ว ทันต จุฬาฯ 2556;36:165-76
CU Dent J. 2013;36:165-76

บทวิทยาการ
Original Article

ผลของการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ด้วยสารเคมีต่อค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก

ปริญญาพร ศรีอ่อนเที่ยง ท.บ.[1]
ศิริพร อรุณประดิษฐ์กุล ท.บ., วท.ม.[2]
อิศราวัลย์ บุญศิริ ท.บ., ประกาศนียบัตร (ทันตกรรมประดิษฐ์)[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินค่ากำลังแรงยึดแบบผลักของเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ที่ผ่านการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมี

วัสดุและวิธีการ นำฟันกรามน้อยล่างแท้ซี่ที่หนึ่งของมนุษย์ที่ถอนออกมาจำนวน 45 ซี่ มาตัดส่วนตัวฟันออกโดยตัดตั้งฉากกับแนวแกนฟันที่บริเวณรอยต่อของเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน เตรียมคลองรากฟันและเตรียมช่องว่างสำหรับใส่เดือยฟันเส้นใยควอตซ์ดีทีไลท์โพสต์เบอร์ 1 แบ่งเดือยฟันออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมี กลุ่มที่ 2 ถึง กลุ่มที่ 7 แช่เดือยฟันในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 3 แบบ (ความเข้มข้นร้อยละ 24 30 และ 35) และระยะเวลาการแช่ 2 แบบ (นาน 5 นาที และ 10 นาที) กลุ่มที่ 8 แช่เดือยฟันในโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 10 นาที และกลุ่มที่ 9 แช่เดือยฟันในกรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที แล้วทาพื้นผิวเดือยฟันทุกชิ้นด้วยสารคู่ควบไซเลน จากนั้นยึดเดือยฟันกับคลองรากฟันที่เตรียมไว้ด้วยสารยึดติดเอ็กไซท์ ดีเอสซี ร่วมกับเรซินคอมโพสิตเหลวมัลติ-คอร์โฟลว์ นำรากฟันแต่ละรากที่เตรียมไว้ตัดบริเวณที่ใส่เดือยฟันรากละ 6 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นมีความหนา 1 มิลลิเมตร เพื่อเป็นตัวแทนของรากฟันส่วนใกล้ตัวฟัน ส่วนกลาง และส่วนใกล้ปลายรากฟัน แล้วนำมาทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบผลักด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ชนิดอินสตรอน วิเคราะห์ผลด้วยสถิติความแปรปรวนแบบสองทาง และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณ แบบทูกีย์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา การปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 นาน 10 นาที กรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที โซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 10 นาที และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 5 นาที ช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบผลักแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยบริเวณของคลองรากฟันไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก

สรุป การปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 5 นาที สามารถช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก และช่วยลดระยะเวลาการทำงานในคลินิก

(ว ทันต จุฬาฯ 2556;36:165-76)

คำสำคัญ: *กรดไฮโดรฟลูออริก; การปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟัน; ค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก; โซเดียมไฮโปคลอไรต์; ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์*

ผู้รับผิดชอบบทความ ศิริพร อรุณประดิษฐ์กุล siriporr@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันนิยมใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน เพราะสามารถใช้บูรณะฟันบริเวณที่ต้องการความสวยงาม แสงส่งผ่านเดือยฟันได้ ไม่เกิดการกัดกร่อนและการแพ้โลหะ ให้ผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจ ลดเวลาในการรักษาและค่าใช้จ่าย ค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นต่ำใกล้เคียงกับเนื้อฟัน จึงเกิดการกระจายความเค้นสู่รากฟันอย่างสม่ำเสมอ ลดโอกาสเกิดรากฟันแตก นอกจากนี้ยังสามารถรื้อออกได้ง่ายในกรณีที่ต้องการรักษาคลองรากฟันซ้ำ[1] แต่การบูรณะด้วยเดือยฟันสำเร็จรูปเสริมเส้นใยมักพบความล้มเหลวเกี่ยวกับการหลุดของเดือยฟัน[2-4] เนื่องจากเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีพื้นผิวเรียบ[5] และเดือยฟันชนิดนี้ประกอบด้วยเส้นใย ได้แก่ เส้นใยคาร์บอน เส้นใยแก้ว และเส้นใยควอตซ์ แทรกอยู่ในเมทริกซ์เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้เดือยฟัน[6-8] ซึ่งเมทริกซ์โดยทั่วไปมักเป็นอีพอกซีเรซินที่ผ่านกระบวนการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์สมบูรณ์[9] ไม่เกิดพันธะเคมีกับเรซินซีเมนต์และแกนฟันเรซินคอมโพสิต[10] ดังนั้นจึงมีการศึกษาการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การทาสารคู่ควบไซเลน (silane coupling agent) การเป่าด้วยอนุภาคขนาดเล็ก (sandblasting) การกัดด้วยสารเคมี เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ($NaOCl$)[11] ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และกรดไฮโดรฟลูออริก (HF)[6] ทำให้เกิดความขรุขระของพื้นผิวเดือยฟันเป็นการเพิ่มการยึดติดทางกล และเกิดการละลายของชั้นอีพอกซีเรซินเมทริกซ์[12] ทำให้เผยถึงชั้นของเส้นใยโดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยแก้วหรือเส้นใยควอตซ์ซึ่งมีซิลิกาเป็นส่วนประกอบทำให้เกิดพันธะเคมีกับสารคู่ควบไซเลนและเรซินซีเมนต์ได้[13]

โซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นสารเคมีที่ใช้ในการรักษาคลองรากฟันสามารถหาได้ง่ายและมีใช้ในคลินิกทันตกรรมทั่วไป การแช่เดือยฟันเส้นใยควอตซ์ในโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 นาน 5 นาที และ 10 นาที ทำให้เกิดการละลายของอีพอกซีเรซินเมทริกซ์ทั้งบริเวณพื้นผิวและระหว่างเส้นใยควอตซ์ และเผยถึงชั้นของเส้นใยควอตซ์[11] แต่ยังไม่มีการทดลองเกี่ยวกับผลของการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ต่อค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก ส่วนการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 10 นาที เป็นวิธีปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสามารถเพิ่มการยึดอยู่ของเดือยฟันโดยไม่พบการทำลายที่เส้นใย[6,14-16] อย่างไรก็ตามการแช่เดือยฟันในสารนี้ 10 นาที ในคลินิกยังคงเป็นเวลาที่นานเกินไป และเป็นความเข้มข้นที่ไม่มีขายทั่วไป ซึ่งต้องเตรียมขึ้นเองด้วยขั้นตอนที่ยุ่งยาก

นอกจากนี้มีการทดลองใช้กรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 9.5 นาน 15 วินาที[17] และความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 60 วินาที[6] ปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ ทำให้เดือยฟันเกิดรูพรุนขนาดเล็กบนพื้นผิวและระหว่างเส้นใย ช่วยเพิ่มการยึดอยู่กับเรซินซีเมนต์ แต่ทำให้เกิดรอยร้าวขนาดเล็ก (micro-cracks) ในชั้นเส้นใยของเดือยฟัน ซึ่งส่งผลต่อค่ากำลังแรงยึดหรือความต้านทานการแตกหักของฟันหลังการบูรณะได้เนื่องจากกรดไฮโดรฟลูออริกเป็นกรดกัดแก้วค่อนข้างแรง

ผู้วิจัยได้ทดลองนำเดือยฟันเส้นใยควอตซ์มาแช่ในสารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ และกรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่แตกต่างกัน แล้วนำไปส่องดูพื้นผิวเดือยฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าการแช่เดือยฟันเส้นใยควอตซ์ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 24 30 และ 35 นาน 5 นาที และ 10 นาที โซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 10 นาที และกรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที ช่วยสลายส่วนของอีพอกซีเรซินเมทริกซ์ เผยส่วนของเส้นใยโดยไม่พบการทำลายที่เส้นใย ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาต่อถึงผลของการแช่เดือยฟันในสารเคมีดังกล่าวต่อค่ากำลังแรงยึดแบบผลักของเดือยฟันในคลองรากฟัน

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาผลของการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมีต่อการยึดติดกับเรซินซีเมนต์และผนังคลองรากฟันที่มีประสิทธิภาพ ขั้นตอนไม่ยุ่งยากและใช้เวลาทำงานในคลินิกน้อยลง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สารเคมีในการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยในทางคลินิก

วัสดุและวิธีการ

เก็บฟันกรามน้อยล่างแท้ซี่ที่หนึ่งของมนุษย์จำนวน 45 ซี่ ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 เป็นเวลา 5 นาที แล้วเก็บในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.9 ที่อุณหภูมิห้อง[18] ซึ่งฟันแต่ละซี่มีความยาวรากฟันโดย

ตารางที่ 1 แสดงการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ด้วยสารเคมีของกลุ่มการทดลอง

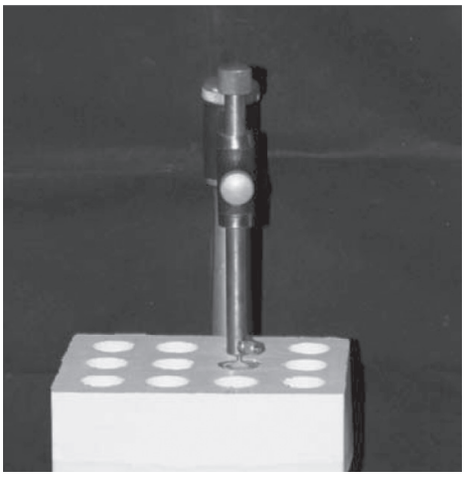
Table 1 Chemical surface treatment groups on quartz fiber posts

Group	Chemical surface treatment
1	no chemical surface treatment
2	24% H_2O_2 5 minutes
3	24% H_2O_2 10 minutes
4	30% H_2O_2 5 minutes
5	30% H_2O_2 10 minutes
6	35% H_2O_2 5 minutes
7	35% H_2O_2 10 minutes
8	10% NaOCl 10 minutes
9	5% HF 5 seconds

