



Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with dual-cured resin composite within root canal at different depths

Piyaporn Kusrisomsup¹, Nataya Vongphan², Amara Muangmingsuk³, Pisol Senawongse⁴

¹ D.D.S., High Grad. Dip. in Clin. Sc. (Operative Dentistry Faculty of Dentistry, Mahidol University.

² B.Sc., D.D.S., High Grad. Dip. in Clin. Sc. (Endodontics) Faculty of Dentistry, Mahidol University.

³ D.D.S., B.Sc., Grad. Dip. in Clin. Sc. (Endodontics) M.S., Dip. Thai Board of Endodontics Faculty of Dentistry, Mahidol University.

⁴ D.D.S., M.Sc. (Operative Dentistry), Ph.D. (Dental Sciences) Dip. Thai Board of Operative Dentistry Faculty of Dentistry, Mahidol University.

Abstract

Objective: The objective of this study was to compare the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with a dual-cured resin composite core material within the root canal at different depths.

Materials and methods: Endodontic treatment and MOD preparations were performed on forty extracted human mandibular premolars. The teeth were randomly assigned into four groups. The post spaces were prepared according to the level of gutta percha removal as followed: Group 1 (control group): at the level of CEJ. Group 2: at the depth of 3 mm below the CEJ. Group 3: below CEJ at a half distance from buccal cusp tip to 3 mm under the CEJ level. Group 4: at the distance of crown length below the CEJ. All teeth were then restored with a dual-cured composite resin. The teeth were subjected to a vertical loading in a universal testing machine until the fracture occurred. Data were analyzed by using one-way ANOVA and multiple comparison Tukey's test ($p < 0.05$). The fracture patterns were examined under surgical microscope.

Results: The group that restored to the CEJ (control group) showed the lowest fracture load and significantly lower fracture load than other groups ($p < 0.05$). No statistically significant differences were found among the groups restored within the root canal below the CEJ ($p > 0.05$). There were no significant differences in fracture patterns among the experimental groups ($p > 0.05$).

Conclusion: The fracture resistance of the endodontically treated teeth with MOD preparation was significantly increased when restored with the resin composite within the root canal below the CEJ.

Keywords: dual-cured resin composite, endodontically treated teeth, fracture resistance, post space depth, resin core material

How to cite: Kusrisomsup P, Vongphan N, Muangmingsuk A, Senawongse P. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with dual-cured resin composite within root canal at different depths. *M Dent J* 2014; 34: 28-36.

Corresponding author:

Nataya Vongphan
Department of Operative Dentistry and
Endodontics Division of Operative
Dentistry Faculty of Dentistry,
Mahidol University.
6 Yothi Rd., Rajthevi, Bangkok 10400
Thailand.
Tel: 02-2007825
Fax: 02-2007824
E-mail: nataya.von@mahidol.ac.th

Received: 5 September 2012

Accepted: 9 October 2012



ความต้านทานต่อการแตกหักของฟันที่รักษาคลองรากและบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีในคลองรากที่ระดับความลึกต่างกัน

ปิยาภรณ์ คู่ศรีสมทรัพย์¹ นาฏยา วงษ์ปาน² อมรา ม่วงมิ่งสุข³ พิศลย์ เสนาวงษ์⁴

¹ ท.บ., ป.บัณฑิตชั้นสูงทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก (ทันตกรรมทันตกรรม) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

² วท.บ., ท.บ., ป.ชั้นสูงทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก (วิทยาเอ็นโดคอนต์) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

³ ท.บ., ป.บัณฑิต (วิทยาเอ็นโดคอนต์), M.S., อ.ท. (วิทยาเอ็นโดคอนต์) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

⁴ ท.บ., วท.ม. (ทันตกรรมทันตกรรม), Ph.D. (Dental Sciences), อ.ท. (ทันตกรรมทันตกรรม) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงต้านทานการแตกหักของฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและบูรณะด้วยวัสดุทำแกนชนิดเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีในคลองรากฟันที่ระดับความลึกที่แตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา: ฟันกรามน้อยล่างมนุษย์จำนวน 40 ซี่ นำมารักษาคลองรากและเตรียมโพรงฟันด้านใกล้กลาง-ด้านบดเคี้ยว-ด้านไกลกลาง(MOD) แบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่ม ทำการเตรียมช่องว่างสำหรับเดือยฟันตามความลึกของกัตตาเปอร์ชาที่ตัดไว้ ดังนี้ กลุ่มที่ 1: (กลุ่มควบคุม)ตัดกัตตาเปอร์ชาในคลองรากถึงระดับรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน กลุ่มที่ 2: ตัดกัตตาเปอร์ชาต่ำจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 3: ตัดกัตตาเปอร์ชาต่ำจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะจากยอดปุ่มฟันด้านแก้มถึงตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตร และกลุ่มที่ 4: ตัดกัตตาเปอร์ชาต่ำจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันเท่ากับความสูงตัวฟัน ทำการบูรณะโพรงฟันและช่องว่างสำหรับเดือยฟันด้วยเรซินคอมโพสิตมัลติคอร์โพล จากนั้นนำไปทดสอบความต้านทานการแตกหักโดยวัดค่าแรงกดอัดด้วยเครื่องทดสอบแรงสากล นำค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวร่วมกับการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูกีย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา: ฟันกลุ่มควบคุมที่ทำการบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตถึงระดับรอยต่อของเคลือบฟันและเคลือบรากฟันมีค่าความต้านทานการแตกหักน้อยกว่ากลุ่มบูรณะอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มที่บูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตลงในคลองรากฟันที่ระดับต่ำกว่ารอยต่อของเคลือบฟันและเคลือบรากฟันในระดับความลึกต่างๆกัน ($p > 0.05$) ส่วนรูปแบบการแตกหักของฟันทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

