



ผลของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ (ทันตะ-จุฬา 100) ต่อคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การละลาย ความลึกในการบ่ม และความ ต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต ชนิดแข็งตัวด้วยแสง ตามมาตรฐาน ไอเอสโอ 4049 (2009)

ประเวศ เสรีเชษฐพงษ์ ท.บ., M.Sc.¹

วัชรภรณ์ ทศจันทร์ ท.บ., M.Sc.²

ดุสิตา สหาวัตร วศ.บ., วท.ม.³

พสุธา ธัญญะกิจไพศาล ท.บ., Ph.D.⁴

¹ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³นิสิตหลักสูตรสหสาขาทันตชีววัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁴ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบผลของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ (ทันตะ-จุฬา 100) ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางกลบางประการของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง

วัสดุและวิธีการ วัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง 5 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เอสเทไลท์ซิกมาฟิลเทก แซด 250 ฟิลเทก แซด 350 พรี่ไมล์ และ เททริก เอ็น ซีแรม นำมาเตรียมชิ้นงานตามมาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) และทำด้วยสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นฉายแสงเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างสมบูรณ์ และนำมาทดสอบการละลาย การดูดซึมน้ำ ความลึกในการบ่ม และความต้านแรงดัดโค้ง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ทำสารห้ามเลือดเฉพาะที่ ข้อมูลที่ได้จะแสดงในรูปค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้โปรแกรมสถิติเอสพีเอสเอสเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยเทอร์กี เอชเอสดี ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา สารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบไม่มีผลต่อการละลายและการดูดซึมน้ำของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตทั้งห้าผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบมีผลเพิ่มค่าความลึกในการบ่มของวัสดุเอสเทิลท์ซิกมาและฟิลเทก แซด 250 และความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุฟิลเทก แซด 250 และเททริก เอ็น ซีแรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยคุณสมบัติการละลาย การดูดซึมน้ำ ความลึกในการบ่ม และความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตทั้งห้าผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากการทาด้วยสารห้ามเลือดเฉพาะที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009)

สรุป สารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตเอสเทิลท์ ฟิลเทก แซด 250 ฟิลเทก แซด 350 พรีเมส และ เททริก เอ็น ซีแรม ในด้านการละลาย การดูดซึมน้ำ ความลึกในการบ่ม และความต้านแรงดัดโค้ง ตามมาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009)

(ว ทันต จุฬาฯ 2554;34:213-22)

คำสำคัญ: การดูดซึมน้ำ; การละลาย; ความต้านแรงดัดโค้ง; ความลึกในการบ่ม; เรซินคอมโพสิต; สารห้ามเลือดเฉพาะที่

บทนำ

สารห้ามเลือดเฉพาะที่ถูกนำมาใช้ทางทันตกรรมร่วมกับ เชือกแยกเหงือก เป็นการดึงรั้งเหงือกทำให้สามารถมองเห็น ขอบเขตของฟันใต้เหงือกภายหลังการกรอแต่งฟันหรือเนื้อ ฟันส่วนที่ผู้ลิ้มได้เหงือก เพื่อประโยชน์ต่อการพิมพ์ปากหรือ การบูรณะฟัน^{1,2} จากการสำรวจพบทันตแพทย์จำนวนร้อยละ 95 ใช้สารห้ามเลือดเฉพาะที่ร่วมกับเชือกแยกเหงือกในการ ห้ามเลือดเฉพาะที่และดึงรั้งเหงือก³ โดยสารเคมีออกฤทธิ์ หลักที่ใช้ในสารห้ามเลือดเฉพาะที่ ได้แก่ สารอลูมิเนียมพอ แทสเซียมซัลเฟต อลูมิเนียมคลอไรด์ ซิงค์คลอไรด์ เพอริก ซัลเฟล หรืออิพิเนฟีน^{4,5} อย่างไรก็ตามสารห้ามเลือด เฉพาะที่ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้ เพิ่มต้นทุนในการรักษาทางทันตกรรมและเป็นการสูญเสียเงิน ตราของประเทศ ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะ วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สารห้ามเลือดเฉพาะที่เพื่อใช้ ภายในประเทศ ทดแทนการนำเข้า โดยใช้สารอลูมิเนียม คลอไรด์เป็นสารออกฤทธิ์หลักของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ ต้นแบบ (ทันต-จุฬา 100)

