



การรั่วซึมของเทคนิคการอุดย่นปลายราก 2 แบบ

ทิพวัลย์ อินทรฤทธิ์¹ ท.บ. (เกียรตินิยม)

ปิยาณี พาณิชย์วิสัย² ท.บ., M.D. Sc.(Endodontics), อ.ท. (วิทยาเข็นโตดอนต์)

¹นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการรั่วซึมของเทคนิคการอุดย่นปลายรากชนิดใช้วัสดุเอ็มทีเอกับชนิดใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแห้งเป็นวัสดุอุดย่นปลายรากฟัน ทั้งกรณีที่มีและไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด

วัสดุและวิธีการ ฟันหน้าบนของมนุษย์ที่มีคลองรากเดี่ยวขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 68 ซี่ที่ถูกถอนออกด้วยเหตุผลทางการแพทย์ นำมาตัดส่วนตัวฟันออกให้เหลือความยาวราก 15 มิลลิเมตร ขยายคลองรากฟันแล้วอุดคลองรากฟันด้วยกัตตาเปอร์ชาและเอเอ็กซ์พลัสรูทคาแนลซีลเลอร์ ทำการตัดปลายราก 3 มิลลิเมตร แบ่งรากฟันออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง (กลุ่มละ 15 ราก) และ 2 กลุ่มควบคุม (กลุ่มละ 4 ราก) สองกลุ่มการทดลองแรกเตรียมปลายรากฟันด้วยหัวอัลตราโซนิคส์ลีก 3 มิลลิเมตร แล้วอุดย่นปลายรากด้วยวัสดุเอ็มทีเอ ทั้งแบบที่มีและไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด อีกสองกลุ่มการทดลองเตรียมปลายรากฟันด้วยหัวกรอรูปกลมกรอปลายรากฟันให้มีรูปร่างเว้าเล็กน้อย อุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแห้ง ทั้งแบบที่มีและไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด ประเมินการรั่วซึมโดยใช้สีเมทิลีนบลูในระบบสุญญากาศ วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา กลุ่มการทดลองที่ใช้เทคนิคเตรียมปลายรากฟันให้มีรูปร่างเว้าเล็กน้อย แล้วอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแห้ง แบบที่ไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด มีการรั่วซึมของสีน้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุป การรั่วซึมของการอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเอ็มทีเอและวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแห้ง ขึ้นกับเทคนิคการอุดย่นปลายรากและปัจจัยของการปนเปื้อนด้วยเลือด โดยเทคนิคเตรียมปลายรากฟันให้มีรูปร่างเว้าเล็กน้อยแล้วอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแห้ง แบบที่ไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด มีการรั่วซึมน้อยที่สุด

(ว ทันต จุฬาฯ 2552;32:167-78)

คำสำคัญ: การปนเปื้อนด้วยเลือด; การรั่วซึม; เรซินคอมโพสิตชนิดไหลแห้ง; เอ็มทีเอ

บทนำ

โดยปกติทางเลือกของการรักษาหลังจากการรักษาคลองรากฟันครั้งแรกล้มเหลว มักเป็นการรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยไม่ทำศัลยกรรมปลายรากฟัน (non-surgical retreatment) การรักษาคลองรากฟันซ้ำให้ผลสำเร็จประมาณร้อยละ 62¹ อย่างไรก็ตามปัญหาต่างๆ อาทิเช่น ความซับซ้อนของระบบคลองรากฟัน การเตรียมคลองรากฟันที่ไม่เพียงพอ (inadequate instrumentation) รวมถึงสิ่งกีดขวางทางกายภาพ (physical barrier) อันได้แก่ เดือยและแกนฟัน เครื่องมือหักค้าง (separated instrument) ในคลองรากฟัน อาจเป็นอุปสรรคต่อการรักษาคลองรากฟันซ้ำ ดังนั้นการทำศัลยกรรมปลายราก (surgical endodontic therapy) จึงเป็นอีกทางเลือกที่เข้ามาแทนที่การรักษาคลองรากฟันซ้ำ

การทำศัลยกรรมปลายราก ได้แก่ การเปิดแผ่นเหงือกและกระดูกให้เห็นปลายรากที่เกี่ยวข้อง การตัดปลายรากเตรียมโพรงปลายรากฟันให้เหมาะสมกับวัสดุที่จะใช้อุด และอุดย้อนปลายรากฟันปิดโพรงปลายรากฟันที่เตรียมไว้ การรั่วซึมเป็นสาเหตุหลักของความล้มเหลวของการรักษาคลองรากฟันครั้งแรก² ดังนั้นเทคนิคที่ใช้ในการอุดย้อนปลายรากฟันควรสามารถป้องกันการรั่วซึมของเชื้อโรคและสารต่างๆ ที่เชื้อโรคสร้างมาให้เข้าสู่เนื้อเยื่อรอบๆ ปลายรากได้

การเลือกเทคนิคการอุดย้อนปลายรากฟันที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อความสำเร็จในงานศัลยกรรมปลายรากฟัน เทคนิคการเตรียมปลายรากฟันด้วยหัวอัลตราโซนิก (ultrasonic) ลึก 3 มิลลิเมตร แล้วอุดย้อนปลายรากด้วยวัสดุเอ็มทีเอ (MTA: Mineral Trioxide Aggregate) เป็นเทคนิคที่นิยมและให้ผลสำเร็จที่ดีในปัจจุบัน³ แต่ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากวัสดุเอ็มทีเอใช้ระยะเวลาในการแข็งตัวนานมาก ใช้งานยากและราคาแพง⁴ นอกจากนี้กรณีที่รากฟันบางเสี่ยงต่อการแตกหักเมื่อใช้หัวอัลตราโซนิกในการเตรียมปลายรากฟัน หรือในกรณีที่รากฟันมีขนาดสั้นอัตราส่วนตัวฟันต่อรากฟันไม่ดี⁵ การเตรียมปลายรากฟันให้มีลักษณะดังกล่าวทำได้ยากหรือเป็นไปได้ไม่ได้ Rud และคณะ⁶ จึงเสนอเทคนิคการเตรียมปลายรากฟันโดยใช้หัวกรอรูปกลมกรอปลายรากฟันให้มีรูปร่างว่าเล็กน้อยแล้วใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ (flowable resin composite) เป็นวัสดุอุดย้อนปลายรากฟัน ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำได้ง่ายไม่ซับซ้อน⁷ วัสดุเรซินคอมโพสิตมีราคาถูกกว่าวัสดุเอ็มทีเอ ให้การยึดอยู่ที่ดีและใช้งานง่าย เป็นเทคนิคที่สามารถใช้ได้กับกรณีรากฟันบางเสี่ยงต่อการแตกหัก หรือกรณีที่รากฟันสั้น

วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่เป็นวัสดุที่ใช้งานง่าย จึงมีผู้แนะนำให้นำมาใช้เป็นวัสดุอุดย้อนปลายราก^{6,8} ในการศึกษาความแนบสนิทของเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ ไม่พบว่ามีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างเรซินคอมโพสิตที่ใช้เป็นวัสดุอุดย้อนปลายรากกับผนังของเนื้อฟันเมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope)⁹ นอกจากนี้เรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ยังไม่ทำให้เกิดการอักเสบของประสาทฟันเมื่อใช้เป็นวัสดุบูรณะฟัน¹⁰

รีโทรพลาส (Retroplast) เป็นเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ที่ผลิตขึ้นเฉพาะเพื่อใช้เป็นวัสดุอุดย้อนปลายรากมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1984⁸ จากการศึกษาความเป็นพิษของวัสดุนี้ในสัตว์ทดลองพบว่า รีโทรพลาสไม่ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อโดยรอบวัสดุ ทั้งยังพบเซลล์ไฟโบรบลาสต์และเส้นใยคอลลาเจนเจริญโดยรอบวัสดุอีกด้วย⁸ เมื่อนำมาใช้ในคลินิกพบว่า รีโทรพลาสให้ผลดีทั้งในการติดตามผลที่ระยะสั้นและระยะยาว^{6,8,11} โดยในการศึกษาที่ติดตามผลการรักษา 9 ถึง 12 ปีพบว่า รีโทรพลาสทำให้เกิดการหายของกระดูกที่สมบูรณ์เมื่อดูด้วยภาพรังสี¹² ทั้งยังพบว่ามีการสร้างเคลือบรากฟันขึ้น (cemento-genesis) รอบรีโทรพลาสที่ปลายราก อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถควบคุมบริเวณผ่าตัดให้ปราศจากเลือดได้ อาจทำให้เกิดความล้มเหลวในการยึดตัวระหว่างรีโทรพลาสกับผนังคลองรากฟัน ส่งผลให้ไม่เกิดการหายที่สมบูรณ์⁶ ดังนั้นในการใช้งานรีโทรพลาสจึงควรควบคุมบริเวณทำงานให้แห้งอยู่เสมอ แม้ว่ารีโทรพลาสให้ผลสำเร็จอย่างดีในทางคลินิกแต่ไม่มีใช้ในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่หลายชนิด เททริคโฟล (Tetric® Flow, Ivoclar Vivadent, Shaan, Liechtenstein) เป็นเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ชนิดหนึ่งที่ได้รับค่านิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากใช้งานง่าย ราคาไม่แพง เททริคโฟลถูกบรรจุไว้ในหลอดขนาด 2 กรัม มีหัวฉีดเรียวยาวสามารถเข้าทำงานได้ดีในโพรงฟันขนาดเล็กและบริเวณที่เข้าทำงานได้ยาก ให้การยึดอยู่ที่ดี ขึ้นรูปง่าย ไม่เกิดฟองอากาศในชั้นงาน¹³ ทั้งยังมีความที่บ่งสีมากกว่าเนื้อฟันและเคลือบฟัน¹⁴⁻¹⁶ สามารถเห็นและประเมินคุณภาพของวัสดุทางภาพถ่ายรังสีได้

ในการทำศัลยกรรมปลายรากฟัน มักหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากเลือดได้ยาก มีการศึกษาพบว่า การปนเปื้อนด้วยเลือดไม่มีผลเพิ่มการรั่วซึมของวัสดุเอ็มทีเอ¹⁷ วัสดุชนิดนี้จึงได้รับความนิยมนำมาใช้เป็นวัสดุอุดย้อนปลายรากฟันใน

ปัจจุบัน เทคนิคการเตรียมปลายรากฟันโดยใช้หัวกรอรูปกลมกรอปลายรากฟันให้มีรูปร่างเว้าเล็กน้อยแล้วใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุอุดยึดอนปลายรากฟัน เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งช่วยลดโอกาสเกิดการปนเปื้อนได้ เนื่องจากทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย วิธีทำไม่ซับซ้อน¹⁸ อย่างไรก็ตามหากวัสดุเรซินคอมโพสิตมีการปนเปื้อนด้วยเลือด จะทำให้ค่าการยึด (bond strength) ลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่อาจไม่มีผลต่อการต้านต่อการรื้อซึมของวัสดุ โดยเฉพาะบริเวณปลายรากฟันที่ไม่ได้เป็นบริเวณที่รับแรง⁶

ในปัจจุบันยังไม่เคยมีการศึกษาเปรียบเทียบการรื้อซึมของเทคนิคการอุดยึดอนปลายรากทั้งสองแบบ และผลของการปนเปื้อนของเลือดต่อการรื้อซึม วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการรื้อซึมของเทคนิคการอุดยึดอนปลายราก ชนิดใช้วัสดุเอ็มทีเอกับชนิดใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่เป็นวัสดุอุดยึดอนปลายรากฟัน ทั้งกรณีที่มีและไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด

วัสดุและวิธีการ

ฟันที่ใช้ในการทดลองเป็นฟันหน้าบนของมนุษย์ที่มีคลองรากเดียว รากตรง จำนวน 68 ซี่ที่ถูกถอนออกด้วยเหตุผลทางการแพทย์ โดยโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฟันทั้งหมดเป็นฟันปลายรากปิด รากไม่ละลาย ไม่มีรอยหักร้าวหรือบุบริเวณราก เลือกฟันที่มีขนาดรากใกล้เคียงกันโดยวัดเส้นรอบรากที่ระดับ 3 มิลลิเมตรจากปลายรากให้เท่ากับ 15 มิลลิเมตร และฟันเหล่านี้มีขนาดคลองรากใกล้เคียงกันโดยเลือกฟันที่มีรูเปิดปลายรากขนาดที่ตะไบ ชนิดเค (K-file) ขนาด 20 หรือ 25 ผ่านได้เท่านั้น เก็บฟันในคลอรามิน (chloramine) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 อย่างน้อย 1 สัปดาห์ แล้วเก็บต่อน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยทำการเปลี่ยนน้ำกลั่นทุกสัปดาห์¹⁹ นำฟันมาตัดที่คอปฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (IsoMet[®], Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) ให้เหลือความยาวราก 15 มิลลิเมตร ทำการขยายคลองรากฟันด้วยตะไบที่หมุนด้วยเครื่องกลชนิดโพรเทปเปอร์ (ProTaper[®], Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ตามคำแนะนำของบริษัท โดยใช้ความยาวทำงานที่ความยาวสั้นกว่าปลายราก 1 มิลลิเมตร ขยายจนถึงเครื่องมือขนาดเอฟ 5 (F5) ระหว่างทำการขยายคลองรากฟัน ล้างคลองรากด้วยไซเดียม

ไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 กำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) ด้วยอีดีทีเอ (EDTA: Ethylene Diamine Tetra acetic Acid) ความเข้มข้นร้อยละ 17 อุดคลองรากฟันด้วยกัตตาเปอร์ชาและเอเอชพลัสรูทคาแนลซีลเลอร์ (AH Plus, Dentsply De Trey, Konstanz, Germany) โดยใช้เทคนิคแลทเทอรัล คอนเดนเซชัน (Lateral condensation) อุดปิดส่วนบนของรากฟัน ด้วยเควิต (Cavit, 3M ESPE, St.Paul, USA) ความลึก 4 มิลลิเมตร แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

แบ่งรากฟันที่เตรียมไว้ออกเป็น 4 กลุ่มโดยวิธีสุ่ม กลุ่มละ 15 ราก นำฟันแต่ละซี่มาทำการตัดปลายราก 3 มิลลิเมตรด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ความเร็วสูง (#701 carbide fissure bur, Kerr, Romulus, MI, USA) มีน้ำระบายความร้อนตลอดเวลา

กลุ่มที่ 1 (เอ็มทีเอที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน) เตรียมปลายรากฟันด้วยหัวอัลตราโซนิคส์ (KiS-1D retrotips, Obtura-Spartan, Fenton, MO, USA) ลึก 3 มิลลิเมตร แล้วอุดยึดอนปลายรากด้วยวัสดุเอ็มทีเอ (ProRoot[®], Dentsply, Tulsa, OK, USA)

กลุ่มที่ 2 (เอ็มทีเอที่มีเลือดปนเปื้อน) เตรียมปลายรากฟันด้วยหัวอัลตราโซนิคส์ลึก 3 มิลลิเมตร ใช้ฟู่กันขนาดเล็ก (microbrush, Kerr Corporation, Orange, CA, USA) จุ่มเลือดมนุษย์ทาบาง ๆ ที่บริเวณแควตีปลายรากฟัน (root-end cavity) ทิ้งไว้ 15 วินาที อุดยึดอนปลายรากด้วยวัสดุเอ็มทีเอ

กลุ่มที่ 3 (เททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน) เตรียมปลายรากฟันด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ความเร็วสูงรูปกลม (round carbide bur #27, Komet, Lemgo, Germany) มีน้ำระบายความร้อนตลอดเวลา กรอปลายรากฟันให้มีรูปร่างเว้าเล็กน้อย ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ (Clearfil SE Bond, Kuraray Medical Co., Ltd., Osaka, Japan) โดยทาไพรเมอร์ (primer) และทาบอนดิง (bonding) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต อุดยึดอนปลายรากด้วยวัสดุเททริกโพล ให้มีความหนาของวัสดุประมาณ 2 มิลลิเมตร วัดจากส่วนที่เว้าที่สุดของผิวรากฟันที่เตรียมไว้ถึงบริเวณส่วนโค้งด้านนอกที่ฐานที่สุดของวัสดุ⁷ กำจัดออกซิเจนอินฮิบิเตอร์ (Oxygen inhibited layer) ด้วยผ้าก๊อชชุบแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

กลุ่มที่ 4 (เททริกที่มีเลือดปนเปื้อน) เตรียมปลายรากฟันด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ความเร็วสูงรูปกลม มีน้ำระบาย

ความร้อนตลอดเวลารอบปลายรากฟันให้มีรูปร่างเว้าเล็กน้อย ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ โดยทาไพรเมอร์ ทิ้งไว้ 20 วินาที ใช้ฟุ้งกันขนาดเล็กจุ่มเลือดมนุษย์ทาบริเวณปลายรากฟันที่เตรียมไว้บ้าง ๆ ทิ้งไว้ 15 วินาที จากนั้นทาเบอนดิง ฉายแสง 10 วินาที แล้วอุดย่อนปลายรากด้วยวัสดุเททริคโพล กำจัดออกซิเจนอินฮิบิเตอร์ด้วยผ้าก๊อชชุบแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

หัวกรอคาร์ไบด์ความเร็วสูงทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง จะเปลี่ยนใหม่ทุกครั้งหลังจากผ่านการกรอฟัน 1 ซี่ เพื่อควบคุมความหนาของชั้นเคลือบที่เกิดขึ้นที่เกิดภายหลังการกรอฟันให้หนาเท่า ๆ กัน²⁰

เลือดที่ใช้ในการทดลอง ได้จากอาสาสมัครเพียงคนเดียว จำนวน 5 ซี่ซี่ ผสมกับสารป้องกันเลือดแข็งตัว (50 I.U. Heparin per ml blood) โดยจะนำมาใช้ภายใน 24 ชั่วโมง ภายหลังจากเจาะเลือด

ถ่ายภาพรังสีเพื่อประเมินความสมบูรณ์ของวัสดุอุดย่อนปลายรากฟัน หากไม่เต็มในกลุ่มที่อุดด้วยเอ็มทีเอ จะล้างวัสดุออกแล้วอุดใหม่ให้เต็ม ส่วนกลุ่มที่อุดด้วยเรซินคอมโพสิต ชนิดไหลแผ่จะเปลี่ยนชิ้นงานใหม่ ทายาทาเล็บ 3 ชั้นเคลือบบริเวณพื้นผิวด้านนอกของรากฟันยกเว้นบริเวณพื้นผิวปลายราก (root-end surfaces) นำรากฟันที่เตรียมเสร็จไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุมลบ จำนวน 4 ราก แบ่งเป็นกลุ่มที่เตรียมปลายรากฟันด้วยหัวอัลตราโซนิคส์ลิก 3 มิลลิเมตร 2 ราก และเตรียมด้วยหัวกรอรูปกลมให้มีลักษณะเว้าเล็กน้อย 2 ราก เตรียมคลองรากฟันและอุดย่อนปลายรากเหมือนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 และทายาทาเล็บ 3 ชั้นเคลือบทั้งรากฟัน

กลุ่มควบคุมบวก จำนวน 4 ราก แบ่งเป็นกลุ่มที่เตรียมปลายรากฟันด้วยหัวอัลตราโซนิคส์ลิก 3 มิลลิเมตร 2 ราก และเตรียมด้วยหัวกรอรูปกลมให้มีลักษณะเว้าเล็กน้อย 2 ราก เตรียมคลองรากฟันและเตรียมปลายรากฟันเหมือนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 โดยไม่อุดคลองรากฟันและไม่อุดย่อนปลายรากฟัน

