

ผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยระยะทางของการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กที่ขอบด้านบดเคี้ยวและด้านเหงือกของโพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอท ที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration, SonicFill™, Tetric® N-Ceram Bulk Fill, X-tra fil และ Filtek™ Z350 XT แสดงดังตารางที่ 2

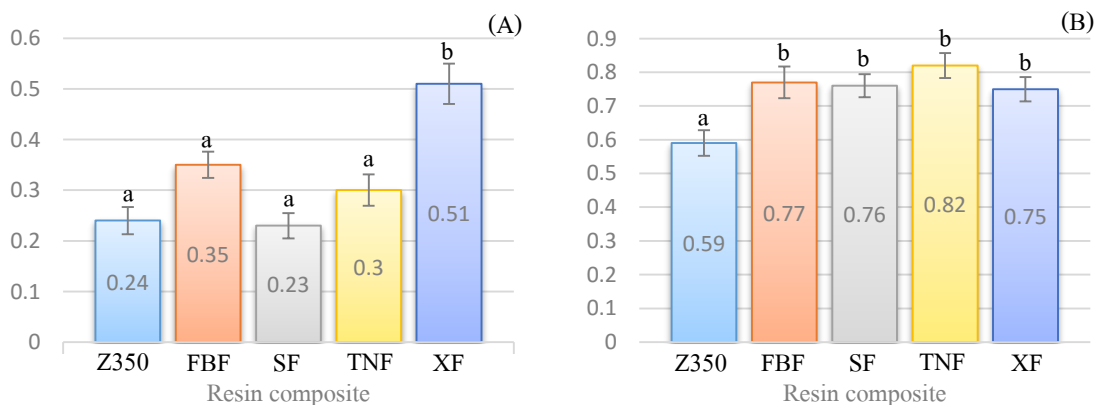
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระยะทางของการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กที่ขอบด้านบดเคี้ยวและด้านเหงือก (รูปที่ 1) พบว่า ขอบด้านบดเคี้ยวในกลุ่มที่ได้ได้รับการบูรณะด้วย X-tra fil มีค่าเฉลี่ยระยะทางของการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration, SonicFill™, Tetric® N-Ceram Bulk Fill อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Z350 XT ซึ่งเป็นกลุ่ม

ควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ส่วนขอบด้านเหงือกนั้น กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบดเคี้ยวทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยระยะทางของการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Z350 XT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เรซินคอมโพสิตชนิดบดเคี้ยวทั้ง 4 กลุ่มนั้น มีค่าเฉลี่ยระยะทางของการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ขณะตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟัน เพื่อให้ได้ชิ้นตัวอย่างที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร พบว่า เรซินคอมโพสิตเกิดการหลุดออกจากโพรงฟัน จำนวน 8 ชิ้น ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Tetric® N-Ceram Bulk Fill จำนวน 3 ชิ้น และ X-tra fil จำนวน 5 ชิ้น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบแบบ Fisher's exact test เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเรซินคอมโพสิตกับการหลุดของวัสดุก่อนการทดสอบ พบว่า ปัจจัยทั้ง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กที่ขอบด้านบดเคี้ยวของโพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอท

Resin composite	The mean of microleakage rate (mm.)		Pre-term failure
	Occlusal margin	Gingival margin	
Filtek™ Z350 XT (Z350)	0.24±0.12	0.59±0.17	0 (0%)
Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration (FBF)	0.35±0.12	0.77±0.21	0 (0%)
SonicFill™ (SF)	0.23±0.11	0.76±0.15	0 (0%)
Tetric® N-Ceram Bulk Fill (TNF)	0.30±0.14	0.82±0.16	3 (15%)
X-tra fill (XF)	0.51±0.18	0.75±0.16	5 (25%)



