ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:359-70
CU Dent J. 2008;31:359-70

บทวิทยาการ
Original Article

ผลของเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยต่อความต้านทานการล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน

สิริรัตน์ อนันต์วิริยะพร ท.บ.[1]
ปรารมภ์ ซาลิมี ท.บ., Ph.D.[2]

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

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความต้านทานการล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันด้วยการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย เมื่อใส่เดือยในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวต่างกันในคลองรากที่เตรียมไว้ขนาดเดียวกัน

วัสดุและวิธีการ นำฟันตัดซี่กลางบนจำนวน 30 ซี่ มาตัดส่วนตัวฟันออกให้เหลือความยาวราก 13 มิลลิเมตรและแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ทุกกลุ่มทำการรักษารากฟันด้วยวิธีแลทเทอรอลคอนเดนเซชันและทำการเตรียมช่องว่างสำหรับใส่เดือยฟันยาว 8 มิลลิเมตร ด้วยหัวเจาะสำหรับเดือยขนาดกลาง (เบอร์ 2) ทำการบูรณะฟันด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย (ผลิตภัณฑ์ดีทีไลท์-โพสท์, บิสโก้, ฝรั่งเศส) โดยใช้เรซินซีเมนต์ (ผลิตภัณฑ์พานาเวียร์ เอฟ 2.0, คูราเรย์, ญี่ปุ่น) ในการยึดร่วมกับการใช้เรซินคอมโพสิตในการสร้างแกนฟัน โดยกลุ่มที่ 1 ใช้เดือยฟันที่มีขนาดและความยาวพอดีกับผนังคลองรากฟัน (เบอร์ 2) กลุ่มที่ 2 ใช้เดือยฟันขนาดเล็กที่มีความยาวพอดีกับความยาวของคลองรากฟัน แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าคลองรากฟัน (เบอร์ 1) และกลุ่มที่ 3 ใช้เดือยฟันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ (เบอร์ 3) โดยเมื่อใส่ลงในคลองรากฟันจะมีความยาวของเดือยสั้นกว่าความยาวของคลองรากฟันแต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพอดีกับผนังคลองรากฟันส่วนต้น หลังจากนั้นนำฟันที่เตรียมไว้ในแต่ละกลุ่มยึดลงบล็อกยึดฟันที่ทำจากท่อพีวีซีโดยใช้อะคริลิกเรซินที่บ่มตัวได้ที่อุณหภูมิห้อง นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบความต้านทานการล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนด้วยเครื่องทดสอบสากล โดยวางชิ้นตัวอย่างทำมุม 90 องศาระหว่างแนวแกนฟันกับหัวกด กดหัวทดสอบลงบนแกนฟันด้านลิ้นด้วยความเร็วหัวกด 2 มิลลิเมตร/นาที บันทึกแรงที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะของชิ้นตัวอย่าง และนำผลค่าเฉลี่ยของแรงไปเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติบอนเฟอร์โรนีที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละกลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 108.33 ± 11.59 นิวตัน กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 79.08 ± 12.15 นิวตัน และในกลุ่มที่ 3 เท่ากับ 94.87 ± 14.48 นิวตัน ซึ่งจากการเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแรงต้านความล้มเหลวในการบูรณะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 โดยพบว่าจากผลการทดสอบไม่พบการแตกของรากฟันในทุกกลุ่ม

สรุป การใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีขนาดพอดีกับคลองรากฟันจะให้แรงต้านความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับการใช้เดือยฟันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า ส่วนการใช้เดือยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าคลองรากฟันจะทำให้แรงต้านความล้มเหลวในการบูรณะต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ

(ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:359-70)

คำสำคัญ *: ความต้านทานการล้มเหลว; เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย; เรซินซีเมนต์*

บทนำ

ในฟันธรรมชาติที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันแล้วมักพบว่ามีการสูญเสียเนื้อฟันในบริเวณตัวฟัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีฟันผุทำลายเนื้อฟันเป็นบริเวณกว้าง การมีวัสดุอุดขนาดใหญ่ การแตกหักของตัวฟันก่อนการรักษาคลองรากฟันจากอุบัติเหตุ หรือเกิดจากการเตรียมเนื้อฟันเพื่อรักษาคลองรากฟัน รวมทั้งความต้องการในด้านความสวยงามและการใช้งานภายหลังการรักษาคลองรากฟัน และเพื่อป้องกันการแตกของฟัน ทำให้มีความจำเป็นต้องทำครอบฟัน ซึ่งต้องอาศัยการบูรณะฟันโดยใช้เดือยฟันเพื่อช่วยในการยึดอยู่ของแกนฟันและครอบฟันในกรณีที่เหลือเนื้อฟันไม่เพียงพอ[1] ในปัจจุบันเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย (fiber reinforced composite post) เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันแล้ว เนื่องจากเป็นเดือยฟันสำเร็จรูปที่สามารถใช้งานได้ง่าย ราคาไม่แพง และในบางกรณียังสามารถเก็บรักษาเนื้อฟันในขั้นตอนการเตรียมคลองรากฟันเพื่อใส่เดือยฟันได้มากกว่าเดือยฟันชนิดโลหะหล่อ (metal cast post)[2] นอกจากนี้คุณสมบัติที่สำคัญคือ มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ที่ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน ช่วยกระจายแรงไปตามเดือยฟันและรากฟัน ทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดรากฟันแตกได้[3] ความสวยงามเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ผู้ป่วยคำนึงถึง หากใช้เดือยฟันและแกนฟันที่เป็นโลหะในการบูรณะฟันที่รักษารากฟันโดยเฉพาะบริเวณฟันหน้า อาจทำให้เห็นสีเทาของโลหะสะท้อนออกมาจากครอบฟันชนิดเซรามิก (ceramic crown) ได้ การใช้แกนฟันที่มีสีเหมือนฟันจึงมีความสำคัญในการบูรณะฟันร่วมกับครอบฟันชนิดเซรามิก เพื่อให้เกิดความสวยงามขึ้น[4] ดังนั้นแกนฟันที่ทำจากวัสดุเรซินคอมโพสิตร่วมกับเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะคงความสวยงามในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้การบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินคอมโพสิตในการสร้างแกนฟันจึงเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ธรรมชาติของรูปร่างของคลองรากฟันซี่ตัดกลางบนนั้นมักจะมีลักษณะผายออกจากบริเวณปลายรากของคลองรากฟันและมักมีภาพตัดขวางรูปร่างรี บริเวณที่กว้างที่สุดจะอยู่บริเวณรูเปิดคลองรากฟันส่วนต้น (root canal orifice) หรือต่ำกว่านั้นเพียงเล็กน้อย ส่วนบริเวณที่แคบที่สุดจะอยู่บริเวณปลายรากฟัน (apical foramen)[5] ซึ่งภายหลังการรักษาคลองรากฟันแล้วจะมีการเตรียมคลองรากฟันให้ผายออกในส่วนบริเวณรูเปิดคลองรากฟัน จากลักษณะของคลองรากฟันดังกล่าวทำให้มีโอกาสที่เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยจะไม่แนบสนิทกับคลองรากฟันพอดี สอดคล้องกับคำกล่าวของ Sirimai และคณะ[6] ที่กล่าวว่า ไม่มีระบบของเดือยฟันสำเร็จรูปใดที่จะแนบสนิทพอดีกับทุกซี่ฟันที่เลือกใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฟันบางซี่ที่มีขนาดคลองรากฟันใหญ่ อาจต้องใช้เรซินซีเมนต์ปิดช่องว่างดังกล่าว ซึ่งทำให้ความหนาของชั้นซีเมนต์มากขึ้น ทำให้การยึดอยู่ของเดือยฟันขึ้นอยู่กับความสามารถในการยึดอยู่ของซีเมนต์เป็นส่วนใหญ่ และอาจมีผลต่อความแข็งแรงของฟันที่บูรณะด้วยวิธีดังกล่าว รวมทั้งการเลือกขนาดของเดือยฟันให้พอดีกับขนาดช่องที่เตรียมไว้ อาจมีปัญหาในฟันที่มีรูปร่างคลองรากฟันส่วนบนผายออกมาก ๆ