การทดสอบการรั่วซึมของสี

การทดสอบการรั่วซึมของสีใช้แบบจำลองการซึมผ่านของสีประกอบด้วย หลอดแก้ว 2 หลอดที่ขนาดแตกต่างกัน²¹

หลอดแก้วขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร จะใส่เมทิลีนบลู (methylene blue) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ที่มีค่าพีเอช (pH) เท่ากับ 7 และปิดด้วยจุกยางที่ถูกเจาะรูไว้ตรงกลาง หลอดแก้วขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ปลายด้านหนึ่งใช้ยึดติดกับรากฟันด้วยซี่ฝังชนิดเหนียว สอดหลอดแก้วด้านที่ยึดติดกับรากฟันผ่านรูจุกยางเข้าไปภายในหลอดแก้วขนาดใหญ่ที่ใส่ เมทิลีนบลู โดยให้ 2 มิลลิเมตร ส่วนปลายของรากฟันจุ่มอยู่ในเมทิลีนบลู อีกปลายของหลอดแก้วเล็กต่อกับเครื่องดูดอากาศ (vacuum pump) ซึ่งตั้งค่าไว้ที่ 20 นิ้วปรอท ทำการเปิดเครื่องดูดอากาศนาน 15 นาที จากนั้นค่อยๆ ผ่อนแรงดันลงจนเท่ากับแรงดันบรรยากาศ นำแบบจำลองที่มีรากฟันจุ่มอยู่ในเมทิลีนบลูนั้นไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำรากฟันมาล้างน้ำให้สะอาด กำจัดยาทาเล็บและซี่ฝังชนิดเหนียวด้วยใบมีด (blades #15, Swann-Morton, Sheffield, England) และแผ่นขัด (polishing disc, Sof-Lex Pop-on, 3M, St Paul, Minn, USA)

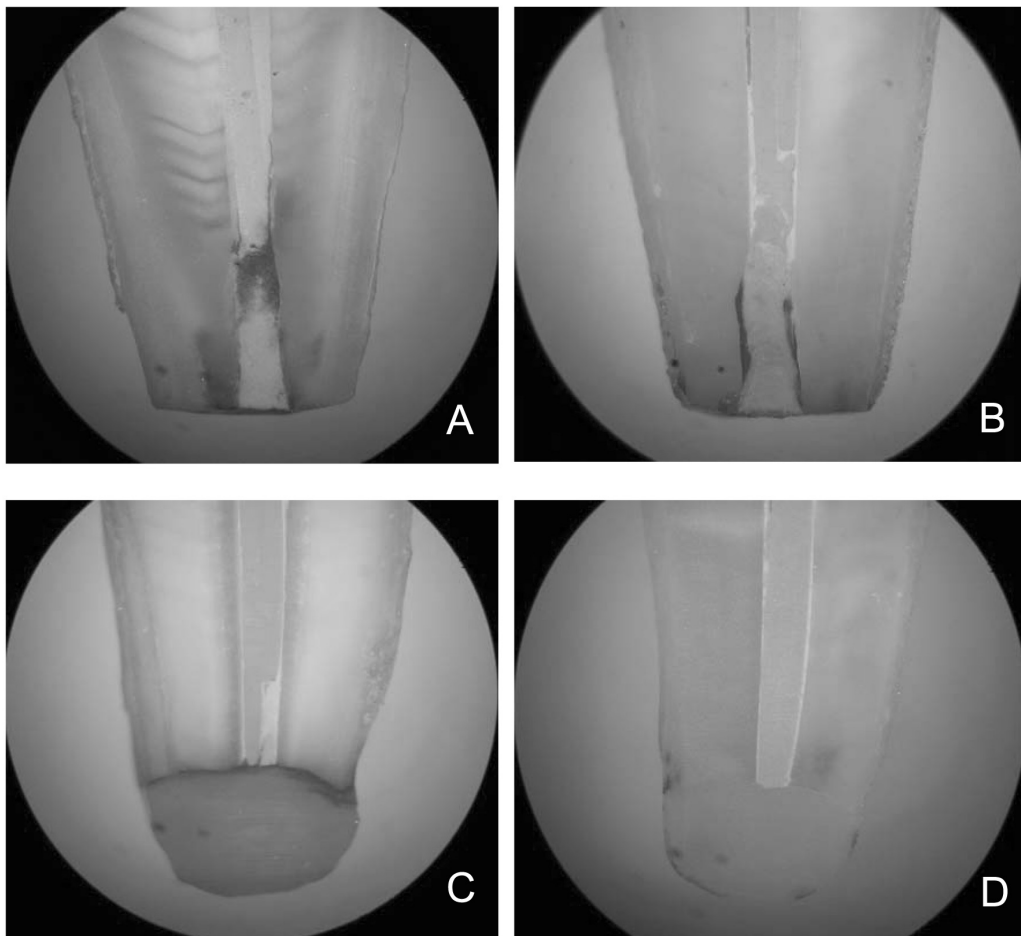
ตัดแบ่งครึ่งตามยาวของรากฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (IsoMet®, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) แล้วนำรากฟันแต่ละซี่ใส่เข้ากับแบบตัวยึดที่เตรียมไว้ ถ่ายรูปด้วยกล้องดิจิทัลที่ต่อกับกล้องขยายสเตอริโอ (stereoscopic microscope, Model XT, Olympus, Tokyo, Japan) กำลังขยาย 30 เท่า นำภาพถ่ายที่ได้มาวัดระยะที่สี่ซิมผ่านไปได้ไกลที่สุดโดยใช้โปรแกรมยูทีเอสเอสไอเอสเอ อิมเมจทูล เวอร์ชัน 3.0 (UTHSCSA Image tool program version 3.0) ทำการวัดโดยทันตแพทย์ที่ไม่ทราบว่าเป็นงานที่ทำการวัดเป็นกลุ่มใด และทำการฝึกอ่านผลให้มีความเข้าใจในการวัด โดยวัดการรั่วซึมของสีจากตำแหน่งที่สี่เริ่มเข้าสู่ชิ้นงานจากขอบเข้าสู่รอยต่อระหว่างรากฟันและวัสดุอุด จนถึงตำแหน่งที่สี่รั่วไปได้ไกลที่สุดเพื่อเข้าสู่คลองรากฟัน ทดสอบความเที่ยงของผู้วัดผลโดยทำการวัด 2 ครั้งเว้นระยะห่างกัน 72 ชั่วโมง นำผลที่ได้จากการวัดทั้งสองครั้งมาวิเคราะห์ความเที่ยงโดย อินทราคลาส คอรัลเลชัน โคเอฟฟิเชียนท์ (Intraclass correlation coefficient) ในโปรแกรมเอสพีเอสเอสสำหรับวินโดวส์ (SPSS for windows, version 15.0)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อเปรียบเทียบค่าการรั่วซึมของแต่ละกลุ่มการทดลอง

