาที (Elipar® Trilight, Germany)

9. นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำขึ้นทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ

10. นำชิ้นตัวอย่างทั้ง 7 กลุ่มไปทดสอบความแข็งแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัด (รูปที่ 8) โดยทำการยึดปลายท่อของชิ้นตัวอย่างโดยตรงกับแขนจับของเครื่องทดสอบโดยการขันแขนจับของเครื่องมือเข้ามาให้บีบปลายท่อจนแน่น ส่วนปลายอีกข้างของชิ้นตัวอย่างทำการ

ชั้นแขนจับของเครื่องทดสอบให้บีบเครื่องมือ C จนแน่น ทำการยึดแท่งพีเอมเอมเข้ากับเครื่องมือ C โดยสอดแท่งโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตรให้ผ่านรูที่เตรียมไว้ที่แท่งพีเอมเอมโดยระวังไม่ให้มีแรงอื่นมากระทำระหว่างการยึดขึ้นตัวอย่างเข้ากับเครื่องทดสอบ ตั้งค่าความเร็วของหัวทดสอบ 1 มิลลิเมตรต่อนาที จำกัดขนาดแรงอยู่ในช่วง 0 ถึง 1000 นิวตัน บันทึกค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้เกิดการทำลายการยึดติดของเรซินกับผิวเคลือบฟัน นำค่าแรงดึงของชิ้นงานทุกชิ้นมาคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้

ค่าความแข็งแรงดึง = แรงดึง (นิวตัน) / พื้นที่บริเวณยึดติดหรือบริเวณแตกหัก (ตารางมิลลิเมตร)  
จะได้ค่าความแข็งแรงดึงหน่วยเป็นเมกะปาสคาล (MPa)

11. นำชิ้นตัวอย่างมาตรวจดูบริเวณผิวที่แตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 35-7500 เท่า ศึกษาและบันทึกผลการแตกหักที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นงาน โดยแบ่งชนิดของบริเวณที่เกิดการแตกหัก ดังนี้

1. แตกหักภายในฟัน
2. แตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างผิวฟันกับสารยึดเรซิน
3. แตกหักภายในเนื้อเรซิน
4. แตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างสารยึดเรซินกับแท่งพีเอมเอม

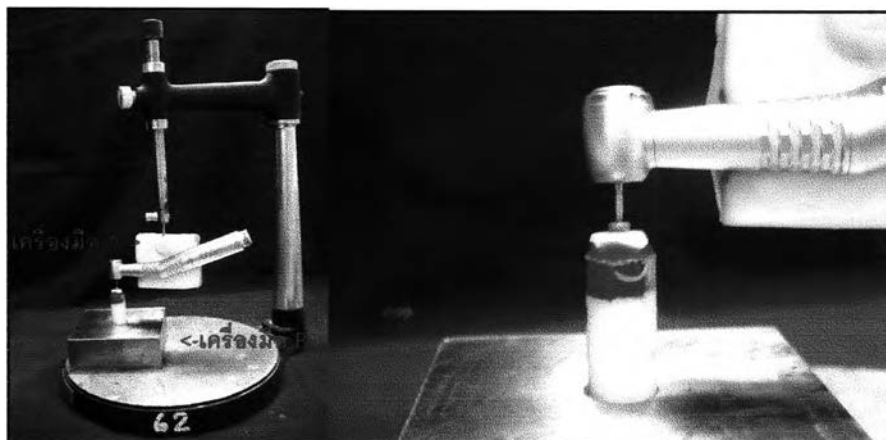
12. สุ่มชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแรงดึงแล้วมากลุ่มละ 3 ชิ้น ตัดด้วยเครื่องกรอช้า (micromotor) กึ่งกลางเส้นผ่าศูนย์กลางตามแนวแกนฟันให้ได้ชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น นำมาขัดเรียบด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ความละเอียด 600 1200 และ 2000 แล้วขัดด้วยผงขัดอะลูมินาขนาด 0.05 ไมครอน และนำไปทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิคเป็นเวลา 15 นาที เพื่อศึกษาชั้นเชื่อมต่อนระหว่างสารยึดเรซินกับเคลือบฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 35-5000 เท่า ก่อนและหลังการแช่ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลต่อลิตร เป็นเวลา 30 วินาที

13. การวิเคราะห์ข้อมูล

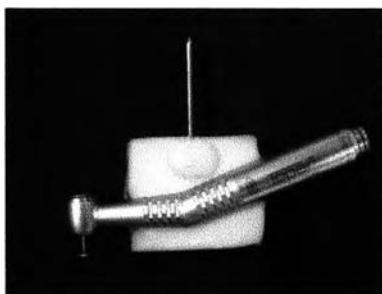
12.1 สถิติเชิงพรรณนาแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความแข็งแรงดึงยึดของเคลือบฟันกับสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม

12.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงดึงของเคลือบฟันกับสารยึดเรซินระหว่างกลุ่มโดยตรวจสอบการกระจายของข้อมูลก่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ (One-sample Kolmogorov-Siminov test) และตรวจสอบความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่โดยทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวน (Test of homogeneity of

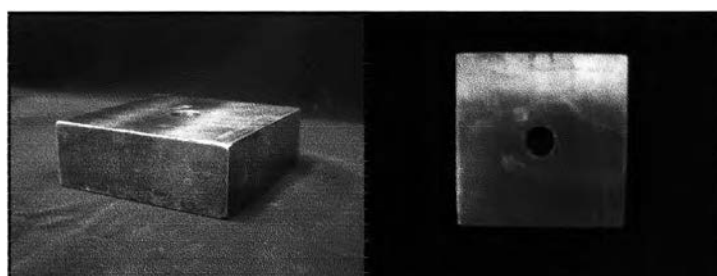
variance) ด้วยวิธีของ Levene ถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและประชากรทุกกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากันจึงใช้สถิติแบบพารามेटริกซ์ชนิดวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way analysis of variance) ในการวิเคราะห์เพื่อดูผลของปัจจัย ทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



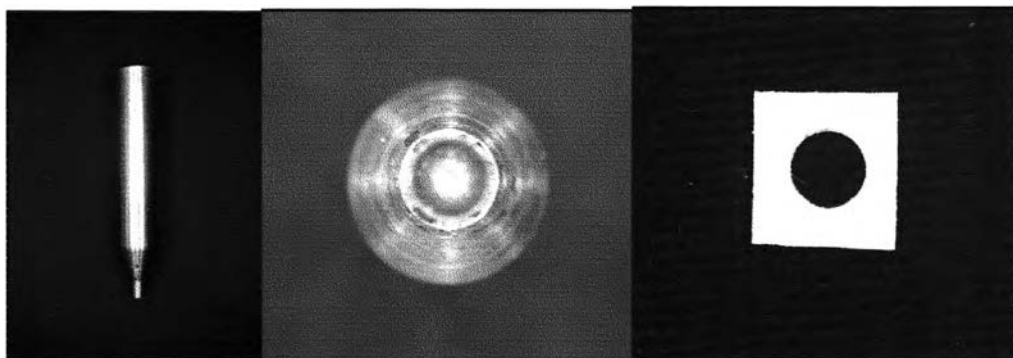
รูปที่ 1 รูปเครื่องมือที่ดัดแปลงขึ้นเพื่อสร้างระบบในการเตรียมผิวพื้น



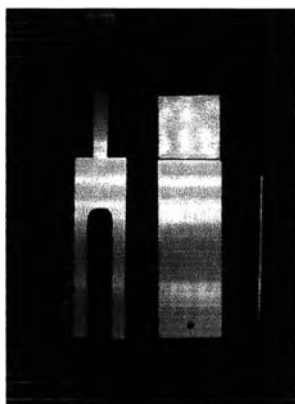
รูปที่ 2 รูปแสดงเครื่องกรอเร็วที่ยึดกับเครื่องมือ A