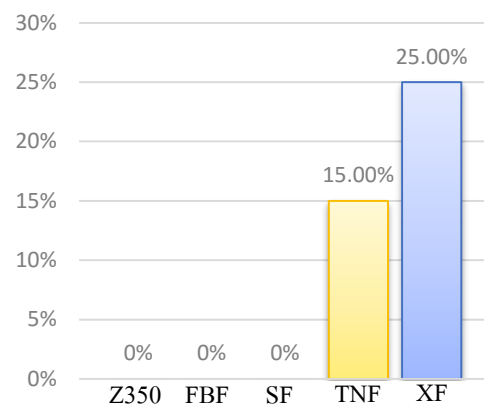
รูปที่ 1 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะทางของการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กที่ (A)ขอบด้านบดเคี้ยว และ (B) ขอบด้านเหงือก

สองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ผลการศึกษาลักษณะการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กที่ขอบด้านบดเคี้ยวและด้านเหงือกของโพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอท ซึ่งลักษณะที่ปรากฏจากภาพถ่ายจุลภาคจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (รูปที่ 3-4) จะพบรอยแยกที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างฟันกับเรซินคอมโพสิต ซึ่งแสดงถึงการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กพบว่า ขอบด้านบดเคี้ยว นั้น กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย X-tra fil จะมีความกว้างและความยาวของรอยแยกมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration, SonicFill™, Tetric® N-Ceram Bulk Fill และ Filtek™ Z350 XT ส่วนขอบด้านเหงือกนั้น กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Z350 XT จะมีความกว้างและความยาวของรอยแยกน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบดเคี้ยวฟิลล์ ทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งเรซินคอมโพสิตชนิดบดเคี้ยวฟิลล์ ทั้ง 4 กลุ่มนั้น มีความกว้างและความยาวของรอยแยกใกล้เคียงกัน

บทวิจารณ์

การทดสอบการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็ก มีหลายวิธีการศึกษานี้เลือกใช้วิธีการแทรกซึมของสารย้อมสี ซึ่งเป็นการทดสอบที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (Taylor, Lynch, 1992) โดย Hilton (2002) ได้แนะนำให้ใช้ในการประเมินความแนบสนิทระหว่างวัสดุกับผนังโพรงฟัน เนื่องจากสามารถทดสอบการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าการทดสอบด้วยวิธีนี้ต้องมีการทำลายชิ้นตัวอย่าง เนื่องจากต้องตัดแบ่งชิ้นตัวอย่าง เพื่อประเมินการแทรกซึมของสารย้อมสีด้วยกล้อง และอาจแยกสารย้อมสีที่กระจายอยู่ในโครงสร้างฟันและวัสดุบูรณะได้ยาก (Hilton, 2002; Yavuz, Aydinb, 2005) แต่วิธีนี้ สามารถใช้สารย้อมสีได้เพียงลำพัง โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยปฏิกิริยาเคมีหรือรังสีที่เป็นอันตราย ซึ่งสารย้อมสีที่ใช้ในการศึกษานี้คือ สารละลายเมธิลีนบลู ความเข้มข้นร้อยละ 2 ซึ่ง Yavuz, Aydinb (2005) ได้แนะนำให้ใช้สารละลาย

