บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง (Population and sample)

1. **ประชากร (population)**

1.1.ประชากรเป้าหมาย (Target population)

ฟันถาวรที่ผิวเคลือบฟันมีรอยผุในระยะเริ่มแรก

1.2.ประชากรที่ศึกษา (Study population)

ฟันกรามน้อยถาวรซี่ที่หนึ่งและสองที่มีผิวเคลือบฟันด้านแก้มปกติ ปราศจากรอยผุ รอยร้าว รอยแตกหัก รอยอุดหรือความผิดปกติอื่นๆ

1.3.กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา (Study sample)

ฟันกรามน้อยถาวรซี่ที่หนึ่งและสองที่มีคุณสมบัติดังกล่าว

2. **เกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria)**

2.1. ฟันกรามน้อยถาวรซี่ที่หนึ่งและสองที่มีผิวเคลือบฟันด้านแก้มปกติ ปราศจากรอยผุ รอยร้าว รอยแตกหัก รอยอุดหรือความผิดปกติอื่นๆ และ

2.2. ฟันกรามน้อยถาวรที่ผิวเคลือบฟันด้านแก้ม มีพื้นที่เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 3 มิลลิเมตรในแนวระนาบ หลังจากขัดผิวเคลือบฟันในขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่างแล้ว

3. **เกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria)**

3.1. ฟันกรามน้อยถาวรซี่ที่หนึ่งและสองที่ผิวเคลือบฟันด้านแก้มมีรอยผุ รอยร้าว รอยแตกหัก รอยอุดหรือความผิดปกติอื่นๆ หรือ

3.2. ฟันกรามน้อยถาวรที่ผิวเคลือบฟันด้านแก้ม มีพื้นที่เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 มิลลิเมตรในแนวระนาบ หลังจากขัดผิวเคลือบฟันในขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่างแล้ว

4. ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (sample size)

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คำนวณโดยอ้างอิงจากผลที่ได้จากการวิจัยนำร่อง (ภาคผนวก) และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่ยอมรับทั้งที่สมมุติฐานเป็นจริง (type I error, α) เท่ากับ 0.05 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับทั้งที่สมมุติฐานไม่เป็นจริง (type II error, β) เท่ากับ 0.2 โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม} = \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \, Sp^2}{D^2}$$

โดย D = ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือน

Sp^2 = $(S_1^2 + S_2^2) / 2$ (กรณี $n_1 = n_2$)

S = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือน

Z_α = 1.96

Z_β = 1.28

นำข้อมูลค่าแรงยึดเฉือนจากผลการวิจัยนำร่องทั้ง 4 กลุ่ม (ภาคผนวก ก และ ข) ได้แก่ กลุ่มควบคุม (10.43 ± 0.60) กลุ่มทดลองที่ 1 (3.60 ± 0.89) กลุ่มทดลองที่ 2 (2.73 ± 0.59) และกลุ่มทดลองที่ 3 (2.18 ± 0.66) มาคำนวณจำนวนตัวอย่างทีละคู่ ดังนี้

<u>กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1</u>

$$\text{จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม} = \frac{2(1.96 + 1.28)^2[(0.60)^2 + (0.89)^2/2]}{(10.43 - 3.60)^2}$$

= 0.26 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

<u>กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 2</u>

$$\text{จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม} = \frac{2(1.96 + 1.28)^2[(0.60)^2 + (0.59)^2/2]}{(10.43 - 2.73)^2}$$

= 0.12 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

<u>กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 3</u>

จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม = $\frac{2(1.96 + 1.28)^2[(0.60)^2 + (0.66)^2 / 2]}{(10.43 - 2.18)^2}$

= 0.12 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

<u>กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2</u>

จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม = $\frac{2(1.96 + 1.28)^2[(0.89)^2 + (0.59)^2 / 2]}{(3.60 - 2.73)^2}$

= 15.75 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

<u>กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 3</u>

จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม = $\frac{2(1.96 + 1.28)^2[(0.89)^2 + (0.66)^2 / 2]}{(3.60 - 2.18)^2}$