รูปที่ 3 รูปแสดงเครื่องมือ B



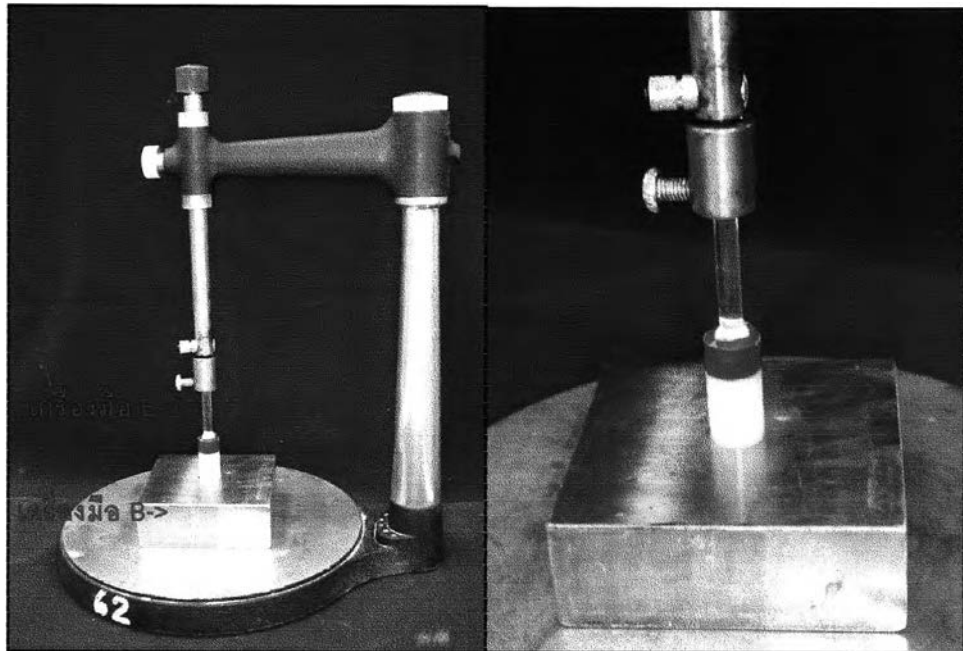
รูปที่ 4 รูปแสดงแท่งเจาะและเทปกาวใสด้านเดียวที่ทำกรเจาะรูแล้ว



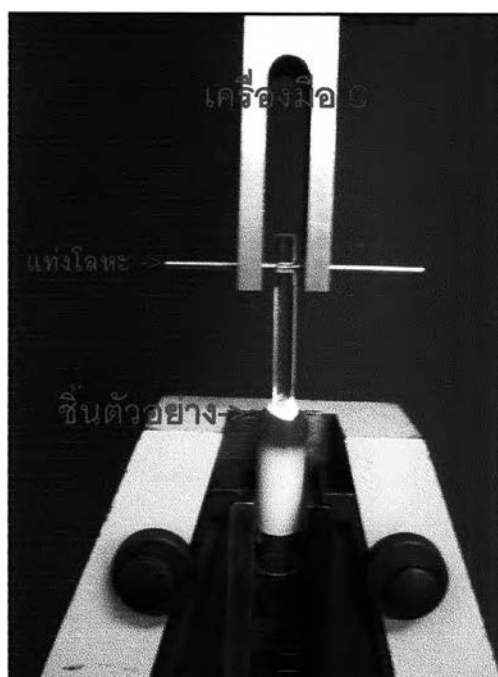
รูปที่ 5 รูปแสดงเครื่องมือ C และแท่งโลหะ



รูปที่ 6 รูปแสดงเครื่องมือ D และแท่งพีเอ็มเอ็มเอ เมื่อทำการขีดด้วยกระดาดซิลิกอนคาร์ไบด์



รูปที่ 7 รูปแสดงเครื่องมือที่ดัดแปลงขึ้นเพื่อจัดตำแหน่งในการยึด และเครื่องมือ B และ E



รูปที่ 8 รูปแสดงการทดสอบแรงดึงแรงอัด

## ตอนที่ 2 การศึกษาความแข็งแรงดึงยึดของเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซินโดยวิธีการเตรียมฟันรูปมินิแคมเบลล์

### เครื่องมือในการวิจัยและการจัดการการกระทำ

1. นำฟันกรามของมนุษย์ที่ไม่มีการผุ สึก หรือ มีความผิดปกติใดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสในช่วง 2-3 เดือน จำนวน 42 ซี่ มาไว้ที่อุณหภูมิห้องทำการยึดส่วนรากฟันกับท่อพีวีซีด้วยอะคริลิกเรซิน เพื่อนำเข้าเครื่องตัดฟัน

2. สุ่มฟันออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ซี่ และตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟัน (ISOMET 1000 series 15, Buechler, USA) ซึ่งมีน้ำหล่ออยู่ตลอดเวลาด้วยความเร็ว 250 รอบต่อนาที แรงกด 150 นิวตัน ให้ห่างจากด้านสบฟันประมาณ 2 มิลลิเมตรโดยตัดตั้งฉากกับแนวแกนยาวของฟัน จากนั้นขัดแต่งผิวฟันด้วยหัวกรอกกากเพชรรูวงล้อ ความละเอียด 100 ไมครอน (111, Intensiv, Grancia, Switzerland) โดยเปลี่ยนหัวกรอตัวใหม่เมื่อทำการกรอตัดในแต่ละกลุ่ม ล้างฟันด้วยน้ำกลั่น เป่าแห้ง

3. เตรียมเทปกาวใสด้านเดียวที่ไม่เกิดการยึดติดกับสารยึดเรซิน มาทำการตัดให้มีช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง 2-2.5 มิลลิเมตร ยาว 8 มิลลิเมตร

