บทวิทยาการ
Original Article

ผลของจำนวนและความยาวเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยต่อความต้านทานการแตกในฟันกรามน้อยบน

พิราวรรณ จึงพิทักษ์
นิสิตปริญญาโท ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อิศราวัลย์ บุญศิริ
รองศาสาตรจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศิริพร อรุณประดิษฐ์กุล
อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:
ทันตแพทย์หญิงพิราวรรณ จึงพิทักษ์
นิสิตปริญญาโท ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนอังรีดูนังต์ กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 02-2188864

แหล่งเงินทุน: ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์
สำหรับนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยร่วมกับเรซินซีเมนต์ ในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้ว ทำให้เกิดการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ และทำให้ฟันเกิดเป็นลักษณะโมโนบล็อก ดังนั้นการใส่เดือยฟันจำนวนมากขึ้นและเพิ่มความยาวของเดือยฟัน อาจเพิ่มความต้านทานการแตกของฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้ว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของจำนวนและความยาวของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยต่อความต้านทานการแตกและรูปแบบการแตกในฟันกรามน้อยบน ฟันกรามน้อยบนจำนวน 40 ซี่ โดยตัดฟันให้เหลือส่วนตัวฟันเหนือรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับผิวเคลือบรากฟันด้านแก้ม 2 มิลลิเมตร รักษาคลองรากฟัน และแบ่งฟันแบบสุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ใส่เดือยฟัน 1 คลองรากฟันด้านเพดานยาว 8 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 2 ใส่เดือยฟัน 2 คลองรากฟันด้านเพดานและด้านแก้มยาว 8 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 3 ใส่เดือยฟัน 1 คลองรากฟันด้านเพดานยาว 4 มิลลิเมตร กลุ่มที่ 4 ใส่เดือยฟัน 2 คลองรากฟันด้านเพดานและด้านแก้มยาว 4 มิลลิเมตร ยึดเดือยฟันและครอบฟันโลหะด้วยเอ็กไซด์ดีเอสซีและแวริโอลิงค์ทูนำชิ้นทดลองทั้งหมดทดสอบค่าความต้านทานการแตกด้วยเครื่องทดสอบแรงอินสตรอน ให้แรงอัดทำมุม 45 องศากับแนวแกนฟัน ความเร็วในการกด 0.5 มิลลิเมตร/นาที จนเกิดฟันแตก บันทึกค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกและรูปแบบการแตก วิเคราะห์ค่าแรงที่วัดได้ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีการทดสอบแบบทูกีย์ (p = .05) ผลการทดลองพบความต้านทานการแตกของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p = .023) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ 3 และ 4 และกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน รูปแบบการแตกทุกกลุ่มเกิดรากฟันแตกในแนวเฉียงไปที่บริเวณปลายเดือยฟัน ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 4 รอยแตกส่วนมากจะเกิดบริเวณส่วนกลางรากฟัน ส่วนกลุ่มที่ 3 รอยแตกส่วนมากจะเกิดบริเวณส่วนต้นของรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่น จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าความต้านทานการแตกของฟันที่บูรณะด้วยเดือยฟันเพียงคลองราก เดียวมากกว่ากลุ่มที่ใส่เดือยฟันสองคลองรากฟัน แต่ความต้านทานการแตกของฟันกลุ่มที่ใส่ เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ความยาวเดือย 4 และ 8 มิลลิเมตร มีค่าไม่แตกต่างกัน

บทนำ

การบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วที่เกิดการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันไปมากมักนิยมเลือกใช้เดือยฟันโลหะเหวี่ยงเพื่อช่วยให้การยึดอยู่แก่แกนฟันและครอบฟัน ในฟันที่มีหลายคลองรากมักเลือกใส่เดือยฟันในคลองรากฟันที่มีขนาดใหญ่และตรงเพียงหนึ่งคลองราก

เช่น ฟันกรามบนมักใส่เดือยฟันในคลองรากฟันในรากด้านเพดาน ฟันกรามล่างมักใส่เดือยฟันในคลองรากฟันในรากด้านไกลกลาง[1] ในฟันกรามน้อยมักใส่เดือยฟันที่คลองรากฟันด้านเพดาน จะช่วยให้ฟันทนต่อแรงที่กระทำซ้ำ ๆ (cyclic load) ได้มากกว่าการใส่เดือยฟันที่คลองรากฟันด้านแก้ม[2] และนิยมยึดเดือยฟันด้วยซิงค์ฟอสเฟต-ซีเมนต์[3] เมื่อฟันได้รับแรงบดเคี้ยวจะเกิดการสะสมแรงเค้นที่ปลายเดือยฟัน และถ่ายทอดแรงเค้นสู่เนื้อฟันที่แข็งน้อยกว่า ทำให้เกิดรากฟันแตกจนไม่สามารถเก็บฟันซี่นั้นไว้ได้[4,5] นอกจากนี้ การเตรียมคลองรากฟันสำหรับเดือยฟันโลหะเหวี่ยงต้องกำจัดไม่ให้มีส่วนคอดทำให้สูญเสียเนื้อฟันมาก เกิดการกัดกร่อนของโลหะ (corrosion) กระบวนการรักษาจำเป็นต้องนัดผู้ป่วย 2 ครั้ง และต้องใส่ครอบฟันชั่วคราวระหว่างส่งทำเดือยในห้องปฏิบัติการจึงมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อซ้ำจากการรั่วซึมบริเวณตัวฟัน