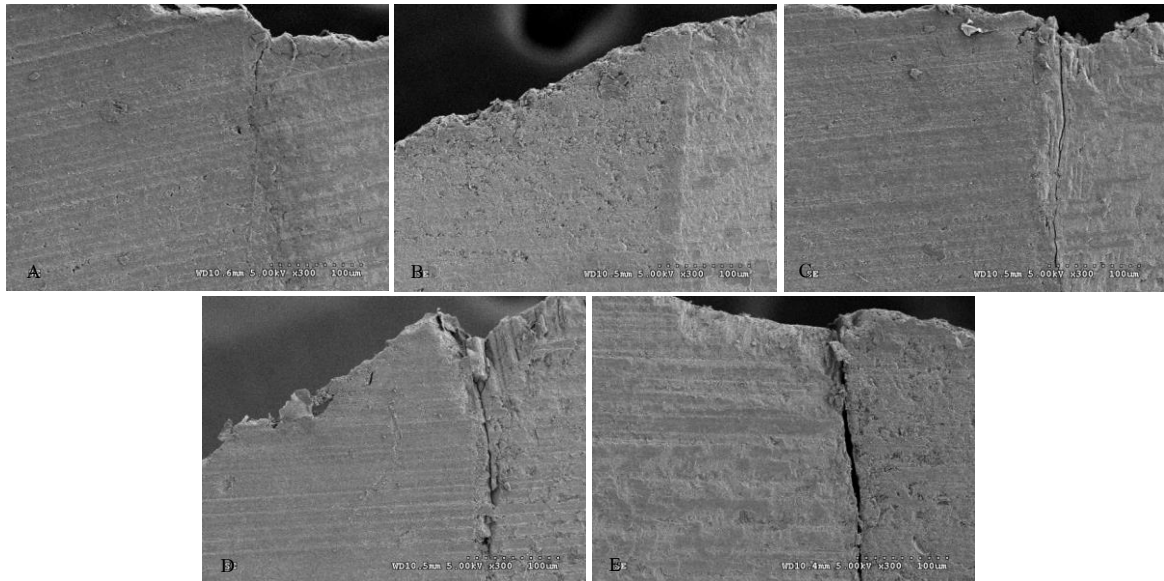


รูปที่ 2 กราฟร้อยละของชิ้นตัวอย่างที่เกิดการหลุดของเรซินคอมโพสิตในขณะเตรียมชิ้นตัวอย่าง

เมธิลีนบลู ความเข้มข้นร้อยละ 2 ในการประเมินการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็ก เนื่องจากสารละลายเมธิลีนบลู ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีขนาดอนุภาคที่เล็กกว่าขนาดของเชื้อแบคทีเรีย (2-4 ไมโครเมตร)

การประเมินการเกิดรอยร้าวซึ่มเล็กที่ขอบด้านบดเคี้ยวและด้านเหงือกของโพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอทในการศึกษานี้ นั้น แต่ละกลุ่มการทดลองนั้นมีการใช้ระบบการยึดติดที่แตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Z350 XT, Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration และ SonicFill™ นั้น ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเอทซ์แอนดริ้นส์ 3 ขั้นตอน ส่วน Tetric® N-Ceram Bulk Fill ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเอทซ์แอนดริ้นส์ 2 ขั้นตอน และ X-tra fil ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์แบบอ่อน (mild self-etch) 1 ขั้นตอน ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ บริษัทผู้ผลิตได้ระบุมาที่ผลิตภัณฑ์ จึงเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมให้ทุกกลุ่มการทดลองเหมือนกันได้

สารยึดติดระบบเอทซ์แอนดริ้นส์นั้น มีการใช้กรดฟอสฟอริก ร่วมกับ ซึ่ง Frankenberger, Tay (2005) พบว่า การใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวเคลือบฟันจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการยึดติด ทำให้มีการยึดติดกับเคลือบฟันที่ดี และมีความแนบสนิทตามขอบของโพรงฟัน (Van Meerbeek et al., 2003; Buonocore, 1955) แต่ศักยภาพในการกัดผิวเคลือบฟันของ