4. กำหนดตำแหน่งทดสอบโดยวางเทปกาวใสในแนวตามยาวให้รอยต่อของเคลือบฟันและเนื้อฟัน (dentoenamel junction) โดยให้บริเวณที่จะทำการทดสอบมีส่วนของเคลือบฟันอยู่และเนื้อฟันอยู่ร่วมกัน

5. วาดเส้นเพื่อกำหนดตำแหน่งที่จะทำการตัดภายหลังการเชื่อมกับแท่งพีเอมเอมเอด้วยเรซินแล้ว

6. นำแท่งพีเอมเอมเอที่มีพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 7 X 7 มิลลิเมตร มาตัดให้ความหนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 42 ซี่น ขัดปลายด้านที่จะใช้ยึดกับสารยึดเรซินด้วยกระดาษทรายซิลิกอนคาร์ไบด์ ความละเอียด 180 เป็นเวลา 30 วินาที แท่งพีเอมเอมเอจำนวน 21 ซี่สำหรับกลุ่มที่ 5-7 ให้นำปลายที่ขัดกระดาษทรายมากรอกให้เกิดรอยบากด้วยหัวกรอเร็วกากเพชรชนิดโคนคว่ำโดยมีน้ำหล่อ กรอ 2 ตำแหน่งโดยกำหนดจุดให้ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไปด้านละ 1 มิลลิเมตร ทำความสะอาดชิ้นพีเอมเอทุกชิ้นด้วยเครื่องอัลตราโซนิก เป็นเวลา 20 นาที

7. นำชิ้นตัวอย่างทั้ง 7 กลุ่ม มาปรับสภาพผิวฟันบริเวณที่จะทดสอบและเชื่อมผิวฟันกับแท่งพีเอมเอมเอด้วยสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่มตามการทดลองตอนที่ 1 โดยผสมสารยึดเรซินแต่ละชนิดตามตารางที่ 2 และกดแท่งพีเอมเอมเอให้แนบด้วยแรงจากนิ้วมือ ปาดเรซินส่วนเกินออก ในกลุ่มที่ 5-7 เมื่อปาดเรซินส่วนเกินออกแล้วให้ทำการฉายแสง 40 วินาที

8. นำชิ้นตัวอย่างมาตัดตามแนวยาวของฟันตามตำแหน่งที่วาดไว้ให้ได้ระนาบเรียบด้วยเครื่องตัดฟัน ความเร็ว 250 รอบต่อนาที แรงกด 150 นิวตัน แล้วปรับเลื่อนตำแหน่งตัดจากระนาบที่ตัดไว้ให้ได้ความหนา 2 มิลลิเมตร ดังนั้นจะได้ชิ้นตัวอย่างแผ่นพื้นที่มีบริเวณยึดติดหนา 2 มิลลิเมตรโดยมีเคลือบฟันและเนื้อฟันอยู่รวมกันในชิ้นตัวอย่าง

9. นำชิ้นตัวอย่างหนา 2 มิลลิเมตรของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้ มาวางรูปมินิด้มเบลล์ด้วยดินสอดำโดยใช้แบบพลาสติกรูปมินิด้มเบลล์วางทาบบนแผ่นฟัน จากนั้นกรอแต่งฟันด้วยหัวกรอจากเพชรทรงกระบอกโดยมีน้ำหล่อตลอดเวลา จะได้ชิ้นตัวอย่างรูปมินิด้มเบลล์ตามกลุ่มกลุ่มละ 6 ชิ้น

10. นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำชิ้นทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ

11. นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาเตรียมผิวฟันบริเวณปลายมินิด้มเบลล์เพื่อนำไปยึดกับตัวจับยึดโดยทาสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิติริกร้อยละ 1 เป็นเวลา 30 วินาที ซับด้วยกระดาษซับ