ในปัจจุบันมีการใช้เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วมากขึ้น เนื่องจากใช้ระยะเวลาและขั้นตอนในการทำงานลดลง ให้ความสวยงาม มีสีคล้ายฟันธรรมชาติ มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน จึงช่วยกระจายแรงอย่างสม่ำเสมอตลอดความยาวรากฟัน[4-7] ลดความเสี่ยงในการเกิดการแตกหักของรากฟัน[8] เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยยึดติดกับผนังคลองรากฟันด้วยเรซิน-ซีเมนต์ร่วมกับสารยึดติด (bonding agent) ทำให้เกิดการยึดติดทางกลขนาดเล็ก[9,10] (micromechanical retention) ซึ่งให้การยึดติดที่ดีกว่าการใช้ซีเมนต์ชนิดอื่น[11] และช่วยให้เกิดการยึดของเนื้อฟัน เดือย และแกนฟันเป็นหน่วยเดียวกันทั้งระบบ ทำให้เกิดการกระจายแรงในรากฟันได้ดีขึ้น[12] ดังนั้นในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟันแล้วโดยการใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยหลายคลองรากฟันหรือใส่เดือยฟันที่ยาวแทนที่วัสดุอุดคลองรากฟัน ช่วยเสริมความแข็งแรงของฟันได้ดีกว่าการใส่เดือยฟันเพียงคลองรากฟันเดียวหรือใส่เดือยสั้น[11]

ความต้านทานการแตกของการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัยเช่นปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ลักษณะของเดือยฟัน วัสดุที่ใช้ทำเดือยฟัน ค่ามอดุลัสความยืดหยุ่น ขนาดและความยาวของเดือยฟัน[13] จากการศึกษาของ Adanir และ Belli ในปี ค.ศ. 2008[14], Buttel และ คณะในปี ค.ศ. 2009[15] และ Giovani และ คณะในปี ค.ศ. 2009[16] พบว่าฟันที่บูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ยาวช่วยให้ฟันมีความต้านทานการแตกมากกว่าการบูรณะด้วยเดือยฟันสั้นและการใส่เดือยฟันยาวจะทำให้เกิดการแตกที่ส่วนต้นของรากฟันมากกว่าการใส่เดือยฟันสั้น ในขณะที่การศึกษาของ One ในปี ค.ศ. 2006[17] และ McLaren และ คณะในปี ค.ศ. 2009[18] พบว่าความยาวเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย ไม่มีผลต่อความต้านทานการแตกในการบูรณะฟันด้วยเดือยฟัน

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาผลของจำนวนและความยาวของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยต่อความต้านทานการแตก (fracture resistance) และรูปแบบการแตก (fracture mode) ในฟันกรามน้อยบนที่รักษารากฟันแล้ว โดยมีสมมติฐานของงานวิจัย คือ จำนวนและความยาวของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยไม่มีผลต่อความต้านทานการแตก และรูปแบบการแตกในฟันกรามน้อยบนที่รักษารากฟันแล้ว ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0

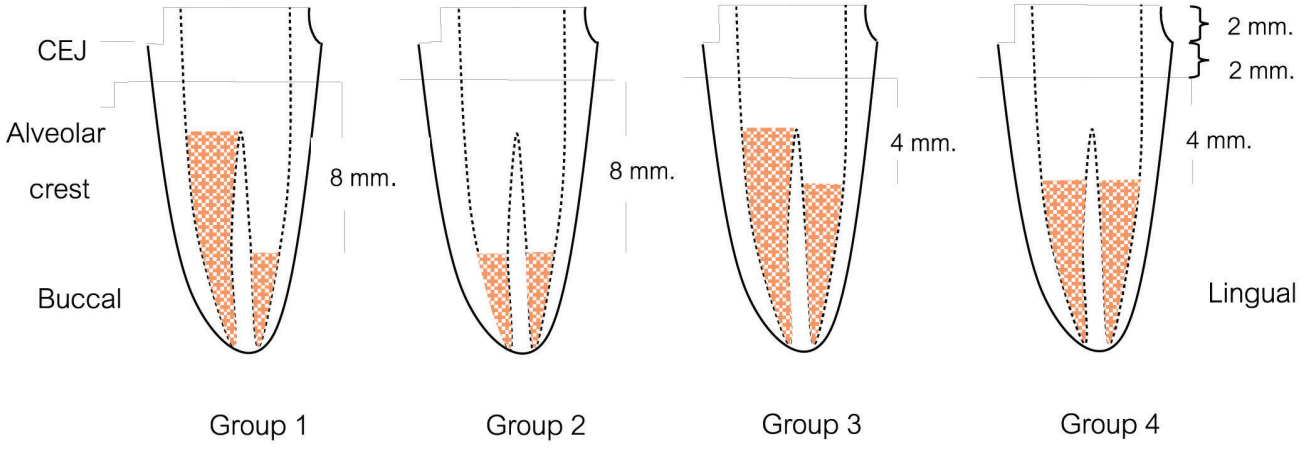
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งของมนุษย์ที่ถอนเพื่อการจัดฟัน จำนวน 40 ซี่ ซึ่งมี 2 คลองรากฟัน มีลักษณะคลองรากตรงและแยกออกจากกัน ไม่มีรอยผุ วัสดุอุด รอยร้าวหรือการแตกหัก ไม่มีรอยสึกบริเวณคอฟัน ไม่เคยรักษาคลองรากฟันมาก่อน และฟันมีการเจริญของรากเต็มที่ มีขนาดความยาวรากฟัน ความกว้างในแนวแก้ม-ลิ้น (buccolingual) และแนวใกล้-ไกลกลาง (mesiodistal) ต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิเมตร โดยแช่ในสารละลายน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.9[8] ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปทดสอบ

การเตรียมฟันเพื่อทดสอบความต้านทานการแตก

ตัดฟันเหนือรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับผิวเคลือบรากฟันด้านแก้ม 2 มิลลิเมตร ในแนวระนาบตั้งฉากกับแนวแกนของฟันด้วยเครื่องไอโซเมท 1000 (Isomet 1000, Buehler, USA) จากนั้นกรอฟันด้านแก้มเป็นเส้นสิ้นสุดใกล้มุมฉาก (shoulder finishing line) ลึก 1.2 มิลลิเมตร ด้านประชิดและด้านลิ้นเป็นเส้นสิ้นสุดรอยตัดเฉียงโค้ง (chamfer finishing line) ลึก 0.5 มิลลิเมตร อยู่พอดีกับรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับผิวเคลือบรากฟัน

ใช้ผ้าก๊อซชุบน้ำเกลือหมาด ๆ หุ้มรอบฟัน เพื่อให้ฟันมีความชุ่มชื้นตลอดการรักษารากฟันและการใส่เดือยฟัน จากนั้นใช้เข็มกรอเร็วกากเพชรทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.2 มิลลิเมตร (round diamond bur #012, Intensiv SA, Lugano, Switzerland) กรอเปิดคลองรากฟัน กำหนดความยาวที่ใช้ขยายคลองรากฟัน (working length) ให้สั้นกว่าปลายรากฟัน 1 มิลลิเมตร ขยายคลองรากฟันด้วยวิธีคราวน์ดาวน์ (crown down technique) ด้วยเครื่องมือโปรเทปเปอร์ (Protaper Rotary file, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ถึงเบอร์ F3 แล้วขยายคลองรากฟันต่อด้วยเค-ไฟล์เบอร์ 35 ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาเอทิลลีนไดอะมีนเททราอะซีติก (ethylene-



รูปที่ 1 *การเตรียมช่องว่างเพื่อใส่เดือยฟันของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม*
Fig. 1 *Post space preparation of 4 experimental groups*

diaminetetraacetic acid; EDTA)เข้มข้นร้อยละ 17.0 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที[19] เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์เข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาณ 15 มิลลิลิตร เพื่อทำความสะอาดคลองรากฟัน และป้องกันการอุดตันของสิ่งสกปรกภายในคลองรากฟัน ซับคลองรากฟันให้แห้งโดยใช้แท่งกระดาษซับรูปกรวยแหลม (paper point) 4 อัน และอุดคลองรากฟันโดยวิธีการอัดแน่นด้านข้าง (lateral condensation) ด้วยกัตตาเปอร์ชา (Gutta percha, Dentsply Asia, Hong Kong, China) ร่วมกับสารผนึกคลองรากฟัน (AH plus Root Canal Sealer, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) จากนั้นอุดด้วยวัสดุอุดชั่วคราว รออย่างน้อย 48 ชั่วโมง และเก็บฟันในความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100.0 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส[20] จากนั้นแบ่งฟันแบบสุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ ดังนี้ (รูปที่ 1)

กลุ่มที่ 1 บูรณะโดยการใส่เดือยฟัน 1 คลองรากฟันด้านเพดาน (palatal) ยาว 8 มิลลิเมตรจากสันกระดูกรองรับฟัน (alveolar bone crest)

กลุ่มที่ 2 บูรณะโดยการใส่เดือยฟัน 2 คลองรากฟันด้านเพดานและด้านแก้ม (buccal) ยาว 8 มิลลิเมตร จากสันกระดูกรองรับฟัน

กลุ่มที่ 3 บูรณะโดยการใส่เดือยฟัน 1 คลองรากฟันด้านเพดานยาว 4 มิลลิเมตรจากสันกระดูกรองรับฟัน

กลุ่มที่ 4 บูรณะโดยการใส่เดือยฟัน 2 คลองรากฟันด้านเพดานและด้านแก้มยาว 4 มิลลิเมตรจากสันกระดูกรองรับฟัน

ใช้เข็มกรอเฉพาะของเดือยเส้นใยแก้วเบอร์ 1 (FibreKleer™ tapered drill, Pentron Clinical Technologies, Wallingford, USA) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 มิลลิเมตร เตรียมคลองรากฟันให้พอดีกับเดือยฟัน ลองเดือยฟัน (FibreKleer™, Pentron Clinical Technologies, Wallingford, USA) และถ่ายภาพรังสีเพื่อตรวจสอบความยาวของเดือยฟัน สภาพคลองรากฟันหลังกรอเตรียมจะต้องไม่มีกัตตาเปอร์ชาเหลืออยู่ และผนังคลองรากฟันโดยรอบต้องหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ตัดเดือยฟันให้เหลือส่วนที่อยู่เหนือรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับผิวเคลือบรากฟัน 6 มิลลิเมตร ยึดเดือยฟันด้วยเอ็กไซด์ดี-เอสซี (Excite® DSC, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) และแวริโอ-ลิงค์ทู (Variolink® II, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ คือ ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.0 ทาในคลองรากฟันเป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที และใช้แท่งกระดาษรูปกรวยแหลมซับแต่ละคลองรากฟัน 4 อัน และเป่าลม 5 วินาที ให้คลองรากฟันมีลักษณะชื้น ทาสารยึดติดอย่างน้อย 10 วินาที เป่าลมเบา ๆ 5 วินาที ซับสารส่วนเกินออกด้วยแท่งกระดาษรูปกรวย 1 อัน ผสมเรซินซีเมนต์ส่วนเบสและตัวเร่งปฏิกิริยาในอัตราส่วน 1:1 ผสมให้เข้ากัน 10 วินาที นำเรซินซีเมนต์เคลือบที่เดือยฟันร่วมกับการปั่นด้วยเกลียวนำสารใส่คลองราก กดเดือยฟันเข้าไปในคลองรากฟัน และกำจัดเรซินซีเมนต์ส่วนเกินออกฉายแสง 40 วินาที สร้างแกนฟันด้วยเรซินคอมโพสิตโดยก่อเป็นชั้นแต่ละชั้นมีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ฉายแสงชั้นละ 20 วินาที และกรอแต่งแกนฟันให้มีความสูง 4 มิลลิเมตร นำแกนฟันที่ได้มาทำแบบพลาสติกใสสำหรับทำแกนฟันซี่อื่น