บทสรุป: การบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตในฟันที่ผ่านการรักษาคลองราก จะมีความต้านทานต่อการแตกหักสูงขึ้นเมื่อทำการบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตลงในคลองรากฟันที่ระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน

รหัสคำ: เรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี, ฟันที่รักษาคลองรากฟัน, ความต้านทานต่อการแตกหัก, ความลึกของช่องว่างสำหรับเดือยฟัน, วัสดุทำแกนฟันชนิดเรซิน

วิธีอ้างอิงบทความนี้: ปิยาภรณ์ คู่ศรีสมทรัพย์, นาฏยา วงษ์ปาน, อมรา ม่วงมิ่งสุข, พิศลย์ เสนาวงษ์. ความต้านทานต่อการแตกหักของฟันที่รักษาคลองรากและบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีในคลองรากที่ระดับความลึกต่างกัน. ว. ทันตมหิดล 2557; 34: 28-36.

ผู้รับผิดชอบบทความ:

ติดต่อบทความที่

นาฏยา วงษ์ปาน

ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรมและ

วิทยาเอ็นโดคอนต์ สาขาทันตกรรมทันตกรรม

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

6 ถ.โยธี ราชเทวี กทม.10400

โทรศัพท์ที่ทำงาน: 02-200-7825

โทรศัพท์มือถือ: 081-811-8342

โทรสาร: 02-200-7824

อีเมล: nataya.von@mahidol.ac.th

วันรับเรื่อง: 5 กันยายน 2556

วันยอมรับการตีพิมพ์: 9 ตุลาคม 2556

บทนำ

จากรายงานอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นทางคลินิกพบว่าร้อยละ 71 ของฟันที่แตกหักเป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันมาแล้ว¹ การลดลงของความต้านทานต่อการแตกหักของฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้วเกิดจากการสูญเสียเนื้อฟันเนื่องจากการผุ การแตกหัก การกรอเตรียมโพรงฟัน และการเตรียมทางเข้าสู่คลองรากฟัน (access)²⁻⁴ มากกว่าจะเกิดจากขั้นตอนการเตรียมคลองรากฟัน⁵⁻⁷ นอกจากนี้ Reeh และคณะ⁵ พบว่าฟันที่ถูกเตรียมโพรงฟันด้านใกล้กลาง-ด้านบดเคี้ยว-ด้านไกลกลาง (MOD cavity preparation) จะมีความแข็งแรงลดลงถึงร้อยละ 63 ดังนั้นปริมาณเนื้อฟันที่สูญเสียไปเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของฟัน^{3, 8-11}

การบูรณะฟันภายหลังการรักษาคลองรากฟันอย่างเหมาะสมมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้การรักษาคลองรากฟันประสบความสำเร็จ¹²⁻¹⁴ การใส่เดือยฟันเพื่อช่วยยึดแกนฟันร่วมกับการทำครอบฟันเป็นทางเลือกในการบูรณะฟันหลังรักษาคลองรากฟันที่มีโครงสร้างฟันเหลือน้อย¹⁵ ซึ่งการใช้เดือยฟันโดยทั่วไปจะใช้เดือยฟันที่มีความยาวอย่างน้อยเท่ากับความยาวตัวฟันในทางคลินิกเพื่อให้เดือยฟันสามารถงออยู่ในคลองรากฟันได้ โดยมีข้อเสียคือการเตรียมช่องว่างสำหรับเดือยฟัน (post space) ในคลองรากฟัน ทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการแตกหักของฟัน มีโอกาสเกิดการกรอทะลุออกนอกรากฟัน (perforation) และอาจเกิดการแตกของรากฟันโดยเฉพาะจากการใช้เดือยฟันโลหะ โดยความล้มเหลวของการบูรณะด้วยเดือยฟันโลหะมักเกิดจากรากฟันแตกหักที่ทำให้บูรณะซ่อมแซมไม่ได้¹⁶ สำหรับความล้มเหลวของเดือยฟันชนิดผสมเส้นใย (fiber post) มักเกิดจากการหลุดของเดือยฟัน ซึ่งความล้มเหลวส่วนใหญ่จะเกิดที่บริเวณรอยต่อระหว่างเรซินซีเมนต์และผนังคลองรากฟัน¹⁷⁻¹⁹ และการใช้เรซินซีเมนต์ที่มีความหนาเหมาะสม (0.1-0.3 มิลลิเมตร) ยึดเดือยฟันชนิดผสมเส้นใยกับคลองรากฟันให้การยึดอยู่ดีกว่าการใช้เรซินซีเมนต์ที่มีความหนามากหรือน้อยเกินไป²⁰ ซึ่งเป็นการยากที่จะควบคุมให้ได้ความหนาของเรซินซีเมนต์ที่พอเหมาะตลอดความยาวของเดือยฟัน