= 6.45 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

<u>กลุ่มทดลองที่ 2และกลุ่มทดลองที่ 3</u>

จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม = $\frac{2(1.96 + 1.28)^2[(0.59)^2 + (0.66)^2 / 2]}{(2.73 - 2.18)^2}$

= 27.3 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

จำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้สูงสุด 28 ตัวอย่างต่อกลุ่ม และจากการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับค่าแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันประเภทเรซินบนผิวฟันปกติ เมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดต่างกัน มีการใช้ขนาดตัวอย่างต่างกัน ดังนี้

- 10 ตัวอย่าง (Barkmeier และคณะ, 1985; Gilpatrick, Ross และ Simonsen , 1991; Gwinnett และ Garcia-Godoy, 1992; Olsen และคณะ, 1996)
- 12 ตัวอย่าง (Tandon, Kumari และ Udupa, 1989)
- 15 ตัวอย่าง (Bastos และคณะ, 1988)
- 20 ตัวอย่าง (Barkmeier และคณะ, 1986)

ในงานวิจัยนี้ เลือกใช้จำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่างต่อกลุ่ม เนื่องจากจำนวนดังกล่าว เป็นจำนวนตัวอย่างที่ยอมรับได้ในการเผยแพร่ผลการทดสอบค่าแรงยึดในห้องปฏิบัติการ (Fox, McCabe, และ Buckley, 1994) และจำนวนดังกล่าวนี้มีความใกล้เคียงกับจำนวนตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ

สิ่งแทรกแซง (Intervention)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดบ่มตัวด้วยแสงบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรกของฟันถาวร เมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดที่แตกต่างกัน โดยแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลาการกัดผิวรอยผุจำลองด้วยกรดนาน 5 วินาที
2. กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้ระยะเวลาการกัดผิวรอยผุจำลองด้วยกรดนาน 15 วินาที
3. กลุ่มทดลองที่ 3 ใช้ระยะเวลาการกัดผิวรอยผุจำลองด้วยกรดนาน 30 วินาที
4. กลุ่มทดลองที่ 4 ใช้ระยะเวลาการกัดผิวรอยผุจำลองด้วยกรดนาน 60 วินาที

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย (Material)

1. **อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง**

1.1. เครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine) (Instron, Model 5566, Canton, Massachusetts, USA) และเครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงาน (jig)

1.2. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator) ใช้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส

1.3. เครื่องฉายแสง (Elipar® Trilight 3M ESPE, USA) ที่ให้แสงสีน้ำเงิน มีความยาวคลื่น 400-515 นาโนเมตร และสามารถตรวจความเข้มของแสงได้ทุกครั้งก่อนใช้

1.4. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereomicroscope) (ML 9300, MEIJI techno Co. Ltd. , Japan) กำลังขยาย 40 เท่า

1.5. กล้องจุลทรรศน์ชนิดเรืองแสง (polarized light microscope) (MEIJI Techno Co. Ltd, Japan) กำลังขยาย 40 เท่า ใช้ร่วมกับโปรแกรมประมวลผลภาพ (Pixera Studio Pro)

1.6. เครื่องขัดผิววัสดุ (polishing machine) (DPS3200, IMPTECH) ใช้ร่วมกับกระดาษทรายน้ำ ขนาด 600, 800, และ 1200 กริท (silicon carbide grinding paper, IMPTECH, Boksburg, South Africa) และผ้าขัดกำมะหยี่ (Valmet cloth PSA backed, IMPTECH, Boksburg, South Africa)

1.7. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter model 420A, ORION)

1.8. ชุดเก้าอี้ทำฟัน พร้อมเครื่องกรอและกระบอกฉีดแบบสามทาง

1.9. หัวกรอกากเพชร

1.10. หัวขัดยางรูปถ้วย

1.11. เครื่องมือสำหรับตัดชิ้นเนื้อผิวหนังเพื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ (dermal punch biopsy) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 และ 4 ม.ม. ใช้ตัดกระดาษกาวให้เป็นรูปวงกลม

1.12. ด้าม blade และ blade No. 11

1.13. นาฬิกาจับเวลา

1.14. ท่อพลาสติก (PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร สูง 15 มิลลิเมตร

1.15. ขวดพลาสติกชนิดมีฝาปิดเบอร์ 2 (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร)