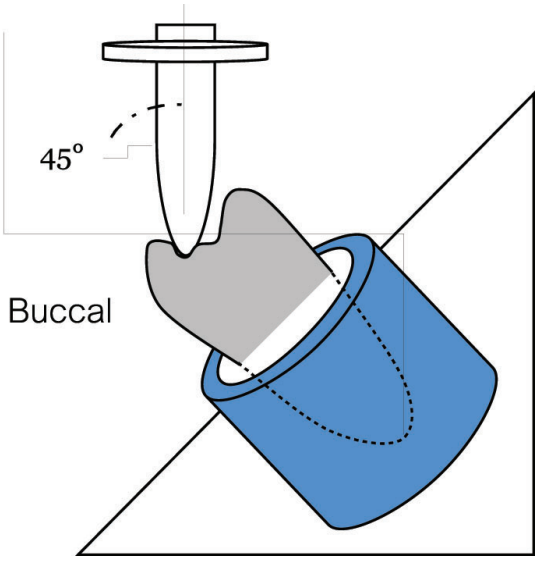
แต่งขี้ผึ้งสำหรับครอบฟันแต่ละซี่โดยใช้ดัชนีซิลิโคน(silicone index) ของฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่ง ตัวฟันมีความสูง 8 มิลลิเมตร และมีแอ่งเว้า (notch) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร บริเวณ

ด้านบดเคี้ยวห่างจากปุ่มฟันด้านแก้มลงมา 2 มิลลิเมตร เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการวางหัวทดสอบและป้องกันการลื่นไถลของหัวทดสอบของเครื่องทดสอบแรงอินสตรอน (Instron model 5566, Instron, USA) จากนั้นนำแบบขี้ผึ้งของครอบฟันไปหล่อเป็นครอบฟันด้วยโลหะผสมนิเกิลโครเมียม (Ni-Cr alloy, Classic visionช Pisces, William, Amherst, USA) ขัดครอบฟันแล้วเป่าทรายที่ด้านในของครอบฟัน โดยใช้ผงอะลูมินา ขนาด 50 ไมครอน ความดัน 80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที ระยะห่างระหว่างครอบฟันกับหัวเป่าเท่ากับ 10 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการยึดติด นำครอบฟันโลหะมาตรวจความแนบสนิทบริเวณขอบของครอบฟันด้วยวัสดุตรวจสอบความแนบร่วมกับการใช้เครื่องมือตรวจฟัน (explorer) แล้วยึดครอบฟันด้วยเอ็กไซด์ดีเอสซีและแวริโอลิงค์ทู กดครอบฟันโลหะขณะยึดด้วยเครื่องดูโรมิเตอร์ด้วยแรง 3 กิโลกรัม กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินแล้วฉายแสง 40 วินาที นำไปเก็บในความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100.0 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำฟันที่เตรียมไว้ยึดกับแท่งวิเคราะห์ความขนาน (analyzing rod) ของเครื่องสำรวจความขนานด้วยขี้ผึ้งเหนียว (sticky wax) ให้แนวแกนฟัน (tooth axis) ตั้งฉากกับแนวระนาบ แล้วนำรากฟันมายึดในแท่นยึดฟัน (block) ซึ่งทำจากท่อพีวีซี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร ยาว 18 มิลลิเมตร ด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเอง (Formatray, Kerr Corp, Orange, USA) ตามอัตราส่วนที่บริษัทกำหนด ใส่อะคริลิกเรซินจนถึงระดับต่ำกว่ารอยต่อของผิวเคลือบฟันกับผิวเคลือบรากฟันของฟันที่ทดสอบ 2 มิลลิเมตร เพื่อจำลองระดับปกติของเอ็นยึดปริทันต์และกระดูกรองรับฟัน (alveolar bone proper) เมื่ออะคริลิกเรซินแข็งตัวแล้วจำลองเอ็นยึดปริทันต์โดยนำรากฟันออกมาเคลือบซิลิโคนชนิดไลท์บอดี้ (Amcoflex, Amcorp, Germany) และนำฟันใส่กลับลงไปในอะคริลิกเรซินให้อยู่ในตำแหน่งเดิมและแนบสนิท รอจนซิลิโคนชนิดไลท์บอดี้แข็งตัว จึงตัดแต่งซิลิโคนชนิดไลท์บอดี้ส่วนเกินออกแล้วนำแท่นยึดฟันไปเก็บไว้ในกล่องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100.0 จนกว่าจะทดสอบค่าความต้านทานการแตกหรือความทนแรงอัด (Compressive strength)

การทดสอบค่าความต้านทานการแตก

ทดสอบค่าความต้านทานต่อการแตก ด้วยเครื่องทดสอบแรงอินสตรอน ให้แรงทำมุมกับแนวแกนฟัน 45 องศา[5] (รูปที่ 2) โดยใช้หัวทดสอบรูปทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร วางที่แอ่งเว้าบนครอบฟันที่เตรียมไว้ และกำหนดความเร็วหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตร/นาที[5,21] จนรากฟันหรือเดือยฟันแตก บันทึกค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหน่วยเป็นนิวตัน (newton) และสังเกตลักษณะการแตกโดยแบ่งเป็นการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ (unrestorable fracture) ได้แก่ รอยแตกที่อยู่ต่ำกว่าระดับอะคริลิกมากกว่า 1 มิลลิเมตร และการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้ (restorable fracture) ได้แก่ รอยแตกที่อยู่สูงกว่าระดับอะคริลิกหรือต่ำกว่าระดับอะคริลิกไม่เกิน 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 *การทดสอบความต้านทานการแตก ด้วยแรงทำมุม 45 องศากับแนวแกนฟัน*

Fig. 2 *Fracture resistance test with loading 45-degree to the tooth axis*

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส 17.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) ในการวิเคราะห์ผลข้อมูล นำค่าแรงต้านทานการแตกของแต่ละกลุ่มมาตรวจสอบความปกติในการแจกแจงของข้อมูล (normality test) ด้วยวิธีแชปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) และตรวจสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวน (Test of homogeneity of variance) ของประชากรแต่ละกลุ่มด้วยวิธีลีเวน (Levene test) แล้ววิเคราะห์ผลของจำนวนและความยาวเดือยฟันด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีการทดสอบแบบทูกีย์ (Tukey test) วิเคราะห์รูปแบบของการแตก หรือหลุดของชิ้นงานในแต่ละกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้การทดสอบฟิเชอร์เอ็กแซกต์ (Fisher exact test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0