H_2O_2: hydrogen peroxide, NaOCl: sodium hypochlorite, HF: hydrofluoric acid

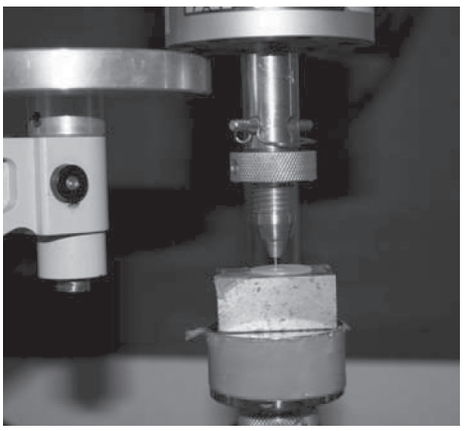
วัดจากจุดยอดสุดของรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันทางด้านแก้ม (buccal) ถึงปลายรากฟัน 15 ± 1 มิลลิเมตร ปลายรากปิดเรียบร้อยแล้ว มีคลองรากฟันเดียวและตรง ไม่เคยรักษาคลองรากฟันมาก่อน ไม่มีรอยร้าว ไม่มีการแตกหัก ไม่มีรอยผุและไม่มีวัสดุบูรณะใดๆ ตัดส่วนตัวฟันออกโดยตัดตั้งฉากกับแนวแกนฟันที่บริเวณรอยต่อของเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (cementoenamel junction) ด้วยเครื่องตัดชิ้นงานความเร็วต่ำรุ่นไอโซเมต 1000 (Isomet® 1000, Buehler, USA) กำจัดเนื้อเยื่อในโพรงประสาทฟันและเตรียมคลองรากฟันด้วย เค-ไฟล์ เบอร์ 15 ผ่านจากรูเปิดโพรงฟันถึงระยะก่อนปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร ขยายคลองรากฟันจนถึงไฟล์เบอร์ 40 แล้วทำการสเตปแบ็ก (step-back) ขึ้นมา 5 ขนาด ล้างคลองรากฟันทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนขนาดของเครื่องมือด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ใช้ผ้าก๊อซชุบน้ำหุ้มรอบรากฟันในระหว่างการรักษาคลองรากฟันเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นของรากฟัน และล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เมื่อขยายคลองรากฟันเสร็จแล้วซับคลองรากฟันให้แห้งด้วยแท่งกระดาษซับ (paper point) อุดคลองรากฟันด้วยกัตตาเปอร์ชาโดยวิธีเบียดอัดด้านข้าง (lateral condensation) ด้วยซีเมนต์อุดคลองรากฟัน (AH-Plus®; Dentsply, Germany) ตัดกัตตาเปอร์ชาส่วนบนออกอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร ด้วยอุปกรณ์ลนไฟ กดกัตตาเปอร์ชาให้แน่นและปิดด้วยวัสดุอุดฟันชั่วคราว (Cavit™G, 3M ESPE, Germany) แล้วเก็บในความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน[19]

เตรียมช่องว่างสำหรับใส่เดือยฟันเส้นใยควอตซ์ดีทีไลท์โพสต์เบอร์ 1 ด้วยอุปกรณ์ลนไฟร่วมกับหัวกรอเฉพาะสำหรับเดือย มีความลึก 9 มิลลิเมตร เมื่อวัดจากรอยต่อของเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน โดยเหลือกัตตาเปอร์ชาที่ส่วนปลายราก 4 มิลลิเมตร ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่นแล้วซับแห้งด้วยแท่งกระดาษซับ แบ่งฟันออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ซี่ โดยวิธีสุ่ม (random) โดยทำการบูรณะด้วยเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ที่ผ่านการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมีตามกลุ่มทดลองดังตารางที่ 1 แล้วนำเดือยฟันที่ได้ไปล้างในน้ำกลั่นด้วยเครื่องอัลตราโซนิกส์เป็นเวลา 2 นาที เป่าให้แห้ง 1 นาที ทาด้วยสารคู่ควบไซเลนทิ้งไว้ 1 นาที เตรียมผนังคลองรากฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา



รูปที่ 1 แสดงวิธีการนำรากฟันฝังลงในเรซินหล่อใสในแบบหล่อซิลิโคนตามแนวยาวของรากฟันด้วยเครื่องสำรวจความขนาน

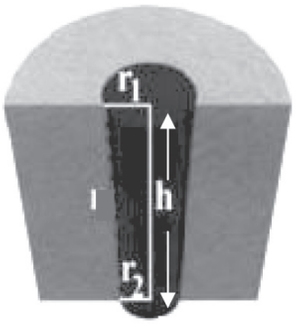
Fig. 1 Root was embedded in clear acrylic resin along the root long axis using a surveyor



รูปที่ 2 แสดงการทดสอบค่ากำลังแรงยึดด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ชนิดอินสตรอน รุ่น 8872 ด้วยหัวกดรูปทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร

Fig. 2 Load was applied with a universal testing machine (Instron® 8872, Instron, Fareham, UK) with a cylindrical plunger (0.8 mm in diameter)

15 วินาที ล้างน้ำเพื่อกำจัดกรดออกให้หมด เป็นเวลา 30 วินาที ซับให้แห้งด้วยแท่งกระดาษซับ จำนวน 4 แท่ง ทาสารยึดเนื้อฟันยี่ห้อเอ็กไซท์ ดีเอสซี (Excite DSC®) 10 วินาที ซับแห้งด้วยแท่งกระดาษซับ จำนวน 4 ชิ้น จากนั้นฉีดเรซินคอมโพสิตเหลวยี่ห้อมัลติคอร์โฟลว์ (Multicore Flow®, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) จนเต็มคลองรากฟัน ใส่เดือยฟันเส้นใยควอตซ์เข้าที่ กำจัดซีเมนต์ส่วนเกิน ฉายแสงผ่านเดือยฟันนาน 60 วินาที เก็บซี่ฟันในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้ซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ แล้วนำฟันที่ยึดเดือยไว้ฝังลงในเรซินหล่อใสในแบบหล่อ ซิลิโคนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร สูง 30 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องสำรวจความขนาน (surveyor) เพื่อให้แกนฟัน (long axis) ตั้งฉากกับแนวระนาบ (horizontal plane) (รูปที่ 1) ฝังซี่ฟัน ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อให้เรซินเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ ตัดรากฟันบริเวณที่ใส่เดือยฟันในแนวขวางด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อชนิดแข็ง (saw microtome; Leica SP 1600) โดยแต่ละชิ้นมีความหนา 1 มิลลิเมตร เป็น 6 ชิ้น เพื่อนำไป