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้านทานการล้มเหลว (failure resistance) ของการบูรณะด้วยเดือยและแกนในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันด้วยการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใย เมื่อใส่เดือยในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวต่างกัน เพื่อนำข้อสรุปใช้ประกอบการพิจารณาเลือกใช้วัสดุและวิธีการบูรณะด้วยเดือยและแกนในฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันด้วยการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยและเรซินซีเมนต์ได้อย่างเหมาะสม และใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยทางด้านเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยต่อไป

วัสดุและวิธีการ

วิธีการเตรียมชิ้นตัวอย่าง

การคัดเลือกฟัน ใช้ฟันตัดซี่กลางบนจำนวน 30 ซี่ ฟันที่นำมาทำการวิจัยจะต้องไม่มีรอยผุหรือแตกบริเวณรากฟัน ไม่เคยผ่านการบูรณะฟันด้วยการใส่เดือยฟัน มีความยาว รูปร่าง ขนาดและความหนาของเนื้อฟันใกล้เคียงกันและมีคลองรากฟันตรง โดยมีความกว้างของฟันในแนวด้านแก้มถึงแนวด้านลิ้น (bucco-lingual plane) และแนวใกล้กลางถึงแนวไกลกลาง (mesio-distal plane) ต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิเมตร[7] นำฟันที่ถูกคัดเลือกมาทำความสะอาดด้วยเครื่องขูดหินน้ำลายเพื่อกำจัดเศษเนื้อเยื่อ และเก็บฟันโดยแช่ในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.9 หลังจากนั้นทำการแบ่งฟันออกเป็น 3 กลุ่มโดยวิธีสุ่ม ซึ่งจะทำการวัดความกว้างของฟันทั้งในแนวด้านแก้มถึงแนวด้านลิ้นและในแนวใกล้กลางถึงแนวไกลกลาง และจัดเป็นกลุ่มฟันที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จากนั้นทำการสุ่มเลือกฟันในแต่ละกลุ่มความกว้างดังกล่าวเข้าสู่แต่ละกลุ่ม ๆ ละ 10 ซี่

การเตรียมคลองรากฟัน ตัดส่วนตัวฟันออกด้วยหัวกรอกากเพชรรูปร่างสอบปลายมนขนาด 016 ต่อกับเครื่องกรอความเร็วสูง 330,000 รอบ/นาที (high speed airotor, 798 W&H, Australia) ที่บริเวณเหนือรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน (cementoenamel junction) ทางด้านแก้ม 1 มิลลิเมตร ให้ได้ผิวเรียบเสมอในแนวราบและตั้งฉากกับแนวแกนฟันและมีความยาวรากฟัน 13 มิลลิเมตร ทำการรักษาคลองรากฟันโดยใช้เค-ไฟล์ (K-file) เบอร์ 15 ผ่านรูเปิดโพรงฟันถึงปลายรากฟัน นำระยะที่วัดได้ลดลง 1 มิลลิเมตร เพื่อใช้เป็นความยาวที่ใช้ขยายคลองรากฟัน ขยายคลองรากฟันจนถึงเบอร์ 45 แล้วทำการสเตปแบ็ก (step-back) ขึ้นมา 5 ขนาด ล้างด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (sodium hypochloride) เข้มข้นร้อยละ 2.5 เพื่อทำให้คลองรากฟันสะอาดและป้องกันการอุดตันของสิ่งสกปรกในคลองรากฟัน ระหว่างรักษารากฟันให้ใช้ผ้าก๊อซชุบน้ำหมาด ๆ หุ้มรอบรากฟันและให้ความชื้นกับรากฟันเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ ล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เมื่อขยายคลองรากฟันเสร็จแล้วซับคลองรากฟันให้แห้งด้วยแท่งกระดาษซับ (paper point) อุดคลองรากฟันด้วยกัตทาเพอร์ชา (gutta percha, Coltene/Whaledent, USA.) โดยวิธีแลทเทอรอลคอนเดนเซชัน (lateral condensation) ร่วมกับแท่ง กัตทาเพอร์ชาเสริม (accessory gutta percha) โดยใช้ซีเมนต์อุดคลองรากฟัน (root canal sealer) และตัดกัตทาเพอร์ชาออกอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร ด้วยอุปกรณ์ลนไฟให้ ความร้อน (heated condensers) กดกัตทาเพอร์ชาให้แน่นและอุดปิดด้วยวัสดุอุดชั่วคราว และนำซี่ฟันไปแช่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อให้ซีเมนต์อุดคลองรากฟันแข็งตัวเพียงพอ[8] หลังจากนั้นทำการเตรียมช่องว่างสำหรับใส่เดือยฟันยาว 8 มิลลิเมตร ในฟันทุกกลุ่มด้วยหัวเจาะสำหรับเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอตซ์ (D.T. light-post, Bisco, FRANCE) ขนาดกลาง (เบอร์ 2) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ส่วนปลายสุดของเดือยฟัน 1.0 มิลลิเมตร และที่ส่วนหัวของเดือยฟัน 1.8 มิลลิเมตร