12. นำชิ้นตัวอย่างที่เตรียมผิวบริเวณปลายเนื้อฟันแล้วมายึดเข้ากับตัวจับยึดโดยวางแบบโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีช่องว่างขนาด  $1.5 \times 4 \times 0.5$  เซนติเมตรทับแผ่นพลาสติกที่มีรูปแสดงตำแหน่งการยึดชิ้นงานให้ตรงกับช่องว่างด้านบนเพื่อช่วยกำหนดตำแหน่ง จากนั้นใส่ตัวจับยึดส่วนที่ 1 ลงในช่องของแบบโลหะที่ส่วนปลายของช่องว่างทั้ง 2 ข้าง ปลายด้านที่เป็นฟันให้ผสมเรซินชนิดไฟร์เมตาเอมเอทีบีเพื่อใช้ยึด โดยใช้วิธีพู่กันจุ่มในส่วนเหลวแล้วนำไปแตะในส่วนผง (brush dip technique) แล้วทาลงบนตัวจับยึด ส่วนปลายด้านที่เป็นพีเอมเอเอใช้ยูนิฟาสต์อะคริลิกเรซินยึดติดกับตัวจับยึดโดยใช้วิธีเดียวกัน วางชิ้นตัวอย่างทับลงไป จากนั้นนำตัวจับยึดส่วนที่ 2 ที่เป็นคู่กันมาวางทับลงบนชิ้นงานให้ตรงกับตัวจับยึดส่วนที่ 1 ที่อยู่ด้านล่างโดยใช้เรซินชนิดไฟร์เมตาเอมเอทีบีและยูนิฟาสต์อะคริลิกช่วยยึดเข้ากับชิ้นงานบริเวณปลายด้านที่เป็นเนื้อฟันและด้านพีเอมเอตามลำดับ ใช้แท่งโลหะกลมขนาดเท่ารูที่เจาะอยู่บนตัวจับยึดใส่ลงในรูเพื่อตรวจสอบว่ารูตรงกันก่อนที่ซีเมนต์และอะคริลิกจะแข็งตัว

13. นำชิ้นงานทั้งหมดที่ได้ยึดปลายทั้งสองข้างเข้ากับตัวจับยึดแล้วมาทำการทดสอบแรงดึงที่ละชิ้น โดยติดตั้งชิ้นงานบนเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบไฮดรอลิก (Instron, Model 8872, USA.) โดยใช้แท่งลวดกลมใส่รูที่ปลายทั้งสองข้างบนตัวจับยึดแล้วใส่ชิ้นงานเข้ากับรูบนเครื่องมือ C เพื่อทดสอบแรงดึง



14. ทดสอบแรงดึงตามวิธีการและคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโดยใช้ความเร็ว 1 มิลลิเมตร ต่อนาที จำกัดขนาดแรงอยู่ในช่วง 0 ถึง 1000 นิวตันเริ่มดึงจนชิ้นงานขาดออกจากกัน บันทึกค่าแรงดึงสูงสุด (maximum load) ที่ทำให้ชิ้นตัวอย่างขาดออกจากกันในหน่วยเป็นนิวตัน และคำนวณขนาดพื้นที่ผิวทั้งหมด พื้นที่ของเคลือบพื้นและพื้นที่ของเนื้อพื้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สเตอริโอที่กำลังขยาย 50 เท่า และภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 35-50 เท่า

15. นำค่าแรงดึงของชิ้นงานทุกชิ้นมาคำนวณโดยใช้สูตร

ค่าความแข็งแรงดึง = แรงดึง (นิวตัน) / พื้นที่บริเวณยึดติดหรือบริเวณแตกหัก (ตารางมิลลิเมตร)  
จะได้ค่าความแข็งแรงดึงหน่วยเป็นเมกะปาสคาล (MPa)

16. นำชิ้นตัวอย่างมาตรวจดูบริเวณผิวที่แตกหักทางด้านข้างด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่กำลังขยาย 50-200 เท่า และทางด้านขวางด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 35-7500 เท่า ศึกษาและบันทึกผลการแตกหักที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นตัวอย่าง โดยแบ่งชนิดของบริเวณที่เกิดการแตกหักตามการศึกษาตอนที่ 1 และคำนวณขนาดพื้นที่ของเคลือบพื้นและเนื้อพื้นในแต่ละชิ้นงาน

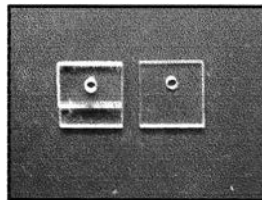
17. สุ่มชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแรงดึงแล้วมากลุ่มละ 3 ชิ้น ตัดด้วยเครื่องกรอช้าตามแนวขวางกับด้านยาวของชิ้นตัวอย่างให้ได้ชิ้นทดสอบที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร 3 ชิ้น นำมาขัดเรียบด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ความละเอียด 600 1200 และ 2000 แล้วขัดด้วยผงขัดอะลูมินาขนาด 0.05 ไมครอน และนำไปทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค เป็นเวลา 15 นาที เพื่อศึกษาชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเนื้อพื้นด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 35-5000 เท่า ก่อนและหลังการแช่ด้วยสารละลายกรดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลต่อลิตร เป็นเวลา 30 วินาที และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร้อยละ 1 เป็นเวลา 60 นาที