จากการศึกษาของ Trope และคณะ²¹ ที่เกี่ยวกับการบูรณะฟันที่รักษาลองรากฟันด้วยคอมโพสิตเรซิน พบว่าการบูรณะช่องว่างที่เตรียมสำหรับเดือยฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี (chemical-cured composite resin) ร่วมกับการเตรียมผิวคลองรากด้วยกรดทำให้ความต้านทานต่อการแตกหักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อบูรณะในคลองรากและช่องทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิตโดยไม่กรอแต่งเป็นช่องว่างสำหรับเดือยฟันจะมีความต้านทานต่อการแตกหักสูงสุด ในกรณีฟันที่รักษาลองรากฟันที่มีผนังคลองรากบาง การบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตจะเพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักของฟันได้มากขึ้นตามแนวคิดโมโนบล็อก (monoblock)^{22, 23}

การบูรณะฟันตามแนวความคิดโมโนบล็อกเป็นการบูรณะฟันด้วยวัสดุที่มีความยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ใกล้เคียงกับเนื้อฟันร่วมกับการใช้ระบบสารยึดติดเพื่อให้วัสดุบูรณะยึดติดกับเนื้อฟันเสมือนเป็นชิ้นเดียวกัน เป็นการลดความเค้น (stress) บริเวณรอยต่อระหว่างฟันและวัสดุบูรณะ และทำให้ฟันและวัสดุบูรณะสามารถเคลื่อนที่โค้งงอ (flexure) ไปด้วยกัน จึงช่วยลดโอกาสล้มเหลวของการบูรณะลงได้²⁴

ปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับทำเป็นแกนฟันชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี (dual-cured resin composite core material) ที่มีความชื้นหนีน้อย ซึ่งอยู่ในลักษณะพร้อมใช้ (automixed type) มีข้อดีคือ เกิดฟองอากาศภายในเนื้อวัสดุน้อยกว่าแบบที่ผสมด้วยมือ (hand-mix type) ส่งผลให้เกิดความแนบสนิทกับผนังคลองรากฟันและสามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีขึ้นด้วย²⁵ หากนำวัสดุกลุ่มนี้มาบูรณะในคลองรากฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากแทนการบูรณะร่วมกับเดือยฟันตามแนวความคิดโมโนบล็อก จะช่วยทำให้ความต้านทานการแตกหักเพิ่มขึ้นได้หรือไม่ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความต้านทานต่อการแตกหักของฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีลงในคลองรากที่ระดับความลึกที่ต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้รับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัยมหิดล ตามหนังสือรับรองเลขที่ MU-IRB 2009/003.1405 โดยใช้ฟันกรามน้อยล่างซี่ที่หนึ่งของมนุษย์ที่มี 1 คลองรากที่ถอนเนื่องจากสาเหตุทางทันตกรรมจัดฟัน เป็นฟันที่มีปลายรากปิด ไม่มีรอยผุ ไม่มีวัสดุอุด ไม่มีรอยร้าว บิ่น หรือแตกหัก คอฟันไม่สึก จำนวน 40 ซี่ โดยฟันที่นำมาใช้ในการศึกษาต้องมีความกว้างบริเวณคอฟันที่ระดับรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟันในแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้น และแนวใกล้กลางใกล้กลาง มีขนาดเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ไม่เกิน ± 1 มิลลิเมตร และมีความยาวของส่วนตัวฟันและส่วนรากฟันรวมกันโดยเฉลี่ย 19 มิลลิเมตร ทำความสะอาดฟันโดยกำจัดเศษเนื้อเยื่อและหินน้ำลาย และเก็บในสารละลายไทมอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำมาใช้ในการทดสอบภายใน 3 เดือน