1.16. กระบอกฉีดยาชนิดใช้ครั้งเดียว ขนาด 25 มิลลิลิตร

2. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

2.1. ผงพัมมิสปราศจากฟลูออไรด์ (Fluoride-free pumice)

2.2. Diamond suspension 3 μm. (IMPTECH, Boksburg, South Africa)

2.3. สารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ (Demineralizing solution) มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.0 ซึ่งเตรียมโดยมีส่วนผสมของกรดแลคติกความเข้มข้น 0.1

โมลาร์ กรดโพลีอะคริลิกความเข้มข้นร้อยละ 2 (Carbopol C907 B.F. Goodrich company, Indiana, USA) และไฮดรอกซีอะพาไทท์ (BioRAD, USA) (White, 1987)

2.4. น้ำกลั่น

2.5. เรซินหล่อใส (เบอร์ 240 BS, หจก.รุ่งโรจน์ไฟเบอร์กลาส)

2.6. กระดาษกาวสองหน้าชนิดบาง

2.7. กระดาษกาวสองหน้าชนิดหนา 0.8 มิลลิเมตร

2.8. กระดาษกาวหน้าเดียว

2.9. ยาทาเล็บ

2.10. ซิลิโคน

2.11. วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันประเภทเรซิน DELTON® Pit and fissure sealant - light cure – clear (DENSPLY Preventive Care, York, PA, USA)

<u>ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (Method)</u>

1. การคัดเลือกตัวอย่างจากประชากรที่ศึกษา

นำฟันกรามน้อยถาวรมาทำความสะอาดโดยการล้างคราบเลือดและน้ำลาย ขูดเศษเนื้อเยื่อ ตัดรากฟันทิ้งด้วยหัวกรอกากเพชรและเครื่องกรอเร็ว ขัดผิวเคลือบฟันด้วยผงพัมมิสผสมน้ำ 15 วินาที

จากนั้นนำฟันที่คัดเลือกไว้มาส่องด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 40 เท่า โดยส่องบริเวณที่จะทำการทดลอง เพื่อคัดเลือกฟันที่ไม่มีรอยแตกร้าว รอยผุและรอยอุดมาเตรียมชิ้นตัวอย่าง

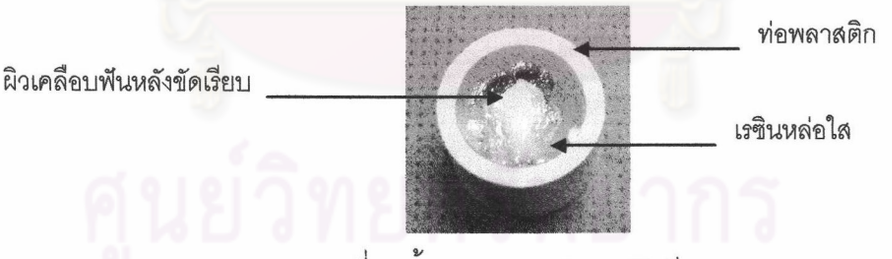
2. การเตรียมชิ้นตัวอย่างจากฟันที่คัดเลือกไว้ (Gilpatrick, Ross และ Simonsen, 1991; Retief, 1991; Kitasako และคณะ, 1995; สุภาภรณ์ จงวิศาล, ปิยะนุช สายสุวรรณ์ และทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์, 2546)

2.1. ติดกระดาษกาวสองหน้าชนิดหนา 0.8 มิลลิเมตรขนาด 21 X 25 มิลลิเมตร ลงบนกระเบื้องแผ่นราบ

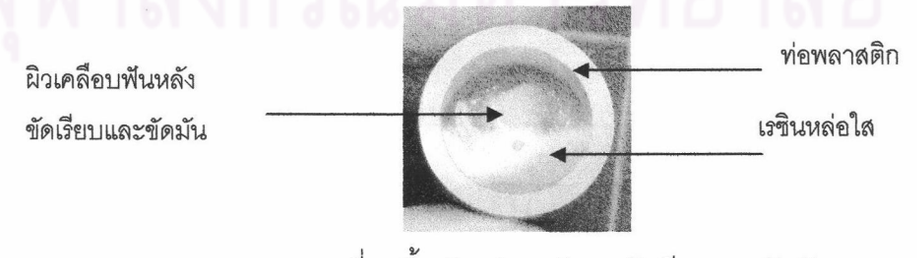
2.2. วางฟันติดบนแผ่นกระเบื้องที่ติดกระดาษกาวสองหน้าไว้ ให้ได้ตำแหน่งที่ด้านใกล้แก้ม อยู่ในระนาบเดียวกันกับแผ่นกระเบื้องมากที่สุด