ผลการศึกษา

การทดสอบความเที่ยงของผู้วัดผล จากการคำนวณค่า อินทราคลาส คอรีเลชัน โคเอฟิซิเียนท์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า 0.95 แสดงถึงผู้วัดค่ามีความเที่ยงในการวัดสูง

เมื่อดูการรั่วซึมของสีจากภาพถ่ายดิจิทัลพบว่าสามารถ แบ่งการรั่วซึมของสีออกได้เป็น 2 ประเภทคือ มีการรั่วอย่าง สมบูรณ์ (complete leakage) ผ่านวัสดุอุดย่นปลาย รากฟันเข้าไปยังคลองรากฟัน และรั่วอย่างไม่สมบูรณ์ (incomplete leakage) โดยมีการรั่วผ่านวัสดุอุดย่น ปลายรากฟันแต่เข้าไปไม่ถึงคลองรากฟัน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัลที่ต่อกับกล้องขยายสเตอริโอ กำลังขยาย 30 เท่า ของกลุ่มเอ็มทีเอ แสดงให้เห็นการรั่วของสี อย่างสมบูรณ์ (A) และรั่วอย่างไม่สมบูรณ์ (B) และกลุ่มเททริค แสดงให้เห็นการรั่วของสีอย่างสมบูรณ์ (C) และรั่วอย่างไม่สมบูรณ์ (D)

Fig. 1 Stereomicrographs at magnification x30 of MTA groups show complete dye leakage (A) and incomplete dye leakage (B) whereas Tetric Flow groups show complete dye leakage (C) and incomplete dye leakage (D).

กลุ่มเอ็มทีเอที่มีเลือดปนเปื้อน มีการรั่วของสีอย่างสมบูรณ์ 14 ชั้น (ร้อยละ 93.33) รั่วอย่างไม่สมบูรณ์ 1 ชั้น (ร้อยละ 6.67) กลุ่มเอ็มทีเอที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน มีการรั่วของสีอย่างสมบูรณ์ทั้ง 15 ชั้น (ร้อยละ 100) ส่วนกลุ่มเททริกที่มีเลือดปนเปื้อน มีการรั่วของสีอย่างสมบูรณ์ 14 ชั้น (ร้อยละ 93.33) รั่วอย่างไม่สมบูรณ์ 1 ชั้น (ร้อยละ 6.67) และกลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน มีการรั่วของสีอย่างไม่สมบูรณ์ทั้ง 15 ชั้น (ร้อยละ 100)

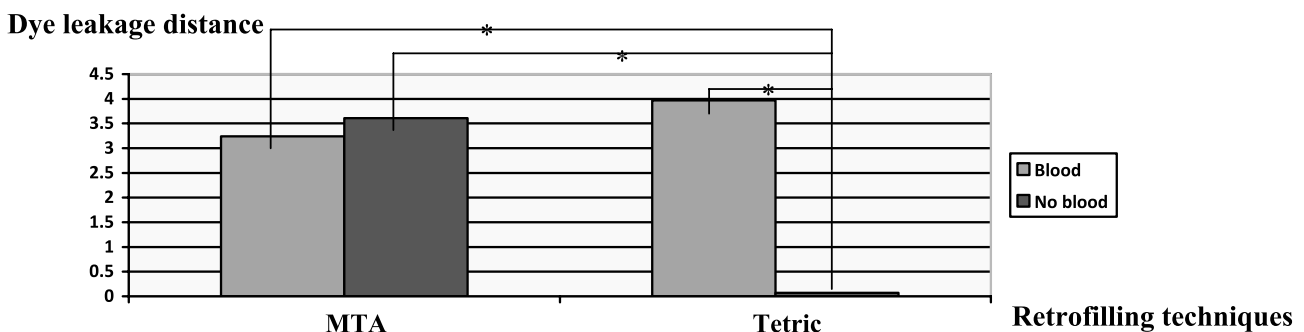
จากการวัดค่าการรั่วซึมของสีในแต่ละกลุ่ม พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ สามารถคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการรั่วซึมของสี ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะทางการรั่วซึมของสีระหว่างเทคนิคการอุดย้อนปลายราก 2 แบบ ทั้งกรณีที่มีและไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือดพบว่า มีเพียงกลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อนเท่านั้น ที่มีการรั่วซึมของสีน้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของระยะทางของการรั่วซึมของสีในกลุ่มทดลองอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการรั่วซึมของสีเพื่อเข้าสู่คลองรากฟัน (มิลลิเมตร)

Table 1 Mean and Standard Deviation of methylene blue leakage into root canal space (mm).

Technique	Blood cont.	N	Mean leakage (mm)	Std. Deviation
MTA	No blood	15	3.61	1.36
	Blood	15	3.24	1.19
Tetric Flow	No blood	15	0.07	0.08
	Blood	15	3.97	1.64



*Statistically significant difference at $p < 0.05$.

รูปที่ 2 ระยะทางการรั่วซึมของสีเมทิลีนบลูของเทคนิคการอุดย้อนปลายราก 2 แบบ ทั้งกรณีที่มีและไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด

Fig. 2 Methylene blue leakage distance of two retrograde filling techniques with and without blood contamination.