การเตรียมคลองรากฟัน

ทำการเตรียมคลองรากฟันโดยเปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วยหัวกรอกากเพชรทรงสอบปลายมน (D8, Intensiv SA, Grancia, Switzerland) ให้มีขนาดในแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้นเท่ากับ 2 ใน 3 ของระยะห่างระหว่างปุ่มฟันด้านใกล้แก้มกับใกล้ลิ้น และมีขนาดในแนวใกล้กลางใกล้กลางเท่ากับ 1 ใน 2 ของระยะห่างระหว่างสันขอบฟันด้านใกล้กลางกับใกล้กลาง โดยทำการเปลี่ยนหัวกรอกใหม่ทุก 10 ซี่ วัดความยาวคลองรากฟันโดยใช้เคไฟล์ (K-flexofile, Dentsply, Ballaigues, Switzerland) ขนาดเบอร์ 10 สอดผ่านคลองรากฟันจนทะลุปลายรากฟันตรงตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟัน (apical foramen) พอดี และทำการลดระยะลง 0.5 มิลลิเมตร เพื่อเป็นความยาวที่ใช้ในการทำงาน (working length) จะเลือกฟันที่สามารถนำไฟล์เบอร์ 15 สอดในคลองรากจนถึงความยาวที่ใช้ในการทำงาน ขยายคลองรากฟันโดยใช้เครื่องมือกรอขยาย (Protaper® DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, OK, USA) ตามคำแนะนำของบริษัทด้วยวิธีคราวน์ดาวน์ (crown-down technique)

โดยใช้เครื่องมือขนาด เอส 1 (S1) เอส 2 (S2) เอฟ 1 (F1) เอฟ 2 (F2) เอฟ 3 (F3) จนถึงเอฟ 4 (F4) ซึ่งเป็นขนาดของไฟล์หลักปลายราก (master apical file) และใช้อีดีทีเอเจล (RC-Prep, Premier, PA, USA) ร่วมขณะขยายคลองรากเพื่อหล่อลื่นเครื่องมือ และล้างคลองรากด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์เข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 2 มิลลิเมตร เมื่อเปลี่ยนขนาดเครื่องมือ อุดคลองรากด้วยกัทตาเปอร์ชา (gutta percha, Dentsply, HK, China) ร่วมกับซีลเลอร์ชนิดเรซิน (AH Plus, Dentsply, Konstanz, Germany) โดยวิธีวิธีกดอัดด้านข้าง (lateral condensation) อุดกัทตาเปอร์ชาถึงรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน และทำความสะอาดโพรงในตัวฟันด้วยสำลีชุบอัลกอฮอล์

การเตรียมโพรงฟันและช่องว่างสำหรับเดือยฟันเพื่อใส่วัสดุอุดเรซินคอมโพสิต

นำฟันไปเตรียมโพรงฟันด้านใกล้กลาง-ด้านบดเคี้ยว-ด้านใกล้กลาง (MOD) ด้วยเข็มกรอกากเพชรรูปทรงกระบอกขนาด 020 (Intensiv SA, Grancia, Switzerland) โดยมีขนาดโพรงฟันด้านแก้ม-ด้านลิ้นเท่ากับ 2 ใน 3 ของระยะระหว่างปุ่มฟันด้านแก้มกับด้านลิ้น ความลึกโพรงฟันถึงระดับรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน โดยทำการเปลี่ยนหัวกรอกใหม่ทุก 10 ซี่ แบ่งฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วโดยการสุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ นำฟันไปตัดกัทตาเปอร์ชาในคลองรากด้วยเครื่องตัดกัทตาเปอร์ชา (System B, Sybron Dental Specialties, WA, USA) ถึงระดับความลึกต่างๆดังแสดงในรูปประกอบที่ 1A ดังนี้ กลุ่มที่ 1: ตัดกัทตาเปอร์ชาในคลองรากที่ระดับความลึกเท่ากับระดับรอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน เพื่อเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2: ตัดกัทตาเปอร์ชาในคลองรากออกต่ำกว่าระดับรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตรวัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางด้านใกล้แก้ม กลุ่มที่ 3: ตัดต่ำกว่าระดับรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันเป็นระยะเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะจากยอดปุ่มฟันด้านแก้มถึงตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 3

มิลลิเมตรวัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางด้านใกล้แก้ม และกลุ่มที่ 4: ต่ำจากระดับรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟันเท่ากับ ความสูงของตัวฟัน ใช้เครื่องมือกดอัด กัดตาเปอร์ชาที่เหลือในคลองรากให้แน่น และอุดปิดด้วย วัสดุอุดชั่วคราว (Fermit N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Leinchtenstein) เก็บฟันที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำฟันมาสร้างเอ็นยึดปริทันต์จำลองโดยใช้ ซิลิโคน (Provil novo light body consistency, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) เคลือบหุ้มผิว รากฟันให้มีความหนาสม่ำเสมอประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ต่ำจากระดับรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 2 มิลลิเมตร เพื่อจำลองเอ็นยึดปริทันต์ในฟันธรรมชาติ²⁶