การบูรณะเดือยฟันและแกนฟัน

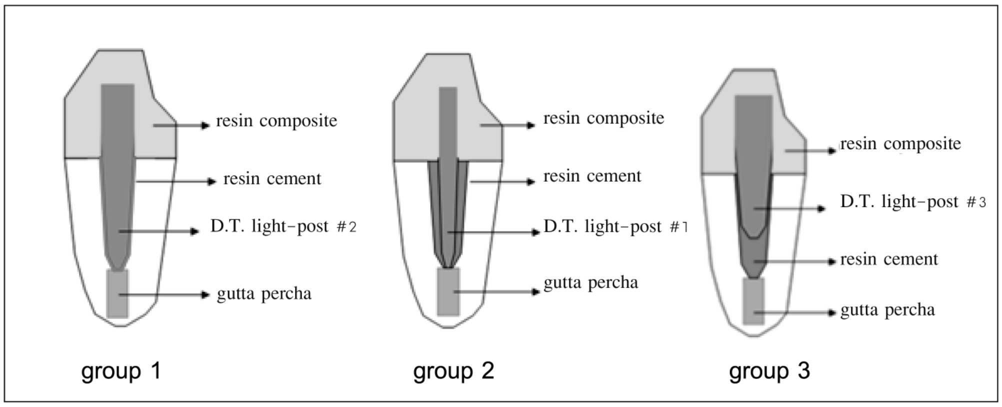
กลุ่มที่ 1: ใช้เดือยฟันที่มีขนาดและความยาวพอดีกับคลองรากฟัน โดยทำการลองเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอตซ์ (D.T. light-post) เบอร์ 2 ให้แนบสนิทพอดีกับคลองรากฟัน ตัดเดือยฟันด้วยเครื่องกรอความเร็วสูงให้เดือยมีความยาว 12 มิลลิเมตร จากปลายเดือยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุด จากนั้นทาสารไซเลน (silane coupling agent) ที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำคือผสมสารเคลียร์ฟิล เอสอี บอน ไพร์เมอร์ (CLEARFIL SE BOND Primer) ร่วมกับสารเคลียร์ฟิล พอร์สเลน บอน แอคติเวเตอร์ (CLEARFIL PORCELAIN BOND Activator) และทาที่ผิวของเดือยฟันและทิ้งไว้ 5 วินาที ทำการยึดเดือยฟันด้วยเรซินซีเมนต์ (Panavia F2.0, Kuraray, Japan) โดยทาสารอีดีไพร์เมอร์ (ED primer) ให้ทั่วผิวคลองรากฟัน ทิ้งไว้ 30 วินาที และเป่าลมเบา ๆ ผสมเรซินซีเมนต์และเคลือบซีเมนต์ที่เดือยฟันและค่อย ๆ หมุนเดือยฟันในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเข้าไปใน

คลองรากฟัน กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกและทำการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง (TransluxEC, Kulzer, Germany) เป็นเวลา 40 วินาที ในแนวดิ่งบริเวณส่วนปลายของเดือยฟัน เพื่อให้ซีเมนต์แข็งตัวแล้วจึงเริ่มทำการสร้างแกนฟันโดยใช้เรซินคอมโพสิต (Tetric N Ceram, Ivoclar Vivadent, USA.) เริ่มจากการใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 (Total Etch, Ivoclar Vivadent, USA.) กัดเนื้อฟันเป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลม 10 วินาที และทาสารยึดเนื้อฟัน (Excite, Ivoclar Vivadent, USA.) เป่าลมเป็นเวลา 5 วินาที แล้วฉายแสงเป็นเวลา 20 วินาที สร้างส่วนแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตโดยใช้แม่แบบซิลิโคนเป็นแบบเพื่อให้ได้แกนฟันที่มีรูปร่างและขนาดเดียวกัน โดยมีความสูงของแกนฟัน 5 มิลลิเมตร ทำการก่อเรซินคอมโพสิตเป็นชั้นๆ ให้แต่ละชั้นมีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ฉายแสงทีละชั้นโดยใช้เครื่องฉายแสง เป็นเวลา 40 วินาที