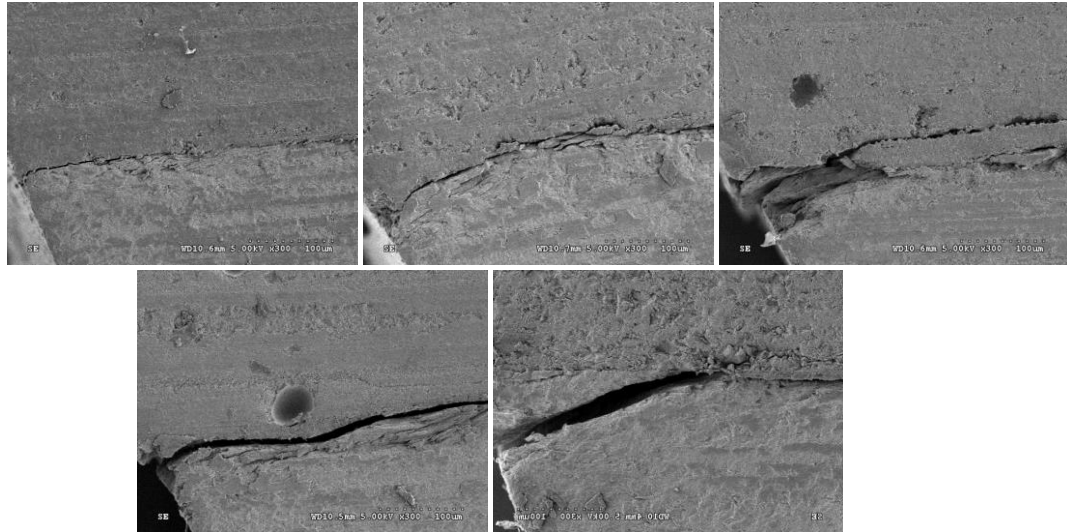


รูปที่ 3 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่แสดงลักษณะการเกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ด้านบดเคี้ยวของ
 โพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอท โดย (A) Filtek™ Z350 XT (B) Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration,
 (C) SonicFill™, (D) Tetric® N-Ceram Bulk Fill, (E) X-tra fil ที่กำลังขยาย 300 เท่า

mild self-etch นั้น น้อยกว่ากรดฟอสฟอริก (Gregoire, Ahmed, 2007) ทำให้เกิดเรซินแทก (resin tag) ไม่เพียงพอ จึงส่งผลให้การยึดติดและความแนบสนิทตามขอบของเคลือบฟันไม่ดี (Frankenberger, Tay, 2005) และเกิดเป็นช่องว่างระหว่างเคลือบฟันกับวัสดุตามมา ซึ่งอาจเป็นผลให้กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย X-tra fil นั้น เกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ขอบด้านบดเคี้ยวมากกว่า เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์กลุ่มอื่นๆ และ Filtek™ Z350 XT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับภาพถ่ายจุลภาคจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ซึ่งจะพบรอยแยกเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างฟันกับเรซินคอมโพสิตโดยกลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย X-tra fil นั้น จะมีความกว้างและความยาวของรอยแยกมากกว่ากลุ่มอื่นๆ

เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ บริษัทผู้ผลิตกล่าวว่า สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ได้ที่ระดับความลึก 4-5 มิลลิเมตร ด้วยการฉายแสง 20 วินาที (Czasch, Ilie, 2013; Ilie et al., 2013a; Ilie et al., 2013b) แต่การศึกษาของ Tiba et al. (2013) และ Jang et al. (2015) กลับพบว่า เรซินคอมโพสิต

ชนิดบัลค์ฟิลล์ ได้แก่ Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration, SonicFill™ และ Tetric® N-Ceram Bulk Fill ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ได้ถึงระดับความลึก 4 มิลลิเมตร ด้วยการฉายแสง 20 วินาที และถึงแม้ว่า ในการศึกษาครั้งนี้ จะมีการฉายแสงภายหลังจากอุดที่ด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้นก็ตาม แต่การกรอเตรียมโพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอทยังคงมีความหนาของฟันด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้นมาก อาจทำให้แสงไม่สามารถเข้าถึงบริเวณจุดลึกที่สุดของโพรงฟันได้ โดยเฉพาะความลึกของโพรงฟันที่ระดับ 4 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งของรอยต่อระหว่างฟันกับเรซินคอมโพสิตที่ด้านเหงือกของการศึกษาครั้งนี้ ส่งผลให้เกิดการซำรุคเสียหายตามขอบของโพรงฟัน (Hatrack, 2011) จึงทำให้เกิดรอยร้าวซึมเล็กได้มาก แต่กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Z350 XT นั้น ได้รับการบูรณะด้วยเทคนิคการอุดแบบเป็นชั้นๆ ในแนวขวาง และฉายแสง ชั้นละ 20 วินาที อาจทำให้ได้รับแสงครอบคลุมมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ จึงอาจทำให้โพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอท ที่ได้รับการบูรณะด้วย