ผล

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงต้านทานการแตกของแต่ละกลุ่มดังตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ 1 มีค่ามากที่สุด (924.995) รองมาคือกลุ่มที่ 3 (835.496) และกลุ่มที่ 4 (816.878) และค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ 2 มีค่าน้อยที่สุด (745.121) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีทูกีย์ พบว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ 1 มากกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = .023) แต่ไม่แตกต่างกลุ่มที่ 3 และ 4 และกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ไม่พบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างจำนวนเดือยฟันและความยาวเดือยฟัน (p = .063) ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีความยาวของเดือย 4 และ 8 มิลลิเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p = .834) แต่การใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยคลองรากฟันเดียวมีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกมากกว่าการใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยสองคลองรากฟัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = .024) (ตารางที่ 2)

จากการตรวจสอบลักษณะการแตกของชิ้นงานพบว่าทุกกลุ่มเกิดรากฟันแตกในแนวเฉียง (oblique fracture) ไปที่บริเวณปลายเดือยฟัน ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 4 รอยแตกส่วนมากจะเกิดบริเวณกลางรากฟัน ส่วนกลุ่มที่ 3 รอยแตกส่วนมากจะเกิดบริเวณส่วนต้นของรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่น (รูปที่ 3) อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ตำแหน่งการแตกด้วยการทดสอบของฟิเชอร์เอ็กแซกต์ พบว่า รูปแบบการแตกไม่มีความสัมพันธ์กับวิธีการบูรณะฟัน (p = .865)

ตารางที่ 1 *แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงต้านทานการแตก*

Table 1 *Mean and standard deviations of fracture resistance*

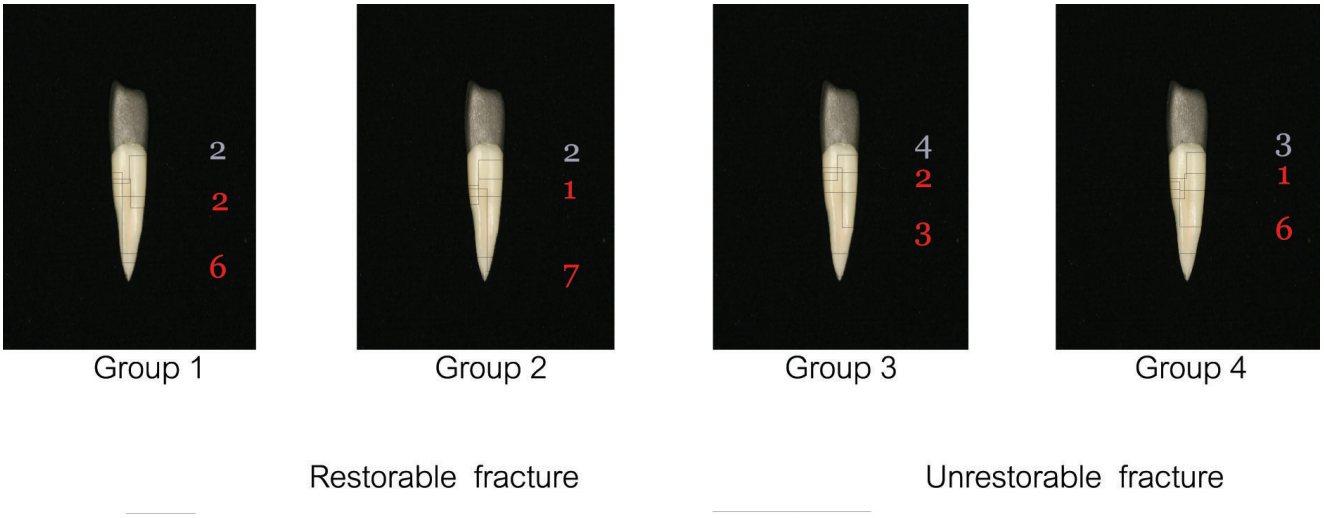
Group	*n*	Mean (Newton)	s.d. (Newton)
1 (1 post, 8 mm.)	10	924.995 [a]	157.706
2 (2 post, 8 mm.)	10	745.121 [b]	90.949
3 (1 post, 4 mm.)	10	835.496 [a,b]	115.029
4 (2 post, 4 mm.)	10	816.878 [a,b]	155.673

Groups with same superscript letter were not significantly different according to Tukey test (p >.05).

ตารางที่ 2 *แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง*

Table 2 *Result of the Two-way ANOVA*

Source	Type IIISum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	164293.375[a]	3	54764.458	3.102	.039
Intercept	2.760E7	1	2.760E7	1563.384	.000
number	98497.685	1	98497.685	5.580	.024
length	786.946	1	786.946	.045	.834
number * length	65008.744	1	65008.744	3.683	.063
Error	635483.579	36	17652.322		
Total	2.840E7	40			
Corrected total	799776.945	39			



รูปที่ 3 *รูปแบบของการแตกของแต่ละกลุ่ม (ตัวเลขแสดงจำนวนซี่ฟันของการแตกแต่ละแบบ)*

Fig. 3 *Mode of fracture in each group (the number represented the number of teeth in each fracture mode)*

บทวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของการใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยคลองรากฟันเดียว มากกว่าการใส่เดือยฟันสองคลองรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงปฏิเสธสมมติฐานว่างที่ 1 ของงานวิจัย อาจเพราะขณะเตรียมคลองรากฟันเพื่อใส่เดือยฟันเกิดการสูญเสียเนื้อฟันมากขึ้น ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ภายหลังการเตรียมคลองรากฟันเพื่อใส่เดือย 2 คลองรากฟันจึงน้อยกว่า ซึ่งปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่รากฟันเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความต้านทานการแตกในการบูรณะฟันรักษาคลองรากฟันแล้ว[13,22,23] จากการศึกษาของ Katz และคณะ[24] พบว่าฟันกรามน้อยบนมี 2 รากฟัน รากฟันด้านแก้มมีผนังคลองรากฟันบางกว่าด้านเพดาน เนื่องจากมีร่องรากฟันด้านเพดาน (radicular fluting) ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการใส่เดือยฟันในคลองรากฟันด้านแก้ม อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีการทดสอบแบบทูกีย์ พบว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ 1 มากกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = .023) แต่กลุ่มที่ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (p = .989) อาจเนื่องจาก การเตรียมคลองรากฟันเพื่อใส่เดือยฟัน 2 คลองรากฟัน ลึก 4 มิลลิเมตร ในกลุ่มที่ 4 มีการสูญเสียเนื้อฟันบริเวณคลองรากฟันส่วนต้นน้อย เนื่องจากคลองรากฟันส่วนต้นได้รับการขยายคลองรากฟันในขั้นตอนรักษาคลองรากฟันแล้ว แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 ที่ใส่เดือยฟัน 2 คลองรากฟัน ลึก 8 มิลลิเมตร การเตรียมคลองรากฟันเพื่อใส่เดือยฟัน เกิดการสูญเสียเนื้อฟันบริเวณคลองรากฟันส่วนกลางและส่วนปลายมาก เนื่องจากคลองรากฟันบริเวณนี้มีขนาดเล็กกว่าคลองรากฟันส่วนต้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของการใส่เดือยฟันสำเร็จรูปคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีความยาวของเดือย 4 และ 8 มิลลิเมตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน จึงยอมรับสมมติฐานว่างที่ 2 ของงานวิจัย Sorensen และ Martinoff[25] พบว่าการบูรณะด้วยเดือยฟันที่มีความยาวอย่างน้อยเท่ากับความสูงของตัวฟันประสบความสำเร็จร้อยละ 97.0 การศึกษานี้จึงใช้ความยาวเดือยฟัน 8 มิลลิเมตรเท่ากับความสูงของครอบฟันที่ใช้ในการทดลอง จากผลการศึกษานี้พบว่าความยาวเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยซึ่งยึดด้วยเรซินซีเมนต์ไม่มีผลต่อการต้านทานการแตกของฟัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ McLaren และคณะ[4] และการศึกษาของ One และคณะ[17] สาเหตุที่ความยาวเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยไม่มีผลต่อการต้านทานการแตกของฟัน อาจเนื่องจากการศึกษานี้บูรณะฟันที่มีเฟอร์รูล 2 มิลลิเมตร ด้วยครอบฟัน ทำให้เดือยฟันไม่มีผลต่อการบูรณะ เนื่องจากครอบฟันทำให้เกิดความเค้นสะสมบริเวณขอบของครอบฟันมากขณะที่ได้รับแรงบดเคี้ยว และช่วยกระจายแรงไปยังรากฟัน แกนฟัน และเดือยฟัน[3,26,27] การใส่เดือยฟันยาวเกิดมีการสูญเสียเนื้อฟันขณะเตรียมคลองรากฟันมากขึ้น ทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดฟันแตกหักและเกิดรอย

ทะลุที่รากฟันมากขึ้น[28] แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของ Buttel และคณะ[15] และการศึกษาของ Giovani และคณะ[16] ซึ่งพบว่าการบูรณะฟันเขี้ยวบนด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีความยาวจะมีความต้านทานการแตกมากกว่าการใส่เดือยที่สั้น เนื่องจากฟันเขี้ยวบนมีคลองรากฟันขนาดใหญ่ จึงมีการเสียเนื้อฟันเพิ่มขึ้นขณะเตรียมช่องว่างเพื่อใส่เดือยฟันน้อยกว่างานวิจัยนี้ที่ทำการศึกษาในฟันกรามน้อยบน ซึ่งมีคลองรากฟันเล็กกว่า ดังนั้นผลการทดลองที่ได้จึงแตกต่างกัน

การศึกษานี้ใช้เรซินซีเมนต์ชนิดที่บ่มเองร่วมกับการใช้แสง (dual cured resin cement) ในการยึดเดือยฟัน มีรายงานว่าในกรณีที่ไม่ฉายแสงหรือในบริเวณที่แสงเข้าไม่ถึง เรซินซีเมนต์ชนิดที่บ่มเองร่วมกับการใช้แสงจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ที่ไม่สมบูรณ์[29,30] ส่งผลถึงคุณสมบัติทางกายภาพ (physical property) ของเรซินซีเมนต์[31] ในกรณีที่ใช้เรซินซีเมนต์ยึดเดือยฟันที่ยาวแสงอาจไม่สามารถเข้าถึงบริเวณกลางและปลายเดือยฟัน ทำให้การยึดติดทางกลขนาดเล็กระหว่างเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยกับเรซินซีเมนต์ลดลง[31,32] ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความต้านทานการเกิดฟันแตกได้ การศึกษานี้เลือกใช้เดือยฟันไฟบริเคลียร์เมื่อวัดปริมาณแสงที่ปลายเดือยฟันที่ยาว 10 มิลลิเมตร พบว่าเดือยฟันสามารถนำแสงได้ประมาณร้อยละ 40.0[20] จึงทำให้กลุ่มที่ใช้เดือยฟันยาว 8 มิลลิเมตรนั้นมีค่าสูงแม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ใช้เดือยฟันยาว 4 มิลลิเมตร