หลังจากนั้น ทำการเตรียมช่องว่างสำหรับเดือยฟัน ในคลองรากในแต่ละกลุ่มตามระดับความลึกที่ได้ตัด กัดตาเปอร์ชาไว้โดยใช้ริมเมอร์ (FRC Postec Plus Reamer, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) กรอแต่งเพื่อให้ได้ขนาดคลองรากฟันที่ระดับความลึก เดียวกันมีขนาดใกล้เคียงกันดังนี้ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเตรียม ช่องว่างสำหรับเดือยฟันในคลองราก กลุ่มที่ 2 ใช้ริมเมอร์ ขนาด 3 กลุ่มที่ 3 ใช้ริมเมอร์ขนาด 1 และกลุ่มที่ 4 ใช้ริมเมอร์ขนาด 0 ทำการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิด บ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีมัดติคอร์โพล (Multicore Flow, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ร่วมกับสารยึดติด (Excite DSC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ตามคำแนะนำบริษัท ดังนี้คือ เตรียมผิวผนังคลองรากฟันด้วย กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 37 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างออกด้วยน้ำเป็นเวลา 10 วินาที ซับในคลองรากด้วย กระดาษซับคลองรากฟัน ทาสารยึดติดในคลองรากฟัน โดยถูเบาๆเป็นเวลา 10 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาที จากนั้นบูรณะด้วยวัสดุมัดติคอร์โพลในช่องว่างสำหรับเดือย ฟันที่เตรียมไว้จนเต็มโพรงฟัน ฉายแสงด้วยเครื่องฉาย แสงเป็นเวลา 60 วินาที (Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ตรวจสอบความ สมบูรณ์ของชิ้นตัวอย่างอีกครั้งด้วยภาพถ่ายรังสี ขึ้น

ตัวอย่างที่พบฟองอากาศจะถูกคัดออกจากการศึกษา นำ ชิ้นตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้น สัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไป ทดสอบความต้านทานต่อการแตกหัก

การทดสอบความต้านทานต่อการแตกหัก

นำฟันที่บูรณะไปทำการทดสอบด้วยเครื่อง ทดสอบแรงสากล (Universal Testing Machine, Instron 5566 series 5000, London, England) โดย ให้แรงกดอัดในแนวเฉียง (oblique compressive load) ที่ความเร็วหัวทดสอบ (crosshead speed) 1 มิลลิเมตร ต่อนาที ใช้หัวกดโลหะทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร วางสัมผัสกับพื้นเอียงของปุ่มฟันด้านใกล้ แก้มและใกล้ลิ้นและเอียงทำมุม 45 องศากับแนวแกนฟัน ดังแสดงในรูปประกอบที่ 1B ทำการกดชิ้นงานจนเกิด การแตกหัก และบันทึกค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักใน หน่วยนิวตัน หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างภายหลังการ แตกหักมาศึกษารูปแบบการแตกหักภายใต้กล้องจุลทรรศน์ผ่าตัด (Surgical microscope S21, Sony corporation, Tokyo, Japan) โดยจำแนกเป็นการ แตกหักที่สามารถบูรณะซ่อมแซมได้ (restorable fracture) กรณีที่การแตกหักอยู่ต่ำกว่ารอยต่อระหว่าง เคลือบฟันและเคลือบรากฟันไม่เกิน 1 มิลลิเมตร และ การแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะซ่อมแซมได้ (non-restorable fracture) กรณีที่การแตกหักอยู่ต่ำกว่ารอย ต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟันมากกว่า 1 มิลลิเมตร²⁷

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำค่าแรงต้านทานการแตกหักที่ได้มาวิเคราะห์ ทางสถิติโดยใช้ one-way ANOVA และทดสอบเชิงซ้อน ด้วย Tukey's Multiple comparison ที่ระดับนัยสำคัญ ทางสถิติ 0.05 ส่วนรูปแบบการแตกหักทำการวิเคราะห์ ทางสถิติโดยใช้ Kruskal-Wallis และ Mann-Whitney U test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มควบคุมที่บูรณะด้วย มัลติคอร์โพลในคลองรากที่ระดับความลึกเท่ากับระดับ รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน (กลุ่มที่ 1) มีความ ต้านทานต่อการแตกหักน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะ ด้วยมัลติคอร์โพลในคลองรากที่ตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อ ของเคลือบฟันและเคลือบรากฟันที่ระดับความลึกต่างๆ กัน (กลุ่มที่ 2-4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ใน ขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ ความต้านทานการแตกหักในกลุ่มที่บูรณะด้วย มัลติคอร์โพลลงไปในคลองรากฟันที่ตำแหน่งต่ำกว่ารอย ต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันทั้งสามกลุ่ม ($p = 0.828$) ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อพิจารณารูปแบบการแตกหักของกลุ่มทดลอง ทั้ง 4 กลุ่ม (ตารางที่ 1) พบว่า กลุ่มควบคุมมีการแตกหัก แบบที่บูรณะซ่อมแซมไม่ได้มากที่สุด ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ มี จำนวนการแตกหักแบบบูรณะซ่อมแซมได้และซ่อมแซม ไม่ได้ในจำนวนเท่าๆกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รูปแบบการแตกหักที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มไม่มีความ แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่า การบูรณะฟันกรามน้อย ล่างที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและมีโพรงฟันด้านใกล้ กลาง-ด้านบดเคี้ยว-ด้านไกลกลางด้วยเรซินคอมโพสิต ชนิดมัลติคอร์โพลที่ระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันและ เคลือบรากฟัน (กลุ่มที่ 2-4) มีความต้านทานต่อการ

แตกหักมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการบูรณะถึงแค่ระดับรอยต่อ ของเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน อย่างมีนัยสำคัญ และ พบว่าการแตกหักส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อ ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันที่บริเวณรากฟัน ส่วนต้น (cervical 1/3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ผนัง คลองรากส่วนต้นบางกว่าบริเวณอื่นจากการสูญเสียเนื้อ ฟันในขั้นตอนการเตรียมโพรงฟันและการรักษาคลอง รากฟัน²⁸ เมื่อบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตร่วมกับสาร ยึดติดลงไปในคลองรากทำให้เกิดการกระจายแรงที่มา กระทำต่อฟันได้ดี²⁹ จึงไปช่วยเสริมความแข็งแรงของฟัน ในบริเวณดังกล่าว ทำให้ค่าความต้านทานการแตกหักสูง ขึ้น³⁰ อีกทั้งเมื่อพิจารณาการบูรณะฟันตามแนวคิดโมโน บล็อกที่ว่า การบูรณะฟันด้วยวัสดุที่สามารถยึดติดกับฟัน ได้และมีความอดุลย์ยืดหยุ่นใกล้เคียงกับฟัน ทำให้เกิดการ กระจายแรงอย่างสม่ำเสมอภายในคลองราก³¹ ดังนั้นหาก เลือกใช้วัสดุที่มีกำลังยึดติดสูงชันและมีความอดุลย์ยืดหยุ่น ใกล้เคียงเนื้อฟัน ซึ่งมีความประมาณ 18,000 เมกกะปาส คาล³²⁻³⁴ ก็น่าจะเป็นไปได้ที่จะทำให้ฟันที่ได้รับการบูรณะ มีความต้านทานการแตกหักสูงชันกว่าการศึกษานี้

ส่วนการบูรณะด้วยมัลติคอร์โพลที่ความลึก มากกว่า 3 มิลลิเมตร (กลุ่มที่ 3, 4) ไม่พบว่าการบูรณะ ด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตลงในคลองรากในความลึกที่มาก ขึ้นจะมีผลต่อการเพิ่มความต้านทานการแตกหัก อาจ เนื่องจากฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและมีโพรงฟัน แบบที่ 2 (MOD) จะมีความเค้นสูงบริเวณคลองรากส่วน ต้น และจะลดลงในระดับที่ลึกขึ้น^{30, 35} ดังนั้นการบูรณะฟัน ด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตในส่วนต้นของคลองรากระดับ 3

Table 1 Mean fracture resistance values and the percentage of fracture modes of the tested groups (n=10)

Groups	Fracture resistance (N)	% Fracture modes (restorable/ non-restorable)
1	277.95± 8.48 ^a	40/ 60
2	319.93± 13.76 ^b	50/ 50
3	315.59± 19.15 ^b	50/ 50
4	313.47± 13.02 ^b	50/ 50

Means with the same superscript letter are not significantly different among each other ($p > 0.05$)

มิลลิเมตรจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟันจึงอาจช่วยกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นที่ผนังคลองรากส่วนต้น ในขณะที่การบูรณะลงในคลองรากที่ลึกกว่า 3 มิลลิเมตรจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเค้นน้อยมาก จึงไม่มีผลทำให้ความต้านทานต่อการแตกหักเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

จากการศึกษาเกี่ยวกับแรงจากการบดเคี้ยวบริเวณฟันกรามน้อยในสภาวะปกติพบว่าค่าแรงบดเคี้ยวที่ได้มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการศึกษา Powers และ Sakaguchi³⁶ ระบุว่าแรงบดเคี้ยวบริเวณฟันกรามน้อยมี

ค่าประมาณ 300 นิวตัน จากการศึกษาของ Kikuchi และคณะ³⁷ พบว่าค่าแรงอยู่ในช่วง 20-110 นิวตัน ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับแรงบดเคี้ยวสูงสุด (maximum bite force) โดย Ferrario และคณะ³⁸ พบว่าแรงบดเคี้ยวสูงสุดบริเวณฟันกรามน้อยมีค่าประมาณ 180-290 นิวตัน จากผลการศึกษาคั้งนี้ในกลุ่มที่บูรณะด้วยมัลติคอร์โฟลที่ระดับต่ำจากรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 3 มิลลิเมตรที่ให้ค่าความต้านทานการแตกหักของฟันกรามน้อยประมาณ 320 นิวตัน ประกอบกับในการศึกษาคั้งนี้ได้จำลองลักษณะเอ็นยึดปริทันต์เทียม เพื่อทำให้มีค่า