รูปที่ 4 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่แสดงลักษณะการเกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ด้านเหงือกของ
 โพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอต โดย (A) Filtek™ Z350 XT (B) Filtek™ Bulk Fill Posterior Restoration, (C)
 SonicFill™, (D) Tetric® N-Ceram Bulk Fill, (E) X-tra fil ที่กำลังขยาย 300 เท่า

เรซินคอมโพสิตชนิดบัตช์ฟิลล์ทั้ง 4 กลุ่ม เกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ขอบด้านเหงือกมากกว่า Filtek™ Z350 XT ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ซึ่งพบว่า กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบัตช์ฟิลล์ทั้ง 4 กลุ่มนั้น มีความกว้างและความยาวของรอยแยกใกล้เคียงกัน แต่ความกว้างและความยาวของรอยแยกนั้น จะมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Filtek™ Z350 XT โดยลักษณะของความกว้างและความยาวของรอยแยกนั้น จะมีผลต่อความสามารถในการแทรกซึมของสารละลายเมธิลีนบลู กล่าวคือ หากรอยแยกมีความกว้างและความยาวมาก สารละลายเมธิลีนบลูจะสามารถแทรกซึมเข้าไปตามรอยแยกได้มากหรือหากรอยแยกมีความกว้างและความยาวน้อย สารละลายเมธิลีนบลูก็จะแทรกซึมเข้าไปได้น้อย

การเกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ขอบด้านเหงือกจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงโพลาไรซ์พบว่า รอยร้าวซึมเล็กเกิดขึ้นทั้งบริเวณเคลือบฟันและเนื้อฟัน เนื่องจากภายหลังจากที่ได้รับการเตรียมโพรงฟันแล้ว บริเวณนี้เป็นตำแหน่งที่มีเคลือบฟัน

เหลือน้อย แม้ว่า จะมีการศึกษาของ Ozer, blatz (2013) ที่ รายงานว่า สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์มีความสามารถในการยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีกว่าสารยึดติดระบบเอทซ์แอนดรีนส์ แต่จากการศึกษานี้ได้ทดสอบการเกิดรอยร้าวซึมเล็ก โดยการแช่ฟันในสารละลายเมธิลีนบลู ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลาเพียง 24 ชั่วโมง ซึ่งในระยะเวลานี้อาจส่งผลให้ไม่พบความแตกต่างของการเกิดรอยร้าวซึมเล็กระหว่างกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเอทซ์แอนดรีนส์กับระบบเซลฟ์เอทซ์ ดังนั้น ผลการเปรียบเทียบการเกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ขอบด้านเหงือกของโพรงฟันชนิดที่ 2 แบบสลอต ที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบัตช์ฟิลล์ทั้ง 4 กลุ่ม จึงไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบการเกิดรอยร้าวซึมเล็กในขั้นตอนสุดท้าย ต้องตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟัน เพื่อให้ได้ชิ้นตัวอย่างที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร ซึ่งขณะตัดฟันพบว่า เรซินคอมโพสิตหลุดออกจากโพรงฟัน จำนวน 8 ชิ้น ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการบูรณะด้วย Tetric® N-Ceram Bulk Fill และ X-tra fil เมื่อทดสอบทางสถิติด้วย Fisher's exact test นั้น พบความสัมพันธ์ระหว่าง



เรซินคอมโพสิตกับการหลุด อาจเป็นเพราะทั้ง 2 กลุ่มนี้ มีการใช้สารยึดติดระบบเอทซ์แอนดรีนส์ 2 ขั้นตอน และระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน ตามลำดับ แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ ซึ่งใช้สารยึดติดระบบเอทซ์แอนดรีนส์ 3 ขั้นตอน จากการศึกษาของ Armstrong et al. (2003) พบว่า สารยึดติดระบบเอทซ์แอนดรีนส์ 3 ขั้นตอน ให้แรงยึดติด (bond strength) สูงกว่าสารยึดติดระบบเอทซ์แอนดรีนส์ 2 ขั้นตอน และระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน ตามลำดับ แต่ทั้งนี้ก็เป็นเพียงข้อสันนิษฐานเบื้องต้น ซึ่งต้องได้รับการศึกษาต่อไป

