

# การต้านทานต่อการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่ผ่าน การรักษาคงรากฟันที่บูรณะด้วยอเนลย์ทางตรงโดยใช้ วัสดุเรซินคอมโพสิตแตกต่างกัน

พัชรพร เกียรติคำรณ\* ศุภกันต์ ทิศาวีรัตน์\*\* อรุณา อังวรวางศ์\*\*\* ชิดารัตน์ อังวรวางศ์\*\*\*\*

## บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแรงต้านทานต่อการแตกหักและรูปแบบการแตกหักของฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่ง ที่ผ่านการรักษาคงรากฟันที่บูรณะด้วยอเนลย์ทางตรงโดยใช้เรซินคอมโพสิตที่แตกต่างกัน ฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่ง 70 ซี่ ถูกแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ( $n=10$ ) โดยลิบซี่แรกที่เป็นฟันกรามน้อยที่สมบูรณ์ (INT) ให้เป็นกลุ่มควบคุมแบบลบ ในขณะที่ฟันกรามน้อยที่เหลือได้รับการกรอเตรียม โพรงฟันกลาสทู เอ็มไอดี และทำการรักษาคงรากฟัน กลุ่มควบคุมแบบบวกทำการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราว (IRM) ส่วนกลุ่มทดลองทำการกรอเตรียม โพรงฟันสำหรับเรซินคอมโพสิตอเนลย์วิธีทางตรงและบูรณะด้วยฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (Z250) หรือฟิลเทคบัลค์ฟิลล์ โฟสที่เรีย (FBF) หรือโซนิคฟิลล์ยู (SBF) หรือเอเวอร์เอ็กซ์ โฟสที่เรียร่วมกับฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (EXP) หรือบัลด์อิทร่วมกับฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (BFR) ตามที่ออกแบบไว้ เก็บชิ้นงานในตู้ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทดสอบแรงต้านทานต่อการแตกหัก ชิ้นงานแต่ละชิ้นถูกติดตั้งและทำมุม 45 องศากับพื้นราบ ทำการวัดค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักด้วย เครื่องทดสอบสากล ที่ความเร็วหัวกด 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยใช้หัวกดเหล็กกล้าโลหะ ไรสนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สัมผัสที่พื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้มของฟัน ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหัก (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) มีค่า  $654.47\pm 105.32$  นิวตัน  $314.20\pm 93.82$  นิวตัน  $583.61\pm 135.04$  นิวตัน  $541.84\pm 144.87$  นิวตัน  $598.62\pm 136.45$  นิวตัน  $600.65\pm 166.69$  นิวตัน และ  $587.37\pm 91.09$  นิวตัน สำหรับกลุ่ม INT IRM Z250 FBF SBF EXP และ BFR ตามลำดับ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างตามการทดสอบเอชเอสดีของทุกีย์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม INT และทุกกลุ่มที่ทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตอเนลย์ทางตรง ( $p>0.05$ ) กลุ่ม IRM มีความต้านทานต่อการแตกหักต่ำที่สุดและแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์รูปแบบการแตกหักกันนั้นพบว่า กลุ่ม INT IRM Z250 และ SBF มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้มากกว่าร้อยละ 70 ส่วนกลุ่ม FBF EXP และ BFR มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้เพียงร้อยละ 50 จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าการบูรณะฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคงรากฟันด้วยเรซินคอมโพสิตอเนลย์ทางตรงโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกันมีความต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างกัน

**คำชี้แจง:** ฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟัน/ เรซินคอมโพสิต/ แรงต้านทานต่อการแตกหัก/ อเนลย์ทางตรง

Received: January 01, 2020

Revised: March 22, 2020

Accepted: March 23, 2020

## บทนำ

ฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟัน (Endodontically treated tooth) มีแนวโน้มที่จะเกิดการแตกหักได้มากกว่าฟันธรรมชาติ โดยมีสาเหตุหลักมาจากการสูญเสียโครงสร้างฟันจากพยาธิสภาพต่าง ๆ ก่อนที่จะได้รับการรักษาคงรากฟัน และการเตรียมฟันระหว่างขั้นตอนการรักษาคงรากฟัน นอกจากนี้การสูญเสียความมีชีวิตของฟัน การลดลงของกลไกการตอบสนองต่อการป้องกันตนเองจากอันตรายต่างๆ

(Protective feedback mechanism) และสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการรักษาคงรากฟันก็เป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้ฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟันเกิดการแตกหักได้มากขึ้น<sup>1</sup> ปัจจุบันการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรากฟันมุ่งเน้นที่จะทำให้การสูญเสียโครงสร้างฟันน้อยที่สุด (Minimally invasive) เพื่อคงความแข็งแรงของโครงสร้างของฟันไว้ใน

\* นักศึกษาหลักสูตรการฝึกอบรมทันตแพทย์ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตร สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

\*\* ทันตแพทย์ โรงพยาบาลเอกชน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

\*\*\* สาขาวิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

\*\*\*\* สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

พื้นหลังและแนะนำให้บูรณะด้วยการคลุมปุ่มยอดฟันทั้งหมด (Cusp coverage) เพื่อป้องกันการแตกหักจากแรงแบบลิ้ม (Wedging effect)<sup>2</sup> ในกรณีที่มีฟันมีการสูญเสียโครงสร้างฟันไปและเหลือผนังฟันอย่างน้อยสองด้าน มีการแนะนำให้ทำการบูรณะด้วยออนเลย์ (Onlay) เนื่องจากสามารถอนุรักษ์เนื้อฟันได้มากกว่าการทำครอบฟัน<sup>3</sup> โดยเฉพาะการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงที่มีการสูญเสียโครงสร้างฟันขณะที่เตรียมโพรงฟันเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ การบูรณะออนเลย์วิธีทางอ้อม นอกจากนี้แล้วการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงสามารถรักษาให้เสร็จได้ภายในครั้งเดียว มีค่าใช้จ่ายถูกกว่า และสามารถใช้เป็นวัสดุบูรณะกึ่งถาวร (Semipermanent restoration) เพื่อสังเกตอาการหรือระหว่างรอการรักษาอย่างอื่นก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นการบูรณะถาวร (Definitive restoration)<sup>4</sup> มีการศึกษาพบว่า การบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันที่มีการสูญเสียโครงสร้างของฟันเพียงเล็กน้อยถึงปานกลางด้วยเรซินคอมโพสิตทางตรงแบบไม่คลุมปุ่มฟันให้ความสำเร็จไม่แตกต่างจากการบูรณะด้วยครอบฟัน<sup>5</sup> และมีแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างจากฟันธรรมชาติ<sup>6</sup> ดังนั้นการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟัน โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายและเวลา

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุบูรณะที่มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความสวยงามและความแข็งแรง อย่างไรก็ตามการแตกหักของวัสดุบูรณะและโครงสร้างฟันยังคงเป็นสาเหตุหลักของความล้มเหลวในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟัน<sup>5</sup> นอกจากนี้การบูรณะในโพรงฟันที่ลึกและมีขนาดใหญ่ยังเสี่ยงต่อการเกิดรูพรุนระหว่างชั้นของวัสดุและเสี่ยงต่อการปนเปื้อน<sup>7</sup> ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเรซินคอมโพสิตในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และให้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (Bulk fill) พัฒนามาโดยการเพิ่มขนาดของวัสดุอัดแทรกให้ใหญ่ขึ้นแต่ลดปริมาณของวัสดุอัดแทรกลง และมีการปรับปรุงตัวเริ่มปฏิกิริยา (Initiator) เพื่อให้มีความลึกในการบ่มตัว (Depth of cure) ได้ถึง 4-5 มิลลิเมตร จึงช่วยลดเวลาการทำงาน ลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของความชื้นขณะบูรณะได้ และยังสามารถทนต่อแรงบดเคี้ยวได้ดี<sup>7</sup> อย่างไรก็ตาม Ilie และคณะในปี ค.ศ. 2013 พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์มีคุณสมบัติเชิงกลต่ำ แต่มีความต้านทานต่อการโค้งงอ