กลุ่มที่ 2: ใช้เดือยฟันที่มีความยาวพอดีกับคลองรากฟัน แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า โดยทำการลองเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอตซ์เบอร์ 1 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ส่วนปลายสุดของเดือยฟัน 0.9 มิลลิเมตร และที่ส่วนหัวของเดือยฟัน 1.5 มิลลิเมตร ลองในคลองรากฟันและทำการตัดเดือยฟันด้วยเครื่องกรอความเร็วสูงให้เดือยมีความยาว 12 มิลลิเมตร จากปลายเดือยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุด ทำการยึดเดือยฟันด้วยเรซินซีเมนต์และสร้างแกนฟันด้วยขั้นตอนเดียวกับกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 3: ใช้เดือยฟันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพอดีกับผนังคลองรากฟันส่วนต้น เมื่อใส่จะมีความยาวสั้นกว่าความยาวของคลองรากฟัน โดยทำการลองเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอตซ์เบอร์ 3 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ส่วนปลายสุดของเดือยฟัน 1.2 มิลลิเมตร และที่ส่วนหัวของเดือยฟัน 2.2 มิลลิเมตร ลองในคลองรากฟันโดยจะใส่ในคลองรากฟันได้ความยาว 4 มิลลิเมตร แล้วจึงตัดเดือยฟันด้วยเครื่องกรอความเร็วสูงให้เดือยมีความยาว 8 มิลลิเมตร จากปลายเดือยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุด ทำการยึดเดือยฟันด้วยเรซินซีเมนต์ โดยใช้เลนทูโล (lentulo) เป็นตัวนำเรซินซีเมนต์ลงไปในคลองรากฟันส่วนปลายราก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองอากาศขึ้นภายในเนื้อของเรซินซีเมนต์ ทำการยึดเดือยฟันและสร้างแกนฟันด้วยขั้นตอนเดียวกับกลุ่มที่ 1

ภายหลังการเตรียมชิ้นตัวอย่างในทุกกลุ่ม จะทำการถ่ายภาพรังสีเพื่อตรวจสอบความยาวของเดือยฟันและเรซินซีเมนต์ภายในคลองรากฟัน โดยจะต้องมีความยาวของเดือยฟันพอดีกับที่กำหนดไว้ในแต่ละกลุ่มและต้องไม่พบฟองอากาศในชั้นของเรซินซีเมนต์และเรซินคอมโพสิต หลังจากนั้นจะทำการกรอแต่งแกนฟันโดยรอบ เพื่อให้มีลักษณะที่พร้อมในการใส่ครอบฟันให้เหมือนในทางคลินิก โดยขอบทางด้านแก้มของแกนฟันมีความหนาประมาณ 1.2 มิลลิเมตร และมีลักษณะเป็นบ่า (shoulder margin) ส่วนขอบทางด้านลิ้นของแกนฟันมีความหนาประมาณ 0.8 มิลลิเมตร โดยให้มีลักษณะเป็นรอยตัดเฉียงโค้ง (chamfer margin) ซึ่งลักษณะการบูรณะด้วยเดือยและแกนของชิ้นตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบการบูรณะด้วยเดือยและแกนในกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับ

Fig. 1 Schematic diagrams showed experimental group 1, 2 and 3 respectively.

การลงบล็อกยึดฟัน

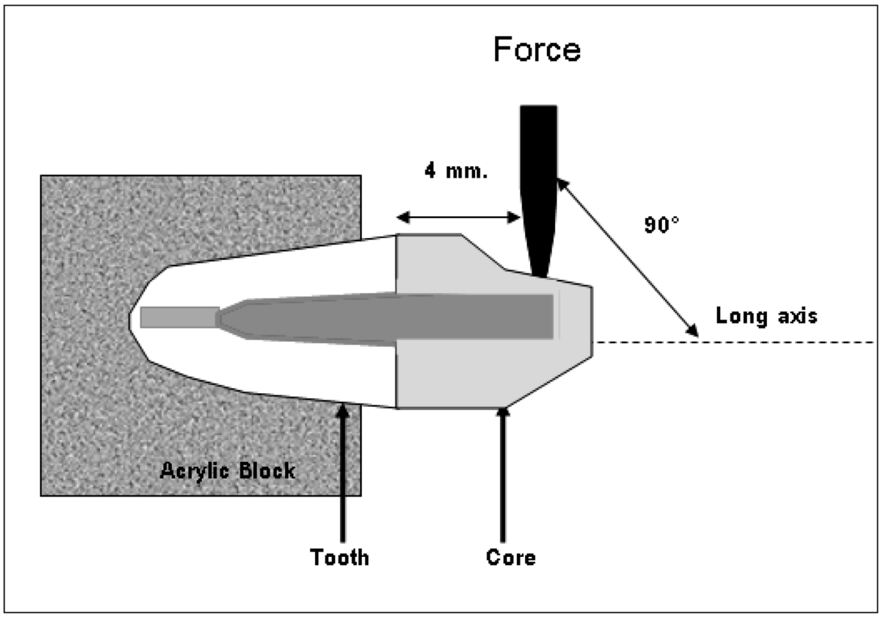
นำรากฟันที่บูรณะด้วยเดือยฟันและแกนฟันเรียบร้อยแล้วมาลงบล็อกยึดฟัน โดยใช้ท่อพีวีซีซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก 22 มิลลิเมตร และสูง 20 มิลลิเมตร เป็นบล็อกยึดและใช้อะคริลิกเรซินที่บ่มตัวได้ที่อุณหภูมิห้อง (Formatray, Kurr, USA.) จำลองแทนกระดูกเบ้าฟัน โดยให้ส่วนขอบของอะคริลิกเรซินด้านบนอยู่ต่ำจากรอยต่อระหว่างชั้นเคลือบฟันและเคลือบรากฟันประมาณ 2 มิลลิเมตร เพื่อใช้แทนตำแหน่งของไบโอโลจิกวิดธ์ (Biologic width)[9] เมื่ออะคริลิกเรซินเริ่มแข็งตัวให้นำไปแช่ในน้ำเพื่อลดความร้อนจากการบ่มตัวของอะคริลิกเรซินซึ่งอาจทำลายคุณสมบัติของเนื้อฟัน[7] เมื่อเตรียมฟันลงบล็อกยึดเรียบร้อยแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้เรซินซีเมนต์ที่ยึดแข็งตัวเต็มที่[10]

การทดสอบความต้านทานการล้มเหลว

นำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบความต้านทานการล้มเหลวด้วยเครื่องทดสอบสากล (Instron testing machine model 5566, Instron Co., USA.) โดยนำชิ้นตัวอย่างยึดเข้ากับแป้นรองซึ่งทำมุม 90 องศา ระหว่างแนวแกนฟันกับหัวกดทดสอบของเครื่องทดสอบสากล กดหัวทดสอบลงบนแกนฟันด้านลิ้นบริเวณตำแหน่งที่ห่างจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 4 มิลลิเมตร และอยู่กลางแกนฟันในแนวใกล้กลางถึงแนวไกลกลาง[10] โดยใช้ความเร็วหัวกด 2 มิลลิเมตร/นาที ดังแสดงในรูปที่ 2 กดจนแกนฟันหรือเดือยฟันหรือรากฟันแตกหรือหลุด ซึ่งจะสังเกตได้จากมีการลดลงของแรงทันที บันทึกแรงที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนเป็นนิวตัน (Newton) และสังเกตรูปแบบความล้มเหลว (failure mode) ที่เกิดขึ้น

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกหรือหลุดของแกนฟันหรือเดือยฟันหรือรากฟันมาเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni test) รวมทั้งสังเกตรูปแบบการแตกของชิ้นตัวอย่างที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่ม



รูปที่ 2 การจำลองแนวการวางชิ้นงานขณะใช้หัวกดทดสอบแรงต้านทานความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกน

Fig. 2 Loading configuration of specimen for failure resistance test.

