สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการพัฒนาการยึดเชิงกลระดับจุลภาค (micromechanical interlocking) ของสารยึดเรซิน (resin adhesive) ทั้งในรูปแบบการนำมาใช้อุดฟัน (filling) และใช้เป็นซีเมนต์ (luting cement) ดีขึ้นเป็นลำดับ จึงทำให้การบูรณะฟันด้วยวัสดุชนิดนี้มีข้อดีหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุและซีเมนต์ชนิดที่ไม่มีการยึดที่ดี เช่น ลดการกรอตัดเนื้อฟันเพื่อให้เกิดการยึดที่มากขึ้นโดยไม่จำเป็น มีแรงยึดที่ดีกับผิวฟัน ไม่ละลายน้ำ[1] และคุณสมบัติที่เด่นประการหนึ่งคือ สามารถป้องกันการรั่วซึมได้ดีกว่า[2] สารยึดเรซินหลายชนิดได้พัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการเตรียมผิวฟันตลอดจนลักษณะการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ (polymerlization) ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณสมบัติในการป้องกันการรั่วซึมและการยึดติดต่อเคลือบฟัน (enamel) และเนื้อฟัน (dentin) ที่ต่างกันด้วย

การใช้สารยึดเรซินชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบี (4-META/MMA-TBB) สามารถป้องกันการรั่วซึมและมีแรงยึดที่ดีกับผิวฟัน แต่อย่างไรก็ตามการปรับสภาพผิวเนื้อฟัน (dentin) ด้วยกรดที่มีความเข้มข้นสูงเป็นระยะเวลานาน เช่น การปรับสภาพผิวฟันแบบแห้ง (dry bonding) ด้วยสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 3 ในกรดซิตริกร้อยละ 10 (10-3) เป็นเวลา 30 ถึง 60 วินาที ทำให้เกิดการรั่วซึมในระดับไมโครเมตร (microleakage) ได้ เนื่องจากระยะเวลาในการสัมผัสของกรดที่นานเกินไปจะทำให้เกิดดีมิเนอรอลไรซ์เดนทีน (demineralized dentin) ที่ลึกเกินไป ทำให้ส่วนผสมของโฟร์เมตา (4-META) และ เอมเอมเอ (MMA) เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ก่อนจะสามารถซึมผ่านลงไปถึงจุดลึกสุดได้ ทำให้เกิดชั้นดีมิเนอรอลไรซ์เดนทีนหลงเหลือ (remaining demineralized dentin) อันเป็นบริเวณที่อ่อนแอ มีความแข็งแรงดึงต่ำและช่องว่างในระดับไมครอนซึ่งเคยเป็นที่อยู่ของไฮดรอกซีอะปาไทต์เกิดการรั่วซึมระดับไมโครเมตรขึ้นได้[3] ในทางตรงกันข้ามการลดความเข้มข้นจากสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 3 ในกรดซิตริกร้อยละ 10 (10-3) เป็นสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรด ซิตริกร้อยละ 1 (1-1) สามารถเพิ่มเวลาในการทาสารปรับสภาพผิวฟัน (conditioning agent) จาก 10 วินาทีเป็น 60 วินาทีโดยยังคงทำให้

เกิดชั้นไฮบริด (hybid layer) ที่สมบูรณ์ มีความแข็งแรงยึดสูงขึ้นในการปรับสภาพผิวเนื้อฟันแบบชื้น (wet bonding) [4]