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ เป็นการทดสอบผลของสารห้าม เลือดเฉพาะที่ต้นแบบ ต่อคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การละลาย ความลึกในการบ่ม และความต้านแรงดัดโค้ง ของวัสดุอุดฟัน เรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง ตามมาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) โดยองค์ความรู้ที่ได้จะนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อการพัฒนาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ไปสู่การนำมาใช้ ร่วมกับเชือกแยกเหงือกทางคลินิกต่อไป

วัสดุและวิธีการ

วัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต

วัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง เอสเทไลท์ซิกมา (Estelite®Σ; Tokuyama Dental Corporation, Japan) ฟิลเทก แซด 250 (Filtek™ Z250, 3M ESPE, USA) ฟิลเทก แซด 350 (Filtek™ Z350, 3M ESPE, USA) พรีเมียมส์ (Premise™, Kerr Corporation, USA) และ เททริก เอ็น ซีแรม (Tetric® N-ceram, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 1) โดยวัสดุอุดฟันดังกล่าวต้องเหลือวันหมดอายุอย่างน้อย 1 ปี ในวันที่ทำการทดลอง วัสดุจะถูกทำให้แข็งตัวด้วยการฉาย แสงจากเครื่องฉายแสง (light curing unit, Elipar® Trilight, 3M ESPE, USA) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และ มีการตรวจวัดความเข้มของแสงของเครื่องฉายแสงทุกครั้ง ก่อนการทดลอง โดยความเข้มแสงที่วัดได้น้อย 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร

สารห้ามเลือดเฉพาะที่

สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ ประกอบไปด้วยอลูมิเนียมคลอไรด์ (Sigma-Aldrich, USA) ร้อยละ 25 เป็นสารออกฤทธิ์หลัก และสารลดแรงตึงผิว ร้อยละ 0.1 และน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ โดยสารห้ามเลือดเฉพาะ ที่จะถูกทำให้ปราศจากเชื้อ ด้วยการกรองผ่านกระดาษกรอง ที่มีขนาดรูผ่าน 0.2 ไมครอน (Minisart, Satorius Biotech, USA)

ตารางที่ 1 วัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง ที่ใช้ในการศึกษา

Table 1 The light cured resin composites used in this study

| Name of products | Type of materials | Filler weight % | Average filler size (nm) | Manufacturer |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------|
| Estelite® Σ | Microhybrid | 82.0 | 200 | Tokuyama, Japan |
| Filtek™ Z250 | Microhybrid | 78.5 | 600 | 3M ESPE, USA |
| Filtek™ Z350 | Nanocomposite | 78.5 | 20 | 3M ESPE, USA |
| Premise™ | Nanocomposite | 84.0 | 20 | Kerr Corporation, USA |
| Tetric® N-ceram | Nanocomposite | 80.0 | 40 | Ivoclar Vivadent, Liechtenstein |

ค่าการละลายและการดูดซึมน้ำ (Solubility and water absorption)

การเตรียมวัสดุอุดฟันตามมาตรฐาน ISO 4049 (2009)⁶ โดยย่อ คือ นำวัสดุใส่ลงในแบบพิมพ์ทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร และความสูง 0.5 มิลลิเมตร โดยไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน ปาดวัสดุส่วนเกินออก ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบปริมาตร 100 ไมโครลิตร บนผิวด้านบนของวัสดุอุดฟันด้วยฟูกัน ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 นาที โดยกลุ่มควบคุมจะไม่ได้ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด ปิดด้วยกระจกเรียบ และทำการฉายแสงเพื่อกระตุ้นการแข็งตัวของวัสดุอุดฟันตามระยะเวลาที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างสมบูรณ์ เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด ทำความสะอาดชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำปราศจากไอออนร่วมกับเครื่องอัลตราโซนิก จากนั้นทำให้แห้งด้วยการใส่ชิ้นตัวอย่างในภาชนะทำแห้ง (desiccators) โดยใช้กล่องพลาสติกที่อากาศผ่านเข้าไม่ได้ และบรรจุซิลิกาเจลที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง

จากนั้นทำการย้ายชิ้นตัวอย่างไปยังภาชนะทำแห้งกล่องที่ 2 และเก็บที่อุณหภูมิ 23 ± 1 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างและจดบันทึก โดยจะทดลองทำซ้ำอย่างนี้จนกระทั่งชิ้นตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักไม่เกิน 0.0001 กรัม จึงบันทึกค่าดังกล่าวเป็นน้ำหนักแห้งเริ่มต้น (W₁) จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปแช่ในน้ำปราศจากไอออน ที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างขึ้นมาจากน้ำ ชั้บชิ้นตัวอย่างให้แห้ง ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักเปียก (W₂) และนำชิ้นตัวอย่างเข้ากระบวนการทำแห้งตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น บันทึกน้ำหนักแห้งภายหลังการแช่น้ำ (W₃)

จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณการดูดน้ำ และการละลายตามสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าการละลาย} = (W_2 - W_3) / V$$

$$\text{การดูดซึมน้ำ} = (W_1 - W_3) / V$$

$$V = \text{ปริมาตรของชิ้นตัวอย่าง (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)}$$

จากนั้นเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำและการละลายของวัสดุอุดฟันเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดเดียวกัน ที่ไม่ได้ทาสาร

ห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ โดยแต่ละกลุ่มจะมีชิ้นตัวอย่างอย่างละ 5 ชิ้น จากข้อกำหนดไอเอสโอ 4049 (2009) กำหนดค่าการดูดซึมน้ำและการละลายของวัสดุไม่ควรเกิน 40 และ 7.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ

การทดสอบความลึกในการบ่ม (Depth of cure)⁶

นำวัสดุอุดฟันใส่ลงในแบบทรงกระบอกที่มีหน้าตัดวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร หนา 6 มิลลิเมตร โดยไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน ปาดวัสดุส่วนเกินออก และทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ 100 ไมโครลิตรด้วยฟูกัน ทิ้งไว้ 2 นาที จากนั้นปิดทับด้วยกระจกแผ่นเรียบและทำการฉายแสงตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวของวัสดุอย่างสมบูรณ์

เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด แกะชิ้นตัวอย่างออกจากแบบ กำจัดวัสดุอุดฟันที่ไม่แข็งตัวออกด้วยใบพายพลาสติก (plastic spatula) จากนั้นทำการวัดความหนาของวัสดุอุดฟันที่แข็งตัวเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดเดียวกันที่มิได้ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบด้วยเครื่องวัดขนาดแบบดิจิตอล (Digital vernier caliper, Mitutoyo, Japan) โดยแต่ละกลุ่มจะมีชิ้นตัวอย่างอย่างละ 5 ชิ้น จากข้อกำหนดไอเอสโอ 4049 (2009) กำหนดค่าความลึกในการบ่มของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง ไม่ต่ำกว่า 1.5 มิลลิเมตร

การทดสอบความต้านแรงดัดโค้ง (Flexural strength)⁶

นำวัสดุอุดฟันใส่ลงในแบบขนาด กว้าง 2 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร โดยไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน ปาดวัสดุส่วนเกินออก และทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ 100 ไมโครลิตรด้วยฟูกัน ทิ้งไว้ 2 นาที ปิดทับด้วยกระจกแผ่นเรียบและทำการฉายแสงทั้งสองด้านของชิ้นตัวอย่าง ด้านละ 40 วินาทีเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวของวัสดุอย่างสมบูรณ์ นำชิ้นตัวอย่างไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด นำชิ้นงานไปตรวจวัดความต้านแรงดัดโค้งโดยใช้เครื่องทดสอบแรงแบบสากล (universal testing machine 8872, Instron UK) โดยวางชิ้นงานบนแบบทดสอบความต้านแรงดัดโค้งแบบ 3 จุด ที่มีระยะห่างหัวรองรับ (span length) 20 มิลลิเมตร ใช้หัวทดสอบ (load cell) ขนาด 50 นิวตัน ความเร็ว (crosshead speed) 0.75 มิลลิเมตรต่ออนาที จากนั้นเริ่มให้แรงจนชิ้นงานเกิดการแตกหัก

จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณความต้านแรงดัดโค้ง ตามสูตรดังนี้

$$\delta = 3FL/2wh^2$$

δ คือ ค่าความต้านแรงดัดโค้ง หน่วยเป็นเมกะปาสคาล (flexural strength/MPa)

F คือ แรงมากที่สุดที่กระทำบนชิ้นงาน หน่วยเป็นนิวตัน (maximum load/newtons)

L คือ ระยะระหว่างหัวรองรับ หน่วยเป็นมิลลิเมตร (span length/millimetres)

W คือ ความกว้างของชิ้นงาน หน่วยเป็นมิลลิเมตร (width/millimetres)

H คือ ความหนาของชิ้นงาน หน่วยเป็นมิลลิเมตร (width/millimetres)

จากนั้นนำค่าความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันที่ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ เปรียบเทียบกับวัสดุชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ โดยแต่ละกลุ่มจะมีชิ้นตัวอย่างอย่างละ 5 ชิ้น จาก ไอเอสโอ 4049 (2009) กำหนดค่าความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง ไม่ต่ำกว่า 50 เมกะปาสคาล

การวิเคราะห์สถิติ

ค่าที่วัดได้จะแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมด้วยโปรแกรมเอสพี

เอสเอส เวอร์ชัน 13 (SPSS version 13, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (two ways ANOVA) และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยเทอร์กี เอชเอสดี (Turkey HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง

วัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตที่ทาด้วยสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ มีคุณสมบัติการละลายและการดูดซึมน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009)

จากการทดลองพบว่าสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบไม่มีผลต่อค่าการละลายและการดูดซึมน้ำของวัสดุอุดฟันทั้งห้าผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดเดียวกันที่ไม่ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$; ตารางที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของวัสดุเรซินคอมโพสิตต่อค่าการละลายและการดูดซึมน้ำพบวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครไฮบริดและนาโนคอมโพสิตมีค่าการละลายและการดูดซึมน้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) กำหนดวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง มีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกิน 40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร และค่าการละลายน้ำไม่เกิน 7.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ซึ่งทุกกลุ่มผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ

ตารางที่ 2 ผลของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบต่อการดูดซึมน้ำและการละลายของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต

Table 2 Effect of local hemostatic agent prototype on water absorption and solubility of resin composites

| Name of products | Type of materials | Water absorption ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) | | Water solubility ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) | |
|--------------------|-------------------|--|------------------|--|-----------------|
| | | control | experiment | control | experiment |
| Estelite® Σ | microhybrid | 14.28 \pm 1.51 | 13.70 \pm 1.94 | 1.46 \pm 1.04 | 1.17 \pm 1.82 |
| Filtek™ Z250 | microhybrid | 18.73 \pm 2.85 | 20.30 \pm 2.36 | 3.11 \pm 1.78 | 4.12 \pm 0.45 |
| Filtek™ Z350 | nanocomposite | 23.64 \pm 1.28 | 21.31 \pm 1.45 | 0.51 \pm 0.77 | 2.41 \pm 0.49 |
| Premise™ | nanocomposite | 15.73 \pm 2.41 | 12.96 \pm 3.83 | 0.68 \pm 0.78 | 1.33 \pm 0.85 |
| Tetric® N cerem | nanocomposite | 14.63 \pm 1.73 | 12.52 \pm 1.58 | 0.39 \pm 0.69 | 0.48 \pm 0.58 |

วัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตที่ทาด้วยสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ มีคุณสมบัติความลึกในการบ่มผ่านเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009)