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบพบว่าในกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนสูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเมื่อนำค่าแรงแต่ละกลุ่มไปทดสอบการกระจายตัวพบว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นปกติ และเมื่อนำไปทดสอบความแปรปรวนพบว่าทุกกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติบอนเฟอร์โรนีพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีค่าแรงที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในกลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 3 ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

รูปแบบการแตกของแต่ละกลุ่มพบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีลักษณะการแตกที่ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือมีการแตกและแยกตัวออกบริเวณรอยต่อระหว่างแนวแกนฟันกับส่วนรากฟันซึ่งมีความกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร ไม่มีการแตกหักของ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยแรงที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนของชิ้นตัวอย่างและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละกลุ่ม

Table 1 Means and standard deviation of force required for failure resistance in each group.

Group	Failure Loads (Means ± S.D.) (Newtons)
1	108.33 ± 11.59 *
2	79.08 ± 12.15
3	94.87 ± 14.48 *

* indicate groups with no significant different at $p = 0.05$.

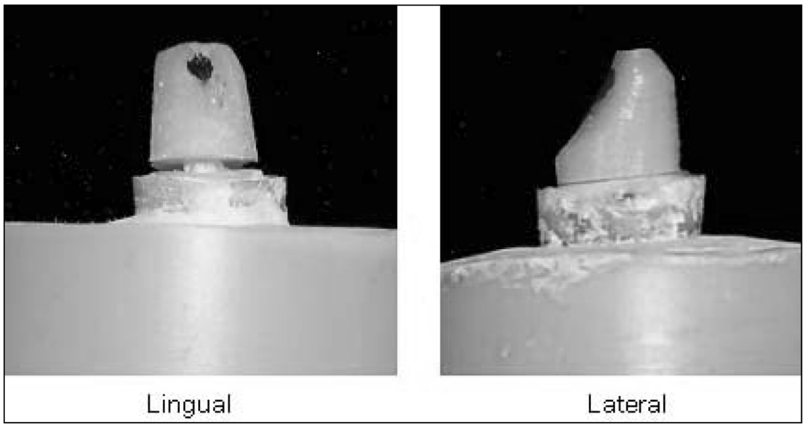
ตารางที่ 2 วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติบอนเฟอร์โรนีของแรงที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนของชิ้นตัวอย่าง

Table 2 Bonferroni comparisons of force required for restoration failure.

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95%Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	29.2510(*)	5.72576	.000	14.6362	43.8658
	3	13.4580	5.72576	.079	-1.1568	28.0728
2	1	-29.2510(*)	5.72576	.000	-43.8658	-14.6362
	3	-15.7930(*)	5.72576	.031	-30.4078	-1.1782
3	1	-13.4580	5.72576	.079	-28.0728	1.1568
	2	15.7930(*)	5.72576	.031	1.1782	30.4078

* = statistically significant difference at $p < 0.05$.

เดือยฟันที่บริเวณดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งรอยแยกดังกล่าวเกิดจากการที่เดือยหลุดออกจากผนังคลองรากฟัน อย่างไรก็ดีไม่พบการแตกของรากฟันในทุกกลุ่มตัวอย่าง และเมื่อตรวจดูลักษณะพื้นผิวของเดือยฟันที่หลุดออกพบว่าส่วนใหญ่ความล้มเหลวมีสองลักษณะคือ พบซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวเดือยฟันตลอดความยาวของเดือยและไม่พบซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวเดือยฟันแต่ติดอยู่ที่ผนังคลองรากฟัน ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งในกรณีของชิ้นตัวอย่างที่พบเรซินซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวตลอดความยาวเดือย เมื่อผ่ารากฟันออกจะพบว่ามีเรซินซีเมนต์ติดที่ผนังคลองรากฟันน้อยมาก ส่วนในกรณีของชิ้นตัวอย่างที่ไม่พบเรซินซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวตลอดความยาวเดือย เมื่อผ่ารากฟันออกจะพบเรซินซีเมนต์ติดตลอดผนังคลองรากฟัน ดังแสดงในรูปที่ 4 จึงสรุปได้ว่าเป็นลักษณะการล้มเหลวชนิดแอดฮีซีฟ (adhesive failure)



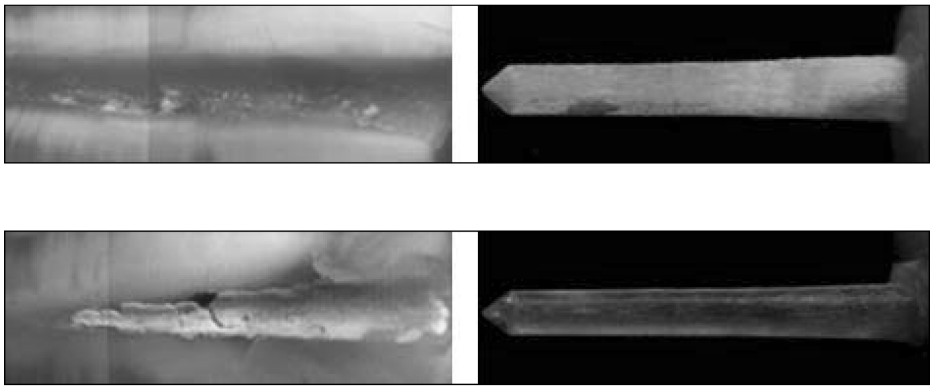
รูปที่ 3 รูปแบบความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนของตัวอย่าง พบการแตกของซีเมนต์บริเวณคอฟัน

Fig. 3 Failure mode of specimen, fracture at core-cement interface was observed.