2.3. นำท่อพลาสติกที่มีหน้าตัดเรียบ เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกขนาด 22 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 17 มิลลิเมตร สูง 15 มิลลิเมตร วางครอบฟันโดยพยายามให้ซี่ฟันอยู่ในตำแหน่งตรงกลางของท่อพลาสติก และให้ขอบท่อพลาสติกแนบสนิทกับกระดาษกาวสองหน้า เพื่อป้องกันไม่ให้เรซินหล่อใสรั่วซึมออกมา จากนั้นค่อยๆเท เรซินหล่อใสลงยึดชิ้นฟันกับท่อพลาสติกจนเต็ม หลังวัสดุแข็งตัวเต็มที่ (24 ช.ม.) ค่อยๆดึงท่อพลาสติกออกจากกระเบื้องหงายขึ้นและแกะกระดาษกาวออก จะพบว่าผิวเคลือบฟันและเรซินหล่อใสอยู่ในแนวระนาบเดียวกับขอบท่อพลาสติก

2.4. ขัดผิวเคลือบฟันพร้อมกับขอบท่อพลาสติกด้วยแท่นหมุนสำหรับช่วยในการขัดร่วมกับการใช้กระดาษทรายน้ำ ขนาด 600, 800, และ 1200 กริท (ภาพที่ 8) และขัดมันด้วยผ้าขัดกำมะหยี่ ร่วมกับ diamond suspension ขนาด 3 ไมโครเมตร เพื่อให้ผิวเคลือบฟันเรียบและมันอยู่ในระนาบเดียวกับขอบท่อ มีพื้นที่เส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 3 มิลลิเมตรและอยู่เฉพาะในชั้นผิวเคลือบฟันเท่านั้น โดยในขณะขัดฟัน ผิวฟันจะเปียกน้ำตลอดเวลา (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 8 ชิ้นตัวอย่างหลังการขัดเรียบ

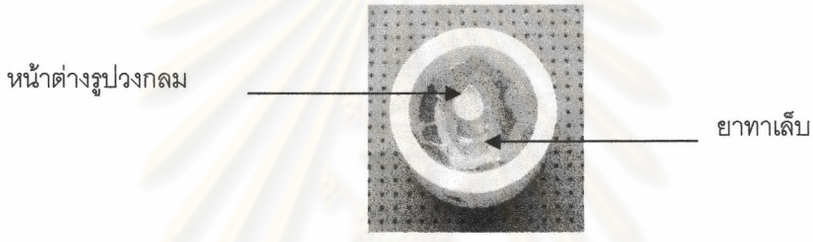


ภาพที่ 9 ชิ้นตัวอย่างหลังการขัดเรียบและขัดมัน

2.5. นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาส่องด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป กำลังขยาย 40 เท่า ส่องบริเวณที่จะทำการทดลอง เพื่อคัดเลือกชิ้นตัวอย่างที่มีลักษณะตามเกณฑ์การคัดเข้า คือ ผิวเคลือบฟันไม่มีรอยแตกร้าวภายหลังการขัดเรียบและขัดมันจนได้จำนวน 80 ตัวอย่าง จากนั้นนำมาเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบ

2.6. นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 80 ตัวอย่างแช่ในน้ำกลั่น และจัดเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดเก็บความชื้น ระหว่างรอทำการทดลองต่อไป

2.7. นำชิ้นตัวอย่างมาเตรียมทำรอยผุจำลอง โดยทาผิวเคลือบฟันด้วยยาทาเล็บยกเว้นหน้าต่างรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 การสร้างหน้าต่างรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

จากนั้นนำมาแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ เพื่อทำให้เกิดรอยผุในระยะเริ่มแรกบนผิวเคลือบฟันในบริเวณหน้าต่างที่ไม่ได้ทาเคลือบด้วยยาทาเล็บ โดยแช่ชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นในสารละลายดังกล่าวปริมาตร 25 มิลลิลิตร ในขวดพลาสติกที่มีฝาปิดเป็นเวลา 8 วัน (ภาคผนวก) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