จากการทดลองพบว่าสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบมีผลเพิ่มค่าความลึกในการบ่มของวัสดุอุดฟันเอสเทไลท์ ซิกมา และฟิลเทก แซด 250 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ คิดเป็นร้อยละ 11.3 และ 9.94 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบชนิดวัสดุเรซินคอมโพสิตต่อคุณสมบัติความลึกในการบ่ม พบวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครไฮบริดมีค่าความลึกในการบ่มสูงกว่าชนิดนาโนคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) กำหนดค่าความลึกในการบ่มของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสงไม่ควรน้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งทุกกลุ่มผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ

วัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตที่ทาด้วยสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ มีคุณสมบัติความต้านแรงดัดโค้งผ่านเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009)

จากการทดลองพบว่า สารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบมีผลเพิ่มค่าความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันฟิลเทก แซด 250 และเททริก เอ็น ซีแรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ทาสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ ($p < 0.05$) คิดเป็นร้อยละ 44.2 และ 7.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบชนิดวัสดุเรซินคอมโพสิตต่อคุณสมบัติความต้านแรงดัดโค้ง พบวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครไฮบริดและนาโนคอมโพสิตมีค่าคุณสมบัติความต้านแรงดัดโค้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) กำหนดค่าความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตไม่ควรน้อยกว่า 50 เมกกะพาสคาล ซึ่งทุกกลุ่มผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ

วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยทำการทดสอบผลของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกลของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตแบบแข็งตัวด้วยแสงที่มีจำหน่ายและนิยมใช้อยู่ในท้องตลาดจำนวนห้าผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งตามขนาดของวัสดุตัวเติมเป็นชนิด

ตารางที่ 3 ผลของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบต่อความลึกในการบ่มของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต

Table 3 Effect of local hemostatic agent prototype on depth of cure of resin composites

| Name of products | Type of materials | Depth of cure (mm) [n=5] | |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|
| | | control | experiment |
| Estelite Σ | microhybrid ^a | 3.48 \pm 0.14 | 3.83 \pm 0.17* |
| Filtek TM Z250 | microhybrid ^a | 3.56 \pm 0.16 | 3.96 \pm 0.18* |
| Filtek TM Z350 | nanocomposite ^a | 2.99 \pm 0.03 | 3.00 \pm 0.10 |
| Premise TM | nanocomposite ^a | 3.33 \pm 0.25 | 3.30 \pm 0.03 |
| Tetric [®] N cerem | nanocomposite ^a | 2.22 \pm 0.09 | 2.26 \pm 0.15 |

*significant difference as compared with the untreated group ($p < 0.05$)

^asignificant difference as compared between the type of materials ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบต่อความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต

Table 4 Effect of local hemostatic agent prototype on flexural strength of resin composites

| Name of products | Type of materials | Flexural strength (N/mm ²)[n=5] | |
|------------------|-------------------|---|-----------------|
| | | control | experiment |
| Estelite® Σ | microhybrid | 65.44 ± 4.50 | 77.65 ± 9.86 |
| Filtek™ Z250 | microhybrid | 86.17 ± 5.70 | 124.32 ± 14.47* |
| Filtek™ Z350 | nanocomposite | 81.46 ± 8.90 | 79.10 ± 15.38 |
| Premise™ | nanocomposite | 71.29 ± 6.91 | 77.37 ± 12.23 |
| Tetric® N cerem | nanocomposite | 96.04 ± 2.29 | 103.43 ± 4.25* |

*significant difference as compared with the untreated group ($p < 0.05$)

ไมโครไฮบริดสองผลิตภัณฑ์และนาโนคอมโพสิตสามผลิตภัณฑ์ เพื่อทำให้ทันตแพทย์มีความมั่นใจในการใช้สารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบกับงานทางทันตกรรม โดยวัสดุที่เลือกมีค่าการละลาย การดูดซึมน้ำ ความลึกในการบ่ม และความต้านแรงดัดโค้ง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) ส่วนสาเหตุที่คณะผู้วิจัยเลือกใช้ระยะเวลาสัมผัสระหว่างสารห้ามเลือดเฉพาะที่และวัสดุอุดฟัน 2 นาที เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้ในการเติมและตกแต่งวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตก่อนการฉายแสงเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์^{7,8}