ตารางที่ 3 ลักษณะพื้นผิวของเดือยฟันที่พบหลังการกดทดสอบในแต่ละกลุ่ม

Table 3 Pattern of post surface after testing for each group.

	pattern of resin cement on post surface	
group	entire length of post	no resin cement on post
1	8	2
2	2	8
3	7	3



A.

B.

รูปที่ 4 ลักษณะผิวของผนังคลองรากฟันและผิวเดือยฟันที่สามารถดึงหลุดออกจากรากภายหลังการทดสอบ
A. พบซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวเดือยตลอดความยาวเดือย
B. ไม่พบซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวเดือยแต่พบที่ผนังคลองรากฟัน

Fig. 4 Pattern of root canal surface and post surface of specimen that the post dislodgement can be pulled out after testing.
A. Cement attach to the entire of post surface.
B. No cement attach to post surface but at the root canal surface.

วิจารณ์

ในการทดสอบแรงที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนในฟันที่รักษาคลองรากฟันด้วยการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวที่ต่างกัน การเลือกใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยชนิดเส้นใยควอตซ์ในการทดสอบนี้เนื่องจากเป็นเดือยที่เส้นใยมีลักษณะโปร่งแสง สามารถช่วยนำแสงไปตามความยาวของเดือยทำให้เพิ่มปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ของเรซินซีเมนต์[11] ทำให้เกิดความแข็งแรงในการยึดระหว่างเรซินซีเมนต์กับเดือยฟันและรากฟันดีขึ้น อีกทั้งยังคงความสวยงามในการบูรณะฟัน ส่วนเรซินซีเมนต์ที่ใช้กับตัวอย่างทุกกลุ่ม คือ พานาเวียร์ เอฟ เพราะมีหลายการศึกษาสนับสนุนว่าพานาเวียร์ เอฟ มีความสามารถในการเพิ่มความต้านทานในการแตกได้มากกว่าเรซินซีเมนต์ตัวอื่น ๆ[12] และมีคุณสมบัติในการแข็งตัวที่อาศัยแสงในการกระตุ้นและสามารถแข็งตัวได้เองต่อเนื่องไป (dual cure) ทำให้เกิดความมั่นใจในการแข็งตัวของซีเมนต์ว่าสามารถเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้ นอกจากนี้การใช้สารยึดเนื้อฟันยี่ห้อเอ็กไซต์ซึ่งเป็นสารบอนดิ้งระบบโททอลเอทช์ (total etch bonding system) ในการสร้างแกนฟันเนื่องจากมีหลายการศึกษาที่พบว่าการใช้ระบบแอดฮีซีฟ (adhesive system) ในการยึดเนื้อฟันในระบบโททอลเอทช์ จะให้ความทนแรงดึงของพันธะสูงกว่าระบบเซลฟ์เอทช์ (self etch bonding system)[13,14]

การใช้อะคริลิกเรซินที่บ่มตัวได้ที่อุณหภูมิห้องจำลองแทนกระดูกเบ้าฟันเนื่องจากอะคริลิกเรซินมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นใกล้เคียงกับกระดูกของมนุษย์[15] และจากการทดสอบนี้ที่ใช้ความเร็วหัวกด 2 มิลลิเมตรต่อนาทีนั้น เนื่องจากแรงที่ได้รับอาจมีลักษณะคล้ายแรงกระแทกซึ่งพบว่าในหลาย ๆ การทดลองที่ทำการศึกษาแรงต้านทานการแตกของการบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันใช้ความเร็วที่ระดับนี้[2, 16-17]

ผลการทดสอบพบว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีความต้านทานการล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 ซึ่งอาจเนื่องมาจากในกลุ่มที่ 1 ใช้เดือยฟันที่มีขนาดพอดีกับคลองรากฟัน และกลุ่มที่ 3 ใช้เดือยฟันขนาดพอดีกับคลองรากฟันส่วนต้น ทำให้ทั้ง 2 กลุ่มมีขนาดเดือยฟันที่พอดีกับคลองรากฟันบริเวณคอฟันซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสะสมแรงเค้นที่มากระทำบริเวณเนื้อฟันมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาของ Sorrentino และคณะ[18] ที่ศึกษาการเกิดแรงเครียด

(strain) และแรงเค้น (stress) ของเนื้อฟันที่ได้การรักษาคลองรากฟันแล้วทำการบูรณะด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินคอมโพสิตในการสร้างแกนฟันขณะได้รับแรงกระทำต่อตัวฟันด้านเพดานปากเป็นมุม 60 องศา พบว่าจะเกิดการสะสมทั้งแรงเครียดและแรงเค้นมากที่สุดที่บริเวณคอฟัน โดยเฉพาะที่ผิวของเดือยฟันบริเวณคอฟันตรงรอยต่อของส่วนรากฟันและแกนฟันจะมีการสะสมแรงเค้นมากที่สุด ซึ่งหากบริเวณนี้ถ้าเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีขนาดพอดีกับคลองรากฟันทำให้มีความหนาของชั้นซีเมนต์น้อยจะช่วยทำให้เกิดการกระจายแรงจากเดือยฟันไปสู่รากฟันได้ ซึ่งหากวัสดุบูรณะฟันมีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นที่ใกล้เคียงกันและนำมาบูรณะร่วมกันจะเกิดคุณสมบัติที่เรียกว่าโมโนบล็อก (mono-block)[19] ขึ้นระหว่างเนื้อฟัน แกนฟันและเดือยฟันผ่านเรซินซีเมนต์ ทำให้เกิดการกระจายแรงไปตามรากฟันได้ดี ซึ่งแม้มีแรงที่มากระทำที่เดือยฟันก็ยังสามารถดูดซับแรงและกระจายแรงไปสู่รากฟันได้[20] ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 สามารถทนแรงที่กดลงบนแกนฟันได้มากกว่าในกลุ่มที่ 2 สอดคล้องกับการศึกษาของ Moosavi และคณะ[21] ที่พบว่า การใช้เรซินซีเมนต์ในการปิดช่องว่างในกรณีที่เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยมีขนาดเล็กกว่าคลองรากฟันจะทำให้มีความต้านทานในการแตกน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีขนาดพอดีกับคลองรากฟันหรือการใช้เรซินคอมโพสิตในการเสริมผนังคลองรากฟันร่วมกับการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีขนาดเล็กกว่าคลองรากฟัน เนื่องจากเรซินซีเมนต์มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นน้อยกว่าเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟัน ทำให้มีความสามารถในการรับแรงได้น้อยกว่า[22] เมื่อมีแรงมากระทำจะเกิดการสะสมแรงและความเค้นมากที่บริเวณชั้นซีเมนต์นี้ ซึ่งหากชั้นซีเมนต์มีความหนามากเกิน 500 ไมโครเมตรแล้วก็จะยิ่งทำให้ชั้นนี้เกิดความอ่อนแอทำให้ไม่สามารถต้านทานการแตกได้[23]

การแตกของชิ้นตัวอย่างในทุกกลุ่มมีลักษณะคล้ายกัน กล่าวคือ พบเพียงรอยแยกระหว่างแกนฟันกับรากฟันแต่ไม่มีการแตกหักของเดือยฟันและแกนฟัน โดยพบว่าเดือยหลุดออกจากคลองรากฟันภายหลังการทดสอบ ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Sorrentino และคณะ[18] ที่พบว่าจะเกิดการสะสมแรงเครียดมากที่สุดที่บริเวณแนวรอยต่อระหว่างแกนฟันกับรากฟัน และพบการสะสมแรงเครียดที่บริเวณรอยต่อของเดือยฟันกับชั้นซีเมนต์ที่บริเวณรอยต่อระหว่างแกนฟันกับรากฟันและกระจายไปตลอดแนวแกนฟัน ซึ่งที่บริเวณคอฟันเป็นบริเวณที่มีการสะสมแรงเครียดและแรงเค้นมากที่สุดทำให้ชิ้นตัวอย่างเกิดรอยแยกตรงแนวรอยต่อระหว่างแกนฟันกับรากฟัน และจากคุณสมบัติของเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีความยืดหยุ่น (flexible) ภายใต้แรงที่มากระทำและสามารถดูดซับแรงไว้ภายในตัวเอง[20,24] จะทำให้เส้นใยในเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยสามารถโค้งงอ (bending) ได้ สาเหตุดังกล่าวอาจทำให้เกิดการแตกของแกนฟันหรือเรซินซีเมนต์ที่ยึดติดอยู่กับเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่บริเวณคอฟันทำให้เกิดการรั่วของชั้นเรซินซีเมนต์ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการหลุดของเดือยฟันได้[25] และจากการทดลองเมื่อตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของเดือยฟันที่หลุดออกพบว่า ส่วนใหญ่มีเรซินซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวของเดือยฟันตลอดความยาวของเดือยในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อาจเนื่องจากเดือยฟันมีขนาดที่พอดีกับคลองรากฟันทำให้มีพื้นที่ของซีเมนต์น้อย เมื่อได้รับแรงกระทำในแนว 90 องศา จึงทำให้เกิดการโค้งงอของเดือยและแกนได้น้อย ทำให้เรซินซีเมนต์สามารถยึดติดอยู่กับที่ผิวของเดือยฟันได้ ส่วนในกลุ่มที่ 2 พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีซีเมนต์ติดอยู่ที่ผิวเดือยฟัน เนื่องจากมีช่องสำหรับซีเมนต์มาก ซึ่งซีเมนต์มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นน้อย รวมทั้งขนาดเดือยที่เล็ก จึงทำให้เดือยและแกนเกิดการโค้งงอได้มาก และเกิดการทำลายแรงยึดระหว่างเดือยและซีเมนต์ได้ง่าย จึงทำให้เรซินซีเมนต์ส่วนใหญ่ติดอยู่ที่ผนังคลองรากฟันไม่ติดออกมากับเดือยฟัน

จากการทดลองไม่พบการแตกของรากฟันในทุกกลุ่มตัวอย่าง สอดคล้องกับการศึกษาของ Moosavi และคณะ[21] ที่ไม่พบการแตกของรากฟันเช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเกิดคุณสมบัติโมโนบล็อกทำให้เดือยฟันสามารถดูดซับแรงและกระจายแรงไปตามความยาวของเดือยฟันไปสู่รากฟัน ป้องกันการแตกของตัวรากฟันได้ ซึ่ง Fokkinga และคณะ[26] กล่าวว่าเป็นความล้มเหลวในการบูรณะฟันที่ดีกว่าการเกิดการแตกของรากฟันเนื่องจากอาจให้การบูรณะซ้ำใหม่ได้

จากผลการทดลองนี้เป็นผลที่ได้จากการใช้เดือยดีทีไลท์-โพสท์และเรซินซีเมนต์ยี่ห้อ พานาเวียร์ เอฟ ซึ่งหากมีการใช้เดือยหรือเรซินซีเมนต์ชนิดอื่น ๆ ในการยึดเดือย ผลที่ได้อาจมีค่าและลักษณะที่แตกต่างออกไป นอกจากนี้ในการทดลองนี้ไม่มีการใส่ครอบฟันเพื่อจำลองการบูรณะฟัน เนื่องจากอาจทำให้เกิดการหลุดของครอบฟันก่อนเกิดความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยฟัน ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มจุดบกพร่องในการเตรียมชิ้นตัวอย่างหากมีการสร้างครอบฟันที่มีมาตรฐานไม่เท่ากันใน

ทุกชิ้นตัวอย่างได้ อย่างไรก็ตามหากใส่ครอบฟันในชิ้นตัวอย่างเพื่อเลียนแบบลักษณะทางคลินิกอาจทำให้ผลการทดลองที่ได้แตกต่างออกไป