2.8. เมื่อครบกำหนดเวลา นำชิ้นตัวอย่างมาล้างด้วยน้ำกลั่นนานประมาณ 1 นาที แล้วเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดเก็บความชื้น โดยแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3. การจัดกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษา (sample allocation)

โดยใช้วิธีสุ่มด้วยการจับฉลากโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มๆละ 20 ตัวอย่าง ดังนี้

3.1. กลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองในระยะเริ่มแรก โดยใช้เวลาการกัดด้วยกรด 5 วินาที

3.2. กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองในระยะเริ่มแรก โดยใช้เวลาการกัดด้วยกรด 15 วินาที

3.3. กลุ่มทดลองที่ 3 คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองในระยะเริ่มแรก โดยใช้เวลาการกัดด้วยกรด 30 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

3.4. กลุ่มทดลองที่ 4 คือกลุ่มที่เคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองในระยะเริ่มแรก โดยใช้เวลาการกัดด้วยกรด 60 วินาที

4. การเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบ

4.1. การเตรียมแบบสำหรับหล่อวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน

เตรียมแบบสำหรับหล่อวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน รูปทรงกระบอก สูง 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร โดยแบบสำหรับหล่อจะทำจากวัสดุพิมพ์แบบซนิดซิลิโคน มีผิวเรียบ ขนาด 10 X 10 X 2 มิลลิเมตร บริเวณกึ่งกลางมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร จากนั้นติดเทปกาวสองหน้าชนิดบางลงบนแบบหล่อ (ISO, 1994; 2003) เจาะรูขนาดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร บริเวณเทปกาวสองหน้า ด้วยเครื่องมือสำหรับตัดชิ้นเนื้อผิวหนังเพื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Dermal punch biopsy) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร โดยวางให้เครื่องมืออยู่ในตำแหน่งตรงกับรูของแบบหล่อ

4.2. การเตรียมผิวเคลือบฟัน

ล้างน้ำบริเวณผิวเคลือบฟันนาน 15 วินาที และเป่าฟันให้แห้ง 10 วินาทีโดยใช้ลมจากกระบอกฉีด 3 ทางของเก้าอี้ทำฟันที่ไม่มีน้ำหรือน้ำมันเจือปน จากนั้นทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก บนผิวเคลือบฟัน โดยมีระยะเวลาในการทากรดแตกต่างกันตามกลุ่มทดลอง ดังนี้

4.2.1. กลุ่มทดลองที่ 1 ระยะเวลาทากรดนาน 5 วินาที

4.2.2. กลุ่มทดลองที่ 2 ระยะเวลาทากรดนาน 15 วินาที

4.2.3. กลุ่มทดลองที่ 3 ระยะเวลาทากรดนาน 30 วินาที

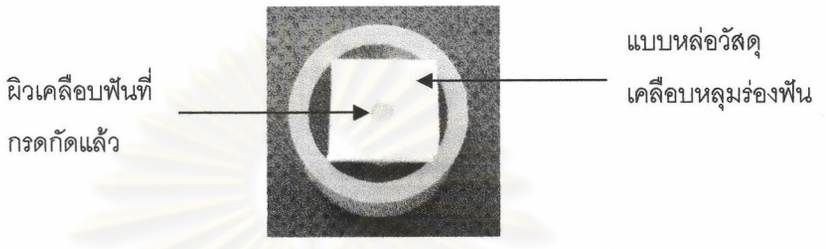
4.2.4. กลุ่มทดลองที่ 4 ระยะเวลาทากรดนาน 60 วินาที

จากนั้นล้างกรดออก ด้วยน้ำจากกระบอกฉีด 3 ทางของเก้าอี้ทำฟันเป็นเวลา 20 วินาที เป่าฟันให้แห้ง 10 วินาที โดยใช้ลมที่ไม่มีน้ำหรือน้ำมันเจือปน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3. การเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อยึดวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวรอยผุจำลอง

นำแบบหล่อวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่เตรียมไว้ (จากข้อ 4.1) มาวางลงบนผิวเคลือบฟันที่กรดกัดแล้ว และกดให้แนบสนิท เพื่อควบคุมไม่ให้มีการไหลของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันออกนอกบริเวณที่ทดสอบ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 การวางแบบหล่อวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนผิวเคลือบฟันที่กรดกัดแล้ว

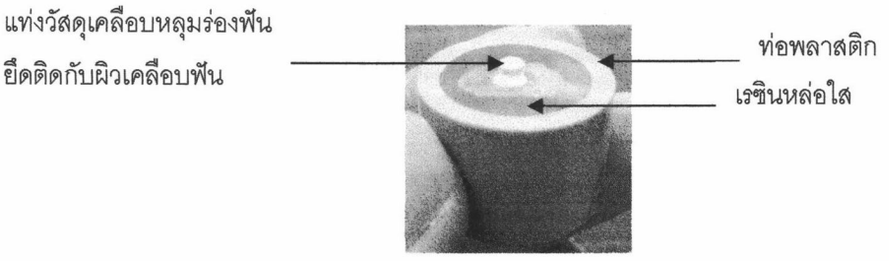
4.4. การยึดวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวรอยผุจำลอง

4.4.1. เติมวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันลงในแบบหล่อที่เจาะรูแล้วจนเต็มด้วยปลายท่อขนาดเล็กที่มากับชุดของวัสดุ (disposable tube and applicator handle) โดยขั้นตอนนี้ใช้ระยะเวลาในการเติมวัสดุประมาณ 5 วินาที

4.4.2. ฉายแสงทันทีเป็นเวลา 20 วินาที ด้วยเครื่องฉายแสงที่ได้รับการควบคุมว่ามีความเข้มแสงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ก่อนการใช้ในแต่ละวันและใช้เครื่องฉายแสงเครื่องเดียวตลอดการวิจัย โดยให้ปลายหลอดนำแสงอยู่ห่างจากวัสดุประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร เพื่อให้ปลายหลอดนำแสงอยู่ใกล้กับวัสดุและเพื่อป้องกันไม่ให้ปลายหลอดนำแสงแตะกับวัสดุ ซึ่งจะทำให้วัสดุแข็งติดกับปลายหลอดนำแสงได้

4.4.3. ใช้ใบมีดคมกรีดแบบหล่อในแนวรัศมี ค่อยๆดึงชิ้นแบบหล่อและเทปกาวสองหน้าออกทางด้านข้างทีละส่วน

4.4.4. นำชิ้นตัวอย่างที่ได้ทั้งหมด (ภาพที่ 12) แช่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ISO, 2003)



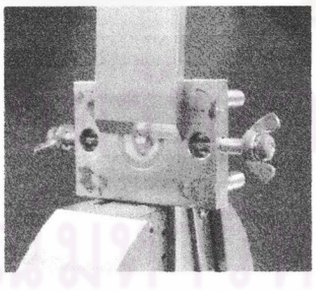
ภาพที่ 12 ชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบ

<u>การสังเกตและการวัด (Observation and measurement)</u>

1. การทดสอบแรงยึดเฉือน

1.1. การนำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบแรงยึดเฉือน

นำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบแรงยึดเฉือนที่ทำให้วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันหลุดจากผิวเคลือบฟันด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine) (Instron, Model 5566, Canton, Massachusetts, USA) โดยใช้หัวทดสอบชนิดใบมีดปลายตัดที่มีความหนา 1.0 มิลลิเมตร วางใบมีดชิดกับขอบท่อพลาสติกและตรงกับบริเวณรอยต่อของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวเคลือบฟันในแนวดิ่ง (ภาพที่ 13) หัวทดสอบเคลื่อนด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที (ISO, 1994; 2003) ผลที่ได้คิดเป็นค่าแรงในหน่วยนิวตัน (Newton)