18. การวิเคราะห์ข้อมูล

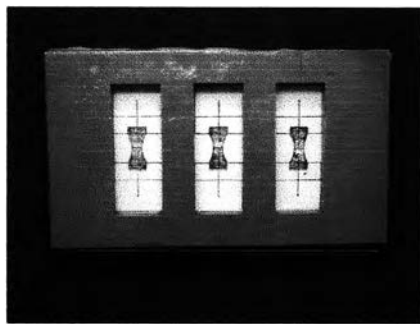
18.1 สถิติเชิงพรรณนาแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความแข็งแรงดึงยึดของเคลือบพื้นและเนื้อพื้นกับสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม

18.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงดึงของผิวพื้นกับสารยึดเรซินระหว่างกลุ่มโดยตรวจสอบการกระจายของข้อมูลก่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ (One-sample Kolmogorov-Siminov test) และตรวจสอบความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่โดยทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวน (Test of homogeneity of variance) ด้วย

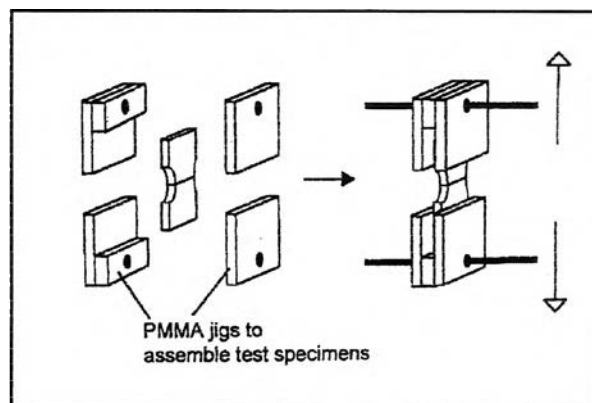
วิธีของ Levene ถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและประชากรทุกกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากันจึงใช้สถิติแบบพาราเมตริกซ์ชนิดวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way analysis of variance) ในการวิเคราะห์เพื่อดูผลของปัจจัย ทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 9 รูปตัวจับยึด



รูปที่ 10 รูปแบบโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีช่องว่างขนาด  $1.5 \times 4 \times 0.5$  เซนติเมตรวางทับบนแผ่นพลาสติกที่มีรูปแสดงตำแหน่งการยึดชิ้นงาน



รูปที่ 11 รูปชิ้นตัวอย่างมินิเด็มเบลล์ที่ยึดเข้ากับตัวจับยึดและการทดสอบแรงดึง

ตอนที่ 3 การศึกษาเปรียบเทียบระยะรั้วซีมีระดับไมโครเมตรเมื่อทำการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์และยึดด้วยสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม และ

ตอนที่ 4 การศึกษาเปรียบเทียบระยะรั้วซีมีระดับไมโครเมตรเมื่อทำการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิตโดยใช้สารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม

เครื่องมือในการวิจัยและการจัดการกระทำ

1. นำฟันกรามและฟันกรามน้อยของมนุษย์ ที่ไม่มีการผุสึกหรือมีความผิดปกติใดๆ ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จำนวนประมาณ 21 ซี่ สุ่มแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยฟันกรามน้อย 1 ซี่และฟันกราม 2 ซี่ มาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ใช้หัวกรอเร็วคาร์ไบด์แบบหัวตัดปลายมน (232, Dentaires, Zurich, Switzerland) กรอน้ำ (depth cut) ให้ได้ความลึก 1.5 มิลลิเมตร จากนั้นใช้หัวกรอเร็วกากเพชร ความละเอียด 100 ไมครอน (204, Intensiv, Grancia, Switzerland) กรอขยายให้ได้โพรงฟันขนาดกว้างในแนวระนาบ 3 มิลลิเมตรและในแนวตั้ง 2 มิลลิเมตร ลึก 1.5 มิลลิเมตรโดยให้แต่ละด้านผายออก 5 องศา และกำหนดตำแหน่งให้อยู่เหนือและใต้ต่อรอยต่อเนื้อฟันและเคลือบรากฟัน (cementoenamel junction) อย่างละ 1 มิลลิเมตร โดยในฟันกรามน้อยเตรียมโพรงฟันเฉพาะด้านแก้มและด้านลิ้น ส่วนฟันกรามเตรียมโพรงฟันทั้ง 4 ด้านของตัวฟัน และเปลี่ยนหัวกรอตัวใหม่เมื่อทำการกรอตัดในแต่ละกลุ่ม

