



ค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของซีลเลอร์ที่มีอีพอกซีเรซินเป็นองค์ประกอบต่อเนื้อฟัน  
บริเวณรากฟันภายหลังใส่ยาทริมีกซ์-เอ็มพี  
สุธรรมมา จรัสศรี

THE PUSH OUT BOND STRENGTH OF EPOXY RESIN BASED SEALER TO ROOT  
CANAL DENTIN AFTER 3MIX-MP INTRACANAL MEDICATION

Suthamma Jarassri

ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000

Restorative department, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Meang, Phitsanulok 65000.

\*Corresponding author. E-mail: Suthammaj59@email.nu.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบกดออก (push out bond strength) ของซีลเลอร์ที่มีอีพอกซีเรซินเป็นองค์ประกอบ (AH plus<sup>®</sup>) ต่อเนื้อฟันบริเวณรากฟันหลังจากการใส่ยาทริมีกซ์-เอ็มพี ใช้ฟันกรามน้อยล่างที่มีหนึ่งคลองรากจำนวน 60 ซี่ ขยายคลองรากฟันจนถึงเบอร์ 40 ความผาย .04 แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ซี่ตัวอย่าง กลุ่ม 1 ใส่ยาทริมีกซ์ผสมกับน้ำกลั่น กลุ่ม 2 ใส่ยาทริมีกซ์ที่ผสมกับเอ็มพี กลุ่มที่ 3 ใส่เอ็มพี และกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุมไม่มีการใส่ยาในคลองรากฟัน 2 สัปดาห์ต่อมาทำการล้างและอุดรากฟันด้วยซีลเลอร์ ตัดรากฟันที่ 1 3 และ 7 มม. จากปลายราก แล้วนำไปวัดค่ากำลังแรงยึดแบบกดออก ผลการทดสอบด้วยสถิติการทดสอบครุสคัล-วอลลิส (the *Kruskal-Wallis Test*) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดออกของรากฟันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อจำแนกตามตำแหน่งของรากฟัน แต่ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดออกของรากฟันบริเวณส่วนกลางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อจำแนกตามชนิดของยาที่ใส่ในคลองรากฟัน กลุ่มทริมีกซ์-เอ็มพีมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดออกมากกว่ากลุ่มทริมีกซ์ และกลุ่มเอ็มพี ทุกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดออกของรากฟันแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รูปแบบการแตกหักส่วนใหญ่เป็นการแตกหักที่เกิดขึ้นภายในซีลเลอร์ (cohesive failure) และการแตกแบบหักผสม (mixed failure) ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้สรุปได้ว่าทริมีกซ์-เอ็มพีไม่มีผลลดค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของซีลเลอร์ที่มีอีพอกซีเรซินเป็นองค์ประกอบต่อเนื้อฟันบริเวณรากฟัน

คำสำคัญ: ค่ากำลังแรงยึด ซีลเลอร์ที่มีอีพอกซีเรซินเป็นองค์ประกอบ ค่ากำลังแรงยึดแบบกดออก เอเอชพลัส

Abstract

The purpose of this study was to evaluate push out bond strength of epoxy resin based sealer to human root canal dentin after 3Mix-MP intracanal medication. Sixty extracted single canal premolars were prepared using rotary instruments to no 40, taper .04, then teeth were divided into four experimental groups of 15 teeth each according to intracanal medications group 1: 3Mix, group 2: 3Mix-MP, group 3: MP, and group 4: negative control. The medications were placed into the root canal and left for two weeks. The root canals were then obturated with AH Plus<sup>TM</sup>. Cervical, middle, and apical sections were cut 1, 3, and 5 mm. coronally to root apex for the push-out bond strength test on the next day and failure mode examination. The result, in comparison, the *Kruskal-Wallis Test* (statistically significant at the .05 level) showed that the mean of push out bond strength differences were not significant statistically when classified by location of root. On the other hand, the mean of



push out bond strength when classified by type of medication, only in middle section is different. 3Mix-MP showed significant higher the mean of push bond strength value than 3Mix and MP, there was no significant difference in the mean of push out bond strength between experimental groups and control group. Specimens showed predominantly cohesive failure within sealers and mixed failure. Conclusion, 3Mix-MP improved the bond strength of the epoxy resin based sealer in the middle section.

**Keywords:** Bond strength, Epoxy resin-based sealers, Push out bond strength, AH Plus

### บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการนำเอายาต้านจุลชีพมาใช้ในการรักษาคคลองรากฟันอย่างแพร่หลาย ยาต้านจุลชีพที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ทริมีกซ์ ประกอบไปด้วยซิโปรฟลอกซาซิน (ciprofloxacin) เมโทรนิดาโซล (metronidazole) และมิโนไซคลิน (minocycline) โดยส่วนใหญ่ จะผสมกับกระสายยา (vehicle) เพื่อเป็นตัวนำยาต้านจุลชีพให้แพร่เข้าไปในคลองรากฟันได้ดียิ่งขึ้น Hoshino และคณะ (Hoshino et al., 1996) ได้นำเอาแมคโครกอล (macrogol ointment; M) และโพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol; P) มาใช้เป็นกระสายยาสำหรับทริมีกซ์ หรือเรียกรวมว่าทริมีกซ์-เอ็มพี