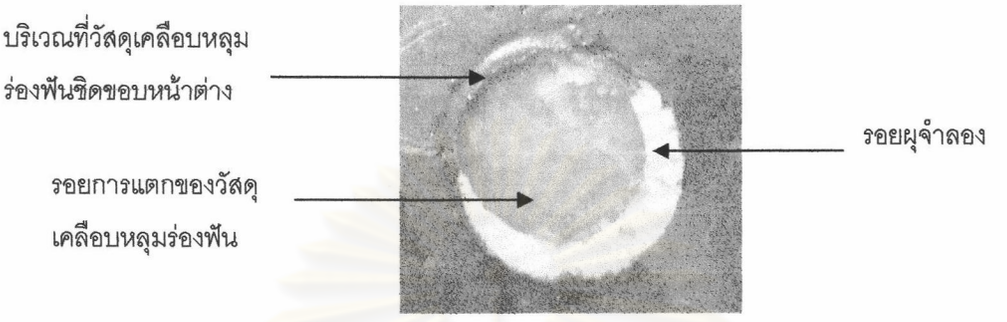


ภาพที่ 13 การวางตำแหน่งใบมีดตรงกับรอยต่อของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน

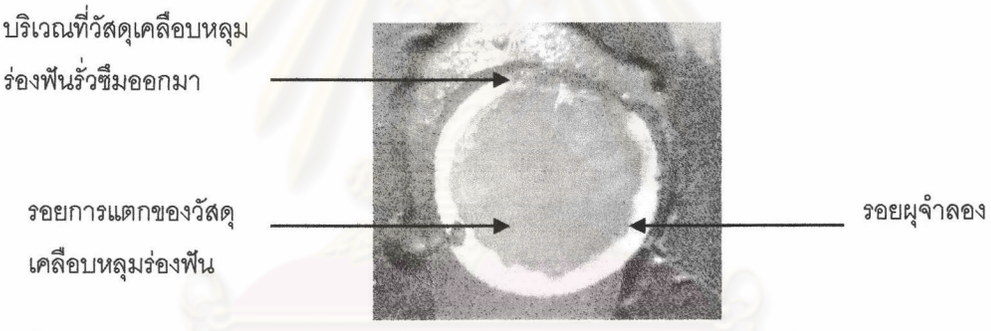
1.2. การคัดชิ้นตัวอย่างที่มีข้อผิดพลาดออกจากการวิจัย

พิจารณาคัดชิ้นตัวอย่างที่มีข้อผิดพลาดในการเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบออกจากแต่ละกลุ่ม ได้แก่ ชิ้นตัวอย่างที่แท่งวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีขอบชิดกับขอบหน้าต่าง

ด้านใดด้านหนึ่ง เนื่องจากวางแบบหล่อวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันได้ไม่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของรอยผุจำลอง (ภาพที่ 14) และชิ้นตัวอย่างที่วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีรอยรั่วซึมออกมานอกบริเวณที่ต้องการศึกษาอย่างชัดเจน (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 14 ชิ้นตัวอย่างที่แท่งวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีขอบชิดกับขอบหน้าต่างด้านใดด้านหนึ่ง (ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กำลังขยาย 7 เท่า)



ภาพที่ 15 ชิ้นตัวอย่างที่วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีรอยรั่วซึมออกมานอกบริเวณที่ต้องการศึกษา (ภาพจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กำลังขยาย 7 เท่า)

2. การประเมินสภาพการแตกหักของวัสดุภายหลังการทดสอบแรงยึดเฉือน

ประเมินสภาพการแตกหัก (the mode of fracture) ของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันของชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแรงยึดเฉือนและการคัดชิ้นตัวอย่างที่มีข้อผิดพลาดออกแล้วโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว โดยการประเมินจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ กำลังขยาย 40 เท่า ตามเกณฑ์ของ Nakajima et al. (1995) ดังนี้

2.1. การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบแอดฮีซีฟ (“A” Adhesive failure at the resin – tooth interface) หมายถึงลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นระหว่างรอยต่อ

ของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน โดยไม่มีรอยแตกของผิวเคลือบฟันและไม่มีวัสดุเหลือติดอยู่บนผิวฟันเลย (ภาพที่ 17, หน้า 46)

2.2. การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบโคฮีซีฟในเนื้อวัสดุ ("CR" Cohesive failure in the resin) หมายถึงลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุเอง พบว่ามีวัสดุติดอยู่บนผิวเคลือบฟันทุกส่วน