รูปที่ 3 แสดงตัวแปรที่ใช้คำนวนค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก h แทนความหนาของชิ้นทดสอบ r_1 แทนรัศมีของเดือยฟันด้านใกล้ตัวฟัน และ r_2 แทนรัศมีด้านใกล้ปลายรากฟัน

Fig. 3 The letter was determined for push out bond strength calculation. h: height of specimen, r_1: radii of the top surfaces of the post, r_2: radii of the bottom surface of the post

เป็นตัวแทนของรากฟันทั้งส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลายรากฟันตำแหน่งละ 2 ชิ้น ทำเครื่องหมายบริเวณด้านบนของส่วนรากฟันที่ชิ้นทดสอบทุกชิ้น วัดความหนาของชิ้นทดสอบด้วยเครื่องวัดดิจิตอลเวอร์เนีย คาร์ลิปเปอร์ และวัดระยะรัศมีของเดือยฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์สำหรับวัดขนาด (measuring microscope, ML 9300, Meiji Techno, Japan) ที่กำลังขยาย 50 เท่า ทดสอบค่ากำลังแรงยึดแบบผลักด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ชนิดอินสตรอนรุ่น 8872 (Instron® 8872, Instron, Fareham, UK) ด้วยหัวกดรูปทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร (รูปที่ 2) โดยใช้ความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที และให้แรงกระทำในทิศทางจากส่วนปลายรากฟันมาส่วนต้นรากฟันจนกระทั่งชิ้นทดสอบเกิดการแตกหักซึ่งสังเกตได้จากการลดลงของแรงที่ใช้ในการทดสอบโดยทันที[19]

คำนวนค่ากำลังแรงยึดแบบผลักในหน่วยเมกะปาสคาล จากสูตร Debond stress (MPa) = Force (N)/A (mm^2) โดยคำนวนพื้นที่จากสูตร $A = \pi(R1 + R2)\sqrt{(R1-R2)^2+h^2}$ เมื่อ A คือ พื้นที่ผิวของเดือยฟันที่เกิดพันธะการยึดติด π เป็นค่าคงที่เท่ากับ 3.14 R1 คือ รัศมีของเดือยฟันด้านบน (coronal surface) R2 คือ รัศมีของเดือยฟันด้านล่าง (apical surface) และ h คือ ความหนาของชิ้นงานหน่วยเป็นมิลลิเมตร (รูปที่ 3)

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละกลุ่มด้วยวิธีทดสอบเลอวีน (Levene's test) และวัดการกระจายของข้อมูลด้วยวิธีทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Komogorov-Smirnov test) ทดสอบการแจกแจงของค่าเฉลี่ยของค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก ถ้าการกระจายเป็นปกติ (normal distribution) และมีค่าความแปรปรวนเท่ากัน ทดสอบทางสถิติด้วยสถิติการแปรปรวนแบบสองทาง ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณ แบบทูกีย์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตรวจสอบชนิดความล้มเหลวที่เกิดขึ้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ ที่กำลังขยาย 15 เท่า โดยแบ่งชนิดของความล้มเหลวเป็น 5 กลุ่ม[19] คือ (1) เกิดการแตกที่พื้นผิวระหว่างเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟัน พบเรซินซีเมนต์คลุมผิวเดือยทั้งหมด (adhesive failure between luting cement and dentin) (2) เกิดการแตกที่พื้นผิวระหว่างเดือยกับเรซินซีเมนต์ ไม่พบเรซินซีเมนต์รอบเดือยฟัน (adhesive failure between the post and luting cement) (3) เกิดการแตกในชั้นเรซินซีเมนต์ (cohesive failure within luting cement) (4) เกิดการแตกที่ส่วนเนื้อฟันหรือในส่วนเดือยฟัน (cohesive failure in root dentine or post) (5) เกิดการแตกผสม พบว่ามีซีเมนต์ปกคลุมเดือยบางส่วนและมีซีเมนต์คลุมผนังคลองรากฟันบางส่วน (mixed adhesive failure)

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ากำลังแรงยึดแบบผลักของเดือยฟันเส้นใยควอตซ์กับผนังคลองรากฟันด้วยสถิติการแปรปรวนแบบสองทาง (ตารางที่ 2) พบว่าสารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันมีผลต่อค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก แต่ระดับของคลองรากฟันไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก และไม่มีอิทธิพลร่วม

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยค่ากำลังแรงยึดแบบผลักด้วยสถิติชนิดความแปรปรวนแบบสองทาง

Table 2 Analysis of means push out bond strength by two-way analysis of variances

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MPa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1544.672[a]	26	59.410	3.877	0.000
Intercept	67393.068	1	67393.068	4397.892	0.000
group	1350.617	8	168.827	11.017	0.000
region	19.469	2	9.735	0.635	0.531
group* region	174.586	16	10.912	0.712	0.781
Error	3723.719	243	15.324		
Total	72661.460	270			
Corrected Total	5268.392	269			

a. R Squared = 0.293 (Adjusted R Squared = 0.218)

ระหว่างสารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันและระดับของคลองรากฟัน เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณ แบบทูกีย์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 3) พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 นาน 10 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 5 นาที กรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 10 นาที ช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบผลักเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ทำการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 นาน 10 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักสูงสุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 10 นาที ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 5 นาที โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 10 นาที และกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที

ส่วนการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 5 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักต่ำสุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 10 นาที และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมี

จากการทดลองสามารถจำแนกลักษณะความล้มเหลวของชิ้นทดสอบได้ดังตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มที่ 2 3 4 5 6 8 และ 9 เกิดการแตกที่พื้นผิวระหว่างเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟันมากที่สุด ในขณะที่ กลุ่มที่ 1 พบการแตกที่พื้นผิวระหว่างเดือยฟันกับเรซินซีเมนต์มากที่สุด และกลุ่มที่ 7 พบเกิดการแตกผสม โดยพบว่ามีซีเมนต์ปกคลุมเดือยบางส่วนและคลุมผนังคลองรากฟันบางส่วนมากที่สุด และไม่พบเกิดการแตกที่ส่วนเนื้อฟันหรือในส่วนเดือยในการศึกษานี้

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ากำลังแรงยึดแบบผลักของเดือยฟันเส้นใยควอตซ์กับผนังคลองรากฟัน หน่วยเป็นเมกะปาสคาล

Table 3 Mean and standard deviation on push out bond strength of quartz fiber post and root canal wall (Mean ± SD, MPa)

Group/root region	Cervical	Middle	Apical	Mean
2) 24% H_2O_2 5 minutes	12.38 ± 2.24	12.08 ± 4.33	12.13 ± 4.27	12.20 ± 3.61[a]
1) Control	15.68 ± 4.28	13.02 ± 4.18	10.26 ± 4.48	12.99 ± 4.73[a,b]
7) 35% H_2O_2 10 minutes	13.30 ± 3.01	14.60 ± 4.20	13.74 ± 4.89	13.93 ± 4.01[a,b,c]
4) 30% H_2O_2 5 minutes	15.91 ± 3.34	15.84 ± 3.80	15.57 ± 4.02	15.77 ± 3.60[b,c,d]
3) 24% H_2O_2 10 minutes	15.98 ± 4.40	16.39 ± 3.19	15.75 ± 2.80	16.04 ± 3.41[b,c,d,e]
6) 35% H_2O_2 5 minutes	16.36 ± 3.17	16.28 ± 4.24	16.35 ± 4.85	16.33 ± 4.00[c,d,e]
8) 10% NaOCl 10 minutes	17.86 ± 4.57	16.03 ± 3.59	18.20 ± 2.88	17.36 ± 3.74[d,e]
9) 5% HF 5 seconds	18.23 ± 2.30	18.99 ± 3.52	18.47 ± 4.16	18.57 ± 3.31[d,e]
5) 30% H_2O_2 10 minutes	19.24 ± 4.50	19.16 ± 3.03	18.59 ± 5.32	19.00 ± 4.24[e]

*Groups with same superscript letters were not significantly different ($p > 0.05$).

Cervical: cervical root region

Middle: middle root region

Apical: apical root region

วิจารณ์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ และกรดไฮโดรฟลูออริก เป็นสารเคมีที่สามารถหาได้ง่ายในคลินิกทันตกรรม การศึกษานี้ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 ซึ่งเป็นน้ำยาฟอกสีฟันในรูปแบบสารละลายมีจำหน่ายที่คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 30 และ 24 จากการศึกษาของศิริพร อรุณประดิษฐ์กุล และคณะในปี ค.ศ. 2011[11] โดยศึกษาลักษณะของพื้นผิวเดือยฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเมื่อแช่เดือยฟันเส้นใยควอตซ์ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 10 นาที ทำให้เกิดการทำลายชั้นของอีพอกซีเรซินเมทริกซ์ ที่บริเวณพื้นผิว ทำให้เห็นเส้นใยควอตซ์ชัดเจนขึ้น โดยไม่พบการทำลายส่วนของเส้นใย เนื่องจากสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีสมบัติเป็นสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น จึงสามารถสลายพันธะของอีพอกซีเรซินเมทริกซ์ทำให้พื้นผิวเดือยฟันขรุขระ และมีการเผยของเส้นใยควอตซ์ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นซิลิกาออกไซด์ ทำให้สามารถเกิดพันธะกับไซเลน เป็นการเพิ่มการยึดอยู่ทั้งทางกลและทางเคมีระหว่างเดือยฟัน เรซินซีเมนต์ และผนังคลองรากฟัน[6,11,15,20] เพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดได้ดีกว่าทาไซเลนเพียงอย่างเดียว[6,14,16] สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่พบว่า การปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 10 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 30 และ 35 นาน 5 นาที และ 10 นาที ตามด้วยการทาพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารคู่ควบไซเลน สามารถเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบผลักเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ทำการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟัน

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละของชิ้นทดสอบที่แสดงลักษณะความล้มเหลวแบบต่าง ๆ

Table 4 Distribution of failure modes according to the experimental groups (%)

	Failure modes				
Group	**ad c/d**	**ad p/c**	**co c**	**co d, p**	**mix ad**
1) Control	8 (26.67)	14 (46.67)	1 (3.30)	-	7 (23.33)
2) 24% H_2O_2 5 minutes	13 (43.33)	11 (36.70)	1 (3.30)	-	5 (16.67)
3) 24% H_2O_2 10 minutes	15 (50.00)	12 (40.00)	-	-	3 (10.00)
4) 30% H_2O_2 5 minutes	14 (43.67)	10 (33.33)	-	-	6 (20.00)
5) 30% H_2O_2 10 minutes	13 (43.33)	9 (30.00)	1 (3.30)	-	7 (23.33)
6) 35% H_2O_2 5 minutes	16 (53.33)	12 (40.00)	-	-	2 (6.67)
7) 35% H_2O_2 10 minutes	10 (33.33)	8 (26.70)	-	-	12 (40.00)
8) 10% NaOCl 10 minutes	13 (43.33)	10 (33.33)	-	-	7 (23.33)
9) 5% HF 5 seconds	14 (43.67)	8 (26.70)	-	-	8 (26.70)

ad c/d: adhesive failure between luting cement and dentin
ad p/c: adhesive failure between the post and luting cement
co c: cohesive failure within luting cement
co d, p: cohesive failure in root dentine or post
mix ad: mixed adhesive failure

จากการทดลองพบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 นาน 10 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดสูงที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของ สราลี อรรฆพิศุทธิ์ และคณะ ในปี ค.ศ. 2011[21] และที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 5 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดสูงกว่าการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 10 นาที แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 5 นาที จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่สามารถลดระยะเวลาการทำงานในทางคลินิกและไม่ต้องเจือจางความเข้มข้นของสารละลาย เนื่องจากเป็นความเข้มข้นที่มีจำหน่าย จึงลดขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยาก อย่างไรก็ตามการเพิ่มระยะเวลาในการแช่เดือยฟันในการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 10 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักต่ำกว่าการแช่เพียง 5 นาที เนื่องจากการแช่เดือยไว้นาน 10 นาที อาจทำให้ส่วนอีพอกซีเรซินเมทริกซ์ถูกละลายออกมามาก เส้นใยส่วนที่อยู่บริเวณพื้นผิวเดือยฟันหลุดออก และส่วนของเรซินซีเมนต์ไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปเติมเต็มส่วนที่อีพอกซีถูกละลายออกไปทำให้เกิดช่องว่างขึ้น จึงทำให้ค่าความแข็งแรงยึดลดลง[21,22] ส่วนการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 5 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักต่ำที่สุด และการแช่เดือยในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 นาน 5 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม อาจเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการแช่เดือยฟันไม่เพียงพอสำหรับการละลายอีพอกซีเรซินเมทริกซ์เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวส่วนของเส้นใย ในขณะที่การศึกษาของ de Sousa Menezes และคณะ ในปี ค.ศ. 2011[23] พบว่าการยึดเดือยฟันที่แช่

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 24 และ 50 เป็นเวลานาน 1 5 และ 10 นาที มีผลช่วยเพิ่มค่าแรงยึดระหว่างเดือยฟันกับแกนเรซินคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ทำการแช่เดือยฟันในไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้แช่เดือยฟันในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แตกต่างจากผลการวิจัยนี้ที่พบว่าการแช่เดือยฟันในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 24 นาน 5 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักต่ำที่สุด อาจเป็นไปได้ว่ามีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการยึดติดของเดือยฟันในคลองรากฟัน เช่น ขั้นตอนการเตรียมคลองรากฟัน การตกค้างของออกซิเจนในท่อเนื้อฟันซึ่งส่งผลต่อการปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของเรซิน[23]

โซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นน้ำยาที่ใช้ล้างคลองรากฟันช่วยกำจัดสารประกอบอินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่[18] จากการทดลองการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 10 นาที ช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก สอดคล้องกับการศึกษาของศิริพร อรุณประดิษฐ์กุล และคณะ ในปี ค.ศ. 2011[11] ซึ่งพบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถละลายส่วนของอีพอกซีเรซินเมทริกซ์ทั้งบริเวณพื้นผิวและระหว่างเส้นใยควอตซ์ และเผยถึงชั้นของเส้นใยควอตซ์ เช่นเดียวกับการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

กรดไฮโดรฟลูออริก เป็นสารเคมีที่นิยมนำมาใช้ปรับสภาพพื้นผิวของวัสดุที่มีพื้นฐานเป็นแก้วและเซรามิก จากงานวิจัยนี้พบว่า การปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยกรดไฮโดร - ฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที ช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Vano และคณะ ในปี ค.ศ. 2006[6] พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 1 นาที ช่วยเพิ่มค่าแรงยึดของเดือยฟันในคลองรากฟัน แต่อย่างไรก็ตามมีผลทำให้ส่วนเมทริกซ์ถูกทำลายออกไปมาก มีการทำลายส่วนของเส้นใยลงลึก การศึกษาของศิริพร อรุณประดิษฐ์กุล และคณะ[11] พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 นาน 15 30 และ 60 วินาที ทำให้เกิดการทำลายทั้งอีพอกซีเรซินเมทริกซ์และเส้นใยควอตซ์ โดยการทำลายจะรุนแรงขึ้นสัมพันธ์กับเวลาในการแช่เดือยฟันในสารละลายที่นานขึ้น ดังนั้นความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันมีผลต่อรูปร่างของเดือยฟัน[6]