การรักษาคคลองรากฟันจะประสบความสำเร็จได้ต้องมีการกำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งกระตุ้นต่างๆ ที่อยู่ภายในคลองรากฟันหรือภายในท่อเนื้อฟันโดยการเตรียมคลองรากฟัน (mechanical instrumentation) ร่วมกับการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟัน (irrigation) และการให้ยาคคลองรากฟัน (intracanal medication) แต่เชื้อบางชนิดมีความสามารถที่จะปรับเปลี่ยนตัวเองให้ทนต่อสภาวะที่ขาดแคลนอาหาร และการที่เชื้ออยู่รวมกันเป็นแผ่นชีวภาพ (biofilm) เป็นผลให้กระบวนการรักษารากฟันด้วยวิธีพื้นฐานอาจไม่สามารถกำจัดเชื้อได้หมด จึงต้องมีการนำเอาทริมีกซ์-เอ็มพีมาใช้เพื่อช่วยในการกำจัดเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เมโทรนิดาโซลเป็นยาต้านจุลชีพที่ออกฤทธิ์กว้าง (broad spectrum) ทำลายได้ทั้งโปรโตซัวและแบคทีเรียชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจน มิโนไซคลินเป็นสารกึ่งสังเคราะห์ (semisynthetic) จากเตตราไซคลิน (tetracycline) ที่ออกฤทธิ์ใกล้เคียงกัน มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (bacteriostatic) ออกฤทธิ์กว้างยับยั้งทั้งเชื้อแกรมบวกและแกรมลบ ซิโปรฟลอกซาซินเป็นฟลูออโรควิโนโลนสังเคราะห์ (synthetic fluoroquinolone) ที่ออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (bactericidal) ได้อย่างรวดเร็ว ทำลายเชื้อแบคทีเรียแกรมลบเป็นส่วนใหญ่ และแกรมบวกได้บางกลุ่ม แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนเกือบทุกชนิดจะดื้อต่อซิโปรฟลอกซาซิน จึงต้องใช้ร่วมกับเมโทรนิดาโซล (Parasuraman, 2012)

กระสายยาใช้ผสมกับยาเพื่อให้ยาเกิดการแตกตัว มีผลต่อระยะเวลาในการออกฤทธิ์ของยาช่วยให้ยาออกฤทธิ์เร็วและนานขึ้น และช่วยให้ยาต้านจุลชีพแพร่เข้าไปในคลองรากฟันได้ดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะในบริเวณท่อเนื้อฟันและคลองรากฟันส่วนที่เป็นครีบ รอยคอด หรือแม้แต่คลองรากบริเวณที่อุดตัน กระสายยามีหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้ในทางเอ็นโดดอนต์ได้แก่ แมคโครกอลและโพรพิลีนไกลคอล (Nalawade, Bhat, & Sogi, 2015)

ในปัจจุบันมีซีลเลอร์ที่ใช้ในการอุดคลองรากฟัน (root canal sealer) หลายชนิดในท้องตลาด แต่ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในเมืองไทยได้แก่ซีลเลอร์ที่มีอีพอกซีเรซินเป็นองค์ประกอบ (epoxy resin based sealer) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลของทริมีกซ์-เอ็มพีที่มีต่อแรงยึดของเนื้อฟันกับซีลเลอร์ที่มีอีพอกซีเรซินเป็นองค์ประกอบ ยังมีไม่มากนัก งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของทริมีกซ์-เอ็มพีต่อซีลเลอร์ที่ใช้ในการอุดคลองรากฟัน โดยเฉพาะค่ากำลังแรงยึดแบบกดออก เป็นการทดสอบแรงยึดระหว่างพื้นผิวของวัสดุสองชนิดโดยใช้แรงดึง (tensile stress) ร่วมกับแรงกด (compressive stress) เหมาะสมในการทดสอบวัสดุภายในคลองรากฟัน (Soares et al., 2008)

### วิธีดำเนินงานวิจัย

ใช้ฟันกรามน้อยล่างที่มีหนึ่งคลองรากจำนวน 60 ซี่ เป็นฟันที่ถอนเพื่อการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ฟันที่ถอนแล้วจะถูกเก็บในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน เป็นฟันที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ ไม่มีรอยผุ รอยร้าวบนรากฟัน และไม่มีพยาธิสภาพ ถ่ายภาพรังสีดีจิตอลด้วยฟิล์มเอกซเรย์ดีจิตอลในแนวตรงหรือแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น และแนวระนาบข้าง (sagittal plane) หรือแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ฟันที่นำมาทดลองต้องมี



ความยาว รูปร่าง ขนาด และความหนาของเนื้อฟันและความยาวของรากฟันใกล้เคียงกัน มีคลองรากฟันตรงหรือโค้งน้อยกว่า 10 องศา สำหรับการวัดความโค้งของรากฟันตามวิธีของ Schneider (Schneider, 1971) ทำการทดลองโดยผู้วิจัยเพียงคนเดียวตลอดทั้งการทดลอง การวิจัยได้ผ่านรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หมายเลขหนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (Certificate of Approval: COA) คือ COA440/2016

ทำความสะอาดฟันด้วยไบมิตเบอร์ 15 แล้วนำฟันมาตัดส่วนตัวฟันออกในแนวตั้งฉากกับแนวแกนฟันด้วยแผ่นกรอกากเพชรที่มีน้ำหล่อลื่น ตัดให้ต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันและเคลือบฟัน (cemento-enamel junction) ลงมาประมาณ 1 มิลลิเมตร และมีจุดอ้างอิงเป็นระนาบเรียบตั้งฉากกับแนวแกนฟัน ทำการวัดความยาวรากฟันด้วยตะไบชนิดหมุ่นด้วยมือเบอร์ 10 จนมองเห็นที่บริเวณรูเปิดปลายรากฟัน แล้วใช้ความยาวในการทำงาน (working length) สั้นขึ้นมา 1 มิลลิเมตร เปลี่ยนหัวกรอกากเพชรเมื่อตัดขึ้นตัวอย่างครบ 5 ชั้น หรือทันทีที่แผ่นหัวกรอกากเพชรชำรุด ในกรณีที่ยังมีเนื้อเยื่อในหลงเหลืออยู่ในคลองรากฟัน ใช้เข็มหนามสีขาว (barbed broaches no 15) ทำการเกี่ยวเนื้อเยื่อในออกก่อนทำการขยายคลองรากฟัน โดยใช้เข็มหนาม 1 อัน ต่อบริเวณตัวอย่าง 15 ชั้น หรือ 1 กลุ่มทดลอง

ขั้นตอนการเตรียมคลองรากฟัน เตรียมคลองรากฟันที่ความยาว 1 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน เริ่มจากใช้ตะไบชนิดหมุ่นด้วยมือ เบอร์ 10 ต่อด้วยเบอร์ 15 และตามด้วยเบอร์ 20 ขยายคลองรากฟันจนหลวม จากนั้นทำการขยายคลองรากต่อด้วยตะไบที่หมุ่นด้วยเครื่องขยายคลองรากฟันระบบเอ็มทูร่วมกับสารหล่อลื่น (RC Prep®) ตามลำดับจนถึงเบอร์ 40 ความผาย 0.04 ทุกครั้งที่เปลี่ยนเครื่องมือจะล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิตร โดยใช้กระบอกใส่น้ำยาล้างคลองรากฟัน ต่อกับเข็มล้างขนาด 27 โดยจ่อเข็มล้างประมาณ 30 องศา ตามด้วยเอ็นโดแอคทีเวเตอร์นาน 1 นาที และใช้ตะไบชนิดหมุ่นด้วยมือเบอร์ 10 ใส่เข้าไปในคลองรากฟันเกินความยาวในการทำงาน 1 มิลลิเมตร เพื่อเปิดปลายรากฟันให้โล่ง (patency)

ขั้นตอนการใส่ยาในคลองรากฟัน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับสลาก (Lottery) แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ชั้นตัวอย่างเท่ากัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มตรีมิคซ์: เตรียมตรีมิคซ์โดยนำยาซีโปรฟลอซาซิน เมโทรนิดาโซล และมีโนโซคลินบดให้เป็นผงอย่างละ 25 มิลลิกรัม และน้ำกลั่น 25 มิลลิตร แล้วนำมาผสมกับตรีมิคซ์ด้วยพายผสมซีเมนต์บนแผ่นแก้วผสมซีเมนต์จนเข้ากัน อัตราส่วนตรีมิคซ์ต่อน้ำกลั่นเป็น 3 ต่อ 1 โดยปริมาตร (Akçay, Arslan, Topcuoglu, & Tuncay, 2014) กลุ่มที่ 2 กลุ่มตรีมิคซ์-เอ็มพี: เตรียมตรีมิคซ์โดยนำยาซีโปรฟลอซาซิน เมโทรนิดาโซล และมีโนโซคลินบดให้เป็นผงอย่างละ 25 มิลลิกรัม และเตรียมเอ็มพีโดยใช้แมคโครกอลลอยท์เมนต์และโพรพิลีนไกลคอลอย่างละ 7.5 มิลลิตร เพื่อให้ได้อัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร นำตรีมิคซ์ 75 มิลลิกรัมผสมกับเอ็มพี 15 มิลลิตร จะได้อัตราส่วนตรีมิคซ์ต่อเอ็มพี 5 ต่อ 1 โดยปริมาตร (Akçay et al., 2014) กลุ่มที่ 3 กลุ่มเอ็มพี: เตรียมเอ็มพีโดยใช้แมคโครกอลลอยท์เมนต์และโพรพิลีนไกลคอลอย่างละ 7.5 มิลลิตร และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมลบ: ไม่มีการใส่ยา ผสมยา 1 ครั้งสำหรับ 5 คลองรากฟัน นำยาที่เตรียมได้จากกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ใส่ไปในคลองรากฟันตามที่ได้แบ่งกลุ่มไว้จนเต็มแน่นคลองรากฟันที่ระดับต่ำกว่าขอบบนของชั้นตัวอย่างลงมา 1 มิลลิเมตรด้วยเลนทูโลสไปร์ลเบอร์ 40 ที่ต่อกับหัวกรอช้ำชนิดหักมุมหมุ่นตามเข็มนาฬิกา จากนั้นอุดชั่วคราวไว้ด้วยคิวทิที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร ด้วยพลาสติกอินสตรูเมนต์ชนิดชายธง แล้วห่อด้วยผ้าก๊อชที่ชุบน้ำหมาดๆ นำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่มีความชื้นร้อยละร้อย อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์เพื่อให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ทางคลินิก (Akçay et al., 2014)

หลังจาก 2 สัปดาห์ กำจัดคิวทิออกจากชั้นตัวอย่างด้วยหัวกรอช้ำทรงกลมชนิดสตีลที่ต่อกับหัวกรอช้ำชนิดหักมุมโดยไม่ใช้น้ำ ล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 2 มิลลิตร ตามวิธีที่ได้อธิบายไปข้างต้น ใช้ตะไบชนิดหมุ่นด้วยมือเบอร์ 10 ใส่เข้าไปในคลองรากฟันเกินความยาวในการทำงาน 1 มิลลิเมตร เพื่อเปิดปลายรากฟันให้โล่ง จากนั้นเริ่มทำการล้างชั้นตอนสุดท้ายโดยเริ่มจากการล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 5 มิลลิตร ตามด้วยอีทีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ปริมาณ 5 มิลลิตร น้ำเกลือปริมาณ 5 มิลลิตร และคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาณ 5 มิลลิตร น้ำยาแต่ละชนิดจะล้างด้วยกระบอกใส่น้ำยาล้างคลองรากฟันต่อกับเข็มล้างขนาด 27 ต่อด้วยเอ็นโดแอคทีเวเตอร์นาน 1 นาที จากนั้นขับคลองรากฟันให้แห้งนำไปส่องดู



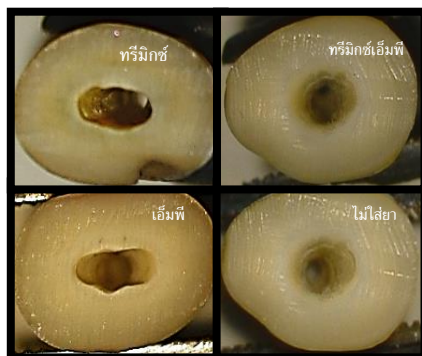
ด้วยกล้องผ่าตัดทางทันตกรรม กำลังขยายประมาณ 7-8 เท่า เพื่อการคงเหลือของยาบนผนังคลองรากฟัน โดยกำหนดให้กลุ่มควบคุมเป็นตัวเปรียบเทียบมีค่าคะแนนเป็น 0 ถ้าผนังคลองรากฟันกลุ่มทดลองที่เหลือ 3 กลุ่มมีความสะอาดน้อยกว่ากลุ่มควบคุมให้ค่าคะแนนเป็น 1 แต่ถ้าผนังคลองรากฟันมีความสะอาดใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมให้ค่าคะแนนเป็น 0 ทำการบันทึกจำนวนรากฟันที่ได้ค่าคะแนน 0 และ 1 ของแต่ละกลุ่มทดลอง

ขั้นตอนการอุดคลองรากฟัน อุดพร้อมกัน 5 ซี่ต่อการผสมเอเอพลัส 1 ครั้ง และใช้เวลาในการอุดไม่เกิน 15 นาที เริ่มจากตวงเอเอชพลัสทั้งสองส่วนด้วยเครื่องชั่ง 4 จุดทศนิยม ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก ผสมส่วนอ็อกไซด์และส่วนเอโมโตอย่างละ 10 มิลลิกรัมให้เข้ากัน ใส่เข้าไปในคลองรากฟันด้วยเลनुโลสไปร์ล เบอร์ 40 จนซีลเลอร์เต็มคลองรากฟัน ถ่ายภาพรังสีดิจิตอลด้วยฟิล์มเอกซเรย์ดิจิตอล ขนาด 2 ด้วยเทคนิคขนาน เพื่อตรวจสอบความแน่นของซีลเลอร์ ถ้าซีลเลอร์ยังไม่เต็มให้นำกลับมาใส่ซีลเลอร์เพิ่ม ทำซ้ำจนอุดซีลเลอร์ได้เต็มคลองรากฟัน แต่ต้องไม่เกิน 15 นาที จากนั้นอุดปิดส่วนบนไว้ด้วยคิวทิให้มีความหนา 1 มิลลิเมตร แล้วห่อด้วยผ้าก๊อชที่ชุบน้ำหมาดๆ นำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่มีความชื้นร้อยละร้อย อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน เพื่อให้ซีลเลอร์เกิดการแข็งตัวอย่างสมบูรณ์

การเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบกดออก (Stelzer, Schaller, & Gerhardt, 2014) ตัดแบ่งรากฟันด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อแข็ง (macrotope, Buehler, Isomet 4000, Buehler Worldwide Headquarters, Illinois, USA) ให้ชิ้นตัวอย่างมีความหนา 1.0±0.1 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่ง 3 5 และ 7 มิลลิเมตรจากปลายราก สำหรับการทดลองนี้จะเรียกแทนว่ารากฟันส่วนปลาย รากฟันส่วนกลาง และรากฟันส่วนบนตามลำดับ นำชิ้นทดลองที่ตัดแล้วไปวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ที่ต้องการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอระดับวิจัยชนิด 3 ตา (stereo microscope, Olympus SZX16, Olympus Corporation, Japan) ที่กำลังขยาย 1.6 เท่า จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างมาวัดค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติของวัสดุทางทันตกรรม (universal testing machine, Instron 8872, Instron-Euro Headquarter, United Kingdom) ความเร็วหัวกด 1 มิลลิเมตรต่อนาที ด้วยหัวกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6, 0.7 และ 0.8 มิลลิเมตรตามความเหมาะสมของแต่ละชิ้นตัวอย่าง ขนาดของหัวกดที่เหมาะสมต้องสัมผัสกับพื้นที่ที่ต้องการทดสอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 บันทึกค่าแรงที่มากที่สุดก่อนที่ชิ้นทดลองจะสูญเสียการยึดติด (failure) หน่วยเป็นนิวตันและคำนวณหาค่ากำลังแรงยึดแบบกดออก หน่วยเป็นเมกะปาสคาล (MPa) (Coniglio, Magni, Cantoro, Goracci, & Ferrari, 2011) หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอระดับวิจัยชนิด 3 ตาที่กำลังขยาย 5 เท่า เพื่อดูลักษณะของการแตกหักที่เกิดขึ้น บันทึกและถ่ายภาพเก็บไว้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การทดสอบครุสคัล-วอลลิส ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (p=0.05)

### ผลการวิจัย

การหลงเหลือของยาจากการมองภายใต้กล้องผ่าตัดทางทันตกรรม ที่กำลังขยายประมาณ 7-8 เท่า พบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีลักษณะของผนังคลองรากฟันใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใส่ยา โดยจะพบลักษณะของเนื้อฟันที่แห้ง และไม่พบคราบสีเหลืองของยาบนผนังคลองรากฟัน ดังแสดงในภาพ 1 จึงให้ค่าคะแนนเป็น 0 ในทุกชิ้นตัวอย่างหรือคิดเป็นร้อยละร้อย



รูปที่ 1 ผนังคลองรากฟันที่บันทึกด้วยกล้องผ่าตัดทางทันตกรรมที่กำลังขยาย 7-8 เท่า เพื่อประเมินการคงอยู่ของยาภายหลังการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ อีทีทีเอ น้ำเกลือ และคลอเฮกซิดีน ก่อนนำไปอุดด้วยเอเอชพลัส



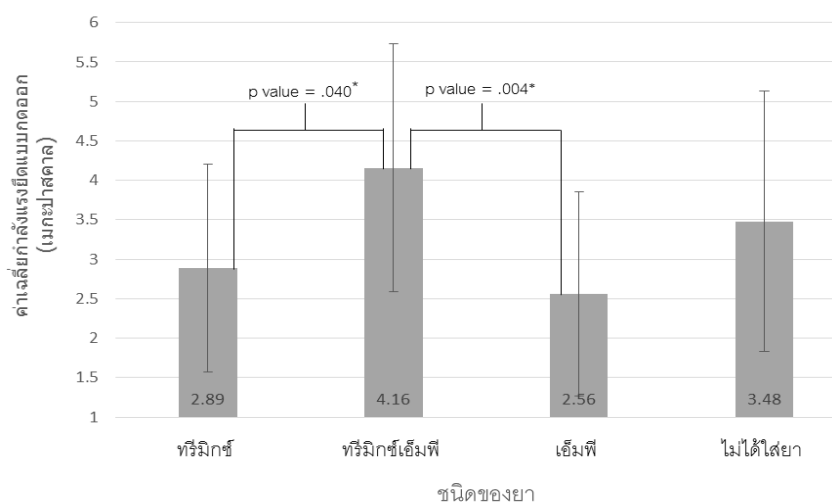
จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดอกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญเมื่อจำแนกตามตำแหน่งของรากฟัน แต่เมื่อจำแนกตามชนิดของยาพบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในบริเวณรากฟันส่วนกลาง นำค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดอกบริเวณรากฟันส่วนกลางของยาทั้ง 3 ชนิดและกลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่ยามาทดสอบที่ละคู่ด้วยการทดสอบแมนวิทนี (Mann-Whitney Test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (รูปที่ 2) พบว่ากลุ่มที่ผ่านการใส่ยาทรีมิกซ์และกลุ่มที่ผ่านการใส่ยาเอ็มพีมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดอกน้อยกว่ากลุ่มที่ผ่านการใส่ยาทรีมิกซ์-เอ็มพีอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยาทั้งสามชนิดมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดอกแตกต่างกัน กลุ่มควบคุมที่อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติการแตกหักที่เกิดขึ้นในการศึกษานี้พบได้ 3 แบบ คือ การแตกหักที่เกิดขึ้นระหว่างซิลเลอร์และเนื้อฟัน การแตกหักที่เกิดขึ้นภายในซิลเลอร์ และการแตกหักแบบผสม (รูปที่ 3) ความถี่ของการแตกหักทั้งสามรูปแบบเมื่อจำแนกตามตำแหน่งของรากฟันและชนิดของยาแสดงด้วยแผนภูมิแท่ง พบว่าการแตกหักส่วนใหญ่จะเป็นการแตกหักแบบผสมและการแตกหักภายในซิลเลอร์ (รูปที่ 4)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดอก  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่านัยสำคัญทางสถิติ เมื่อจำแนกตามชนิดของยา (แถว)

และจำแนกตามตำแหน่งรากฟัน (คอลัมน์)

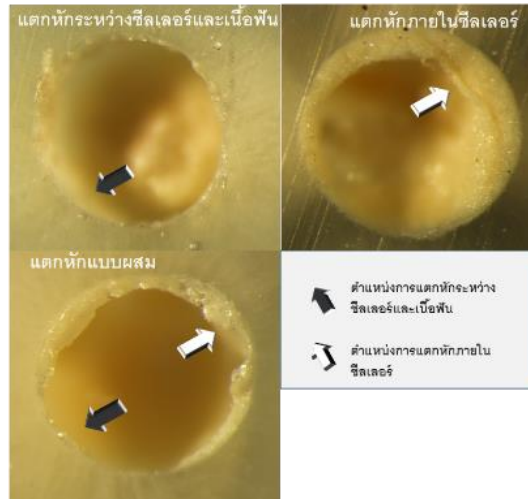
จำแนกตามตำแหน่งรากฟัน					
	รากฟันส่วนบน	รากฟันส่วนกลาง	รากฟันส่วนปลาย	นัยสำคัญทางสถิติ	
จำแนกตาม ชนิดของยา	ทรีมิกซ์	3.07 $\pm$ 1.15	2.89 $\pm$ 1.32	3.01 $\pm$ 1.21	0.837
	ทรีมิกซ์เอ็มพี	3.23 $\pm$ 1.41	4.16 $\pm$ 1.57	3.96 $\pm$ 1.66	0.221
	เอ็มพี	3.01 $\pm$ 1.56	2.56 $\pm$ 1.29	3.12 $\pm$ 1.56	0.525
	ไม่ได้ใส่ยา	3.03 $\pm$ 1.56	3.48 $\pm$ 1.65	3.80 $\pm$ 1.90	0.722
นัยสำคัญทางสถิติ		0.922	.03*	0.338	

หมายเหตุ: เครื่องหมายดอกจัน (\*) หมายถึงมีนัยความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อใช้สถิติการทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมอรอนอฟ

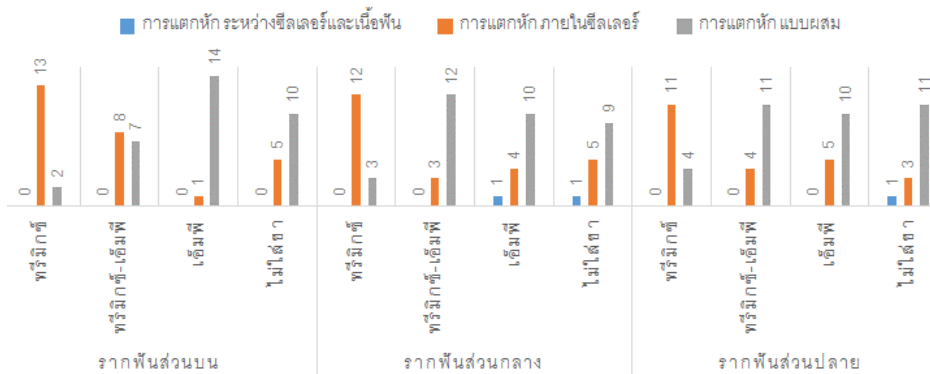


หมายเหตุ: เครื่องหมายดอกจัน (\*) หมายถึงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รูปที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดอกบริเวณรากฟันส่วนกลางด้วยการทดสอบแมนวิทนี (Mann-Whitney Test)



รูปที่ 3 ลักษณะของการแตกหักบริเวณรากฟันกล่องจุลทรรศน์สเตอริโอระดับวิจัย 3 ตา กำลังขยาย 1.6 เท่า



รูปที่ 4 ความถี่ของการแตกหักภายหลังจากการทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบกดออก จำแนกตามตำแหน่งรากฟันและชนิดของยา

### อภิปรายผลการศึกษา

เนื้อฟันบริเวณรากฟันในแต่ละบริเวณมีความแตกต่างกันในองค์ประกอบ โครงสร้าง และรูปร่างของคลองรากฟัน (Ferrari, Mannocci, Vichi, Cagidiaco, & Mjor, 2000) ความแตกต่างเหล่านี้มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดของซีลเลอร์และเนื้อฟัน (Mannocci, Pilecki, Bertelli, & Watson, 2004) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบผลของยาทริมิกซ์ และทริมิกซ์-เอ็มฟี่ต่อค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดออกของรากฟัน โดยจำแนกตามตำแหน่งของรากฟันเพื่อประเมินว่าองค์ประกอบและโครงสร้างของรากฟันมีผลต่อค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของซีลเลอร์ภายหลังการใส่ยาในคลองรากฟันหรือไม่ มีการศึกษาที่พบว่าความหนาแน่นของท่อเนื้อฟันบริเวณรากฟันจะมากที่สุดในส่วนที่อยู่ด้านบนใกล้กับคอฟัน และลดลงในบริเวณรากฟันส่วนกลาง และน้อยที่สุดที่บริเวณรากฟันส่วนปลาย (Ferrari et al., 2000) รากฟันระดับเดียวกันมีความหนาแน่นของท่อเนื้อฟันบริเวณที่ใกล้โพรงประสาทฟันหรือบริเวณที่ใกล้เนื้อฟันทุติยภูมิ (secondary dentin) มากที่สุดและลดลงในบริเวณที่ใกล้กับเคลือบรากฟัน (Mjor, Smith, Ferrari, & Mannocci, 2001) เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันบริเวณรากฟันจะลดลงจากส่วนบนสู่ปลายรากอย่างมีนัยสำคัญ พื้นผิวระหว่างท่อเนื้อฟัน (intertubular dentin) ลดลงจากรากฟันส่วนบนไปยังรากฟันส่วนปลาย (Lo Giudice et al., 2015) ขอบเขตของการศึกษานี้กำหนดไว้ว่าชิ้นตัวอย่างที่ตัดในตำแหน่ง 3 5 และ 7 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน เป็นตัวแทนของรากฟันส่วนปลาย ส่วนกลาง และส่วนบนตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดออกของรากฟันทั้ง 3 ส่วนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาของ Nhog และคณะ (2001) และ Abasa และคณะ (2015)

กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ



ที่พบว่าองค์ประกอบและโครงสร้างของเนื้อฟันบริเวณรากฟันในแต่ละบริเวณไม่มีผลต่อการยึดติดของซิลเลอร์ (Ngoh, Pashley, Loushine, Weller, & Kimbrough, 2001) มีบางการศึกษาพบว่าค่ากำลังแรงยึดของเนื้อฟันบริเวณรากฟันส่วนปลายสูงกว่ารากฟันส่วนกลางและส่วนบน (60) แต่บางการศึกษากลับพบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของเนื้อฟันบริเวณรากฟันส่วนปลายน้อยกว่ารากฟันส่วนกลางและส่วนบน (61) ผลการศึกษาที่แตกต่างกันของการศึกษาเป็นผลมาจากข้อจำกัดที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา เช่น ชนิดของฟัน (Nakajima, Kunawarote, Prasansuttiorn, & Tagami, 2011) วิธีการเก็บฟัน การเตรียมฟัน ขนาดของชิ้นตัวอย่าง ขนาดของหัวกด (Coniglio et al., 2011) และความเร็วของหัวกดเป็นต้น (Poitevin et al., 2008) ปัจจัยเหล่านี้ทำให้ค่ากำลังแรงยึดที่วัดได้แตกต่างกัน (Sirisha, Rambabu, Shankar, & Ravikumar, 2014) (Collares et al., 2015)

ผลการศึกษาผลของยาที่ใส่ในคลองรากฟันเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อฟันในระดับเดียวกันพบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะบริเวณรากฟันส่วนกลาง โดยค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดในกลุ่มที่ใส่ทริมีกซ์-เอ็มพีมากกว่ากลุ่มที่ใส่ทริมีกซ์และกลุ่มที่ใส่เอ็มพีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Akcay และคณะ (2014) พบว่าทริมีกซ์เพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของซิลเลอร์ที่มีโพกซ์เรซินเป็นองค์ประกอบยี่ห้อเอเอสพลัสบริเวณรากฟันส่วนกลาง (Akcay et al., 2014) อาจเป็นไปได้ว่าค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการหลงเหลือของมิโนไซคลินซึ่งเป็นส่วนประกอบของทริมีกซ์ มิโนไซคลินจะเกิดปฏิกิริยาคีเลชัน (chelation) กับแคลเซียมไอออนในเนื้อฟัน (Akcay et al., 2014) ส่งเสริมการเกิดการยึดติดทางกลของเอเอสพลัส นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากกระสวยยาเอ็มพีซึ่งประกอบด้วยโพรพิลีนไกลคอลและโพลีเอทิลีนไกลคอล โพรพิลีนไกลคอลในเอ็มพีมีแรงดึงผิว (surface tension) ที่ต่ำ โพรพิลีนไกลคอลและโพลีเอทิลีนไกลคอลมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ ทั้งสองคุณสมบัตินี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการนำยาเข้าไปในคลองรากฟันได้ลึกขึ้น (Takushige, Cruz, Asgor Moral, & Hoshino, 2004) (Cruz, Kota, Huque, Iwaku, & Hoshino, 2002) เป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาเคเลชันระหว่างมิโนไซคลินกับแคลเซียมไอออนในเนื้อฟันได้ลึกมากขึ้น ในขณะที่น้ำกลั่นมีแรงดึงผิวที่สูง เมื่อนำมาเป็นกระสวยยาจะทำให้ประสิทธิภาพในการแทรกซึมของยาน้อย (Tasman, Cehreli, Ogan, & Etikan, 2000)

ค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของเอเอสพลัสกับเนื้อฟันบริเวณรากฟันส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนปลาย มีค่าเฉลี่ย  $3.09 \pm 1.32$   $3.27 \pm 1.55$  และ  $3.47 \pm 1.61$  เมกะปาสคาลตามลำดับ ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Guiotti และคณะ (2014) ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบกดออกของเอเอสพลัสกับรากฟันส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนปลายมีค่า  $5.03 \pm 1.87$   $3.65 \pm 1.19$  และ  $10.15 \pm 4.36$  เมกะปาสคาลตามลำดับ (Guiotti, Kuga, Duarte, Sant'Anna Júnior, & Faria, 2014) การศึกษาของการศึกษาของ Jainean และคณะ (2007) ศึกษาฟันกรามน้อยบนที่มีสองคลองรากฟันพบว่าในกลุ่มที่ไม่มีกัตตาเปอร์ชาค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกมีค่าเฉลี่ย  $6.6 \pm 4.3$  เมกะปาสคาล (Jainaen, Palamara, & Messer, 2007) อีกการศึกษาหนึ่งของ Abada และคณะ (2015) ทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกระหว่างเอเอสพลัสกับรากฟันที่มีลักษณะกลม รากฟันส่วนบน รากฟันส่วนกลาง และรากฟันส่วนปลาย มีค่าเฉลี่ย  $3.96 \pm 1.33$  เมกะปาสคาล  $3.73 \pm 1.44$  เมกะปาสคาล และ  $4.62 \pm 2.34$  เมกะปาสคาลตามลำดับ (Abada, Farag, Alhadainy, & Darrag, 2015) เหตุผลในการรอดด้วยซิลเลอร์เพียงอย่างเดียวของการศึกษานี้เพื่อต้องการกำจัดปัจจัยความหนาของซิลเลอร์ที่ไม่เท่ากันในแต่ละบริเวณจากการอุดกัตตาเปอร์ชาพร้อมด้วย เนื่องจากคลองรากฟันฟันกรามน้อยล่างส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นวงรี นอกจากนี้ด้วยคุณสมบัติความเป็นยางของกัตตาเปอร์ชา ลค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ของกัตตาเปอร์ชาที่ต่ำกว่าเนื้อฟันมาก (14,000 และ 77 เมกะปาสคาล ตามลำดับ) (Williams, Loushine, Weller, Pashley, & Tay, 2006) ทำให้ค่าวัดได้อาจเป็นผลมาจากการเสียสภาพ (deformation) ของกัตตาเปอร์ชา ไม่ใช่ค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของเอเอสพลัสกับเนื้อฟันที่แท้จริง (Jainaen et al., 2007)

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ อาจใช้เป็นแนวทางในการเตรียมยาต้านจุลชีพทริมีกซ์สำหรับใส่ในคลองรากฟันเพื่อทำให้ปราศจากเชื้อก่อนทำการอุดรากฟัน การนำทริมีกซ์ผสมเอ็มพีจะเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบกดออกของซิลเลอร์ได้มากกว่าการใช้ทริมีกซ์ผสมกับน้ำกลั่น นอกจากนี้การผสมทริมีกซ์กับเอ็มพียังเพิ่มการนำพาและการคงอยู่ของยาเข้าไปสู่เนื้อฟันส่วนรากฟันบริเวณที่เป็นครีบ ร่อง และท่อเนื้อฟันได้ดี (Cruz et al., 2002)



บรรณานุกรม

- Abada, H. M., Farag, A. M., Alhadainy, H. A., & Darrag, A. M. (2015). Push-out bond strength of different root canal obturation systems to root canal dentin. *Tanta Dental Journal*, 12(3), 185-191. doi: 10.1016/j.tdj.2015.05.006
- Akcay, M., Arslan, H., Topcuoglu, H. S., & Tuncay, O. (2014). Effect of calcium hydroxide and double and triple antibiotic pastes on the bond strength of epoxy resin-based sealer to root canal dentin. *J Endod*, 40(10), 1663-1667. doi: 10.1016/j.joen.2014.05.006
- Collares, F. M., Portella, F. F., Rodrigues, S. B., Celeste, R. K., Leitune, V. C., & Samuel, S. M. (2015). The influence of methodological variables on the push-out resistance to dislodgement of root filling materials: a meta-regression analysis. *Int Endod J*, 49(9), 836-849. doi: 10.1111/iej.12539
- Coniglio, I., Magni, E., Cantoro, A., Goracci, C., & Ferrari, M. (2011). Push-out bond strength of circular and oval-shaped fiber posts. *Clin Oral Investig*, 15(5), 667-672. doi: 10.1007/s00784-010-0448-0
- Cruz, E. V., Kota, K., Huque, J., Iwaku, M., & Hoshino, E. (2002). Penetration of propylene glycol into dentine. *Int Endod J*, 35(4), 330-336.
- Ferrari, M., Mannocci, F., Vichi, A., Cagidiaco, M. C., & Mjor, I. A. (2000). Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*, 13(5), 255-260.
- Guiotti, F. A., Kuga, M. C., Duarte, M. A. H., Sant'Anna Júnior, A., & Faria, G. (2014). Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. *Brazilian Oral Research*, 28, 1-7.
- Hoshino, E., Kurihara-Ando, N., Sato, I., Uematsu, H., Sato, M., Kota, K., & Iwaku, M. (1996). In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J*, 29(2), 125-130.
- Jainaen, A., Palamara, J. E., & Messer, H. H. (2007). Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J*, 40(11), 882-890. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01308.x
- Lo Giudice, G., Cutroneo, G., Centofanti, A., Artemisia, A., Bramanti, E., Militi, A., . . . Cicciu, M. (2015). Dentin Morphology of Root Canal Surface: A Quantitative Evaluation Based on a Scanning Electronic Microscopy Study. *Biomed Res Int*, 2015, 164065. doi: 10.1155/2015/164065
- Mannocci, F., Pilecki, P., Bertelli, E., & Watson, T. F. (2004). Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. *Dent Mater*, 20(3), 293-296. doi: 10.1016/s0109-5641(03)00106-4
- Mjor, I. A., Smith, M. R., Ferrari, M., & Mannocci, F. (2001). The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*, 34(5), 346-353.
- Nakajima, M., Kunawarote, S., Prasansuttiorn, T., & Tagami, J. (2011). Bonding to caries-affected dentin. *Jpn Dent Sci Rev*, 47(2), 102-114. doi: 10.1016/j.jdsr.2011.03.002
- Nalawade, T. M., Bhat, K., & Sogi, S. H. (2015). Bactericidal activity of propylene glycol, glycerine, polyethylene glycol 400, and polyethylene glycol 1000 against selected microorganisms. *J Int Soc Prev Community Dent*, 5(2), 114-119. doi: 10.4103/2231-0762.155736
- Ngoh, E. C., Pashley, D. H., Loushine, R. J., Weller, R. N., & Kimbrough, W. F. (2001). Effects of eugenol on resin bond strengths to root canal dentin. *J Endod*, 27(6), 411-414. doi: 10.1097/00004770-200106000-00011





- Parasuraman, V. R. (2012). 3Mix-MP in Endodontics—An overview.
- Poitevin, A., De Munck, J., Van Landuyt, K., Coutinho, E., Peumans, M., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2008). Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent*, *10*(1), 7-16.
- Schneider, S. W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, *32*(2), 271-275.
- Sirisha, K., Rambabu, T., Shankar, Y. R., & Ravikumar, P. (2014). Validity of bond strength tests: A critical review: Part I. *J Conserv Dent*, *17*(4), 305-311. doi: 10.4103/0972-0707.136340
- Soares, C. J., Santana, F. R., Castro, C. G., Santos-Filho, P. C., Soares, P. V., Qian, F., & Armstrong, S. R. (2008). Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater*, *24*(10), 1405-1411. doi: 10.1016/j.dental.2008.03.004
- Stelzer, R., Schaller, H. G., & Gernhardt, C. R. (2014). Push-out bond strength of RealSeal SE and AH Plus after using different irrigation solutions. *J Endod*, *40*(10), 1654-1657. doi: 10.1016/j.joen.2014.05.001
- Takushige, T., Cruz, E. V., Asgor Moral, A., & Hoshino, E. (2004). Endodontic treatment of primary teeth using a combination of antibacterial drugs. *Int Endod J*, *37*(2), 132-138.
- Tasman, F., Cehreli, Z. C., Ogan, C., & Etikan, I. (2000). Surface tension of root canal irrigants. *J Endod*, *26*(10), 586-587. doi: 10.1097/00004770-200010000-00002
- Williams, C., Loushine, R. J., Weller, R. N., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2006). A comparison of cohesive strength and stiffness of Resilon and gutta-percha. *J Endod*, *32*(6), 553-555. doi: 10.1016/j.joen.2005.08.002