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าคุณสมบัติของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครไฮบริดและนาโนคอมโพสิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในแง่การละลาย การดูดซึมน้ำ และความต้านแรงดัดโค้ง อาจเนื่องจากวัสดุเรซินคอมโพสิตทั้งสองชนิดมีสัดส่วนของปริมาตรและปริมาณของวัสดุตัวเติม (filler volume fraction และ filler load level) ร้อยละของธาตุองค์ประกอบในวัสดุตัวเติมที่ใกล้เคียงกัน⁹⁻¹² ส่วนการที่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนคอมโพสิตมีค่าความลึกในการบ่มต่ำกว่าชนิดไมโครไฮบริดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากการรวมกันเป็นกลุ่มก้อนของวัสดุตัวเติมในนาโนคอมโพสิต ทำให้มีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของแสง ส่งผลต่อการกระเจิงของแสง^{9,13}

การที่คณะผู้วิจัยเลือกใช้สารออลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารออกฤทธิ์หลักในสารห้ามเลือดเฉพาะที่ เนื่องจากมี

คุณสมบัติที่ก่อให้เกิดการหดตัวเฉพาะที่ของเนื้อเยื่อเหงือก การแข็งตัวของเลือด และการหลังของน้ำเหลืองเหงือก² นอกจากนี้ออลูมิเนียมไฮดรอกไซด์สามารถยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของเคลือบฟันในสภาวะที่เป็นกรด^{14,15} และมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดแผ่นคราบจุลินทรีย์และลดการเกิดฟันผุในอาสาสมัคร^{16,17} จากการศึกษาของคณะผู้วิจัยพบว่าสารออลูมิเนียมคลอไรด์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเชื้อแบคทีเรียสเตรปโตค็อกคัสมีแทนส์และเชื้อแบคทีเรียแอกริกเกทแบกเทอร์แอททิโนไมซีเทมคอมมิแทนส์¹⁸ ดังนั้นการสัมผัสของสารออลูมิเนียมคลอไรด์กับผิวเคลือบฟันจึงน่าจะช่วยในการทำลายเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุและโรคปริทันต์กับฟันดังกล่าว

ด้วยข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้และข้อมูลในเชิงลึกเกี่ยวกับองค์ประกอบและกรรมวิธีการผลิตของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสงที่ใช้ในการทดลอง ทำให้คณะผู้วิจัยไม่สามารถอธิบายกลไกที่แท้จริงของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบที่มีต่อคุณสมบัติความลึกในการบ่มของวัสดุอุดฟันเอสเทไลท์ ซิกมาและฟิลเทก แซด 250 และความต้านแรงดัดโค้งของวัสดุอุดฟันฟิลเทก แซด 250 และเททริก เอ็นซีแรม ได้ จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบค่าความแข็งแรงและความลึกในการบ่มของวัสดุเรซินคอมโพสิตขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงและระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม ขนาดและองค์ประกอบของวัสดุตัวเติม และอันตรกิริยาระหว่างผิวของวัสดุตัวเติมและเมทริกซ์ของวัสดุ¹⁹⁻²⁵ ดังนั้นจึงอาจมีความ

เป็นไปได้ว่า สารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบที่มีสถานะเป็นของเหลว สามารถซึมแทรกเข้าไประหว่างวัสดุตัวเติมและเมทริกซ์ มีผลลดค่าดัชนีหักเหระหว่างวัสดุตัวเติมและเมทริกซ์ ทำให้แสงสามารถผ่านลงไปในพื้นที่ลึกของวัสดุเรซินคอมโพสิตได้มากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดปฏิกิริยาในส่วนที่ลึกได้เพิ่มขึ้น หรืออาจเกิดจากออลูมิเนียมไอออนที่เป็นองค์ประกอบหลักในสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบที่มีค่าความเป็นประจุบวกสูง มีผลเร่งการเกิดอันตรกิริยาระหว่างผิวของวัสดุตัวเติมและเมทริกซ์ของวัสดุ^{26,27} Asmussen และ Peutzfeldt ได้รายงานความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นของวัสดุเรซินคอมโพสิตที่เกิดจากการเชื่อมโยงข้ามระหว่างออลูมิเนียมไอออนและกลุ่มคาร์บอกซีแลคในส่วนของเมทริกซ์ของวัสดุเรซินคอมโพสิต²⁸ ดังนั้นจึงอาจมีความเป็นไปได้ที่ออลูมิเนียมไอออนในสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ จะทำปฏิกิริยาสร้างพันธะทางเคมีกับสารประกอบส่วนเมทริกซ์ที่อยู่ในวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิต ทำให้ความต้านแรงดัดโค้งเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างส่วนเมทริกซ์ในวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตกับออลูมิเนียมไอออนในห้องปฏิบัติการจึงเป็นที่น่าสนใจ เพื่อพิสูจน์แนวความคิดดังกล่าว