เมื่อพิจารณาระดับคลองรากฟันต่อค่ากำลังแรงยึดแบบผลัก พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยค่ากำลังแรงยึดแบบผลักที่แต่ละระดับของคลองรากฟัน ขัดแย้งกับการศึกษาของ Mumcu และคณะ ในปี ค.ศ. 2010[19] ซึ่งพบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบผลักระหว่างเดือยฟันกับผนังคลองรากฟันที่ค่าสูงที่สุดที่บริเวณคลองรากฟันส่วนต้น และมีค่าต่ำที่สุดที่บริเวณคลองรากฟันส่วนปลายเนื่องจากการเข้าถึงบริเวณปลายรากทำได้ยาก ข้อจำกัดในเรื่องการไหลแผ่ของเรซินซีเมนต์และการผ่านของแสงลดลงบริเวณส่วนกลางและส่วนปลายของรากฟัน ทำให้ปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัวด้วยแสงหรือชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีไม่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม Bouillaguet และคณะ ในปี ค.ศ. 2003[24] พบว่าค่ากำลังแรงยึดของพานาเวีย เอฟ และซีแอนด์บี เมตาบอนด์ ไม่สัมพันธ์กับระดับคลองรากฟัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bitter และคณะ ในปี ค.ศ. 2006[25] และ Muniz และคณะ ในปี ค.ศ. 2005[26] ซึ่งพบว่าบริเวณของรากฟันไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดติด เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ที่มีประสิทธิภาพจากการใช้สารยึดติดและเรซินซีเมนต์ที่ใช้มีคุณสมบัติบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี สามารถช่วยลดปัญหาเรื่องการลดลงของแสงที่บริเวณปลายรากฟัน และเดือยฟันที่ใช้มีคุณสมบัตินำแสงได้ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เดือยฟันดีทีไลท์โพสต์ ซึ่งมีคุณสมบัติแสงส่องผ่านได้ แต่อย่างไรก็ตามมีการลดลงของปริมาณแสงที่วัดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากบริเวณส่วนต้นของเดือยฟัน (coronal) ถึงส่วนปลายของเดือยฟัน (apical)[27] Erica และคณะ ในปี ค.ศ. 2006[28] พบว่าเดือยฟันดีทีไลท์โพสต์สามารถส่องผ่านแสงได้ร้อยละ 22 ที่ระยะ 10 มิลลิเมตร การใช้เดือยฟันดีทีไลท์โพสต์ในงานวิจัยนี้จึงอาจช่วยให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้อย่างสมบูรณ์ในแต่ละบริเวณของคลองรากฟัน ประกอบกับงานวิจัยเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งสามารถควบคุมขั้นตอนการทำงานได้ง่าย

เมื่อพิจารณาการแตกหักของชิ้นงานพบว่า เกิดการแตกของชิ้นงานที่พื้นผิวระหว่างเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์มากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Monticelli และคณะ ในปี ค.ศ. 2007[29] อาจเนื่องมาจากการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยสารเคมีทำให้พื้นผิวของเดือยฟันมีความขรุขระมากขึ้น เกิดช่องว่างขนาดเล็ก ทำให้ช่วยเพิ่มการยึดติดทางกล และมีการสลายส่วนของอีพอกซีเรซินเมทริกซ์ เผยผิวส่วนของเส้นใยควอตซ์ เมื่อทาสารคู่ควบไซเลนจึงช่วยเพิ่มการยึดติดทางเคมีร่วมด้วย เกิดการยึดติดที่ดีระหว่างเดือยฟันกับเรซินซีเมนต์

และอาจมีปัจจัยในเรื่องของสภาพสิ่งแวดล้อมในคลองรากฟัน การเตรียมพื้นผิวคลองรากฟันออกซิเจนที่ตกค้างในท่อเนื้อฟัน ซึ่งมีผลยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟัน[23] ดังนั้นจึงพบการแตกเป็นส่วนมากที่บริเวณผนังคลองรากฟันและเรซินซีเมนต์ งานวิจัยนี้ได้ทดลองโดยนำเดือยฟันมายึดด้วยเรซินซีเมนต์ในคลองรากฟัน ซึ่งอาจมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการยึดติดและการแตกหักของชิ้นงาน โดยเดือยฟันที่แช่ในกลุ่มสารเคมีที่ช่วยเพิ่มค่ากำลังแรงยึดติดพบว่ามีการแตกหักของชิ้นงานเป็นส่วนมากที่บริเวณเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟัน อาจเนื่องจากมีการยึดติดที่ดีในส่วนของเรซินซีเมนต์กับเดือยฟัน แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการแตกของชิ้นงานที่บริเวณเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟันและการแตกของชิ้นงานที่บริเวณเรซินซีเมนต์กับเดือยฟัน โดยส่วนที่ทำให้เกิดความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดน่าจะเป็นชิ้นทดสอบที่เกิดการแตกของชิ้นงานที่บริเวณเรซินซีเมนต์กับเดือยฟัน

สรุป

การปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเส้นใยควอตซ์ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 นาน 10 นาที ให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักสูงที่สุด อย่างไรก็ตามวิธีการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเสริมเส้นใยที่เหมาะกับการทำงานในคลินิกคือ การปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 5 วินาที หรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 5 นาที เพราะใช้เวลาน้อยกว่าและให้ค่ากำลังแรงยึดแบบผลักที่สูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 10 นาที เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเลือกใช้สารเคมีปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันเพราะเป็นสารเคมีที่หาได้ง่ายในคลินิกทันตกรรม นอกจากนี้ควรคำนึงถึงความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีแต่ละชนิดที่นำมาปรับสภาพพื้นผิวเดือยฟันร่วมด้วย ควรมีการศึกษาต่อเนื่องเกี่ยวกับอันตรายหรือผลของสารเคมีแต่ละชนิดที่นำมาใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เอื้อเฟื้อสถานที่ห้องวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. J Prosthet Dent. 2006;95:218-23.
2. Bitter K, Meyer-Luckel H, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. Am J Dent. 2006; 19:138-42.
3. Magni E, Mazzitelli C, Papacchini F, Radovic I, Goracci C, Coniglio I, et al. Adhesion between fiber posts and resin luting agents: a microtensile bond strength test and an SEM investigation following different treatments of the post surface. J Adhes Dent. 2007;9:195-202.
4. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. J Endod. 2004;30:289-301.
5. O'Keefe KL, Miller BH, Power JM. In vitro tensile strength of adhesive cements to new post materials. Int J Prosthodont. 2000;13:47-51.
6. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, et al. The adhesion between fiber 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.
7. Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronoradicular reconstruction: the composipost (1). Chir Dent Fr. 1990;60:131-41.
8. Fredriksson M, Astback J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study on 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. J Prosthet Dent. 1998;80:151-7.
9. Terry DA, Triolo PT, Swift EJ. Fabrication of direct fiber-reinforced posts: a structural design concept. J Esthet Res. 2001;13:228-40.
10. Cheleux N, Sharrock P, Degrange M. Surface treatments on quartz fiber post: Influence on adhesion and flexural properties. Am J Dent. 2007;20:375-9.