จากการศึกษาของ Akgungor และ Akkayan[33] พบว่าเมื่อใช้เรซินซีเมนต์ร่วมกับสารยึดติดเดือยฟันระบบโททอลเอ็ชจะเกิดชั้นไฮบริด (hybrid layer) หนา 4-5 ไมโครเมตรตลอดความยาวเดือยฟัน และเกิดเรซินแท็ก (resin tag) สม่ำเสมอบริเวณส่วนต้นของคลองรากฟัน แต่ปลายรากฟันจะมีเรซินแท็กสั้นและมีความหนาแน่นน้อยลง เนื่องจากบริเวณปลายรากฟันมีจำนวนท่อเนื้อฟันต่อตารางมิลลิเมตรน้อย จึงมีความแข็งแรงการยึดระหว่างเรซินซีเมนต์กับเนื้อฟันบริเวณปลายรากต่ำ การศึกษาของ Goracci และคณะ[34] และการศึกษาของ Kalkan และคณะ[35] พบว่าการยึดติดของเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยกับผนังคลองรากฟันส่วนต้นมีค่าความแข็งแรงการยึดแบบผลัก (push-out bond strength) มากกว่าคลองรากฟันส่วนกลางและส่วนปลาย นอกจากนี้ การยึดเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยกับผนังคลองรากฟันไม่สามารถมองเห็นโดยตรง[36] และมีหลายขั้นตอนที่ควบคุมได้ยาก เช่น การล้างกรดฟอสฟอริกออกจากผนังคลองราก การควบคุมความชื้นในคลองรากฟัน การทาสารยึดติดในผนังคลองราก ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อความแข็งแรงการยึดเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยกับผนังคลองรากฟัน[37] ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความต้านทานการเกิดฟันแตก

ตำแหน่งของฟันที่สัมผัสกับหัวกดในการทดลองนี้ คือ กึ่งกลางพื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้ม[15] เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่สัมผัสกับฟันล่างขณะที่ขากรรไกรเคลื่อนไปด้านข้างและมีการสบฟันด้านใช้งาน ซึ่งทำให้ครอบฟันเกิดความล้มเหลวมากกว่าแรงที่กระทำตามแนวแกนฟัน (axial load) จากการศึกษาของ Pegoretti และคณะ[38] พบว่าเมื่อมีแรงแนวเฉียงมากระทำที่ด้านเพดานของฟัน จะเกิดแรงเค้นสะสมมากบริเวณส่วนต้นของรากฟันด้านแก้ม และบริเวณปลายเดือยฟัน จึงเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการแตกหักสูงสอดคล้องกับการทดลองนี้ คือ ทุกกลุ่มเกิดรากฟันแตกในแนวเฉียง (oblique fracture) มาที่บริเวณปลายเดือยฟัน โดยแนวการแตกของกลุ่มที่ 1, 2 และ 4 ส่วนมากเกิดบริเวณกลางรากฟัน ในขณะที่กลุ่มที่ 3 รอยแตกส่วนมากเกิดบริเวณส่วนต้นของรากฟัน ต่างกับการศึกษาของ Giovani และคณะ[16] พบว่าการบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่ยาว ตำแหน่งการแตกส่วนมากเกิดบริเวณส่วนต้นของรากฟัน แต่การบูรณะด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่สั้น จะเกิดรากฟันแตกบริเวณกลางรากฟัน และการศึกษาของ McLaren และคณะ[18] ซึ่งพบว่าความล้มเหลวที่เกิดขึ้น เมื่อบูรณะฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย โดยไม่ใส่ครอบฟันและให้แรงทดสอบในแนวดิ่งคือ แกนฟันแตก แกนฟันหลุด เดือยฟันงอ เดือยฟันหลุด แต่ไม่พบรากฟันแตก

แรงบดเคี้ยวปกติในฟันหลังมีค่าระหว่าง 50 ถึง 70 นิวตัน[20] ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของการบูรณะฟันทุกกลุ่มในการศึกษานี้ ดังนั้นการบูรณะฟันที่รักษารากฟันด้วยเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีขนาดสั้น อาจพิจารณาใช้ในกรณีที่รากฟันโค้งหรือรากฟันตีบแทนการใส่เดือยที่มีขนาดยาวซึ่งอาจเสี่ยงต่อการเกิดการทะลุของรากฟัน แต่ในกรณีฟันที่มีคลองรากฟันขนาดใหญ่ และสามารถใส่เดือยฟันที่ยาวได้โดยไม่เสียเนื้อฟันในคลองรากฟัน การใส่เดือยฟันที่ยาวจะมีความต้านทานการแตกมากกว่าการใส่เดือยฟันที่สั้น ทั้งนี้การใส่เดือยฟันที่ยาวมีหลายขั้นตอนที่ต้องระมัดระวังดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเพื่อให้เกิดความแข็งแรงการยึดระหว่างเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยกับผนังคลองรากฟันสูงสุด

การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการมีข้อจำกัดหลายประการที่ไม่สามารถควบคุมปัจจัยบางอย่างให้เหมือนกับสภาวะช่องปากได้ทุกประการ เช่น ทิศทางและลักษณะของแรงที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งเป็นแรงทิศทางเดียวและมีค่าคงที่ (static load) แต่ในสภาวะช่องปากจริงมีแรงหลายทิศทาง และเป็นแรงที่กระทำเป็นวัฏจักร การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่องปาก การ

รักษาสภาพของฟันที่ใช้ในงานวิจัยไม่ให้เสียความชื้น และลักษณะของฟันที่ไม่สามารถกำหนดให้มีขนาดและรูปร่างเท่ากันทุกกลุ่มการทดลองดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นเพียงการนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการอ้างอิงถึงสภาพการบูรณะในสิ่งมีชีวิต จึงควรมีการศึกษาติดตามผลทางคลินิกในระยะยาวต่อไป

บทสรุป

ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยคลองรากฟันเดียวมากกว่ากลุ่มที่ใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยสองคลองรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ใส่เดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใยที่มีความยาวของเดือย 4 และ 8 มิลลิเมตร มีค่าไม่แตกต่างกัน พบว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ 1 มีค่ามากที่สุด และค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการแตกของกลุ่มที่ 2 มีค่าน้อยที่สุด โดยตำแหน่งการแตกทุกกลุ่มเกิดรากฟันแตกในแนวเฉียง และแนวการแตกส่วนมากจะเกิดบริเวณปลายเดือยฟัน ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 4 รอยแตกส่วนมากจะเกิดบริเวณส่วนกลางรากฟัน กลุ่มที่ 3 รอยแตกส่วนมากจะเกิดบริเวณส่วนต้นของรากฟันมากกว่ากลุ่มอื่น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัท เอส ดี เอส เคอร์ จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อเดือยฟันคอมโพสิตเสริมเส้นใย และห้างหุ้นส่วนจำกัด บุญชู-อารียา (บ.อ.) เด็นทัลแลบ ที่ได้ลดราคาครอบฟันโลหะหล่อผสมที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Sivers JE, Johnson WT. Restoration of endodontically treated teeth. ***Dent Clin North Am*** 1992;36:631-50.
2. Fan P, Nicholls JI, Kois JC. Load fatigue of five restoration modalities in structurally compromised premolars. ***Int J Prosthodont*** 1995;8:213-20.
3. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. ***J Prosthet Dent*** 2003;90:556-62.
4. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. ***Am J Dent*** 2000;13:9B-13B.
5. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. ***Dent Mater*** 2006;22:477-85.
6. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. ***Am J Dent*** 2000;13:15B-18B.
7. Qualtrough AJ, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. ***Oper Dent*** 2003;28:86-91.
8. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. ***J Prosthet Dent*** 2002;87:431-7.
9. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: a literature review. ***Oper Dent*** 2008;33:346-55.
10. 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.
11. Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. ***J Prosthet Dent*** 1997;78:10-4.
12. 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.
13. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. ***Int J Prosthodont*** 2001;14:355-63.
14. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths' effect on fracture resistance of a glass fiber post system. ***Eur J Dent*** 2008;2:23-8.
15. Buttel L, Krastl G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann NU, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. ***Int Endod J*** 2009;42:47-53.
16. Giovani AR, Vansan LP, de Sousa Neto MD, Paulino SM. In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. ***J Prosthet Dent*** 2009;101:183-8.

17. One T. A study on post length for fiber post and composite resin core restorations. ***Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi*** 2006;50:180-90.
18. McLaren JD, McLaren CI, Yaman P, Bin-Shuwaish MS, Dennison JD, McDonald NJ. The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth. ***J Prosthet Dent*** 2009;101:174-82.
19. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. ***J Endod*** 2002;28:17-9.
20. Teixeira EC, Teixeira FB, Piasick JR, Thompson JY. An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. ***J Am Dent Assoc*** 2006;137:1006-12.
21. 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.
22. Nissan J, Barnea E, Carmon D, Gross M, Assif D. Effect of reduced post length on the resistance to fracture of crowned, endodontically treated teeth. ***Quintessence Int*** 2008;39:e179-82.
23. Pilo R, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with gates glidden and ParaPost drills. ***J Prosthet Dent*** 2000;83:617-23.
24. Katz A, Wasenstein-Kohn S, Tamse A, Zuckerman O. Residual dentin thickness in bifurcated maxillary premolars after root canal and dowel space preparation. ***J Endod*** 2006;32:202-5.
25. Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. ***J Prosthet Dent*** 1984;52:28-35.
26. Assif D, Oren E, Marshak BL, Aviv I. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. ***J Prosthet Dent*** 1989;61:535-43.
27. 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.
28. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores - - a review. ***Quintessence Int*** 2005;36:737-46.
29. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. ***Int J Prosthodont*** 2004;17:357-63.
30. Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. ***J Prosthet Dent*** 2001;86:101-6.
31. Radovic I, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, et al. Light transmission through fiber post: the effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. ***Dent Mater*** 2009;25:837-44.
32. Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. ***J Dent Res*** 2008;87:1122-6.
33. Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. ***J Prosthet Dent*** 2006;95:368-78.
34. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. ***Eur J Oral Sci*** 2004;112:353-61.
35. Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. ***J Prosthet Dent*** 2006;96:41-6.
36. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. ***J Endod*** 2005;31:584-9.
37. Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SH. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. ***J Dent Res*** 1996;75:1034-44.
38. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. ***Biomaterials*** 2002;23:2667-82.

Original Article

Effect of Number and Dowel Length of Fiber-Reinforced Composite Posts on Fracture Resistance in Maxillary Premolars

Pirawan Cheungpitak
Graduate Student
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Issarawan Boonsiri
Associate Professor
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Siriporn Arunpraditkul
Full time teacher
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University

Correspondence to:
Pirawan Cheungpitak
Graduate Student
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Henry-Dunant Rd., Patumwan,
Bangkok 10330
Tel.: 02-2188864

Grant: CU Graduate thesis grant

Abstract

Restoration of endodontically treated teeth with fiber-reinforced composite posts and resin cement provides micromechanical retention and monoblock. As a consequent, increasing the number and length of post may improve fracture resistance of endodontically treated teeth. The objective of this study was to determine the effect of number and dowel length of fiber-reinforced composite posts on fracture resistance and mode of failure in maxillary premolars. Forty maxillary premolars were sectioned transversally at the level of 2 mm above the buccal cemento–enamel junction and then endodontically treated. All teeth were randomly divided into four groups (n=10): Group 1 restored with 1 post, 8 mm length at palatal canal. Group 2 restored with 2 posts, 8 mm length at buccal and palatal canals. Group 3 restored with 1 post, 4 mm length at palatal canal. Group 4 restored with 2 posts, 4 mm length at buccal and palatal canals. The fiber-reinforced composite posts and full metal crowns were cemented with Excite® DSC and Variolink® II. Fracture resistance were assessed using Instron testing machine. The compressive load was applied at 45 degrees to the long axis of the tooth. The crosshead speed was 0.5 mm/min until tooth fracture occurred. A fracture load and fracture mode were also recorded. Statistical analysis was performed using 2-way ANOVA and Tukey multiple comparison (p =.05). The results showed that the fracture resistance of group 1 was significantly different from group 2 (p = .023) but not different from group 3 and 4. No significant differences were identified among group 2, 3 and 4. The oblique fractures to the end of posts were found in all groups. Most of fracture line of group 1, 2 and 4 occurred at middle 1/3 whereas that of group 3 occurred at coronal 1/3 more than others. From the result of this study, it can be concluded that fracture resistance of teeth restored with 1 post was higher than teeth restored with 2 posts. However, the fracture resistances of teeth restored with post length 4 mm and 8 mm were not different.

Key words: fracture resistance; post length; post number