จากการทดลองของ Pieamjai และ Nakabayashi[4] เมื่อทำการลดความเข้มข้นและระยะเวลาในการทาสารปรับสภาพผิวเนื้อฟัน ร่วมกับใช้วิธีปรับสภาพผิวเนื้อฟันแบบชื้น (wet bonding) พบว่าความแข็งแรงดึงยึดของเนื้อฟันกับสารยึดเรซินชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบีเมื่อปรับสภาพผิวฟันด้วยสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 5 ในกรดซิตริกร้อยละ 10 เป็นเวลา 10 วินาที กับเมื่อปรับสภาพผิวฟันการใช้สารเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิตริกร้อยละ 1 (1-1) เป็นเวลา 10 ถึง 60 วินาที ต่างทำให้เกิดชั้นรอยต่อเรซินกับเนื้อฟันหรือไฮบริดเดนทีน (hybridized dentin) ที่ดี และมีค่าความแข็งแรงดึงยึดประมาณ 30 ถึง 40 เมกะปาสคาล และพบว่าดีมิเนอรอลไรซ์เดนทีนที่มีเส้นใยคลอลาเจนเผยผึ่งหลังจากการเตรียมผิวฟันแบบชื้นด้วยสาร 1-1 จะถูกเติมเต็มด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบี แม้จะใช้ไพร์เมอร์หรือไม่ก็ตาม[5] โดยจะเกิดเป็นชั้นไฮบริดเดนทีนในเนื้อฟันที่สามารถทนต่อสารละลายชนิดกรดไฮโดรครอลิก (HCl) และชนิดที่ย่อยโปรตีน (degradation solution, NaOCl) ได้[6] จึงสามารถต้านทานการเกิดโรคฟันผุได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าการลดความเข้มข้นและลดระยะเวลาการทาของสารปรับสภาพผิว รวมทั้งใช้วิธีปรับสภาพแบบชื้น สามารถลดการรั่วซึมและให้การยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบีกับเนื้อฟันได้ดีขึ้น แต่เมื่อพิจารณาถึงการนำมาใช้กับผิวเคลือบฟันซึ่งมีโครงสร้างแตกต่างจากเนื้อฟันคือมีไฮดรอกซีอะปาไทต์เป็นส่วนประกอบหลัก เรียงตัวเป็นแท่งอัดแน่น ยอมให้สารผ่านยาก การใช้สารปรับสภาพผิวที่มีความเป็นกรดต่ำอาจส่งผลให้เกิดการยึดอยู่ระหว่างเรซินและเคลือบฟันไม่ดีพอและอาจส่งผลต่อการต้านการรั่วซึมในชั้นเคลือบฟันได้

ในปี 1979 Fusayama และคณะ[7] ได้แนะนำการใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 40 ปรับสภาพเคลือบฟัน และเนื้อฟันพร้อมกัน (total etching) ซึ่งวิธีนี้ให้ผลดีกับเคลือบฟันแต่ไม่ดีต่อเนื้อฟัน ซึ่งในขณะนั้นขาดองค์ความรู้ว่าเมื่อทำการเป่าแห้งจะทำให้ดีมิเนอรอลไรซ์เดนทีน (demineralized dentin) ยุบตัวลงได้ ต่อมาระบบสารยึดเรซินต่างๆได้มีการพัฒนาเพื่อการยึดอยู่ที่ดีขึ้น จากการค้นพบว่าเมื่อทำการเป่าแห้งเนื้อฟันที่ปรับสภาพด้วยกรดฟอสฟอริกร้อยละ 32-37 แล้วเกิดการฟุบตัวของร่างแหคอลลาเจน (collagen collapse) ทำให้ไม่เกิดการยึดที่ดี ดังนั้นดีมิเนอรอลไรซ์เดนทีนที่ถูกปรับสภาพโดยกรดฟอสฟอริกจึงถูกเตรียมให้อยู่ในสภาพที่ชื้นเล็กน้อยเพื่อคงสภาพคุณสมบัติและช่องว่างของคอลลาเจนไว้ เพื่อให้มอนอเมอร์แทรกซึมผ่านและเกิดแรงยึดอยู่ที่มากขึ้น[8,9] เรียกเทคนิกนี้ว่า wet bonding หรือ moist bonding ซึ่งได้แก่ สารยึดเรซินออลบอนด์ทู (All-Bond 2) ซิงเกิลบอนด์ทู (Single Bond 2) และแวลิโอลิงทู (Variolink II) เป็นต้น

นอกจากนั้นยังมีการพัฒนาระบบสารยึดเรซินอีกกลุ่มคือกลุ่มที่ไม่ต้องล้างกรดออกคือกลุ่มไพเมอร์ชนิดเป็นกรดกัดผ่านชั้นสเมียร์ (self-etching primer) ชั้นสเมียร์จะถูกแปรเปลี่ยนสภาพจากการทำงานของไพรเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนทำให้เกิดการละลายชั้นสเมียร์และสเมียร์พลักเพียงบางส่วน ในขณะเดียวกันกับที่มีการแทรกซึมของมอนอเมอร์ผ่านชั้นสเมียร์เข้าไปในเนื้อฟันและท่อเนื้อฟันทำให้เกิดชั้นไฮบริดสเมียร์ (hybridized smear layer) และชั้นไฮบริดเดนทีน ได้แก่ สารยึดเรซินเอคิวบอนด์พลัส (AQ Bond Plus)

การวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึด (tensile bond strength)-ของ 1) ผิวเคลือบฟันกับเรซิน 2) ผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันกับเรซิน และเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับไมโครเมตรของ 1) ฟันที่บูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์ 2) ฟันที่บูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อใช้สารยึดเรซินชนิดกรดกัดรวม ได้แก่ สารยึดเรซินชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบี เมื่อทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิตริกร้อยละ 1 (1-1) ในเวลาต่างๆ กันและคงสภาพผิวฟันแบบชื้นก่อนเชื่อมด้วยสารยึดเรซิน เปรียบเทียบกับสารยึดเรซินในท้องตลาดชนิดอื่นๆ ได้แก่ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (Super-Bond C&B) ออลบอนด์ทู (All-Bond 2) ใช้ร่วมกับดูโอลิงค์ซีเมนต์ (Duolink cement) ซิงเกิลบอนด์ทู (Single Bond 2) ใช้ร่วมกับรีไลเอกซ์เออาซีซีเมนต์ (RelyX ARC) และเอคิวบอนด์พลัส (AQ Bond Plus) ใช้ร่วมกับเมททาฟิวโฟล (Metafil Flo)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึด (tensile bond strength) ของผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซิน 7 กลุ่มดังนี้ ซึ่งทำการทดสอบโดยดัดแปลงจาก ISO/TS 11405[10]

กลุ่มที่ 1 ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (Super-Bond C&B)

กลุ่มที่ 2 เรซินชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบีเมื่อทำการปรับสภาพผิวฟันแบบชื้นด้วยสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิตริกร้อยละ 1 (1-1) เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่มที่ 3 เรซินชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบีเมื่อทำการปรับสภาพผิวฟันแบบชื้นด้วยสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิตริกร้อยละ 1 (1-1) เป็นเวลา 30 วินาที

กลุ่มที่ 4 เรซินชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบีเมื่อทำการปรับสภาพผิวฟันแบบชื้นด้วยสารละลายเฟอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิตริกร้อยละ 1 (1-1) เป็นเวลา 60 วินาที

กลุ่มที่ 5 ออลบอนด์ทู (All-Bond 2) ใช้ร่วมกับดูโอลิงค์ซีเมนต์ (Duolink cement)

กลุ่มที่ 6 ซิงเกิลบอนด์ทู (Single Bond 2) ใช้ร่วมกับรีไลเอกซ์เออาซีซีเมนต์ (RelyX ARC)

กลุ่มที่ 7 เอคิวบอนด์พลัส (AQ Bond plus) ใช้ร่วมกับเมททาฟิวโฟล (Metafil FLO)

2. เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันและผิวเนื้อฟันกับสารยึดเรซิน 7 กลุ่มดังข้อ 1 โดยทำการทดสอบแบบมินิดัมเบล (tensile testing using mini-dumbbell specimens) [11]

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันกับค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซินจำแนกตามกลุ่ม

4. เปรียบเทียบการรั่วซึมระดับไมโครเมตร (microleakage) ของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม

5. เปรียบเทียบการรั่วซึมระดับไมโครเมตรของการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้สารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของการรั่วซึมระดับไมโครเมตรของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์กับการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อใช้สารยึดเรซินจำแนกตามกลุ่ม

สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าความแข็งแรงดึงยึดของเคลือบฟันกับสารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

2. ค่าความแข็งแรงดึงยึดของเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

3. ค่าความแข็งแรงดึงยึดของสารยึดเรซินกับผิวเคลือบฟันเปรียบเทียบกับค่าความแข็งแรงดึงยึดของสารยึดเรซินกับผิวเคลือบฟันและเนื้อฟัน จำแนกตามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

4. ระยะรั่วซึมของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์เมื่อยึดด้วยสารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

5. ระยะรั่วซึมของการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้สารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ระยะรั่วซึมบริเวณรอยต่อผิวฟันกับสารยึดเรซินของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์กับการรั่วซึมของการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิต จำแนกตามกลุ่มสารยึดเรซินไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานทางสถิติ

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม

H_O : ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงดึงยึดในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{E1} = \mu_{E2} = ... = \mu_{E7}$)

H_A : ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงดึงยึดในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{Ei} \neq \mu_{Ej}$ อย่างน้อย 1 คู่ ; $i \neq j$; i , j = 1, 2,...,7)

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม

H_O : ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงดึงยึดในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{E\&D1} = \mu_{E\&D2} = ... = \mu_{E\&D7}$)