11. Arunpraditkul S, Boonsiri I, Yungyuen K, Boonumnuay K, Teekavanich C. Effect of surface treatments on surface morphology of quartz fiber post by chemical agents. CU Dent J. 2011;34:1-8.
12. 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.
13. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC post and composite resin cores:microtensile bond strength with and without post-silanization. Dent Mater. 2005;21:437-44.
14. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving, bond strength to prefabricated fiber posts: a literatrue review. Oper Dent. 2008;33:346-55.
15. Monticelli F, Toledana M, Tay FR, Cury AH, Goracci C, Ferrari M. Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. Dent Mater. 2006;22:602-9.
16. Goracci C, Grandini S, Bossu M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. J Dent. 2007;35:827-35.
17. 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.
18. Demiryurek EO, Kulunk S, Sarac D, Yuksel G, Bulucu B. Effect of differrent surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009;108:e74-e80.
19. Mumcu E, Erdemir U, Topcu FT. Comparison of micro push-out bond strengths of two fiber posts luted using simplified adhesive approaches. Dent Mater J. 2010;29:286-96.
20. Yenisey M, Kulunk S. Effects of chemical surface treatments of quartz and glass fiber posts on the retention of a composite resin. J Prosthet Dent. 2008;99:38-45.
21. Aukayapisudhi S, Boonsiri I. Bond strength between prefabricated fiber-reinforced posts and resin composite core after chemical surface treatment. The 12th Graduate Research Conference Khon Kaen University. 2011:949-57.
22. Chanatepaporn P, Saelee D, Swasdipanich C, Gaveeyanon E. A comparative study of surface characteristics between hydrogen peroxide etching and airborne aluminium oxide particle abrasion on fiber post. KDJ. 2010;13:37-48.
23. de Sousa Menezes M, Queiroz EC, Soares PV, Faria-e-Silva AL, Soares CJ, Martins LR. Fiber post etching with hydrogen peroxide: effect of concentration and application time. J Endod. 2011; 37:398-402.
24. Boillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Ivo Kvejci, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. Dent Mater. 2003;19:199-205.
25. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. Int Endod J. 2006;39:809-18.
26. Muniz L, Mathias P. The influence of sodium hypoclorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. Oper Dent. 2005;30:533-9.
27. Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. J Dent Res. 2008;87:1122-6.
28. Erica CN, Jeffrey R, Jeffery Y. An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. J Am Dent Assoc. 2006;137:1006-12.
29. Monticelli F, Osorio R, Albaladeio A, Aquilera FS, Tay FR, Ferrari M, et al. Effect of adhesive systems and surface treatment of methacrylate resin-based fiber posts on post-resin-dentin bonds. Am J Dent. 2007;20:231-4.

Effect of chemical surface treatment on the push out bond strength of quartz fiber posts

Parinyaporn Srionthiang D.D.S.[1]
Siriporn Arunpraditkul D.D.S., M.S.[2]
Issarawan Boonsiri D.D.S., Certificate (Prosthodontics)[2]

[1]Graduate student, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To evaluate the push out bond strength of quartz fiber posts after following chemical surface treatment.

Materials and methods Forty five extracted human mandibular first premolar teeth were sectioned perpendicular to long axis at the cementoenamel junction. The roots were endodontically treated, and post spaces were prepared for quartz fiber posts (DT light Post® #1). Posts were divided in 9 groups, 1; posts were not soaked with chemical agent as control group. Group 2 to 7; posts were soaked with hydrogen peroxide in 3 different concentrations (24, 30 and 35%) for 2 different durations (5 and 10 minutes). Group 8; posts were soaked with 10% sodium hypochlorite for 10 minutes and group 9; posts were soaked with 5% hydrofluoric acid for 5 seconds. All posts were applying silane. Consequently, posts were cemented in the prepared root canals using bonding agent (Excite DSC®) and flowable resin composite (Multicore flow®). Each root was sliced into six disc of 1 mm thick specimens representing the coronal, middle and apical regions. A push-out test was performed with an Instron universal testing machine. Data were analyzed with two-way analysis of variances and Tukey HSD test at a 95% confidence level.

Results Post surface treatment with 30% hydrogen peroxide for 10 minutes, 5% hydrofluoric acid for 5 seconds, 10% sodium hypochlorite for 10 minutes and 35% hydrogen peroxide for 5 minutes resulted in a significant increase in push-out bond strength compared to the control group. While the root region did not affect the push-out bond strength.

Conclusion Post surface treatments with 5% hydrofluoric acid for 5 seconds and 35% hydrogen peroxide for 5 minutes improved push-out bond strength and reduced clinical chair time.

(CU Dent J. 2013;36:165-76)

Key words: *hydrofluoric acid; hydrogen peroxide; post surface treatment; push out bond strength; sodium hypochlorite*

Correspondence to Siriporn Arunpraditkul, siriporr@hotmail.com