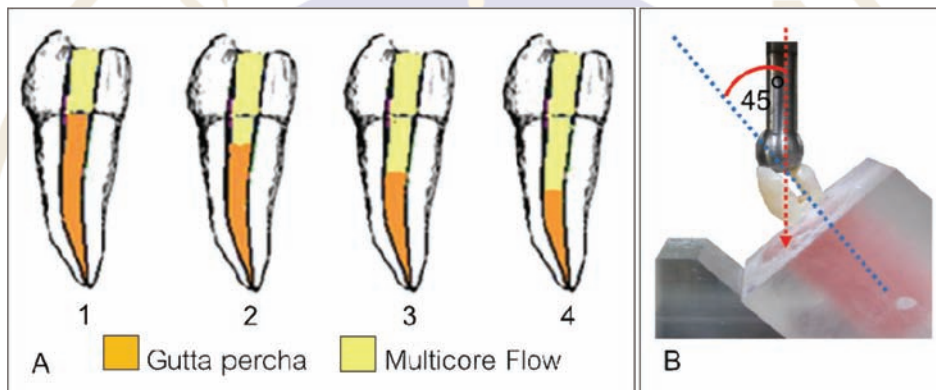


Fig. 1 (A) The different levels of gutta percha removal and the post space preparation for restoring with dual-cured resin composite core material (Multicore Flow). Group 1: at the CEJ level (control), Group 2: at 3 mm below the CEJ level, Group 3: below CEJ at a half distance from buccal cusp tip to 3 mm under the CEJ level, Group 4: at the clinical crown length below the CEJ level. (B) The position and angulation of metal ball-shaped loading cell on tested tooth.

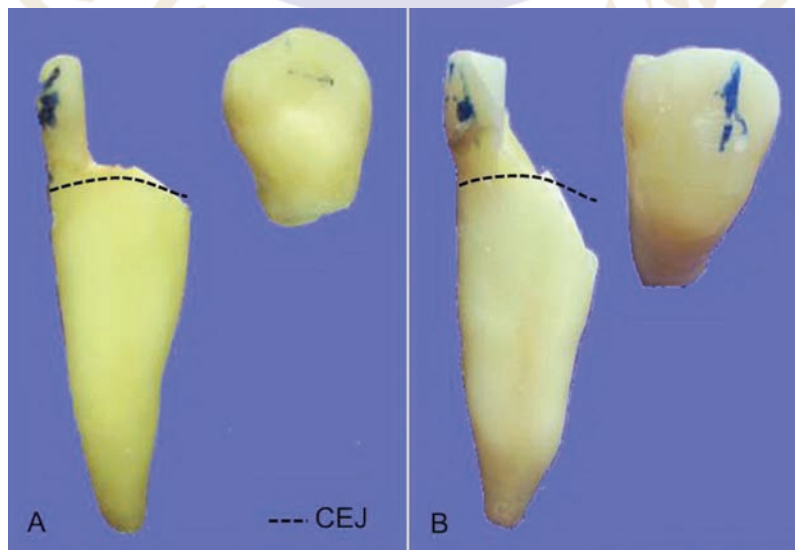


Fig. 2 The fracture patterns in this study. A: Restorable failure, B: Non-restorable failure

ความต้านทานการแตกหักและรูปแบบของการแตกหักของฟันกรามน้อยที่เลือกมาทำการศึกษาใกล้เคียงกับสภาพทางคลินิกมากที่สุด²⁶ ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าค่าความต้านทานการแตกหักที่ได้จากการศึกษานี้ เพียงพอต่อการรองรับแรงบดเคี้ยวทั่วไปในสภาวะปกติได้

อย่างไรก็ตามการบูรณะด้วยวิธีนี้ยังมีข้อด้อยคือการใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตในคลองรากฟันอาจเกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุ ซึ่งส่งผลต่อความแข็งแรงของวัสดุ ทำให้ความต้านทานการแตกหักลดลง และการรีอวิตในกรณีที่ต้องรักษาคคลองรากฟันซ้ำทำได้ยากและเสี่ยงต่อการกรอดิศทางจนอาจเกิดการกรอทะลุออกนอกคลองรากฟันได้ ดังนั้นการใช้งานที่ปลอดภัยควรใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตที่มีสีแตกต่างจากฟันอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างฟันกับวัสดุบูรณะได้ง่าย และอาจเลือกใช้ใช้ในกรณีคลองรากฟันรูปตัวซี (c-shaped canal) หรือในฟันที่มีคลองรากฟันที่มีรูปร่างคล้ายริบบิ้น (ribbon-shaped canal) ซึ่งการเตรียมช่องว่างสำหรับเดือยฟันมีโอกาสจะกรอทะลุผนังคลองรากฟันด้านข้างได้

การบูรณะฟันกรามน้อยที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันและมีโพรงฟันด้านใกล้กลาง-ด้านบดเคี้ยว-ด้านไกลกลางด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี เมื่อบูรณะลงไปในคลองรากฟันที่ระดับต่ำกว่ารอยต่อของเคลือบฟันและเคลือบรากฟันจะให้ความต้านทานการแตกหักมากกว่าการบูรณะที่ระดับพอดีกับรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน โดยระดับความลึกของการบูรณะลงไปในคลองรากฟันไม่มีผลต่อความต้านทานการแตกหัก

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ อ.ทพ.ดร.ศุภกัณต์ ทัศนวิรัตน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการแก้ไขบทความ

Funding : None

Competing interests : None

Ethical approval : The Committee in the Ethice of Research in Human Being of Mahidol University CCOA. No. MU-IRB 2009/003.1405

เอกสารอ้างอิง

- Gher ME, Jr., Dunlap RM, Anderson MH, Kuhl LV. Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Assoc* 1987; 114: 174-7.
- Courtade GL, Timmermans JJ. *Pins in restorative dentistry*. St. Louis Mosby; 1971.
- Panitvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1995; 21: 57-61.
- Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 458-67.
- Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989; 15: 512-6.
- Steele A, Johnson BR. In vitro fracture strength of endodontically treated premolars. *J Endod* 1999; 25: 6-8.
- Cotert HS, Sen BH, Balkan M. In vitro comparison of cuspal fracture resistances of posterior teeth restored with various adhesive restorations. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 374-8.
- Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 529-36.
- Guzy GE, Nicholls JL. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent* 1979; 42: 39-44.
- Costa LC, Pegoraro LF, Bonfante G. Influence of different metal restorations bonded with resin on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 365-9.
- Trope M, Langer I, Maltz D, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated premolars. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 35-8.
- Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 1995; 28: 12-8.

13. Tait CM, Ricketts DN, Higgins AJ. Restoration of the root-filled tooth: pre-operative assessment. *Br Dent J* 2005; 198: 395-404.
14. Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M, Slutzky-Goldberg I. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 674-8.
15. Hudis SI, Goldstein GR. Restoration of endodontically treated teeth: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 33-8.
16. Goodacre CJ, Spolnik KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. *J Prosthodont* 1994; 3: 243-50.
17. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000; 13: 9B-13B.
18. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. *Am J Dent* 2003; 16: 28-32.
19. Prisco D, De Santis R, Mollica F, Ambrosio L, Rengo S, Nicolais L. Fiber post adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically-treated teeth. *Oper Dent* 2003; 28: 515-21.
20. D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent* 2007; 98: 193-8.
21. Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 108-11.
22. Wu X, Chan AT, Chen YM, Yip KH, Smales RJ. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. *Dent Mater* 2007; 23: 479-85.
23. Katebzadeh N, Dalton BC, Trope M. Strengthening immature teeth during and after apexification. *J Endod* 1998; 24: 256-9.
24. Belli S, Eraslan O, Eskitascioglu G, Karbhari V. Monoblocks in root canals: a finite elemental stress analysis study. *Int Endod J* 2011; 44: 817-26.
25. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Mechanical properties and bond strength of dual-cure resin composites to root canal dentin. *Dent Mater* 2007; 23: 226-34.
26. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res* 2005; 19: 11-6.
27. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 2005; 38: 230-7.
28. Pilo R, Shapenco E, Lewinstein I. Residual dentin thickness in bifurcated maxillary first premolars after root canal and post space preparation with parallel-sided drills. *J Prosthet Dent* 2008; 99: 267-73.
29. van Noort R, Cardew GE, Howard IC. A study of the interfacial shear and tensile stresses in a restored molar tooth. *J Dent* 1988; 16: 286-93.
30. Soares PV, Santos-Filho PC, Queiroz EC, Araujo TC, Campos RE, Araujo CA, et al. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. *J Prosthodont* 2008; 17: 114-9.
31. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod* 2007; 33: 391-8.
32. Williams C, Loushine RJ, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. A comparison of cohesive strength and stiffness of Resilon and gutta-percha. *J Endod* 2006; 32: 553-5.
33. Li LL, Wang ZY, Bai ZC, Mao Y, Gao B, Xin HT, et al. Three-dimensional finite element analysis of weakened roots restored with different cements in combination with titanium alloy posts. *Chin Med J (Engl)* 2006; 119: 305-11.
34. Watanabe T, Miyazaki M, Inage H, Kurokawa H. Determination of elastic modulus of the components at dentin-resin interface using the ultrasonic device. *Dent Mater J* 2004; 23: 361-7.
35. Soares CJ, Soares PV, de Freitas Santos-Filho PC, Castro CG, Magalhaes D, Versluis A. The influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars. *J Endod* 2008; 34: 1015-9.
36. Power JM, Sakaguchi RL. *Restorative dental material*. 12th ed. St.Louis: Mosby; 2006.
37. Kikuchi M, Koriotoh TW, Hannam AG. The association among occlusal contacts, clenching effort, and bite force distribution in man. *J Dent Res* 1997; 76: 1316-25.
38. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 18-22.