ตอนที่ 3

2. ทำการเตรียมชิ้นงานคอมโพสิตอินเลย์ เตรียมโดยตรงจากโพรงฟันที่สร้างไว้ตามข้อ 1 ทำการอุดเรซินคอมโพสิตสี Dark brown (Metafi CX, Sunmedical, Shiga, Japan) เข้าไปในหลุมโดยใช้น้ำเป็นสารคั่นกลาง ทำการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง (Elipar® Trilight, German) เป็นเวลา 60 วินาที นำชิ้นงานคอมโพสิตอินเลย์ออกจากโพรงฟันแล้วทำการฉายแสงด้านที่สัมผัสกับฟันต่ออีก 60 วินาที และทำการยึดชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์กับโพรงฟันด้วยสารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มดังตารางที่ 2 ฉายแสง 60 วินาทีในกลุ่ม All-Bond Single-Bond และ AQ-Bond

ตอนที่ 4

2. ทำการอุดเรซินคอมโพสิตสี Dark brown (Metafi CX, Sunmedical, Shiga, Japan) ในโพรงฟันที่เตรียมไว้ในข้อ 1 โดยใช้สารยึดเรซินแต่ละชนิดตามตารางที่ 2 แล้วฉายแสง 60 วินาที

และใช้หัวกรอกปากเพชรชนิดความละเอียด 8 ไมครอน (4205, Intensiv, Grancia, Switzerland) ขัดบริเวณขอบให้เรียบภายหลังการแข็งตัวของเรซินคอมโพสิต

3. แช่ฟันตัวอย่างทั้ง 7 กลุ่มในน้ำกลั่น เก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Contherm, digital series incubator, Contherm scientific LTD., Lower Hutt, New Zealand) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. นำฟันตัวอย่างออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ให้แห้งในอากาศ เคลือบตัวฟันทั้งหมดด้วยน้ำยาทาเล็บ (Pias, Bangkok, Thailand) ยกเว้นบริเวณชั้นคอมโพสิตและระยะห่างออกไป 1 มิลลิเมตรทางด้านขอบบน (occlusal margin) และขอบล่าง (gingival margin) ทา 2 ชั้น แต่ละชั้นทิ้งไว้ให้แห้ง 10 นาที ปิดรูเปิดปลายรากฟันด้วยซีเมนต์

5. แช่ฟันตัวอย่างในสารละลายเบสิกฟลูออรีนเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก โดยปลายรากฟันอยู่เหนือสารละลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

6. ล้างคราบสีบนฟันตัวอย่างทั้งหมดด้วยน้ำที่ไหลเป็นเวลา 1 นาที ซับให้แห้ง ตัดฟันตัวอย่าง โดยตัดกึ่งกลางชั้นคอมโพสิตในแนวขนานแกนฟันด้วยเครื่องกรอช้าด้วยหัวกรอกปากเพชรรูปวงล้อหนา 0.15 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ความละเอียด 100 ไมครอน (270D, Intensiv, Grancia, Switzerland)

7. วัดระยะรั้วซีมของสี่เหลี่ยมภายใต้การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Nikon Microscope, Model ECLIPSE E400 POL, Nikon, Japan) ที่กำลังขยาย 50-200 เท่า

#### 8. การวิเคราะห์ข้อมูล

8.1. สถิติเชิงพรรณนาแสดงข้อมูลการแจกแจงความถี่ของระดับการรั้วซีมของสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม

8.2. วิเคราะห์เปรียบเทียบระยะการรั้วซีมกับสารยึดเรซินระหว่างกลุ่มโดยตรวจสอบการกระจายของข้อมูลก่อนจะมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ (One-sample Kolmogorov-Siminov test) และตรวจสอบความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่โดยทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวน (Test of homogeneity of variance) ด้วยวิธีของ Levene ถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและประชากรทุกกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากันจึงใช้สถิติแบบพารามेटริกชนิดวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way analysis of variance) ในการวิเคราะห์เพื่อดูผลของปัจจัย ทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กลุ่ม	Super-Bond	1-1-10s	1-1-30s	1-1-60s	All-Bond	Single-Bond	AQ-Bond
<b>วิธีปรับสภาพฟัน</b>	-ทา 10:3 10 วินาที -ล้างน้ำออก 10 วินาที -เป่าลมให้แห้ง 10 วินาที	-ทา 1:1 10 วินาที -ล้างน้ำออก 10 วินาที -ซับด้วยกระดาษซับ 10 วินาที	-ทา 1:1 30 วินาที -ล้างน้ำออก 10 วินาที -ซับด้วยกระดาษซับ 10 วินาที	-ทา 1:1 60 วินาที -ล้างน้ำออก 10 วินาที -ซับด้วยกระดาษซับ 10 วินาที	-ทา 32% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 15 วินาที -ล้างน้ำออก 15 วินาที -เป่าลมเบาๆ 1 วินาที ให้ผิวฟันมีลักษณะชื้น	-ทา 35 % H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 15 วินาที -ล้างน้ำออก 10 วินาที -ซับด้วยกระดาษซับให้ผิวฟันมีลักษณะชื้น	
<b>วิธีเชื่อมผิวฟันด้วยเรซิน</b>	-ผสมมอนอเมอร์ 4 หยด กับตัวเร่งปฏิกิริยา 1 หยด (4-META/MMA-TBB) ใน หลุมกระเบื้องภายใน 5 วินาที ทาบริเวณผิวฟันที่กำหนด (ตอนที่ 3 และ 4 ใช้ กระเบื้องที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส) -ใช้ฟู่กันจุ่มในส่วนเหลว แล้วนำไปแตะในส่วนผง (brush dip technique) แล้ว ทาลงบนผิวฟัน -คลายสกรูของเครื่องมือ เพื่อเลื่อนแท่งพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 1) หรือนำขึ้นพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 2) หรือนำขึ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์มายึด (ตอนที่ 3) หรืออุดด้วยเรซินคอมโพสิต (ตอนที่ 4)	เหมือนกลุ่มที่ 1	-เหมือนกลุ่มที่ 1	-เหมือนกลุ่มที่ 1	-หยดไพรเมอร์และบีด้วยอัตราส่วน 1:1 ลงในถ้วยผสม คนให้เข้ากันภายใน 3 วินาที -ทาที่ผิวฟัน 5 ชั้น จึงเป่าลม 5 วินาที <u>ตอนที่ 1 2 และ 3</u> -ฉายแสง 20 วินาที -ทาพริบอนด์เรซินผสมดูโอลลิงค์ซีเมนต์ด้วยพวยพลาสติกโดยบีบส่วนเบสและตัวเร่งด้วยอัตราส่วน 1:1 ลงในกระดาษผสม -ทาดูโอลลิงค์ซีเมนต์บนผิวฟัน -คลายสกรูของเครื่องมือ เพื่อเลื่อนแท่งพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 1) หรือนำขึ้นพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 2) หรือนำขึ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์มายึด (ตอนที่ 3) <u>ตอนที่ 4</u> -ทาดีแอนด์อีเรซิน ฉายแสง 20 วินาที -อุดด้วยเรซินคอมโพสิต	-ทาซิงเกิลบอนด์ที่ผิวฟัน 15 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที -ฉายแสง 10 วินาที <u>ตอนที่ 1 2 และ 3</u> -ผสมริไลเอ็กซ์เออาซี-ซีเมนต์ด้วยพวยพลาสติก โดยบีบส่วนเบสและตัวเร่งด้วยอัตราส่วน 1:1 ลงในกระดาษผสม 10 วินาที -ทา ริไลเอ็กซ์เออาซี-ซีเมนต์บนผิวฟัน -คลายสกรูของเครื่องมือ เพื่อเลื่อนแท่งพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 1) หรือนำขึ้นพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 2) หรือนำขึ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์มายึด (ตอนที่ 3) <u>ตอนที่ 4</u> -อุดด้วยเรซินคอมโพสิต	-หยดเอควิบอนด์เบส 1 หยดลงบนชั้นฟองน้ำเอควิว -ทาที่ผิวฟันแบบถูๆ 20 วินาที -เป่าลมเบาๆ 5 วินาที -ฉายแสง 10 วินาที <u>ตอนที่ 1 2 และ 3</u> -จิดเมตาฟิวโฟบนผิวฟัน -คลายสกรูของเครื่องมือ เพื่อเลื่อนแท่งพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 1) หรือนำขึ้นพีเอมเอมเอมายึด (ตอนที่ 2) หรือนำขึ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์มายึด (ตอนที่ 3) <u>ตอนที่ 4</u> -อุดด้วยเรซินคอมโพสิต

หมายเหตุ 10:3 หมายถึง สารละลายฟอสฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 3 ในกรดซิติริกร้อยละ 10  
32% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> หมายถึง เจลกรดฟอสฟอริกร้อยละ 32 (Unichet gel™)

1:1 หมายถึง สารละลายฟอสฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิติริกร้อยละ 1  
35% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> หมายถึง เจลกรดฟอสฟอริกร้อยละ 35 (Scotchbond™)