วิจารณ์

การทดสอบการรั่วซึมของวัสดุทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ได้แก่ การใช้สีและแบคทีเรียในการวัดการรั่วซึม แม้การใช้แบคทีเรียในการทดสอบการรั่วซึม จะสื่อถึงการรั่วซึมที่ใกล้เคียงกับการรั่วซึมจริงของแบคทีเรียในทางคลินิก²² แต่ต้องควบคุมการปนเปื้อนของแบคทีเรียจากบริเวณอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการรั่วซึมของชิ้นงานให้ดี การเลือกชนิดของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากแบคทีเรียต่างชนิดกันจะให้ค่าการรั่วซึมที่แตกต่างกัน ค่าที่วัดได้เป็นข้อมูลในเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ และวิธีนี้ยังไม่เหมาะในการใช้ทดสอบการรั่วซึมของวัสดุที่มีฤทธิ์ต้านต่อเชื้อแบคทีเรียอย่างวัสดุเอ็มทีเอ²³ การศึกษานี้เลือกใช้วิธีทดสอบการรั่วซึมของเทคนิคการอุดยอนปลายรากด้วยการดูการรั่วซึมของสีภายใต้สภาวะที่เป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายให้ผลค่อนข้างแม่นยำ โดยเฉพาะเมื่อมีการดูเอาอากาศซึ่งขัดขวางการซึมผ่านของสีออกจากวัสดุอุด²⁴⁻²⁶ ข้อด้อยของวิธีนี้คือเห็นการรั่วซึมของสีเพียงสองมิติตามระนาบตัดของชิ้นงาน ไม่สามารถบอกถึงปริมาณสีทั้งหมดที่รั่วซึมเข้าในชิ้นงานได้ อย่างไรก็ตามการประเมินการรั่วซึมของวัสดุด้วยวิธีนี้ก็ให้ข้อมูลเพียงพอที่จะตอบคำถามการวิจัยนี้ได้ หากต้องการค่าการรั่วซึมในเชิงปริมาณด้วย อาจพิจารณาใช้วิธีด้ายเอ็กซ์แทรกชัน (Dye extraction)²⁷ ซึ่งชิ้นงานจะถูกย่อยด้วยความเข้มข้นสูง จนชิ้นงานที่แช่สีกลายเป็นสารละลายวัดค่าออปติคัล เดนซิตี (Optical Density) ของสารละลายแล้วคำนวณปริมาณสีที่รั่วเข้าชิ้นงานได้แต่วิธีด้ายเอ็กซ์แทรกชันค่อนข้างซับซ้อน ต้องมีเครื่องมือเฉพาะที่มีประสิทธิภาพในการอ่านค่าออปติคัล เดนซิตีของสารละลาย ทั้งยังต้องระวังอันตรายจากการลดความเข้มข้นสูงที่ใช้อย่างยิ่ง นอกจากนี้การทดสอบการรั่วซึมโดยใช้ของเหลวซึ่งริเริ่มโดย Pashley และคณะ²⁸ สามารถให้ข้อมูลเชิงปริมาณเช่นกัน วิธีการคือ ให้ของเหลวค่อยๆ ซึมผ่านชิ้นงานภายใต้แรงดันที่ตั้งค่าไว้ ส่วนปลายสุดของชิ้นงานต่อกับหลอดแก้วที่มีฟองอากาศอยู่ภายใน วัดค่าการรั่วซึมโดยดูจากระยะทางที่ฟองอากาศในหลอดแก้วเคลื่อนที่ไปได้ ข้อด้อยของวิธีนี้คือใช้เวลานาน ทดสอบชิ้นงานได้ทีละชิ้น และต้องมั่นใจว่าแบบจำลองการรั่วซึมไม่มีรอยรั่วค่าที่วัดได้ยังขึ้นกับระยะเวลาในการทดลอง การตั้งค่าแรงดันขนาดของฟองอากาศและขนาดของหลอดแก้วที่ใช้²³

ค่าเฉลี่ยของระยะทางการรั่วซึมของสีที่ได้จากการศึกษานี้ (กลุ่มเอ็มทีเอที่มีเลือดปนเปื้อน = 3.24 มม. และกลุ่มเอ็มทีเอที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน = 3.61 มม.) มากกว่าการศึกษาของ Torabinejad และคณะ¹⁷ ที่ได้ค่าการรั่วซึมของวัสดุเอ็มทีเอที่มีเลือดปนเปื้อนเท่ากับ 0.28 มม. และกลุ่มเอ็มทีเอที่ไม่มีเลือดปนเปื้อนเท่ากับ 0.31 มม. เนื่องจากการศึกษานี้ใช้วิธีทดสอบการรั่วซึมของสีเมทิลีนบลูภายใต้ระบบสุญญากาศโดยใช้แรงดัน 20 นิ้วปรอท นาน 15 นาที เพื่อเป็นการจำลองสภาวะที่รุนแรงที่อาจเกิดได้ เพื่อให้เห็นการรั่วซึมที่ชัดเจน จากการศึกษาพบว่าที่สภาวะแรงดัน 20 นิ้วปรอทเป็นแรงดันที่เหมาะสมในการอ่านค่า และสีเมทิลีนบลูรู้ผ่านคลองรากฟันได้ตลอดทั้งชิ้นงาน (กลุ่มควบคุมบวก) อีกทั้งสีเมทิลีนบลูเป็นสีที่มีอนุภาคขนาดเล็กมากจึงสามารถแทรกซึมไปได้เป็นระยะทางไกล²⁹ สีเมทิลีนบลูที่ใช้มีการปรับค่าพีเอชให้เป็นกลางเพื่อให้ได้ค่าที่เกิดจากการรั่วของวัสดุอย่างแท้จริง สีเมทิลีนบลูที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีฤทธิ์เป็นกรด^{30,31} มีค่าพีเอชภายหลังการเตรียมเท่ากับ 3.45³¹ หากนำมาใช้โดยไม่ปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง จะได้ค่าการรั่วซึมที่มากกว่าความเป็นจริง เนื่องจากส่วนอนินทรีย์ (inorganic part) ในเนื้อฟันถูกกรดละลายออกไป³¹⁻³³ อีกปัจจัยที่มีผลต่อการรั่วซึมคือ ลักษณะของการวางรากฟันที่จุ่มสี หากตั้งรากฟันแล้วทดสอบการรั่วซึมของสีภายใต้ระบบสุญญากาศ จะได้ค่าการรั่วซึมมากกว่าการทดสอบการรั่วซึมของสีที่แรงดันบรรยากาศ (passive dye leakage) และภายใต้ระบบสุญญากาศที่วางรากฟันในแนวอน³⁴ การศึกษาของ Torabinejad และคณะ¹⁷ ใช้วิธีทดสอบการรั่วซึมของสีเมทิลีนบลูที่แรงดันบรรยากาศ และใช้สีเมทิลีนบลูที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 เท่านั้น ทั้งยังไม่กล่าวถึงค่าพีเอชของสีเมทิลีนบลู และลักษณะการวางรากฟันที่จุ่มสี จึงอาจได้ค่าการรั่วซึมที่แตกต่างกัน

การศึกษาของ Ambus และ Munksgaard⁷ แสดงให้เห็นว่า หากใช้เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุ อุดยอนปลายรากฟัน โดยเตรียมปลายรากฟันให้มีรูปร่างเว้าเล็กน้อย จะช่วยลดแรงเค้นที่เกิดจากการหดตัวของวัสดุเรซินคอมโพสิต ช่วยป้องกันการเกิดรอยแยกบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุกับปลายรากฟัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ จากภาพที่ถ่ายผ่านกล้องสเตอริโอไมโครสโคปกำลังขยาย 30 เท่า ไม่พบการเกิดรอยแยกบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุอุดกับผนัง

ปลายรากฟันเลยในทุกชิ้นงานสำหรับกลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน แต่พบรอยแยกในกลุ่มเททริกที่มีเลือดปนเปื้อน เนื่องจาก วัสดุเรซินคอมโพสิตและสารยึดติดมีการสูญเสียการยึดติดกับผิวรากฟันจากการที่มีเลือดปนเปื้อน³⁵⁻³⁹

ในทางคลินิก การทำศัลยกรรมปลายรากฟันมักหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากเลือดได้ยาก Torabinejad และคณะ¹⁷ รายงานว่า การปนเปื้อนด้วยเลือดไม่มีผลเพิ่มการรั่วซึมของวัสดุเอ็มทีเอ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานี้ที่พบว่าทั้งกลุ่มเอ็มทีเอที่มีเลือดปนเปื้อนและกลุ่มเอ็มทีเอที่ไม่มีเลือดปนเปื้อนมีการรั่วซึมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มเททริกที่มีเลือดปนเปื้อนนั้น มีค่าเฉลี่ยของการรั่วซึม (3.97 มม.) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มเอ็มทีเอที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน (3.61 มม.) และกลุ่มเอ็มทีเอที่มีเลือดปนเปื้อน (3.24 มม.) แต่แตกต่างจากกลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน (0.07 มม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นที่น่าสังเกตว่ากลุ่มเททริกที่มีเลือดปนเปื้อนมีการยึดติดของวัสดุและรากฟันต่ำกว่ากลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน เนื่องจากในขั้นตอนการตัดแบ่งครึ่งตามยาวของรากฟันเพื่อนำมาประเมินการรั่วซึมของสีชิ้นงานในกลุ่มเททริกที่มีเลือดปนเปื้อนส่วนใหญ่จะเกิดการหลุดของวัสดุเรซินคอมโพสิตจากปลายรากทันทีที่สัมผัสกับแผ่นตัด (cutting disc) ของเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ ในขณะที่กลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อน ไม่มีการหลุดของวัสดุเรซินคอมโพสิตจากปลายราก การปนเปื้อนด้วยเลือดน่าจะทำให้ค่าการยึดอยู่ของวัสดุกับผิวรากฟันลดลง โดยเลือดที่ปนเปื้อนจะขัดขวางการแทรกซึมของเรซินในการยึดกับโครงข่ายคอลลาเจน (collagen network) บนผิวรากฟันและกระบวนการโพลิเมอไรเซชัน (polymerization)³⁷

เทคนิคการอุดย่นปลายรากฟันที่แตกต่างกัน ทำให้มีพื้นที่ในการรั่วซึมที่แตกต่างกันด้วย การศึกษานี้พบว่า ทั้งเทคนิคการอุดย่นปลายรากฟันและการปนเปื้อนด้วยเลือดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการรั่วซึมของวัสดุอุดย่นปลายรากฟัน มีเพียงกลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อนเท่านั้นที่มีการรั่วซึมน้อยกว่ากลุ่มการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ เทคนิคที่เตรียมปลายรากฟันด้วยหัวอัลตราโซนิคส์เล็ก 3 มิลลิเมตร แล้วอุด

ย่นปลายรากด้วยวัสดุเอ็มทีเอ นั้นเตรียมโพรงปลายรากฟันให้ตีได้ยาก โพรงปลายรากฟันที่เตรียมมักไม่ตรงกับแนวแกนฟันหรือแนวคลองรากฟัน และมักพบเศษกัตาเปอร์ซาลเฮลือเป็นครีบบริเวณผนังของโพรงปลายรากฟัน⁴⁰ ในขั้นตอนการเตรียมปลายรากฟันขณะทำการศึกษา ผู้วิจัยพบปัญหาในลักษณะเดียวกันเมื่อใช้เทคนิคเตรียมปลายรากฟันด้วยวิธีนี้ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดการรั่วซึมได้ เทคนิคการเตรียมปลายรากฟันโดยใช้หัวกรอ รูปกลมกรอปลายรากฟันให้มีรูปร่างว่าเล็กน้อย แล้วใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่เป็นวัสดุอุดย่นปลายรากฟัน เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย วิธีทำไม่ซับซ้อน^{6-8,11,18} จึงช่วยลดโอกาสเกิดการปนเปื้อนได้⁴¹ กรณีที่ไม่สามารถป้องกันการปนเปื้อนด้วยเลือดได้อย่างดี การใช้เทคนิคการอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเอ็มทีเอหรือวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่นั้นนั้นให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่การปนเปื้อนด้วยเลือดในเทคนิคการอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ ทำให้ค่าการยึดอยู่ของวัสดุกับผิวรากฟันลดลง ซึ่งอาจมีผลต่อความสำเร็จของการรักษาในระยะยาวได้ ในขณะที่หากสามารถป้องกันการปนเปื้อนด้วยเลือดได้อย่างดี กลุ่มเททริกที่ไม่มีเลือดปนเปื้อนป้องกันการรั่วซึมได้ดีที่สุด ดังนั้นเทคนิคการอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการอุดย่นปลายรากฟันในงานศัลยกรรมปลายรากได้ โดยเฉพาะภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมความชื้นและการปนเปื้อนด้วยเลือดได้เป็นอย่างดีแล้ว การใช้เทคนิคอุดย่นปลายรากด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานการรั่วซึมได้อย่างดี