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีปัจจัยที่ถูกรวบรวมมาก เพื่อความเที่ยงตรงของการศึกษา แต่ในภาวะธรรมชาติของช่องปากมนุษย์มีปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ อาจทำให้ผลการศึกษานี้ มีความเที่ยงตรงที่แตกต่างไป ดังนั้น ควรมีการศึกษาวิจัยทางคลินิกเพิ่มเติมต่อไป

บทสรุป

การศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการนี้ พบว่า X-tra fil เกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ขอบด้านบดเคี้ยวมากที่สุด ส่วน Filtek™ Z350 XT เกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ขอบด้านเหงือกน้อยที่สุด และเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ทั้ง 4 กลุ่ม เกิดรอยร้าวซึมเล็กที่ขอบด้านเหงือกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ผลการศึกษาเป็นหนึ่งข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของคุณสมบัติของวัสดุ ดังนั้น จึงเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาวิจัยทางคลินิกต่อไป และเป็นประโยชน์ต่อการรักษาทางทันตกรรมบูรณะ เพื่อนำไปประกอบการพิจารณาการเลือกใช้เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ในการบูรณะฟันแก่ผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและคลินิกทันตกรรม และศูนย์เทคโนโลยีเซรามิก สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการเอื้อเพื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัย และบริษัท 3M ESPE ประเทศไทย จำกัด และบริษัท เอส ดี เอส เคอร์ จำกัด ที่เอื้อเพื่อวัสดุในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Armstrong SR, Vargas MA, Fang Q, Laffoon JE. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. *J Adhes Dent* 2003; 5(1): 47-56.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 34(6): 849-53.
- Chan KH, Mai Y, Kim H, et al. Review: Resin Composite Filling. *Material* 2010; 3: 1228-43.
- Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig* 2013; 17(1): 227-35.
- Eunice C, Margarida A, João CL, et al. 99mTc in the evaluation of microleakage of composite resin restorations with SonicFill™. An in vitro experimental model. *Journal of Stomatology* 2012; 2: 340-47.
- Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dent Mater* 2005; 21(5): 397-412.



- Gregoire G, Ahmed Y. Evaluation of the enamel etching capacity of six contemporary self-etching adhesives. *J Dent* 2007; 35(5): 388-97.
- Hattrick CD, Eakle WS, Bird WF. Dental materials: clinical applications for dental assistants and dental hygienists. 2nd ed: ELSEVIER; 2011.
- Hersek N, Canay S, Akca K, Ciftci Y. Comparison of microleakage properties of three different filling materials. An autoradiographic study. *J Oral Rehabil* 2002; 29(12): 1212-7.
- Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 1. *Am J Dent* 2002; 15 (3): 198-210.
- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013; 38 (6): 618-25.
- Ilie N, Kessler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013; 41 (8): 695-702.
- Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Oper Dent* 2015; 40(2): 172-80.
- Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent* 1976; 4(5): 199-206.
- Ozer F, Blatz MB. Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compend Contin Educ Dent* 2013;34(1): 12-4, 16, 18; quiz 20, 30.
- Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW, Jr. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 1994; 19(1): 26-32.
- Staninec M, Mochizuki A, Tanizaki K, Jukuda K, Tsuchitani Y. Interfacial space, marginal leakage, and enamel cracks around composite resins. *Oper Dent* 1986; 11(1): 14-24.
- Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent* 1992; 20(1): 3-10.
- Tiba A, Zeller GG, Estrich CG, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2013; 144(10): 1182-3.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28(3): 215-35.
- Yavuz I, Aydinb AH. New Method for Measurement of Surface Areas of Microleakage at the Primary Teeth by Biomolecule Characteristics of Methylene Blue. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 2005; 19(1): 181-87.