(Flexural strength) ใกล้เคียงกับเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนไฮบริดและไมโครไฮบริด<sup>8</sup> ขณะที่การศึกษาอื่น ๆ พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับเรซินคอมโพสิตทั่วไป<sup>9</sup>

เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (Fiber reinforcement) ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลและเพิ่มแรงต้านทานต่อการแตกหัก (Fracture resistance) จากการศึกษาของ Garoushi และคณะในปี ค.ศ. 2013 พบว่าการเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการโค้งงอและความทนทานต่อการแตกหัก (Fracture toughness) สูงขึ้น ลดความเครียด (Strain) เนื่องจากการหดตัว นอกจากนี้ยังสามารถบ่มในโพรงฟันที่ลึก 4-5 มิลลิเมตร และป้องกันการขยายตัวของรอยแตก (Crack propagation) ได้<sup>10</sup> ดังนั้นทางบริษัทผู้ผลิตจึงแนะนำการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์เพื่อเป็นทางเลือกในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นเกี่ยวกับการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันด้วยอินเลย์ (Inlay) ทางตรง<sup>11, 12</sup> แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ยังมีไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแรงต้านทานต่อการแตกหักและรูปแบบการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคงรูปฟันที่บูรณะด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้เรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE622049) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยฟันกรามน้อยบนที่สมบูรณ์ จำนวน 70 ซี่ ที่ไม่มีรอยโรคที่ตัวฟันและรากฟัน ไม่ผ่านการบูรณะใด ๆ มาก่อน ไม่มีรอยร้าว ไม่มีการแตกหักเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo microscope; Nikon Measurescope, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย 30 เท่า และมีขนาดเท่ากับค่าเฉลี่ยของฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่ง<sup>13</sup> และมีขนาดของโพรงในตัวฟัน (Pulp chamber) ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง และในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้น ใกล้เคียงกันเมื่อตรวจสอบจากภาพรังสี ฟันถูกเก็บในสารละลายคลอรามิน ร้อยละ 0.5 (Chloramine T trihydrate 98-103%; Loba Chemie Pvt. Ltd., Maharashtra, India) ไม่เกิน 6 เดือน ถูกสุ่มแบบง่าย

กลุ่มละ 10 ซี่ เข้ากลุ่มทดลอง 7 กลุ่ม ตามวัสดุที่เลือกใช้ในการบูรณะ (ตารางที่ 1 และ 2)

นำฟันมากำจัดหินปูนและคราบต่าง ๆ ด้วยเครื่องขูดหินปูน (Ultrasonic scaler; Eurodent part and tool LTD., Bangkok, Thailand) จากนั้นทำการเคลือบรากฟันด้วยไดน์สเปซเซอร์ (Die spacer; Distanzlack, Bredent, Germany) ให้ได้ความหนา 0.2 มิลลิเมตร เพื่อจำลองพื้นที่ของช่องเอ็นซิดปริทันต์ (Periodontal ligament space) แล้วนำฟันมาฝังในเรซิน

อะคริลิกชนิดบ่มเองในบล็อกรที่ทำจากท่อพีวีซี (Polyvinyl chloride tube, PVC) ให้อยู่กึ่งกลางบล็อก แนวแกนฟันตั้งฉากกับแนวระนาบ และฝังให้รอยต่อเคลือบฟันกับเคลือบรากฟัน หรือซีอีเจ (Cemento-enamel junction: CEJ) อยู่เหนือต่ออะคริลิกเรซิน 2 มิลลิเมตร เมื่อวัดจากทางด้านแก้มของตัวฟัน โดยใช้เครื่องสำรวจความขนาน (Ney® Surveyor; Dentsply International, Inc., York, United States) ช่วยกำหนดทิศทางและปล่อยให้เรซินอะคริลิกบ่มตัวเต็มที่

ตารางที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการบูรณะด้วยออนเลย์ทางตรงและองค์ประกอบของวัสดุ

Table 1 The materials used in direct onlay restorations and their compositions

| Materials                                      | Manufacturer                  | Matrix composition                                       | Filler content  |
|--|-------------------------------|--|---|
| <b>Filtek™ Z250</b>                            | 3M ESPE, St. Paul, MN, USA    | Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA                                   | Zirconia and silica particles size 0.6 μm<br>82% by weight, 60% by volume   |
| <b>Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative</b> | 3M ESPE, St. Paul, MN, USA    | AUDMA, APF Dimethacrylate, UDMA, Dodecane dimethacrylate | Silica filler particles size 20 nm. non-agglomerated/non-aggregated, Zirconia particles size 4 -11 nm. (non-agglomerated/non-aggregated), Ytterbium trifluoride size 100 nm. , Zirconia /Silica cluster<br>76.5% by weight, 58.4% by volume |
| <b>SonicFill™ 2 Bulk Fill</b>                  | Kerr Corp , Orange, CA, USA   | Dimethacrylate, Bis-GMA, Bis-EMA                         | Silica, Barium glass, YbF <sub>3</sub> , mixed oxides. Particle size not stated<br>81.3% by weight, % by volume unreported.   |
| <b>EverX Posterior</b>                         | GC EUROPE NV, Leuven, Belgium | Bis-GMA, TEGDMA, PMMA                                    | Barium borosilicate glass filler and E glass fibres<br>77% by weight, 53.6% by volume   |
| <b>Build-It™ FR</b>                            | Kerr Corp., Orange, CA, USA   | Bis-GMA, UDMA, HDDMA                                     | Bariumborosilicate, Calcium Alumino-fluro-silicate, silica and chopped glass fiber<br>68% by weight, 52% by volume  |

Bis-EMA: ethoxylated bisphenol A dimethacrylate, Bis-GMA: bisphenol A glycidyl methacrylate, AUDMA: Aromatic urethane dimethacrylate, TEGDMA: triethylene glycol dimethacrylate, UDMA: urethane dimethacrylate, PMMA: polymethyl methacrylate, HDDMA: 1,6-Hexanediol dimethacrylate

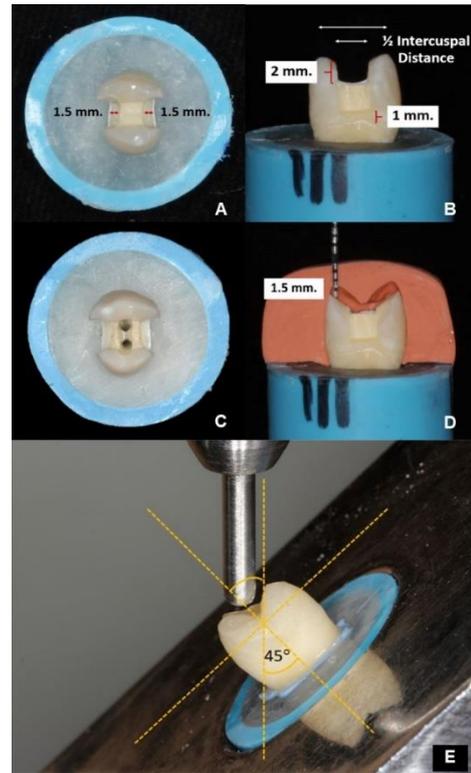
ตารางที่ 2 การเตรียมชิ้นงานในแต่ละกลุ่มทดลอง

Table 2 Methods of preparation in each experimental group

| Group no. | Restoration type  | Abbreviations |
|-----------|---|---------------|
| 1         | Intact teeth without any cavity preparation   | INT           |
| 2         | Endodontically treated teeth with mesio-occluso-distal (MOD) cavities prepared and restored with IRM (Dentsply caulk)                     | IRM           |
| 3         | Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with Filtek™ Z250 (3M ESPE)                                | Z250          |
| 4         | Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE)     | FBF           |
| 5         | Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with SonicFill™ 2 (Kerr Corp.)                             | SBF           |
| 6         | Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with EverX Posterior (GC) plus Filtek™ Z250 (3M ESPE)      | EXP           |
| 7         | Endodontically treated teeth with MOD and onlay cavities prepared and restored with Build-It™ FR (Kerr Corp.) plus Filtek™ Z250 (3M ESPE) | BFR           |

ทำการลอกเลียนรายละเอียดของฟันแต่ละซี่ก่อนทำการกรอแต่งโพรงฟัน ด้วยซิลิโคนชนิดพัตตี้ (Putty silicone; 3M ESPE, MN, USA) จำนวน 3 ชุด เพื่อใช้เป็นดัชนีสำหรับตรวจสอบความลึกที่กรอ และช่วยในการบูรณะโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์ จากนั้นทำการกรอเตรียมโพรงฟันคลาสทูแบบเอ็มโอดี (Class II MOD) ซึ่งดัดแปลงตามการศึกษาของ Reel และคณะในปี ค.ศ. 1989<sup>14</sup> ให้มีความกว้างในแนวด้านแก้ม-ด้านลิ้นเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างปุ่มฟัน มีความลึกของโพรงฟันเมื่อวัดจากจุดสูงสุดที่ด้านบดเคี้ยวของผนังด้านแก้ม เท่ากับ 2 มิลลิเมตร มีผนังด้านเหงือกทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลางกว้าง 1.5 มิลลิเมตร และผนังด้านเหงือกทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลางสูงจากซีอีเจ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1A และ 1B)

จากนั้นเตรียมโพรงฟันเพื่อเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในให้ได้รูปร่างรูเปิดโพรงฟันในอุดมคติ (รูปที่ 1C) ตรวจสอบความยาวรากด้วยถ่ายภาพรังสี ทำการขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์แบบหมุนระบบโปรเทเปอร์เน็กซ์ (ProTaper NEXT®; Dentsply Maillefer Corp., Ballaigues, Switzerland) ด้วยเครื่องมือมอเตอร์หัวกรอครอบเอ็กซ์สมาร์ทพลัส (X-SMART™ PLUS; Dentsply Maillefer Corp.) จนถึงขนาด X3 ลงองแท่งกัตตาเปอร์ซาแท่งหลัก (ProTaper Next® Gutta percha; Dentsply Maillefer Corp.) และอุดคลองราก จากนั้นตัดกัตตาเปอร์ซาที่ระดับต่ำกว่าซีอีเจ 2 มิลลิเมตร กดให้เรียบและแน่น สำหรับกลุ่มที่บูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวไออาร์เอ็ม (IRM; Dentsply caulk, Delaware, USA) ให้ทำการอุดด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวโพรวิส (Provis®; FAVODENT Karl Huber GmbH, Karlsruhe, Germany) ถึงระดับซีอีเจก่อนแล้วอุดโพรงฟันที่เหลือทั้งหมดด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวไออาร์เอ็ม ส่วนฟันกลุ่มที่เหลือให้อุดปิดด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวโพรวิสทั้งหมด นำฟันทุกกลุ่มไปแช่น้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา ในกลุ่มที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์ ให้ทำการกรอเตรียมโพรงฟันโดยกรอที่ปุ่มฟันด้านแก้มและปุ่มฟันด้านลิ้น ลึก 1.5 มิลลิเมตร ขนานไปกับพื้นเอียง (Incline plane) ของปุ่มฟันแต่ละด้าน ตรวจสอบความลึกและรูปร่างในการกรอตัดฟันด้วยดัชนีพัตตี้ (รูปที่ 1D) จากนั้นบูรณะฟันด้วยวัสดุชนิดต่างๆ ตามที่ออกแบบไว้ (ตารางที่ 2)



**รูปที่ 1** การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบการแตกหัก A) มุมมองด้านบดเคี้ยวและ B) มุมมองด้านประชิดของการกรอเตรียมโพรงฟันแบบเอ็มโอดี C) การเปิดทางของฟันกรามน้อยบน D) การกรอเตรียมโพรงฟันสำหรับออนเลย์ E) ติดตั้งชิ้นงานบนเครื่องทดสอบสากล ให้หัวกดเหล็กกล้าโลหะไร้สนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรสัมผัสที่พื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้ม โดยให้แนวแกนฟันทำมุม 45 องศากับพื้นราบ

**Figure 1** Specimen preparation and fracture test A) Occlusal and B) proximal views of MOD cavity preparation. C) Access opening of maxillary premolar. D) Onlay preparation. E) The specimen mounted on the universal testing machine, with a round-ended steel cylinder of 3 mm radius applied to the palatal incline plane of buccal cusp at an angle of 45 degree to the vertical.

ในกลุ่มที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม กลุ่มฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ (Z250; 3M ESPE) และเรซินคอมโพสิตชนิดบิลด์อัพฟิลล์กลุ่มฟิลเทคบัลล์ฟิลล์โพสทีเรีย (FBF; 3M ESPE) และ โซนิคฟิลล์ทู (SBF; Kerr Corp., Orange, CA, USA) ให้วัสดุบูรณะฟันชั่วคราวออกทั้งหมด ล้างให้สะอาด เตรียมพื้นผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 35 (Phosphoric acid 35%; 3M Deutschland

GmbH., Neuss, Germany) โดยทำที่บริเวณเคลือบฟันก่อนเป็นเวลา 15 วินาที ตามด้วยที่เนื้อฟันอีก 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำเปล่านาน 10 วินาที จากนั้นใช้สำลีซับพอหมาด ทาสารยึด (Adper™ Single Bond 2 Adhesive; 3M ESPE) ในลักษณะถูวน 15 วินาที เป่าลมเบา ๆ 5 วินาที แล้วฉายแสงเป็นเวลา 10 วินาที ทำการบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตที่กำหนดไว้ตามคำแนะนำของบริษัท โดยใช้ดัชนีฟัดดีช่วยในการอุดเพื่อเป็นการควบคุมความหนาของวัสดุบูรณะให้เท่ากันทุกซี่ ฉายแสงด้านละ 40 วินาที ฟิล์มลิเชอรินเจล (Glycerine gel) ให้คลุมวัสดุบูรณะทั้งหมดแล้วฉายแสงด้านละ 40 วินาที ขัดแต่งวัสดุส่วนเกินด้วยหัวกรอจากเพชรชนิดละเอียดและละเอียดมาก (Fine/super fine diamond bur; Intensiv SA, Grancia, Switzerland) รูปรักบี้ และตามด้วยหัวขัดชนิดซิลิโคน (Enhance bur; Dentsply Sirona, Milford, USA) เก็บฟันในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง<sup>15</sup> กลุ่มที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลุ่มเอเวอร์เอ็กซ์ โปสทีเรีย (EXP; EverX Posterior; GC EUROPE NV, Leuven, Belgium) และบิลด์อิท (BFR; Build-It™ FR; Kerr Corp.) หลังจากรื้อวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวออกและเตรียมพื้นผิวเนื้อฟันตามวิธีการข้างต้นแล้ว ทำการบูรณะแกนฟันต่อด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ตามกลุ่มที่ออกแบบไว้ โดยให้ความสูงของแกนฟันอยู่ระดับเดียวกับผนังโพรงฟัน (Pulpal floor) ฉายแสง 40 วินาที จากนั้นทำการบูรณะอเนกด้านบนด้วยฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ตามวิธีที่กล่าวข้างต้น ขัดแต่งวัสดุ จากนั้นนำเก็บฟันในน้ำกลั่น

อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง<sup>15</sup>

การวัดค่าแรงต้านทานต่อการแตกหัก นำฟันที่บูรณะเสร็จเรียบร้อยแล้วออกจากเบ้าเรซินอะคริลิก กำจัดไลนส์สเปซเซอร์ แทนที่ด้วยวัสดุซิลิโคนชนิดเนื้อเหลว (Light body, 3M ESPE) ที่บริเวณรากฟันและนำกลับไปฝังในเบ้าเรซินอะคริลิกในตำแหน่งเดิมโดยใช้เครื่องสำรวจความขนานช่วยในการกำหนดทิศทาง หลังจากซิลิโคนแข็งตัวเต็มที่ทำการกำจัดวัสดุส่วนเกินออกด้วยไบมิดเบอร์ 15 จากนั้นนำกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบแรงกดอัดจากเครื่องวัดกำลังแรงอัด โดยยึดข้อพิวกับฐานของเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine; Lloyd Instruments Ltd, Steyning Way, Bognor Regis, West Sussex) โดยให้แนวแกนฟันทำมุม 45 องศากับพื้นราบ หัวกดเหล็กกล้าโลหะไร้สนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรสัมผัสกับวัสดุบนพื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้ม (รูปที่ 1E) เคลื่อนกดในแนวตั้งด้วยอัตราเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกระทั่งฟันเกิดการแตกหัก ทำการบันทึกค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันเป็นหน่วยนิวตันโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

การจำแนกลักษณะการแตกหัก ทำการบันทึกรูปแบบการแตกหัก (Mode of fracture) โดยการศึกษาที่ดัดแปลงรูปแบบการแตกหักจากการศึกษาของ Burke และคณะ ในปี ค.ศ. 1992<sup>16</sup> โดยจำแนกลักษณะการแตกหักออกเป็น 6 รูปแบบ (ตารางที่ 3) ซึ่งการแตกหักรูปแบบที่ 1 ถึง 4 ถือว่าเป็นการแตกหักที่สามารถซ่อมแซม หรือบูรณะใหม่ได้ (Restorable) ส่วนการแตกหักในรูปแบบที่ 5 และ 6 ถือว่าไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ (Unrestorable)

ตารางที่ 3 การจำแนกรูปแบบการแตกหัก (ดัดแปลงจาก Burke และคณะ ในปี ค.ศ. 1992)

Table 3 Fracture mode classification (Modified from Burke et al. 1992)

| Fracture mode | Pattern of fracture  | Restorable/ Unrestorable |
|---------------|--|--------------------------|
| I             | Fractures were restricted to the restoration.  |                          |
| II            | Fractures were less than half of crown and did not extend to the root.   |                          |
| III           | Fractures were more than half of crown and did not extend to the root.   | Restorable               |
| IV            | Fractures of the crown extended to the root, but they were less than 2 mm above the acrylic line and were restorable.    |                          |
| V             | Fractures occurred in the crown and the root and extended more than 2 mm below the acrylic line and were not restorable. | Unrestorable             |
| VI            | Fractures were restricted to the root.   |                          |

การวิเคราะห์ข้อมูล นำค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกหักของฟันแต่ละซี่ที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น (Level of confidence) ร้อยละ 95 เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) จึงทำการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparisons) ตามการทดสอบเอชเอสดีของทูกีย์ (Tukey's HSD test) และใช้สถิติพรณนาเพื่อรายงานรูปแบบการแตกหักเป็นจำนวนซี่และจำแนกการแตกหักว่าสามารถบูรณะใหม่ได้หรือไม่เป็นร้อยละ

**ผล**

แรงต้านทานต่อการแตกหัก ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของทุกกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4 เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม คือ Z250 FBF SBF EXP BFR และกลุ่ม INT มีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่ม IRM มีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักต่ำที่สุดและแตกต่างกับกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

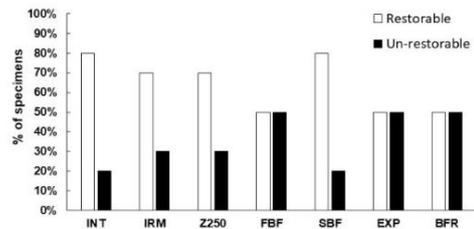
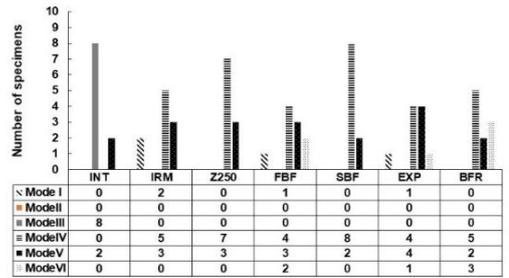
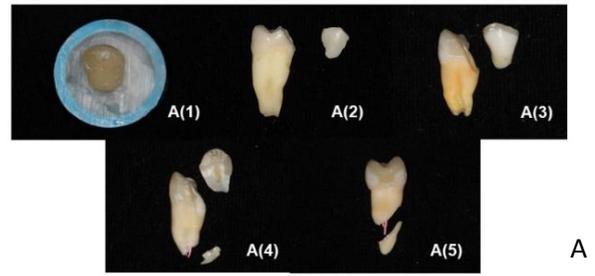
รูปแบบการแตกหัก เมื่อทำการวิเคราะห์รูปแบบการแตกหักของกลุ่มที่ทำการศึกษา พบว่ามีลักษณะของการแตกหักเกือบครบทุกรูปแบบ ยกเว้นรูปแบบที่ 2 ที่ไม่พบเลยในทุกกลุ่มการทดลอง (รูปที่ 2B) เมื่อพิจารณารูปแบบการแตกหักว่าสามารถซ่อมแซมหรือบูรณะใหม่ได้หรือไม่ พบว่าในกลุ่ม INT Z250 และ SBF มีรูปแบบของการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้มากกว่าการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ ต่างจากกลุ่ม FBF EXP และ BFR ที่พบรูปแบบของการแตกหักทั้งแบบที่สามารถบูรณะใหม่ได้และไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 2C)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของกลุ่มทดลองทั้งหมด

Table 4 The mean fracture resistance values of all experimental groups

| Group | Mean ± SD     | Significance |
|-------|---------------|--------------|
| INT   | 654.47±105.32 | a            |
| IRM   | 314.20±93.82  | b            |
| Z250  | 583.61±135.04 | a            |
| FBF   | 541.84±144.87 | a            |
| SBF   | 598.62±136.45 | a            |
| EXP   | 600.65±166.69 | a            |
| BFR   | 587.37±91.09  | a            |

สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$   
Different letters indicate significant differences at the level of significance of  $p < 0.05$



รูปที่ 2 แสดงรูปแบบการแตกหัก รูปภาพแสดงการแตกหักในรูปแบบต่าง ๆ A(1) รูปแบบที่ 1 A(2) รูปแบบที่ 3 A(3) รูปแบบที่ 4 A(4) รูปแบบที่ 5 และ A(5) รูปแบบที่ 6 B) แสดงความถี่ของรูปแบบการแตกหักที่พบในแต่ละกลุ่ม C) แสดงความถี่ของการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้ และไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ (ร้อยละ)

Figure 2 Fracture modes A) Representative images of different fracture modes. A(1) mode I; A(2) mode III; A(3) mode IV; A(4) mode V; and A(5) mode VI. B) The Frequency of fracture modes among groups. C) The frequency of restorable and un-restorable teeth (%).

## บทวิจารณ์

การศึกษานี้ทำการทดสอบการต้านทานต่อการแตกหักในฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันและบูรณะด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ ซึ่งออกแบบการทดลองโดยให้แรงกดโดยตรงต่อฟันกรามน้อยบนกระทั่งเกิดการแตกหักด้วยหัวกดเหล็กกล้าโลหะไร้สนิมทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร<sup>6</sup> ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาอื่นก่อนหน้าที่ใช้หัวกดที่มีขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่ตั้งแต่ 1 – 8 มิลลิเมตร<sup>16</sup> ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการใช้ฟันที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ตำแหน่งที่ให้แรงและทิศทางของแรงก็มีความแตกต่างกัน บางการศึกษาให้แรงตามแนวแกนฟันโดยให้หัวกดสัมผัสทั้งพื้นเอียงด้านเพดานและพื้นเอียงด้านแก้มของปุ่มฟัน ขณะที่บางการศึกษาให้แรงทำมุม 30 องศา หรือ 45 องศา กับแนวแกนฟันเพื่อจำลองแรงบิดเคี้ยวที่ได้รับจากการเคลื่อนไหวไปด้านข้างของขากรรไกร (Lateral jaw movement) ตามวงเคี้ยว ส่วนการศึกษานี้ให้แรง 45 องศาที่พื้นเอียงด้านเพดานของปุ่มฟันด้านแก้ม เนื่องจากการศึกษาของ Cavel และคณะในปี ค.ศ.1985 พบว่าฟันกรามน้อยบนจะมีอัตราการแตกหักที่ปุ่มฟันด้านแก้มสูงถึงร้อยละ 60 ในขณะที่ปุ่มฟันด้านเพดานพบเพียงร้อยละ 40<sup>17</sup> จากระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา ทำให้ผลที่ได้ในแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกันไปทั้งในแง่ของค่าแรงเฉลี่ยที่ทำให้เกิดการแตกหัก และรูปแบบของการแตกหักที่ได้ ดังนั้นในการแปลผลควรพิจารณาถึงระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างกันนี้ด้วย

การบูรณะด้วยออนเลย์ถือเป็นทางเลือกในการรักษาฟันที่ได้รับการรักษาคคลองรากฟันและเหลือผนังฟันอย่างน้อยสองด้าน<sup>3</sup> โดยเฉพาะการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์วิธีทางตรงจะมีการสูญเสียโครงสร้างฟันขณะที่เตรียมโพรงฟันเพื่อการบูรณะเพียงเล็กน้อย โดยวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด มีการศึกษาพบว่าการใช้เรซินคอมโพสิตในการบูรณะฟันให้ค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างจากฟันธรรมชาติ<sup>6</sup> เนื่องจากวัสดุเรซินคอมโพสิตนั้นมีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ใกล้เคียงกับเนื้อฟัน จึงทำให้มีการส่งผ่านและกระจายแรงเค้นขณะใช้งานไปยังโครงสร้างฟันที่เหลืออยู่ ความเค้นที่สะสมในวัสดุจึงน้อย และเมื่อวัสดุได้รับแรงจะมีการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic deformation) คล้ายกับโครงสร้างฟัน<sup>18,19</sup> จึง

เป็นการช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับฟันที่มีโครงสร้างฟันอ่อนแอได้ โดยเฉพาะในฟันที่มีโพรงฟันขนาดใหญ่ ดังนั้นการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับการคลุมปุ่มยอดฟันจึงถือเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟัน<sup>2</sup>

ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในเรซินคอมโพสิต เช่น ชนิดและปริมาณของเรซินเมทริกซ์ ชนิด ขนาด รูปร่างและปริมาณของวัสดุอัดแทรก หรือชนิดและการเรียงตัวของไฟเบอร์ล้วนมีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของเรซินคอมโพสิต ไม่ว่าจะเป็นความต้านทานต่อการโค้งงอ ความทนแรงอัด (Compressive strength) ความแข็ง (Hardness) และมอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น<sup>20,21</sup> เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลด์ถูกออกแบบขึ้นมาให้สามารถบ่มได้ลึกถึง 4-5 มิลลิเมตร เนื่องจากการปรับปรุงบางอย่างในตัววัสดุ ได้แก่ การลดปริมาณวัสดุอัดแทรก การเพิ่มขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรก หรือใช้สารไวแสงที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น ทำให้วัสดุที่อยู่ในโพรงฟันลึก ๆ สามารถบ่มตัวได้ดียิ่งขึ้น ร่วมกับการปรับเปลี่ยนชนิดโมโนเมอร์ทำให้วัสดุมีการหดตัวน้อยลง<sup>7</sup> มีการศึกษารายงานว่าปริมาณของวัสดุอัดแทรกที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุสูงขึ้นด้วย เช่น ความต้านทานต่อการโค้งงอ มอดูลัสโค้งงอ (Flexural modulus) ความแข็ง และความทนทานต่อการแตกหัก<sup>18</sup> ผลที่ได้จากการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของกลุ่ม FBF SBF และ Z250 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าวัสดุอัดแทรกของเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลด์ กลุ่มฟิลเทคบัลค์ฟิลด์โพสทีเรียและโซนิคฟิลด์ทูมิปรีมีปริมาณใกล้เคียงกับเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ แม้ว่ามีความแตกต่างกันที่ชนิดและขนาดของวัสดุอัดแทรกก็ตาม นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งสามกลุ่มนี้มีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่ต่างจากกลุ่ม INT ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ ElAyouti A และคณะที่พบว่าการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตออนเลย์ให้ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างจากฟันธรรมชาติ<sup>6</sup>

มีรายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของวัสดุอัดแทรกกับค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ โดยพบว่าถ้าปริมาณของวัสดุอัดแทรกเพิ่มขึ้นค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นของวัสดุก็จะเพิ่มขึ้นด้วย<sup>21,22</sup> อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่รายงานว่าปริมาณของวัสดุอัดแทรกไม่ใช่ปัจจัยเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่มีผลต่อค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ

แต่รูปร่างของวัสดุอัดแทรกก็มีผลเช่นเดียวกัน<sup>21</sup> ในวัสดุที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นสูง วัสดุไม่สามารถช่วยดูดซับแรงได้ แต่จะเพิ่มความเค้นสะสมที่ปุ่มฟันรอบ ๆ ขณะรับแรง ซึ่งส่งผลให้แรงต้านทานต่อการแตกหักลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Rosatto และคณะ ในปี 2015 ที่พบว่าวัสดุที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นสูง จะมีแรงต้านทานต่อการแตกหักต่ำ<sup>23</sup> ในทางตรงกันข้ามวัสดุบูรณะที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นต่ำอาจจะช่วยลดความเค้นสะสมที่เกิดขึ้นและยังสามารถช่วยดูดซับแรงได้ แต่ถ้าค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นต่ำมากก็อาจจะไม่สามารถรองรับแรงจากการบดเคี้ยวได้อย่างเต็มที่<sup>24</sup> ดังนั้นในการเลือกวัสดุเรซินคอมโพสิตเพื่อการบูรณะนั้นจึงมีข้อเสนอแนะว่าให้เลือกวัสดุที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นใกล้เคียงกับโพรงฟันโดยรอบจะให้ผลที่ดีกว่า<sup>23</sup> อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่าวัสดุสองชนิดที่มีค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นเท่ากัน ไม่จำเป็นที่จะต้องมีความเค้นสะสมเท่ากัน เพราะความเค้นสะสมที่เกิดในวัสดุและที่ผนังโพรงฟันนั้นเกิดจากหลาย ๆ ปัจจัยร่วมกัน<sup>25,26</sup>

ไฟเบอร์เป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้กับเรซินคอมโพสิต ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของวัสดุชนิดนี้ ได้แก่ ชนิดและปริมาณของเรซินเมทริกซ์ ความยาวและรูปร่างของไฟเบอร์ การเรียงตัวของไฟเบอร์ ความสามารถในการยึดติดระหว่างไฟเบอร์และส่วนเรซินเมทริกซ์ รวมไปถึงการชุบไฟเบอร์ด้วยเรซิน (Impregnation of fibers with the resin)<sup>27</sup> ทั้งเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย และบิลด์อิทเป็นวัสดุเรซินคอมโพสิตที่เสริมความแข็งแรงด้วยไฟเบอร์เส้นสั้นชนิดอี (E-glass short fibre) ที่จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบร่วมกับวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ที่แทรกอยู่ในเรซินเมทริกซ์ วัสดุเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรียมีโครงสร้างพอลิเมอร์แบบเซมิอินเตอร์เพเนตเรตติงพอลิเมอร์เน็ตเวิร์ก หรือเซมิไอพีเอ็น (Semi-interpenetrating polymer network: Semi-IPN) ซึ่งมียางว่าโครงสร้างเช่นนี้ทำให้เรซินเมทริกซ์มีคุณสมบัติการยึดติดดีขึ้น และมีความเหนียวมากขึ้น ซึ่งจะช่วยควบคุมความเค้นจากการหดตัวเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จึงช่วยลดรอยร้าวบริเวณขอบระหว่างฟันกับวัสดุได้ ร่วมกับการมีโครงสร้างแบบเซมิไอพีเอ็นนั้นทำให้การหดตัวโดยปริมาตรลดลง<sup>27</sup> มีการศึกษาในห้องทดลองหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า เรซินคอมโพสิตเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ที่มีโครงสร้างแบบเซมิไอพีเอ็นนั้นสามารถในการรับแรงบดเคี้ยวได้ดีขึ้น ความทนทานต่อการโค้งงอและความทนทาน

ต่อการแตกหักดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม<sup>10,27</sup> แม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับการบูรณะด้วยวัสดุกลุ่มนี้หลายการศึกษา เช่น การศึกษาของ Kemalglu และคณะ ในปี ค.ศ. 2015<sup>12</sup> และการศึกษาของ Atalay และคณะ ในปี ค.ศ. 2016<sup>11</sup> แต่การศึกษาเกี่ยวกับการบูรณะด้วยออนเลย์โดยใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ยังมีน้อย โดยเฉพาะบิลด์อิทที่ค่อนข้างใหม่ในห้องตลาด

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่ม EXP และ BFR ให้ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจจะเกิดจากวัสดุทั้งสองกลุ่มนี้มีประกอบไปด้วยเรซินเมทริกซ์ไฟเบอร์เส้นสั้นชนิดอีที่จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบเหมือนกัน และมีส่วนประกอบใกล้เคียงกัน แม้ว่าเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย และบิลด์อิทมีปริมาณของวัสดุอัดแทรกน้อยกว่ากลุ่มทดสอบอื่น ๆ แต่การที่วัสดุทั้งสองกลุ่มนี้มีการเติมกลาสไฟเบอร์เข้าไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของวัสดุ จึงอาจทำให้ค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักที่ได้ของกลุ่ม EXP และ BFR มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่ม Z250 และ SBF ซึ่งมีปริมาณวัสดุอัดแทรกที่สูง ในขณะที่กลุ่ม FBF นั้นพบว่ามียางวัสดุอัดแทรกน้อยกว่ากลุ่ม Z250 และ SBF เล็กน้อย ค่าแรงต้านทานต่อการแตกหักจึงต่ำกว่าทุกกลุ่มเล็กน้อยอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Atalay และคณะ ในปี ค.ศ. 2016 ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักของฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันและมีโพรงฟันแบบเอ็มโอดี ที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (เททริกเอ็นซีแรม (Tetric N-Ceram; Ivoclar/ Vivadent)) เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (ฟิลเทคบัลค์ฟิลล์โพสทีเรีย) และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (เอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย ร่วมกับจีเนียลโพสทีเรีย (G-aenial posterior; GC))<sup>11</sup> นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Meenakumari และคณะ ในปี ค.ศ. 2018 ที่ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของเรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (เคลียร์ฟิล (ClearFil Majesty; Kurary) และฟิลเทคแซดสามห้าศูนย์ (Filtek Z350; 3M) เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (ซัวร์ฟิลเอสดีอาร์ (SureFil SDR; Dentsply) และเททริกอีโวซีแรม (Tetric Evo Ceram bulk fill; Ivoclar/ Vivadent) และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (เอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรีย) พบว่าเรซินคอมโพสิตยี่ห้อเคลียร์ฟิลที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกสูงสุด จะมีค่าความแข็งแรง ความต้านทานต่อการโค้งงอและมอดุลัสแรงดัดโค้งสูงสุด ในขณะที่

ที่ฟิลเทคแซดสามห้าศูนย์ และเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรียมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีปริมาณวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์จึงให้ค่าความแข็งแรงใกล้เคียงกับกลุ่มชนิดดั้งเดิม และสามารถต้านทานต่อการแตกหักต่อแรงบิดเคี้ยวได้ เพราะนอกจากมีวัสดุอัดแทรกแล้ว ยังมีกลาสไฟเบอร์ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและแรงต้านต่อการดัดโค้ง (Bending) ให้กับวัสดุอีกด้วย<sup>28</sup>

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแตกหักพบว่ากลุ่ม INT มีรูปแบบการแตกหักส่วนใหญ่อยู่เหนือต่อซีอีเจ (รูปแบบที่ 3) ซึ่งสามารถบูรณะใหม่ได้ สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่พบว่าฟันธรรมชาติมีรูปแบบการแตกหักที่สามารถซ่อมแซมหรือบูรณะใหม่ได้มากกว่า ส่วนกลุ่ม IRM ที่มีการกรอเตรียมโพรงฟันแบบเอ็มโอดี ร่วมกับการการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวโออาร์เอ็ม แม้ว่าจะมีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะได้มากกว่าการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะได้ แต่เมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าเฉลี่ยของแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักของกลุ่มนี้พบว่าจะมีค่าประมาณ 314.2 นิวตัน ซึ่งเป็นค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนไลน์วิธีทางตรงกลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีค่าใกล้เคียงกับแรงบิดเคี้ยวปกติ (Physiological mastication forces) ที่บริเวณฟันหลังคือประมาณ 300 นิวตัน โดยค่าแรงบิดเคี้ยวสูงสุดที่บริเวณฟันกรามน้อยมีค่าประมาณ 350-500 นิวตัน<sup>29</sup> ซึ่งสอดคล้องกับทางคลินิกที่พบว่าฟันหลังที่ผ่านการรักษาลงรากฟันมาแล้วบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันชั่วคราวจะพบการแตกหักมากกว่าฟันที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตออนไลน์วิธีทางตรง ดังนั้นในทางคลินิกจึงมีความจำเป็นที่ต้องบูรณะฟันหลังที่ผ่านการรักษาลงรากด้วยการคลุมปูนฟัน ส่วนเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมกลุ่ม Z250 และเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์กลุ่ม SBF มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้ ตรงกันข้ามกับเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์กลุ่ม FBF และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ทั้งกลุ่ม EXP และกลุ่ม BFR ที่พบว่าชิ้นงานถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่สามารถบูรณะใหม่ได้เพียงครั้งหนึ่ง ส่วนอีกครั้งหนึ่งไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ แม้ว่าทางบริษัทผู้ผลิตเอเวอร์เอ็กซ์โพสทีเรียกล่าวอ้างว่าการเติมกลาสไฟเบอร์เข้าไปช่วยในการป้องกันและหยุดการเกิดรอยแตกในวัสดุและเบียงเบนรอยร้าวไม่ให้มีการแตกที่รากฟันได้ก็ตาม หากพิจารณาในรูปแบบการแตกหักที่ไม่สามารถบูรณะต่อได้ของกลุ่ม FBF EXP และ

BFR ในการศึกษาพบว่ารอยแตกอยู่ต่ำกว่าระดับกระดูกและบางชิ้นงานไม่พบการแตกหักที่ตัวฟันและวัสดุบูรณะ แต่เกิดการแตกหักที่รากฟัน โดยเฉพาะกลุ่ม BFR ที่พบถึง 3 ชิ้นงาน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าวัสดุทั้งสามชนิดนี้มีค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นสูง<sup>26, 28</sup> วัสดุไม่มีการดูดซับแรง แต่ส่งผ่านแรงไปยังรากฟัน จึงเกิดความเค้นสะสมมากที่บริเวณรากฟันและทำให้เกิดการแตกหักที่รากฟันในที่สุด อย่างไรก็ตามอาจต้องศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์อื่น เช่น การวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) เพื่อให้ได้ข้อมูลในส่วนดังกล่าวนี้ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

แม้ว่าการผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงต้านทานของการแตกหักของการบูรณะฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาลงรากฟันด้วยออนไลน์จากการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีทางตรง อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วัสดุทางคลินิกจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น เทคนิคในการอุด การควบคุมความชื้นและความสะอาดในการใช้งาน โดยทั่วไปแล้วในฟันหลังเป็นตำแหน่งที่ควบคุมความชื้นได้ยากกว่าฟันหน้า และในฟันหลังที่ผ่านการรักษาลงรากฟันมาแล้วจะมีโพรงฟันที่ต้องทำการบูรณะที่ค่อนข้างลึก การใช้เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม เช่น วัสดุฟิลเทคแซดสองห้าศูนย์ ในการบูรณะนั้นแนะนำให้อุดเป็นชั้น ๆ ชั้นละไม่เกิน 2 มิลลิเมตร เพื่อให้เกิดพอลิเมอร์ที่สมบูรณ์ที่สุดและลดความเค้นตกค้าง (Residual stress) จากการหดตัวเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์<sup>30</sup> ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาที่พบว่าการอุดเป็นชั้น ๆ นั้นยังคงทำให้วัสดุมีผลรวมความเค้นที่เกิดจากการหดตัวจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (Total polymerization shrinkage) สูง เนื่องจากมีความเค้นตกค้างในแต่ละชั้นของวัสดุ<sup>23, 26, 31</sup> แต่ก็ให้ผลดีกว่าการอุดเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมเป็นก้อนทีเดียว เพราะหากวัสดุเกิดการบวมตัวไม่เต็มที่จะส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ<sup>32</sup> ดังนั้นในการบูรณะฟันหลังที่มีโพรงฟันขนาดใหญ่และอยู่ในบริเวณที่จัดการกับความชื้นได้ยาก การบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิมอาจไม่ใช่ทางเลือกที่เหมาะสม การเลือกใช้วัสดุในกลุ่มเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์อาจจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า เนื่องจากวัสดุชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายขึ้น โดยมีความลึกในการบ่มตัวได้ถึง 4-5 มิลลิเมตร ซึ่งมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม จากการศึกษาของ Rosatto และคณะในปี ค.ศ. 2015 พบว่าการอุดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ทำให้เกิดความเค้น

หลังสภาวะเจล (Post-gel shrinkage) น้อยกว่าการอุดฟันด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม<sup>23</sup> และการศึกษาของ Rizzante และคณะในปี ค.ศ. 2019 ที่พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ทำให้เกิดความเค้นจากการหดตัวน้อยกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม เนื่องจากไม่ต้องอุดเป็นชั้น ๆ<sup>26</sup> อย่างไรก็ตามถ้าเปรียบเทียบถึงค่าใช้จ่าย วัสดุในกลุ่มเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ยังคงมีราคาสูงมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม

ส่วนการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ แม้ว่าการเติมไฟเบอร์เข้าไปช่วยหยุดการเกิดรอยร้าวขณะที่มีแรงเค้นส่งผ่านมาที่เรซินเมทริกซ์ ทำให้วัสดุมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามในการบูรณะฟันนั้นทางบริษัทผู้ผลิตมีคำแนะนำว่าให้บูรณะได้เฉพาะส่วนแกนฟันและให้บูรณะส่วนบนด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม จากเหตุผลที่กล่าวมานี้ ทำให้การใช้เรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ไม่ได้ช่วยส่งเสริมการใช้งานในด้านความสะดวก การลดขั้นตอนในการบูรณะและคำรักษา

## บทสรุป

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การบูรณะฟันกรามน้อยบนที่ผ่านการรักษาลงรากฟันด้วยออนเลย์ทางตรงโดยใช้เรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (Z250) เรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (FBF และ SBF) และเรซินคอมโพสิตชนิดเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ (EXP และ BFR) ให้ค่าเฉลี่ยแรงต้านทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างกัน และมีค่าใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ เมื่อพิจารณารูปแบบการแตกหัก พบว่ากลุ่ม Z250 และ SBF มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะใหม่ได้มากถึงร้อยละ 70 เช่นเดียวกับกลุ่ม INT ในขณะที่กลุ่ม FBF EXP และ BFR มีรูปแบบการแตกหักที่สามารถบูรณะต่อเพียงร้อยละ 50

## เอกสารอ้างอิง

- Dimitriu B, Vârlan C, Suci I, Vârlan V, Bodnar D. Current considerations concerning endodontically treated teeth: alteration of hard dental tissues and biomechanical properties following endodontic therapy. *J Med Life* 2009;2(1):60-5.
- Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984;51(6):780-4.
- Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int* 2005;36(9):737-46.
- Torabinejad M, Walton R, Torabinejad M, Walton R. *Endodontics: principles and practice*. 4<sup>th</sup>ed. Missouri: Saunders;2009.
- Suksaphar W, Banomyong D, Jirathyanatt T, Ngoenwivatkul Y. Survival rates against fracture of endodontically treated posterior teeth restored with full-coverage crowns or resin composite restorations: a systematic review. *Restor Dent Endod* 2017;42(3):157-67.
- ElAyouti A, Serry MI, Geis-Gerstorfer J, Lost C. Influence of cusp coverage on the fracture resistance of premolars with endodontic access cavities. *Int Endod J* 2011;44(6):543-9.
- Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J* 2017;222(5):337-44.
- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013;38(6):618-25.
- Veloso SRM, Lemos CAA, de Moraes SLD, do Egito Vasconcelos BC, Pellizzer EP, de Melo Monteiro GQ. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2019; 23(1): 221-33.
- Garoushi S, Sailynoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dent Mater* 2013;29(8):835-41.
- Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. *Oper Dent* 2016;41(5):131-40.
- Kemaloglu H, Emin Kaval M, Turkun M, Micoogullari Kurt S. Effect of novel restoration techniques on the fracture resistance of teeth treated endodontically: An *in vitro* study. *Dent Mater J* 2015;34(5):618-22.

13. Woelfel JB, Scheid RC, Weiss G. Woelfel's dental anatomy. 8<sup>th</sup>ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins;2012.
14. Reel DC, Mitchell RJ. Fracture resistance of teeth restored with Class II composite restorations. J Prosthet Dent 1989;61(2):177-80.
15. Alshiddi IF, Aljinbaz A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with indirect composite inlay and onlay restorations - An *in vitro* study. Saudi Dent J 2016;28(1):49-55.
16. Burke FJ. Tooth fracture in vivo and *in vitro*. J Dent 1992;20(3):131-9.
17. Cavel WT, Kelsey WP, Blankenau RJ. An *in vivo* study of cuspal fracture. J Prosthet Dent 1985;53(1):38-42.
18. Ausiello P, Rengo S, Davidson CL, Watts DC. Stress distributions in adhesively cemented ceramic and resin-composite Class II inlay restorations: a 3D-FEA study. Dent Mater 2004;20(9):862-72.
19. Dejak B, Mlotkowski A. Three-dimensional finite element analysis of strength and adhesion of composite resin versus ceramic inlays in molars. J Prosthet Dent 2008;99(2):131-40.
20. Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2010;120(11):972-86.
21. Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. J Prosthet Dent 2002;87(6):642-9.
22. Masouras K, Silikas N, Watts DC. Correlation of filler content and elastic properties of resin-composites. Dent Mater 2008;24(7):932-9.
23. Rosatto CM, Bicalho AA, Verissimo C, Braganca GF, Rodrigues MP, Tantbiroj D, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. J Dent 2015;43(12): 1519-28.
24. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. Dent Mater 2002;18(1):64-71.
25. Bicalho AA, Tantbiroj D, Versluis A, Soares CJ. Effect of occlusal loading and mechanical properties of resin composite on stress generated in posterior restorations. Am J Dent 2014;27(3):129-33.
26. Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonca G, Ishikiriama SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. J Appl Oral Sci 2019;27:e20180132.
27. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LV. Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-interpenetrating polymer network matrix. Dent Mater 2007; 23(11):1356-62.
28. Meenakumari C, Bhat KM, Bansal R, Singh N. Evaluation of mechanical properties of newer nano-posterior restorative resin composites: An *in vitro* study. Contemp Clin Dent 2018;9(1):142-6.
29. Koriotoh TW, Versluis A. Modeling the mechanical behavior of the jaws and their related structures by finite element (FE) analysis. Crit Rev Oral Biol Med 1997;8(1): 90-104.
30. Kuroe T, Tachibana K, Tanino Y, Satoh N, Ohata N, Sano H, et al. Contraction stress of composite resin build-up procedures for pulpless molars. J Adhes Dent 2003;5(1): 71-7.
31. Bicalho AA, Valdivia AD, Barreto BC, Tantbiroj D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material--part II: shrinkage and shrinkage stresses. Oper Dent 2014;39(2):83-92.
32. Jadhav S, Hegde V, Aher G, Fajandar N. Influence of light curing units on failure of direct composite restorations. J Conserv Dent 2011;14(3):225-7.

### ผู้รับผิดชอบบทความ

ธิดารัตน์ อังวรวงษ์

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45145

โทรสาร: 0 4320 2862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: [thidarat\\_ang@hotmail.com](mailto:thidarat_ang@hotmail.com)

# The Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars Restored with Direct Composite Onlay Using Different Resin Composite

Keatdumrong P\* Thithaweerat S\*\* Angwaravong O\*\*\* Angwarawong T\*\*\*\*

## Abstract

The purpose of this study is to evaluate fracture resistance and fracture pattern of endodontically treated upper first premolars that were restored with direct onlay technique using different resin composite materials. Seventy upper first premolars were divided into seven groups ( $n=10$ ). The first ten premolars were left intact (INT) as the negative control group, while the remaining premolars received class II MOD cavity preparation and conventional root canal treatment. The positive control group was restored with interim restoration (IRM), whereas the experimental groups were prepared for direct composite onlay and were then restored with Filtek™ Z250 (Z250), or Filtek™ Bulk Fill Posterior (FBF), or SonicFill™ 2 (SBF), or EverX Posterior plus Filtek™ Z250 (EXP) or Build-It™ FR plus Filtek™ Z250 (BFR), as designed. All specimens were stored in 100% humidity at 37°C for 24 hours before the fracture test. Each specimen was mounted and aligned at 45-degree angle to the horizontal plane. Measurement of fracture resistance was done with the universal testing machine at a crosshead speed of 0.5 mm/sec using a 3 mm diameter metal ball pressing at palatal incline plane of buccal cusp. The maximum force at the fracture (mean±SD) was 654.47±105.32 N, 314.20±93.82 N, 583.61±135.04 N, 541.84±144.87 N, 598.62±136.45 N, 600.65±166.69 N and 587.37±91.09 N for INT, IRM, Z250, FBF, SBF, EXP and BFR, respectively. One-way ANOVA with Tukey's HSD test showed no significant difference in the mean maximum force at fracture among the intact teeth group and all direct composite onlay groups ( $p>0.05$ ). The IRM group had the lowest fracture resistance value, which differed statistically from the other groups ( $p<0.05$ ). More than 70% of fractures in group INT, IRM, Z250, and SBF were restorable while only half of group FBF, EXP and BFR were considered restorable. Conclusion could be drawn that direct composite onlay restorations of endodontically treated upper first premolar with different materials had comparable fracture resistance.

**Key words:** Endodontically treated tooth/ Resin composite/ Fracture resistance/ Direct onlay

## Corresponding Author

Thidarat Angwarawong  
Department of Prosthodontics,  
Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,  
Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.  
Tel.: +66 43202405 #45145  
Fax: +66 43202862  
E-mail: [thidarat\\_ang@hotmail.com](mailto:thidarat_ang@hotmail.com)

\* Residency Training Program in Prosthodontics, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

\*\* Private Practice, Bangkok.

\*\*\* Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

\*\*\*\* Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.