สรุป

การรั่วซึมของการอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเอ็มทีเอ และวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ขึ้นกับเทคนิคในการเตรียมและอุดย่นปลายรากฟันร่วมกับปัจจัยของการปนเปื้อนด้วยเลือด โดยเทคนิคเตรียมปลายรากฟันให้มีรูปร่างว่าเล็กน้อยแล้วอุดย่นปลายรากฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่แบบที่ไม่มีการปนเปื้อนด้วยเลือด มีการรั่วซึมน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ Professor Harold H Messer, Visiting Professor จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ตลอดการทำวิจัย รศ.ทพ.ชาญชัย ไห้สงวน ที่ช่วยให้คำปรึกษาทางสถิติในการวิจัยเป็นอย่างดี ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก และศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้ความเอื้อเฟื้อในการทำงานวิจัยอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990;16:498-504.
- Winik R, Araki AT, Negrao JA, Bello-Silva MS, Lage-Marques JL. Sealer penetration and marginal permeability after apicoectomy varying retrocavity preparation and retrofilling material. *Braz Dent J.* 2006;17:323-7.
- Chong BS, Pitt Ford TR, Hudson MB. A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *Int Endod J.* 2003;36:520-6.
- Chng HK, Islam I, Yap AU, Tong YW, Koh ET. Properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 2005;31:665-8.
- Abedi HR, Van Mierlo BL, Wilder-Smith P, Torabinejad M. Effects of ultrasonic root-end cavity preparation on the root apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;80:207-13.
- Rud J, Munksgaard EC, Andreasen JO, Rud V, Asmussen E. Retrograde root filling with composite and a dentin-bonding agent. 1. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7:118-25.
- Ambus C, Munksgaard EC. Dentin bonding agents and composite retrograde root filling. *Am J Dent.* 1993;6:35-8.
- Rud J, Munksgaard EC, Andreasen JO, Rud V. Retrograde root filling with composite and a dentin-bonding agent. 2. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7:126-31.
- Tam A, Yu DC. A new approach to restoring root-end cavity preparation in surgical endodontic procedures—a scanning electron microscopy study. *Compend Contin Educ Dent.* 2002;23:1123-6, 8, 30; quiz 32.
- Shimada Y, Seki Y, Sasafuchi Y, Arakawa M, Burrow MF, Otsuki M, et al. Biocompatibility of a flowable composite bonded with a self-etching adhesive compared with a glass ionomer cement and a high copper amalgam. *Oper Dent.* 2004;29:23-8.
- Rud J, Rud V, Munksgaard EC. Long-term evaluation of retrograde root filling with dentin-bonded resin composite. *J Endod.* 1996;22:90-3.
- Rud J, Rud V, Munksgaard EC. Periapical healing of mandibular molars after root-end sealing with dentine-bonded composite. *Int Endod J.* 2001;34:285-92.
- Jenkins S, Kulild J, Williams K, Lyons W, Lee C. Sealing ability of three materials in the orifice of root canal systems obturated with gutta-percha. *J Endod.* 2006;32:225-7.
- Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB. Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent.* 1999;24:20-5.
- Murchison DF, Charlton DG, Moore WS. Comparative radiopacity of flowable resin composites. *Quintessence Int.* 1999;30:179-84.
- Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Radiopacity of resin-based materials measured in film radiographs and storage phosphor plate (Digora). *Oper Dent.* 2004;29:677-84.

17. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod.* 1994; 20:159-63.
18. Murray MJ, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH. Use of self-etching adhesives to seal resected apices. *J Endod.* 2004;30:538-40.
19. International Organization for Standardization. ISO/TC 106/SC 1/WG 11. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Adhesion test methods and accepted as a Committee Draft at the ISO/TC meeting in Trieste. *Dental materials.* 1991.
20. Yiu CK, Hiraishi N, King NM, Tay FR. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self-etching adhesives. *J Adhes Dent.* 2008;10:173-82.
21. Kanchanakaew C, Pimkhaokham S, Sucharitakul J. Assessment of leakage of roots filled with Epiphany and Resilon after final irrigation with 2% chlorhexidine. *CU Dent J.* 2008;31:135-44.
22. Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan WR. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod.* 2001;27:36-9.
23. Verissimo DM, do Vale MS. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci.* 2006;48:93-8.
24. Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod.* 1989;15:548-51.
25. Oliver CM, Abbott PV. Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7:135-8.
26. Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;67:327-32.
27. Zakariasen KL, Douglas WH, Stadem P. Comparison of volumetric and linear measurements of root canal leakage [abstract]. *J Dent Res.* 1981; 60:627.
28. Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR. Regional variability in the permeability of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1987;32:519-23.
29. Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J.* 1989;22:118-24.
30. Starkey DL, Anderson RW, Pashley DH. An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. *J Endod.* 1993;19:435-9.
31. Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J.* 1994;27:233-8.
32. Antoniazzi JH, Mjor IA, Nygaard-Ostby B. Assessment of the sealing properties of root filling materials. *Odontol Tidskr.* 1968;76:261-71.
33. Greene HA, Wong M, Ingram TA 3rd. Comparison of the sealing ability of four obturation techniques. *J Endod.* 1990;16:423-8.
34. Katz A, Rosenwasser R, Tamse A. Root positioning and leakage to dye in extracted teeth using reduced pressure. *Int Endod J.* 1998;31:63-6.
35. Pashley EL, Tao L, Mackert JR, Pashley DH. Comparison of in vivo vs. in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. *J Dent Res.* 1988;67:467-70.
36. Xie J, Powers JM, McGuckin RS. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent Mater.* 1993;9:295-9.
37. Kaneshima T, Yatani H, Kasai T, Watanabe EK, Yamashita A. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. *Oper Dent.* 2000;25:195-201.

38. Eiriksson SO, Pereira PN, Swift EJ, Heymann HO, Sigurdsson A. Effects of blood contamination on resin-resin bond strength. *Dent Mater.* 2004;20:184-90.
39. Miles DA, Anderson RW, Pashley DH. Evaluation of the bond strength of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *J Endod.* 1994;20:538-41.
40. Khabbaz MG, Kerezoudis NP, Aroni E, Tsatsas V. Evaluation of different methods for the root-end cavity preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98:237-42.
41. Vignaroli PA, Anderson RW, Pashley DH. Longitudinal evaluation of the microleakage of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *J Endod.* 1995;21:509-12.

Dye leakage of two retrograde filling techniques

Tippawan Inthararith¹ D.D.S. (Hons)

Piyanee Panitvisai² D.D.S., M.D. Sc.(Endodontics), Thai Board of Endodontics

¹Graduate student, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

²Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstracts

Objective To compare the dye leakage of retrograde filling technique using MTA and retrograde filling technique using flowable resin composite with and without human blood contamination.

Materials and methods 68 extracted, single-rooted, single canal of upper anterior human teeth were collected. The crowns were removed with low speed diamond saw to give 15 mm of root length. All teeth were instrumented and obturated with gutta-percha and AH Plus root canal sealer. Three millimeters of the root apex were resected. The samples were randomly divided into four experimental groups (n=15) and two control groups (n=4). Two experimental groups were retroprepared with ultrasonic to the depth of 3 mm and retrofilled with retrograde filling technique using MTA with and without blood contamination. Another two experimental groups were retrofilled with retrograde filling technique using flowable resin composite with and without blood contamination. The leakage of dye was evaluated under vacuum. Two-way ANOVA was used to test for significant differences of the leakage among the groups of specimens at the significant level of 0.05.

Results The group of retrograde filling technique using flowable resin composite without blood contamination displayed significantly less leakage ($p < 0.05$) than all other groups.

Conclusion Leakage of retrofillings using MTA and flowable resin composite was affected by retrograde filling techniques and blood contamination. The retrograde filling technique using flowable resin composite without blood contamination displayed the least leakage.

(CU Dent J. 2009;32:167-78)

Key words: Blood contamination; Flowable resin composites; MTA: Mineral Trioxide Aggregate; Sealing ability