H_A : ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงดึงยึดในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{E\&Di} \neq \mu_{E\&Dj}$ อย่างน้อย 1 คู่ ; $i \neq j$; i , j = 1, 2,...,7)

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซินกับค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซิน จำแนกตามกลุ่ม

H_O : ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันกับค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{Ei} = \mu_{E\&Di}$, i = 1-7)

H_A : ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันกับค่าความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{Ei} \neq \mu_{E\&Di}$, i = 1-7)

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบระยะรั่วซึมระดับไมโครเมตรของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม

H_O : ค่าเฉลี่ยของระยะรั่วซึมเมื่อยึดด้วยสารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{IN1} = \mu_{IN2} = ... = \mu_{IN7}$)

H_A : ค่าเฉลี่ยของระยะรั่วซึมเมื่อยึดด้วยสารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{INi} \neq \mu_{INj}$ อย่างน้อย 1 คู่ ; $i \neq j$; i , j = 1, 2,...,7)

ตอนที่ 5 เปรียบเทียบระยะรั่วซึมระดับไมโครเมตรของการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้สารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม

H_O : ค่าเฉลี่ยของระยะรั่วซึมเมื่อใช้สารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{DI1} = \mu_{DI2} = ... = \mu_{DI7}$)

H_A : ค่าเฉลี่ยของระยะรั่วซึมเมื่อใช้สารยึดเรซินในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{DIi} \neq \mu_{DIj}$ อย่างน้อย 1 คู่ ; $i \neq j$; i , j = 1, 2,...,7)

ตอนที่ 6 เปรียบเทียบระยะรั่วซึมระดับไมโครเมตรของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์กับการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อใช้สารยึดเรซินจำแนกตามกลุ่ม

H_O : ค่าเฉลี่ยระยะรั่วซึมของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์กับการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิตไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{INi} = \mu_{DIi}$, i = 1-7)

H_A : ค่าเฉลี่ยระยะรั่วซึมของการบูรณะด้วยชิ้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์กับการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพสิตแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\mu_{INi} \neq \mu_{DIi}$, i = 1-7)

ข้อตกลงเบื้องต้น

การทดลองนี้ทำในห้องปฏิบัติการซึ่งใช้อ้างอิงถึงการทดลองในสิ่งมีชีวิต ตลอดกระบวนการทดลองดำเนินโดยผู้ทำการทดลองคนเดียว และใช้อุปกรณ์เดียวกันตลอดการศึกษาที่ห้องทันตวัสดุศาสตร์ อาคารสมเด็จย่า ชั้น 9 คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อุณหภูมิประมาณ 25 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

สารยึดเรซิน (resin-adhesive) คือ สารเรซินที่ช่วยในการเชื่อมวัสดุบูรณะกับผิวฟัน

สารปรับสภาพผิวฟัน (conditioning agent) คือ สารที่ทำหน้าที่ในการปรับสภาพผิวฟันให้เหมาะสมกับสารยึด

ดีมิเนอรอลไรซ์เดนทีน (demineralized dentin) เนื้อฟันที่มีการละลายไฮดรอกซีอะปาไทต์ (hydroxyapatite) ออก ทำให้เส้นใยคอลลาเจน (collagen fiber) เผยผึ่งออกมา

ดีมิเนอรอลไรซ์เดนทีนที่หลงเหลือ (remaining demineralized dentin) คือ เนื้อฟันซึ่งถูกกำจัดไฮดรอกซีอะปาไทต์ออกและไม่ถูกหุ้มด้วยเรซิน

ชั้นไฮบริด (hybrid layer) คือ ชั้นที่สร้างขึ้นในโครงสร้างส่วนแข็งของฟัน(เคลือบฟัน เนื้อฟัน และ เคลือบรากฟัน) ประกอบด้วยส่วนของผิวฟันและเรซิน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงค่าความแข็งแรงดึงยึดระหว่างเคลือบฟันกับสารยึดเรซินชนิดโฟร์เมตาเอมเอมเอทีบีบี ที่ปรับลดความเข้มข้นของสารปรับสภาพ และสารยึดเรซินชนิดอื่นๆ ทราบถึงประสิทธิภาพการต้านทานการรั่วซึมของสารยึดเรซินแต่ละชนิดเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงและพัฒนาวัสดุและเพื่อเป็นความรู้สำหรับทันตแพทย์ในการเลือกใช้วัสดุเพื่อการรักษาทางทันตกรรม