2.3. การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบโคฮีซีฟในผิวเคลือบฟัน ("CE" Cohesive failure in enamel) หมายถึงลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในผิวเคลือบฟัน พบว่ามีผิวเคลือบฟันแตกหักออกมาทุกส่วน (ภาพที่ 18, หน้า 46)

2.4. การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบผสม ("M" Mixed failure : partially adhesive and partially cohesive failure") หมายถึงลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นร่วมกันทั้งแบบแอดฮีซีฟและโคฮีซีฟ พบว่าการแตกหักจะเกิดขึ้นระหว่างรอยต่อของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน ร่วมกับการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุ และ / หรือการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในผิวเคลือบฟัน (ภาพที่ 20 – 22, หน้า 48)

<u>การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection)</u>

1. **ค่าแรงยึดเฉือน**

บันทึกค่าแรงยึดเฉือนจากเครื่องทดสอบสากลในหน่วยนิวตัน (Newton) จากนั้นคำนวณให้เป็นค่าในหน่วยเมกกะปาสคาล (MPa)

2. **สภาพการแตกหักของวัสดุภายหลังการทดสอบแรงยึดเฉือน**

บันทึกผลการประเมินสภาพการแตกหักของวัสดุโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว ตามเกณฑ์ของ Nakajima et al. (1995) ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยบันทึกเป็นรหัสดังนี้

2.1. การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบแอดฮีซีฟ (Adhesive failure at the resin – tooth interface) ลงรหัส "A"

2.2. การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบโคฮีซีฟในเนื้อวัสดุ (Cohesive failure in the resin) ลงรหัส "CR"

2.3.การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบโคฮีซีฟในเคลือบฟัน (Cohesive failure in enamel) ลงรหัส "CE"

2.4. การแตกหักเป็นการทำลายการยึดเกาะแบบผสม (Mixed failure : partially adhesive and partially cohesive failure") ลงรหัส "M" และบันทึกเพิ่มเติมถึงลักษณะการแตกหักแบบผสมแบบต่างๆ โดยลงรหัสดังนี้ (ดัดแปลงจากเกณฑ์ของ Nakajima et al. , 1995)

2.4.1. ลักษณะการแตกหักแบบผสมระหว่างการทำลายการยึดเกาะแบบแอดฮีซีฟ (Adhesive failure at the resin – tooth interface) ร่วมกับการทำลายการยึดเกาะแบบโคฮีซีฟในเนื้อวัสดุ (Cohesive failure in the resin) ลงรหัส "MR"

2.4.2. ลักษณะการแตกหักแบบผสมระหว่างการทำลายการยึดเกาะแบบแอดฮีซีฟ (Adhesive failure at the resin – tooth interface) ร่วมกับการทำลายการยึดเกาะแบบโคฮีซีฟในเคลือบฟัน (Cohesive failure in enamel) ลงรหัส "ME"

2.4.3. ลักษณะการแตกหักแบบผสมระหว่างการทำลายการยึดเกาะแบบแอดฮีซีฟ (Adhesive failure at the resin – tooth interface) ร่วมกับการทำลายการยึดเกาะแบบโคฮีซีฟในเนื้อวัสดุ (Cohesive failure in the resin) และแบบโคฮีซีฟในเคลือบฟัน (Cohesive failure in enamel) ลงรหัส "MRE"

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical package for the social sciences plus) ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ดังนี้

1. **ค่าแรงยึดเฉือน**

1.1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือน (การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (การวัดการกระจาย) พิสัย ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของแรงยึดเฉือนในแต่ละกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

1.2. ตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov – Smirnov test

1.3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าแรงยึดเฉือนระหว่างแต่ละกลุ่ม

1.3.1. เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ ใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติ One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ถ้าพบผลของการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน จะทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) ด้วยสถิติ Tukey test

1.3.2. เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงไม่ปกติ ใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Kruskal – Wallis Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ถ้าพบผลของการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน จะทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่ด้วยสถิติ Mann – Whitney U test

2. สภาพการแตกหักของวัสดุภายหลังการทดสอบแรงยึดเฉือน

วิเคราะห์ข้อมูลสภาพการแตกหักของวัสดุ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาแสดงค่าร้อยละ (percentage)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 16 แสดงแผนภูมิสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

แผนภูมิสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย