



Microtensile bond strength of etched fiber post surface bonded to treated root canal dentin

Wisit Piyawattanatawon¹, Widcha Asawaworarit²

¹ D.D.S., Master of Sciences in Endodontics, Burirum provincial health office.

² B.Sc., D.D.S., Grad Dip in Clin Sc (Endodontics) Clinical Professor, Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Dentistry, Mahidol University.

Abstract

Objective: The purpose of this study was to evaluate the effect of various irrigating solutions on microtensile bond strength of composite resin to etched fiber posts and treated root canal dentin.

Materials and methods: Twenty four mandibular premolars were used. The crowns were removed at 2 mm above the cemento-enamel junction. All root canals were instrumented by crown-Down technique to a size 40/06 using Mtwo rotary instruments. The canals were obturated with gutta-percha and AH plus sealer using continuous wave of condensation. The post spaces were prepared to a size 3 FRC postec post at a depth of 8 mm. The teeth were randomly divided into four groups of six teeth each and irrigated with one of the following procedures: group 1 distilled water, group 2 EDTA and NaOCl, group 3 EDTA, NaOCl and distilled water, group 4 EDTA, NaOCl and sodium ascorbate. The fiber posts were treated with 4% hydrofluoric acid for 15 sec and silanized for 60 sec. The fiber posts were fixed in the root canals with ExciteDSC and Multicore flow. All roots were sectioned into stick specimens and subject to microtensile bond strength test. The microtensile bond strength was analysed using One-way ANOVA and Dunnett T 3 at 0.05 significance level. The fracture mode was examined using an SEM and analyzed using Kruskal-wallis.

Results: The microtensile bond strength of group 1-4 was significantly different ($p < 0.05$) Among the experimental groups, the microtensile bond strength of group 4 was higher than those of groups 1, 2 and 3. Most of the failure mode in group 1 and 2 were adhesive failure between dentin and composite resin, while those in group 3 and 4 were cohesive failure in fiber post and adhesive failure between dentin and composite resin. Statistical analysis showed that the failure mode of samples in groups 1 and 2 demonstrated a significant difference from those of groups 3 and 4.

Conclusion: Irrigating the post spaces using EDTA, NaOCl and sodium ascorbate resulted in obtaining higher microtensile bond strength of composite resin to treated dentin and etched fiber posts.

Key words: microtensile bond strength, etched fiber post, EDTA, sodium hypochlorite, sodium ascorbate

How to cite: Piyawattanatawon W, Asawaworarit W. Microtensile bond strength of etched fiber post surface bonded to treated root canal dentin. *M Dent J* 2014; 34: 37-45.

Correspondence author:

Widcha Asawaworarit
Department of Operative Dentistry and
Endodontics, Faculty of Dentistry,
Mahidol University,
6 Yothi Rd., Ratchathevi, Bangkok 10400
Thailand.

Tel : 02-2007825

Fax : 02-2007824

E-mail : widcha.asw@mahidol.ac.th

Received: 12 September 2012

Accepted: 18 October 2012



กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเดือยเส้นใยแก้วที่ปรับสภาพผิวต่อการยึดเนื้อคลองรากฟันที่ปรับสภาพ

วิศิษฐ์ ปิยะวัฒนาถาวร¹ วิชชา อัครวรฤทธิ²

¹ ทบ., วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(วิทยาเอ็นโดดอนต์) สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์

² วท.บ., ทบ., ป.ชั้นสูงวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก (วิทยาเอ็นโดดอนต์) ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอ็นโดดอนต์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อประเมินกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเรซินคอมโพสิตที่ยึดเดือยเส้นใยแก้วที่ปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกและเนื้อคลองรากฟันที่ล้างด้วยน้ำยาต่างชนิดกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: ฟันกรามน้อยล่างรากเดี่ยวของมนุษย์ จำนวน 24 ซี่ ตัดส่วนตัวฟันเหนือระดับรอยต่อระหว่างเคลือบรากฟันและเคลือบฟัน 2 มิลลิเมตร ขยายคลองรากฟันถึงขนาด 40/06 ด้วยนิกเกิลไททาเนียมเอ็มทู และอุดคลองรากฟันด้วยกัตตาเปอร์ซาร์ร่วมกับซีลเลอร์เอเอชพลัส เตรียมคลองรากสำหรับใส่เดือยด้วยหัวกรอสำหรับเดือยฟันเอฟอาร์ซีขนาด 3 ให้ลึก 8 มิลลิเมตร แล้วแบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 6 ซี่ โดย กลุ่มที่ 1 ล้างคลองรากสำหรับใส่เดือยด้วยน้ำกลั่น กลุ่มที่ 2 ล้างด้วย อีทีทีเอ ตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ กลุ่มที่ 3 ล้างด้วย อีทีทีเอ ตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ และน้ำกลั่น และ กลุ่มที่ 4 ล้างด้วย อีทีทีเอ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ และสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต ตามลำดับ นำเดือยเส้นใยแก้วมาปรับสภาพผิวโดยการทาด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ในเวลา 15 วินาที ล้างกรดออกแล้วทาสารโซเลนปัลลอยไว้ 1 นาที ยึดเดือยฟันด้วยเอกไซท์ดีเอสซีและเรซินคอมโพสิต มัลติคอร์ โพล ในคลองรากแล้วนำฟันไปเก็บที่ความชื้นร้อยละ 100 ระยะเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำฟันจำนวน 24 ซี่ มาตัดเป็นแท่งจำนวน 5 แท่งต่อซี่รวมขึ้นตัวอย่าง 120 แท่ง สำหรับทดสอบกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ ค่ากำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและเปรียบเทียบเชิงซ้อน ระหว่างกลุ่มด้วย Dunnett T3 สำหรับรูปแบบการแตกหักตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด และเปรียบเทียบการแตกหักโดยใช้ Kruskal-Wallis ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง: กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ 1 ถึง 4 มีค่า 4.52 ± 1.31 , 7.13 ± 2.55 , 9.53 ± 3.18 และ 14.56 ± 4.47 MPa ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง ($p < 0.05$) รูปแบบการแตกหักในกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 เป็นแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อคลองรากฟันกับเรซินคอมโพสิตเป็นส่วนใหญ่ ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 3 และ 4 การแตกหักเป็นแบบเชื่อมแน่นล้มเหลวในเดือยเส้นใยแก้วร่วมกับการแตกหักแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิต

สรุป: การปรับผิวคลองรากฟันโดยล้างด้วย อีทีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที ตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที และสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 10 มิลลิลิตร 10 นาที จะให้ค่ากำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเรซินคอมโพสิตที่ยึดเดือยเส้นใยแก้วกับคลองรากฟันได้สูงกว่าการล้างคลองรากด้วยน้ำยาอื่น

รหัสคำ: กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์, การล้างคลองราก, เดือยเส้นใยแก้ว, อีทีทีเอ, โซเดียมไฮโปคลอไรด์, โซเดียมแอสคอร์เบต

วิธีอ้างอิงบทความนี้: วิศิษฐ์ ปิยะวัฒนาถาวร, วิชชา อัครวรฤทธิ. กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเดือยเส้นใยแก้วที่ปรับสภาพผิวต่อการยึดเนื้อคลองรากฟันที่ปรับสภาพ. วทันต มหิดล 2557; 34: 37-45.

ผู้รับผิดชอบบทความ:

ติดต่อบทความที่

วิชชา อัครวรฤทธิ

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการและวิทยาเอ็นโดดอนต์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

6 ถนนโยธี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 02-200-7825

โทรสาร 02-200-7824

อีเมล widcha.asw@mahidol.ac.th

วันรับเรื่อง: 12 กันยายน 2556

วันยอมรับการตีพิมพ์: 18 ตุลาคม 2556

บทนำ

ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันส่วนใหญ่มักเป็นฟันที่ผุมากเหลือเนื้อฟันน้อยทำให้ตัวฟันอ่อนแอภายหลังการบูรณะ¹ การบูรณะด้วยเดือยฟันเป็นทางเลือกหนึ่งในการบูรณะฟันภายหลังการรักษาคลองรากฟัน² การบูรณะด้วยเดือยเส้นใย (fiber post) ได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากเดือยชนิดนี้มีค่ามอดุลัสของความยืดหยุ่น (elastic modulus) ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน³ เมื่อวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ (finite element analysis) พบว่าการกระจายของความเค้นใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ⁴ นอกจากนี้ยังลดการแตกหักของรากฟันในแนวตั้งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เดือยชนิดโลหะ⁵ จากการศึกษาตามแผน (prospective study) และการศึกษาย้อนหลัง (retrospective study) ทางคลินิก ไม่เกิดการแตกหักของราก แต่พบความล้มเหลวจากการยึดอยู่ (debonding)⁶⁻⁸ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยการติดอยู่ (retentive factor) ยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของการบูรณะด้วยเดือยเส้นใยแก้ว⁹

การเพิ่มการติดอยู่สำหรับเดือยเส้นใยทำได้โดยการสร้างพันธะเคมี (chemical bond) และการสร้างพันธะเชิงกล (mechanical bond) การสร้างพันธะเคมีทำได้โดยการทาสารไซเลน (silane coupling agent) บนผิวเดือยเส้นใยแก้วและเส้นใยควอร์ซ สามารถเพิ่มกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ระหว่างเดือยฟันกับเรซินคอมโพสิตชนิดแกนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{10,11} สำหรับการสร้างพันธะเชิงกล ทำได้โดยการปรับสภาพผิวเดือยเส้นใยด้วย กรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ในเวลา 60 วินาทีร่วมกับทาสารไซเลน สามารถเพิ่มกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงกว่าการทาด้วยสารไซเลนเพียงอย่างเดียว¹² นอกจากนี้ มีการนำกรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 9.5 มาปรับสภาพผิวเดือยเส้นใย 15 วินาที ซึ่งสามารถเพิ่มกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์มากกว่าเดือยที่ไม่ปรับสภาพผิว¹³ การศึกษาต่อมาแสดงให้เห็นว่าการปรับสภาพผิวเดือยเส้นใย ด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 เพียง 15 วินาที สามารถให้กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงกว่า เดือยที่ปรับสภาพผิว 60

วินาที¹⁴

การเตรียมคลองรากฟันสำหรับใส่เดือยทำให้เกิดชั้นเสมียร์ เศษสารยึด (sealer) และเศษวัสดุอุดคลองรากฟันปกคลุมอยู่ ซึ่งคลองรากฟันลักษณะเช่นนี้ไม่เหมาะสำหรับการยึดด้วยเรซินคอมโพสิต¹⁵ การล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 สามารถล้างชั้นเสมียร์บางส่วน ในขณะที่การล้างด้วยสารละลายอีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 สามารถกำจัดชั้นเสมียร์ได้และเปิดท่อเนื้อฟันได้อย่างสมบูรณ์¹⁶ ส่วนการล้างโพรงฟันด้วยสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้นร้อยละ 10 หลังจากล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 สามารถปรับปรุงกำลังแรงยึดที่ลดลงจากการล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ได้¹⁷ จากการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายอีดีทีเอร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถกำจัดชั้นเสมียร์และเปิดท่อเนื้อฟันได้ดีกว่าการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์เพียงอย่างเดียว ส่วนการล้างโพรงฟันด้วยสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตสามารถเพิ่มกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ที่ลดลงจากการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ อย่างไรก็ตามเมื่อล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายอีดีทีเอร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์และล้างตามด้วยสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต จะมีผลต่อกำลังแรงยึดของเรซินคอมโพสิตที่ยึดเดือยเส้นใยแก้วกับคลองรากเป็นอย่างไร

การศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของเรซินคอมโพสิตที่ยึดกับเดือยเส้นใยแก้วที่ปรับสภาพผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 เวลา 15 วินาที และคลองรากฟันที่ล้างด้วยสารละลายชนิดต่างๆ

วัสดุและวิธีทดลอง

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหิดล(MU-DT/PY-IRB 2011/011.0202) ฟันกรามน้อยรากเดียวของมนุษย์จำนวน 24

ซึ่ง จากกลุ่มอายุ 15-20 ปี ที่ถูกถอนจากเหตุผลของขั้นตอน การจัดฟัน ฟันที่ถอนเก็บในสารละลายไฮมอล ความ เข้มข้นร้อยละ 0.1 กรณีในการคัดเลือก คือ เป็นฟันราก ตรง ปราศจากรอยผุ ไม่มีรอยบุรณะ และความยาวราก อย่างน้อย 13 มิลลิเมตร ภายหลังจากถอนนำมาทำความสะอาด สะอาดผิวรากฟันโดยขูดหินน้ำลายและเอ็นยึดปริทันต์ หลังจากนั้นตัดฟันที่ระดับสูงกว่ารอยต่อของเคลือบ รากฟันกับเคลือบฟัน (cemento-enamel junction) 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Accutom-50, Streuers, Denmark) ภายใต้น้ำหล่อเย็น ดึงเนื้อเยื่อใน ออก ใส่เครื่องมือขยายคลองราก ชนิดเค ขนาด 15 (K-files, Dentsply Maillefer, Tulsa, UK) ลงไปถึงรู ปลายราก นำความยาวของเครื่องมือที่วัดได้ลบออก 1 มิลลิเมตร เพื่อเป็นความยาวในการขยายคลองรากฟัน

ขยายคลองรากด้วยวิธีคราวน์ดาวน์ (Crown-Down technique) โดยใช้นิกเกิลไทเทเนียม เอ็มทู (Mtwo, VDW, Munich, Germany) ขนาด 10/04 15/05 20/ 06 25/06 30/05 35/04 35/06 40/04 และ 40/06 ตามลำดับ ในขั้นตอนการขยายคลองรากฟัน ทุกครั้งที่ เปลี่ยนขนาดเครื่องมือขยายล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิิตร ด้วยเข็ม ล้างคลองรากฟันขนาด 30 (Max-i – Probe, Dentsply Maillefer, Tulsa, UK) โดยสอดเข็มลงไปในคลองรากฟัน ถึงระดับปลายราก อุดคลองรากด้วยกัตตาเปอร์ชา (VDW, Munich, Germany) ร่วมกับเอเอชพลัสซิลเลอร์ (AH plus, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) ด้วย วิธีคลื่นต่อเนื่อง (continuous wave of condensation.) ร่วมกับ เทอร์โม อินเจกชัน (Thermo-injection technique) ปิดส่วนบนของคลองรากด้วยวัสดุบุรณะ ชั่วคราว (Cavition, GC Dental Industrial Corp. Tokyo, Japan) เก็บฟันตัวอย่างในตู้อบที่แช่สารละลาย พีบีเอส (PBS, phosphate buffered saline solution) อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำฟันทุกซี่เตรียมช่องว่างสำหรับใส่เดือยด้วย หัวกรอ เอฟอาร์ซี โพลเทค (Ivoclar-Vivadent Schaan,

Liechtenstein) ขนาด 3 กรอเล็ก 8 มิลลิเมตร โดย เหลือกัตตาเปอร์ชาบริเวณปลายราก 5 มิลลิเมตร จาก นั้นแบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 6 ซี่ และล้างคลอง รากฟันก่อนยึดเดือยฟันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 มิลลิิตร 1 นาที และ ทำซ้ำอีกครั้ง

กลุ่มที่ 2 ล้างด้วย อีดีทีเอ (EDTA, ethylenedia- minetetraacetic acid) (SmearClear, Sybron endo, CA, USA) ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิิตร 1 นาที ตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความ เข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิิตร 1 นาที

กลุ่มที่ 3 ล้างด้วย อีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิิตร 1 นาที สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิิตร 1 นาที และน้ำกลั่น จำนวน 10 มิลลิิตร 10 นาที ตาม ลำดับ

กลุ่มที่ 4 ล้างด้วย อีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิิตร 1 นาที สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิิตร 1 นาที และสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้น ร้อยละ 10 จำนวน 10 มิลลิิตร 10 นาที ตามลำดับ

ซึบคลองรากฟันสำหรับใส่เดือยให้แห้ง นำเดือย เส้นใยแก้วทุกชิ้นมาปรับสภาพผิวด้วยไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 (Porcelain Etchant, Bisco Schaumburg IL USA) เป็นเวลา 15 วินาที ล้างเดือย เส้นใยแก้วให้สะอาด และทาไซเลน (Monobond S, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ทิ้งไว้ 60 วินาที แล้วนำเดือยมายึดกับคลองรากฟันโดยใช้ระบบยึด ติดเอกไซเทดีเอสซี (Excite DSC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ทำในคลองราก และนำเรซิน คอมโพสิต (Multicore flow, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ฉีดเข้าไปในคลองราก แล้วนำ เดือยเข้าสู่คลองรากฟัน ฉายแสง 40 วินาที จากนั้นนำ ฟันที่เตรียมไว้จำนวน 24 ซี่แช่ในสารละลายพีบีเอสเก็บ ในตู้อบ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเตรียมชิ้นงานเพื่อวัดกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ นำฟันทุกกลุ่มมาตัดตั้งฉากกับแนวแกนฟันด้วยเครื่องตัดฟันภายใต้ น้ำหล่อ ตัดให้แต่ละชิ้นมีความหนา 1 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้นต่อฟันหนึ่งซี่ แล้วนำแต่ละชิ้นมาตัดด้านข้างของทั้งสองด้านของชิ้นตัวอย่างให้เป็นแท่งที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาด 1x1 ตารางมิลลิเมตรโดยให้เดือยฟันอยู่ตรงกลางและเนื้อฟันอยู่ด้านนอกตามลำดับ (รูปที่ 1) ในแต่ละกลุ่มจะมีชิ้นทดสอบภายหลังตัด จำนวน 30 ชิ้น

นำชิ้นทดสอบมายึดติดกับแท่งจับ (Jig) สำหรับวัดกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ บนเครื่องทดสอบแรงแบบสากล (Universal testing machine, Instron, 5566; London, England) ด้วยกาวไซยาโนอครีเลต (Cyanoacrylate, ModelRepair II Blue Dentsply-Sankin K.K., Otahara, Japan) แล้วทดสอบแรงดึงโดยใช้ความเร็วในการดึง (crosshead speed) 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งชิ้นทดสอบแตกออกจากกัน บันทึกค่าแรงที่ใช้และคำนวณค่ากำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ มีหน่วยเป็น เมกะปาสคาล (MPa) โดยคำนวณจากค่าแรงต่อหน่วยพื้นที่ของผิวโค้ง การหาความยาวของผิวโค้งใช้สมการความยาวส่วนโค้ง $L = 2R\theta/180 \cdot \arcsin(d/2R)^{18}$ โดย R คือ รัศมีของเดือยฟัน d คือ ความหนาของชิ้นทดสอบ $\theta = 3.141$ และ θ คือ มุมระหว่างจุดตัดด้านนอกของส่วนโค้งกับจุดศูนย์กลางของวงกลม

หลังจากทดสอบวัดค่ากำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ นำชิ้นทดสอบภายหลังแตกหักมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM Model JSM-5410LV; JEOL LTD, TOKYO, JAPAN) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการแตกหัก (fracture modes analysis) โดยจัดเป็นการแตกหักแบบไม่ยึดติด (adhesive failure) เมื่อมีพื้นที่มากกว่า ร้อยละ 75 ของชิ้นทดสอบที่แตกระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตชนิดแกนหรือเดือยฟันกับเรซินคอมโพสิตชนิดแกน จัดกลุ่มการแตกหักแบบเชื่อมแน่นล้มเหลว (cohesive failure) เมื่อมีพื้นที่มากกว่า ร้อยละ 75 ของชิ้นทดสอบที่แตกในเรซินคอมโพสิตชนิดแกนหรือแตกภายในเดือยฟันหรือภายในเนื้อฟัน และการแตกแบบผสม (mixed failure) เมื่อชิ้นทดสอบมีบางส่วนแตกแบบไม่ยึดติด และบางส่วนแตกแบบเชื่อมแน่นล้มเหลว

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับค่ากำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ ทดสอบการแจกแจงแบบปกติโดย Kolmogorov-Smirnov test ใช้ Levene test ทดสอบความเท่ากันของค่าแปรปรวนของข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) ระหว่างกลุ่มโดยใช้ Dunnett

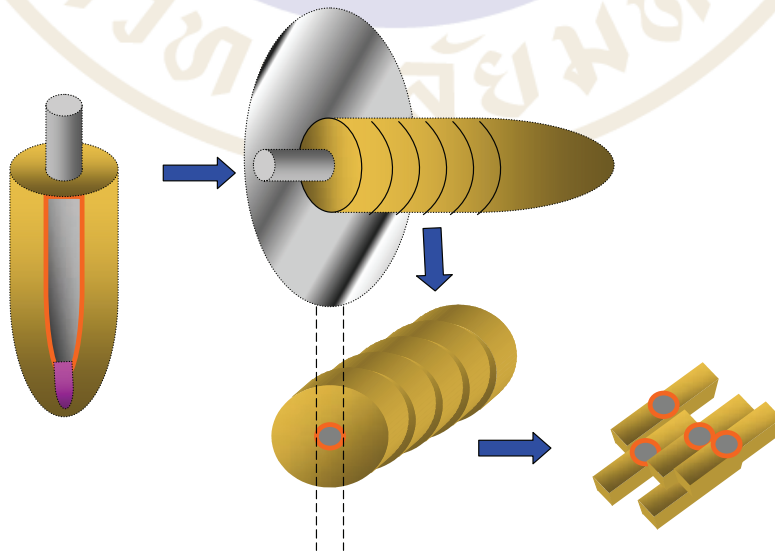


Figure 1 Schematic of prepared specimens for the microtensile bond strength test

T3 และเปรียบเทียบข้อมูลรูปแบบการแตกหักโดยใช้ Kruskal-Wallis Test สำหรับนอนพาราเมตริก ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha = 0.05$)

ผลการทดลอง

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ ในกลุ่มต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 1 ผลการศึกษาพบว่ากำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของทุกกลุ่ม การทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเตรียมผิวคลองรากฟันโดยการล้างด้วยสารละลาย อีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที ตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที และ สารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 10 มิลลิลิตร 10 นาที ให้กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์สูงที่สุด (14.56 ± 4.47 MPa) ส่วนกลุ่มที่ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร 1 นาทีและล้างซ้ำอีกครั้ง มีกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ต่ำที่สุด (4.52 ± 1.31 MPa)

รูปแบบการแตกหักพบเฉพาะ การแตกหักแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิต การแตกหักแบบเชื่อมแน่นล้มเหลวพบในส่วนเดือยเส้นใยแก้วและการแตกหักแบบผสม เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของรูปแบบการแตกหัก ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียวกับกลุ่มที่ล้างด้วย อีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโป

คลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ($p=0.48$) ทั้งสองกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นการแตกหักแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตและไม่พบความแตกต่างของรูปแบบการแตกหักระหว่างกลุ่มที่ล้างด้วย อีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 และน้ำกลั่นกับกลุ่มที่ล้างด้วย อีดีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 และ สารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้นร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.45$) ดังรูปที่ 2 ทั้งสองกลุ่มนี้เป็นการแตกหักแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตและการแตกหักแบบเชื่อมแน่นล้มเหลวในเดือยเส้นใยแก้ว

บทวิจารณ์

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การทดสอบกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ เพื่อให้ขึ้นทดสอบมีขนาดเล็กและกระจายความเค้นได้อย่างสม่ำเสมอ ลดโอกาสเกิดการแตกหักแบบเชื่อมแน่นล้มเหลว¹⁹ และเป็น การเตรียมขึ้นทดสอบแบบไม่ตัดแต่ง (non-trimming) เพื่อลดโอกาสการเกิดรอยร้าวต่อขึ้นทดสอบขณะเตรียม²⁰

การเตรียมตัวอย่างโดยมีเดือยเส้นใยแก้วที่ปรับสภาพผิวอยู่ที่กลาง มีเรซินคอมโพสิต และเนื้อฟันอยู่ด้านนอกตามลำดับ เนื่องจากความล้มเหลวจากการยึดอยู่ สามารถพบได้ทั้งระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิต

Table 1 Means and standard deviations of microtensile bond strengths (MPa) of studied groups. The data with the different superscript demonstrated statistically significant difference.

Root canal dentin treatment	Microtensile Bond strength (MPa) Mean (SD)
Distilled water 2 ml.+ Distilled water 2 ml. (DW)	4.52 (1.31) ^a
17% EDTA 2 ml.+ 5.25% NaOCl 2 ml. (EDTA+NaOCl)	7.13 (2.55) ^b
17% EDTA 2 ml.+ 5.25% NaOCl 2 ml.+ Distilled water 10 ml. (EDTA+NaOCl+DW)	9.53 (3.18) ^c
17% EDTA 2 ml.+ 5.25% NaOCl 2 ml.+ 10% sodium ascorbate 10 ml. (EDTA+NaOCl+SA)	14.56 (4.47) ^d

และระหว่างเตรียมฟันกับเรซินคอมโพสิต การศึกษาที่ผ่าน มาแสดงให้เห็นว่ามีการแตกหักแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อ ฟันกับเรซินคอมโพสิต และระหว่างเตรียมฟันกับเรซินคอม โพลิตเช่นกัน และพบมากที่บริเวณเตรียมฟันกับเรซินคอม โพลิต²¹ ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้มีการปรับปรุงกำลังแรงยึด โดยทำผิวเตรียมให้ขรุขระ จากการนำสารเคมีต่างๆ ได้แก่ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือกรดไฮโดรฟลูออ ริก มาปรับสภาพผิว^{12,13,22} การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปรับสภาพผิวเตรียมเส้นใยแก้วจะใช้เวลา นานกว่าการใช้ กรดไฮโดรฟลูออริก ดังนั้น Asawaworarit และคณะ จึง ได้นำกรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 มาหา เวลาที่เหมาะสมซึ่งพบว่า เวลา 15 วินาที ก็เพียงพอที่ สามารถเพิ่มกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ เป็น 49.38 MPa เมื่อเทียบกับกลุ่มที่หาสารไฮเลนเพียงอย่างเดียว (18.99 MPa)¹⁴ ในการศึกษาครั้งนี้พบการแตกหักระหว่างเนื้อ ฟันกับเรซินคอมโพสิต ไม่พบการแตกหักระหว่างเนื้อ ฟันกับเรซินคอมโพสิต

จากการเปรียบเทียบกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ ของทั้ง 4 กลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ล้างด้วยน้ำกลั่นเพียงอย่าง เดียว มีกำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ต่ำที่สุดอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่น ๆ จากการ ศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าเมื่อปรับสภาพผิวเนื้อฟัน โดยการล้างด้วยสารละลาย อีทีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที ตามด้วยสารละลาย

โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที สามารถกำจัดชั้นเสมียร์ที่ปกคลุมผิว คลองรากฟันและเปิดท่อเนื้อฟันให้กว้าง²³ และพบว่า กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ของกลุ่มที่ล้างด้วยอีทีทีเอร่วม กับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์สูงกว่ากลุ่มที่ล้างด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรต์เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ²⁴ แต่การล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ซึ่งเป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ที่แรง สามารถ แยกตัวทำให้เกิดชั้นที่อุดมไปด้วยออกซิเจน (oxygen rich layer) บนผิวเนื้อฟัน ซึ่งมีผลทำให้ลดกำลังแรงยึด²⁵⁻²⁷ เนื่องจากไปยับยั้งขบวนการพอลิเมอไรเซชันของสารเรซิน²⁸ จึงได้นำสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตที่มีคุณสมบัติเป็น ตัวรีดิวซ์ (reducing agent) มาล้างคลองรากฟัน ภายหลังจากล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ โดยโซเดียมแอสคอร์เบตจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ เกิดจากการแตกตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ส่งผลให้ ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของเรซินดีขึ้น การศึกษาครั้งนี้ พบว่ากลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตมี กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์ 14.56 MPa ซึ่งสูงกว่าทุกกลุ่ม ทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้อง กับการศึกษาที่ผ่านมาโดยสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต สามารถเพิ่มกำลังแรงยึดที่ลดลงให้กลับคืนมาได้¹⁷ และ จากการศึกษานี้พบว่า การล้างด้วยน้ำกลั่นภายหลั งล้างคลองรากด้วยสารละลายอีทีทีเอและโซเดียมไฮโป

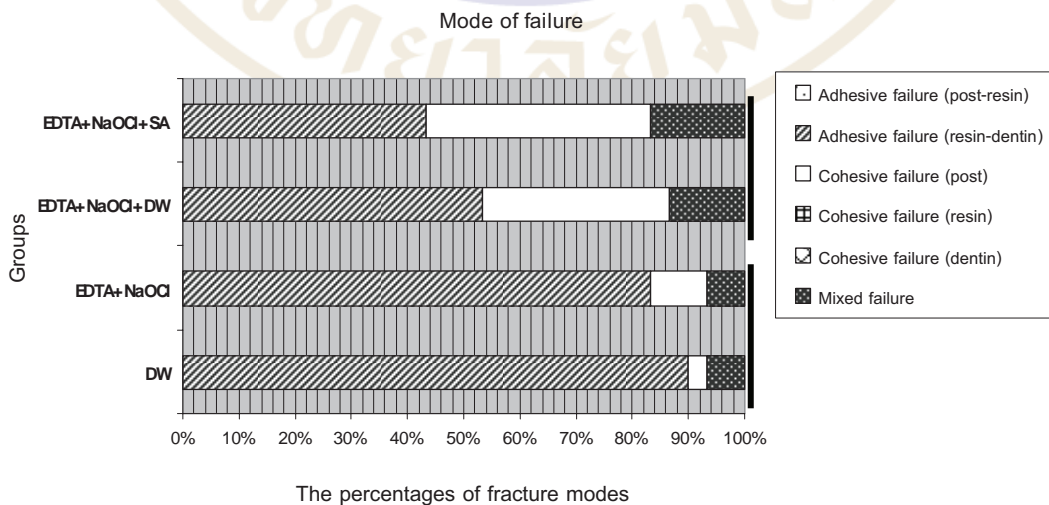


Figure 2 The percentages of fracture modes. The data connected with vertical line demonstrated no statistically significant difference.

คลองไรต์สามารถเพิ่มค่ากำลังแรงยึดได้โดยเทียบกับกลุ่มที่ไม่ล้างด้วยน้ำกลั่น อาจเนื่องจากน้ำกลั่นช่วยชะล้างปริมาณของออกซิเจนที่เหลืออยู่บนผิวเนื้อฟัน

เมื่อพิจารณารูปแบบการแตกหักจากชั้นตัวอย่างทุกกลุ่มทดลองจะมีการแตกหักแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตเป็นส่วนใหญ่ แสดงว่ากำลังแรงยึดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตมากกว่าแรงยึดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน

สรุป

การยึดเนื้อฟันในคลองรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิตการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยสารละลาย อีทีทีเอ ความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที ตามด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 จำนวน 2 มิลลิลิตร 1 นาที และสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต ความเข้มข้นร้อยละ 10 จำนวน 10 มิลลิลิตรเวลา 10 นาที ให้กำลังแรงยึดไมโครเทนไซล์บริเวณผิวคลองรากฟันสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงกว่าการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่นหรืออีทีเอและโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ส่วนรูปแบบการแตกหักในกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น หรืออีทีเอ และโซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิต เป็นส่วนใหญ่ ส่วนกลุ่มที่ล้างคลองรากฟันด้วยอีทีเอและโซเดียมไฮโปคลอไรต์ จากนั้นล้างตามด้วยน้ำกลั่นหรือโซเดียมแอสคอร์เบต จะเป็นการแตกหักแบบไม่ยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตร่วมกับการแตกหักแบบเชื่อมแน่นล้มเหลวในเนื้อฟัน

Funding : Vejdusit Foundation under the Royal patronage of H.R.H. Princess Galyanivadhana Kromluangnaradhiwasrajanagarindra.

Competing interests : None

Ethical approval : Ethics mahidol university (MU-DT/PY-IRB 2011/011.0202)

เอกสารอ้างอิง

1. Reeh EH, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989; 15: 512-6.
2. Freno JP Jr. Guidelines for using posts in the restoration of endodontically treated teeth. *Gen Dent* 1998; 46: 474-9.
3. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod* 2007; 33: 391-8.
4. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002; 23: 2667-82.
5. Isidor F, Odman P, Brøndum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont* 1996; 9: 131-6.
6. Glazer B. Restoration of endodontically treated teeth with carbon fibre post-a prospective study. *J Can Dent Assoc* 2000; 66: 613-8.
7. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 39-44.
8. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000; 13: 9B-13B.
9. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004; 30: 289-301.
10. Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. Microtensile bond strength of a dual cure resin core material to glass and quartz fibre posts. *J Dent* 2004; 32: 433-50.
11. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strengths of a dual-cure resin core material to translucent quartz fiber post. *Am J Dent* 2006; 19: 51-5.
12. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J* 2006; 39: 31-9.
13. D'Arcangelo C, D'Amario M, Prosperi GD, Cinelli M, Giannoni M, Caputi S. Effect of surface treatments on tensile bond strength and on morphology of quartz-fiber posts. *J Endod* 2007; 33: 264-7.

14. Asawaworarit W, Piyawattanataworn W, Senawongse P. The microtensile bond strength of resin composite core and fiber post after surface treatment with 4% hydrofluoric acid. *M Dent J* 2010; 30: 153-62.
15. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 97: 381-7.
16. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod* 1983; 9: 137-42.
17. Vongphan N, Senawongse P, Somsiri W, Harnirattisai C. Effects of sodium ascorbate on microtensile bond strength of total-etching adhesive system to NaOCl treated dentine. *J Dent* 2005; 33: 689-95.
18. Piyawattanataworn W, Asawaworarit W, Senawongse P. The microtensile bond strength of resin composite core and fiber post after surface treatment with 24% or 35% hydrogen peroxide. *M Dent J* 2009; 29: 163-74.
19. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995; 11: 117-25.
20. Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PE, Ferrari M. Influence of substrate, shape, and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. *Dent Mater* 2004; 20: 643-54.
21. Asawaworarit W, Malhotra W. Microtensile bond strength of resin cement to surface-treated root-canal and glass fiber posts. *M Dent J* 2008; 28: 325-32.
22. Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. *J Endod* 2006; 32: 44-7.
23. Kocani F, Kamberi B, Dragusha E. Manual sonic-air and ultrasonic instrumentation of root canal and irrigation with 5.25% sodium hypochlorite and 17% Ethylenediaminetetraacetic acid : A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent* 2012; 15: 118-22.
24. Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin based and methacrylate resin based sealers to root canal walls. *Int Endod J* 2012; 45: 42-8.
25. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001; 27: 753-7.
26. Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. *J Endod* 2003; 29: 248-51.
27. Erdemir A, Ari H, Gungunes H, Belli S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod* 2004; 30: 113-6.
28. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res* 1990; 69: 1652-8.