สรุป

จากการทดสอบความต้านทานการล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนในฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วด้วยเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยขนาดต่าง ๆ กันพบว่า การใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีขนาดพอดีกับคลองรากฟันจะให้แรงต้านทานความล้มเหลวในการบูรณะด้วยเดือยและแกนสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับการใช้เดือยฟันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้นซึ่งมีขนาดพอดีกับคลองรากฟันส่วนต้นแต่มีความยาวสั้นลงเมื่อใส่ลงในคลองรากฟัน ส่วนการใช้เดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าคลองรากฟันซึ่งทำให้มีความหนาของชั้นเรซินซีเมนต์มาก จะทำให้แรงต้านทานความล้มเหลวในการบูรณะต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการเลือกขนาดเดือยฟันควรให้มีความพอดีทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาว แต่หากมีข้อจำกัดทางคลินิก การเลือกเดือยให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่พอดีกับบริเวณคลองรากฟันส่วนต้นจะช่วยให้ได้การบูรณะฟันที่ดีกว่า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากทุนงบประมาณแผ่นดินปี 2552 และขอขอบพระคุณอาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาทางด้านสถิติในการวิจัย และขอบคุณศูนย์วิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ และบริษัทแอคติออนที่เอื้อเฟื้อเดือยคอมโพสิตเสริมเส้นใยควอตซ์เพื่อทดลองทำการวิจัยในเบื้องต้น

เอกสารอ้างอิง

1. Milot P, Stein RS. Root fracture in endodontically treated teeth related to post selection and crown design. J Prosthet Dent. 1992;68:428-35.
2. Saupe WA, Gluskin AH, Radke RA Jr. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. Quintessence Int. 1996;27:483-91.
3. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of *in vitro* failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. Int J Prosthodont. 2004;17:476-82.
4. Zalkind M, Hochman N. Esthetic considerations in restoring endodontically treated teeth with posts and cores. J Prosthet Dent. 1998;79:702-5.
5. Carrotte P. Endodontics: part 4. Morphology of the root canal system. Br Dent J. 2004;197:379-83.
6. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An *in vitro* study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. J Prosthet Dent. 1999; 81:262-9.
7. McDonald AV, King PA, Setchell DJ. *In vitro* study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. Int Endod J. 1990;23:304-12.
8. Goncalves LA, Vansan LP, Paulino SM, Sousa Neto MD. Fracture resistance of weakened roots restored with a transilluminating post and adhesive restorative materials. J Prosthet Dent. 2006;96:339-44.
9. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1990;64:419-24.
10. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. *In vitro* comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. J Prosthodont. 2001;10:26-36.
11. Monticelli F. A study into the application of fiber posts and composite core materials for restoring endodontically treated teeth. [dissertation]. Siena: University of Siena and University of Granada; 2005.
12. 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.
13. Yesilyurt C, Bulucu B. Bond strength of total-etch and self-etch dentin adhesive systems on peripheral

and central dentinal tissue: a microtensile bond strength test. J Contemp Dent Pract. 2006;7:26-36.
14. Mak YF, Lai SC, Cheung GS, Chan AW, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. Dent Mater. 2002;18:609-21.
15. King PA, Setchell DJ. An *in vitro* evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. J Oral Rehabil. 1990;17:599-609.
16. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 2003;90:31-41.
17. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. J Prosthet Dent. 1993;69:36-40.
18. Sorrentino R, Aversa R, Ferro V, Auriemma T, Zarone F, Ferrari M, et al. Three-dimensional finite element analysis of strain and stress distributions in endodontically treated maxillary central incisors restored with different post, core and crown materials. Dent Mater. 2007;23:983-93.
19. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. Dent Mater. 2002;18:596-602.
20. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. J Prosthet Dent. 2003;89:360-7.
21. Moosavi H, Maleknejad F, Kimyai S. Fracture resistance of endodontically-treated teeth restored using three root-reinforcement methods. J Contemp Dent Pract. 2008;9:30-7.
22. Mezzomo E, Massa F, Libera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an *in vitro* study. Part I. Quintessence Int. 2003;34:301-6.
23. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1994;71:565-7.
24. Morgano SM, Rodrigues AH, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. Dent Clin North Am. 2004;48:397-416.
25. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. J Endod. 2001;27:758-61.
26. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of *in vitro* failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. Int J Prosthodont. 2004;17:476-82.

Effect of diameter and length of fiber post on failure resistance of endodontically treated teeth restored with post and core

Sirirat Ananviriyaporn D.D.S.[1]
Prarom Salimee D.D.S., Ph.D.[2]

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

Abstract

Objectives To study the failure resistance of root canal treatment (RCT) teeth restored with post and core using different diameters and lengths of fiber posts.

Materials and methods Thirty maxillary central incisors were divided into 3 groups. After RCT-treated, spaces for post were prepared with drill #2. All groups were restored with fiber post (D.T. light-post). The first group was restored with the size that properly fit the canal (post #2). The second group used the post with the same canal length but smaller diameter (post #1). The third group used the post that shorter than the canal length but bigger diameter that fit the cervical part of the canal (post #3). After cementing with resin cement (Panavia F 2.0), core build-up with composite was performed in each specimen, the teeth were embedded in self cure acrylic resin block. The samples were loaded on a universal testing machine with a crosshead speed of 2 mm/min on the palatal surfaces at 90° angles to the long axis of the tooth until failure occurred.

Results Failure resistance of group 1, group 2 and group 3 were 108.33 ± 11.59 N, 79.08 ± 12.15 N and 94.87 ± 14.48 N, respectively. ANOVA and Bonferroni test revealed that there was no significant difference of the failure resistance between group 1 and group 3 ($p > 0.05$). But group 2 was significantly different from the other groups ($p < 0.05$). No root fractures occurred in any of the experimental groups.

Conclusion Root canal treatment teeth restored with fiber post that the diameter properly fit the cervical part of canal, though the length was shorter, were significantly stronger than those restored with the entire length of post but diameter was not fit the canal.

(CU Dent J. 2008;31:359-70)

***Key words**: failure resistance; fiber post; resin cement*