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสงที่สัมผัสกับสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล ได้แก่ ค่าการดูดซึมน้ำ การละลายน้ำ ความลึกในการบ่ม และความต้านแรงดัดโค้งตามเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) แสดงให้เห็นว่าสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบ มีความเข้ากันได้กับวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง แต่อย่างไรก็ตาม การทดสอบความเป็นพิษของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการและสัตว์ทดลอง เปรียบเทียบกับสารห้ามเลือดเฉพาะที่ซึ่งนิยมใช้ทางทันตกรรม จึงเป็นการศึกษาที่ต้องทำเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความปลอดภัยของสารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบก่อนการนำไปศึกษาในระดับคลินิกต่อไป

สรุป

สารห้ามเลือดเฉพาะที่ต้นแบบไม่มีผลเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกลของวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตชนิดแข็งตัวด้วยแสง ตามเกณฑ์มาตรฐานไอเอสโอ 4049 (2009) ในด้านการละลาย การดูดซึมน้ำ ความลึกในการบ่ม และความต้านแรงดัดโค้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศ.ทญ.ดร. วิสาชะ ลิ้มวงศ์ และ รศ.ทญ. ดอกลี เมธาราชธิป ที่ให้คำแนะนำในการศึกษาครั้งนี้ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาฯ 100 ปี

เอกสารอ้างอิง

- Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics, 3rd ed. St. Louis: Mosby, 2001:357.
- Lloyd B, Ralph PW, Melvin LR. Textbook of operative dentistry. 3rd ed: Philadelphia: W.B. Saunders company, 1994:494-7.
- Donovan TE, Gandara BK, Nemetz H. Review and survey of medicaments used with gingival retraction cords. J Prosthet Dent. 1985;53:525-31.
- Bowles WH, Tardy SJ, Vahadi A. Evaluation of new gingival retraction agents. J Dent Res. 1991;70:1447-9.
- Nemetz EH, Seiby W. The use of chemical agents in gingival retraction. Gen Dent. 1990;38:104-8.
- International standard ISO 4049:2009(E), Dentistry-Polymer-based restorative materials.
- Kuphasuk W, Harnirattisai C, Senawongse P, Tagami J. Bond strengths of two adhesive systems to dentin contaminated with a hemostatic agent. Oper Dent. 2007;32:399-405.
- Thampalert A, Panich M. The effect of hemostatic agent contamination on microleakage of restoration using two self-etching adhesives. CU Dent J. 2010;33:15-24.
- Rodrigues SA Jr, Scherrer SS, Ferracane JL, Della Bona A. Microstructural characterization and fracture behavior of a microhybrid and a nanofill composite. Dental Materials. 2008;24:1281-8.
- Turssi CP, Ferracane JL, Ferracane LL. Wear and fatigue behaviour of nano-structured dental resin

- composites. *J Biomed Mater Res B*. 2006;78B:196-203.
11. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*. 2003;10:1382-90.
 12. Berger SB, Palialol AR, Cavalli V, Giannini M. Characterization of water sorption, solubility and filler particles of light-cured composite resins. *Braz Dent J*. 2009;20:314-8.
 13. Turssi CP, Ferracane JL, Vogel K. Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. *Biomaterials*. 2005;26:4932-7.
 14. Putt MS, Kleber CJ. Effect of pH, concentration, and treatment time of aluminium solutions on acid dissolution of enamel. *J Dent Res*. 1986;65:1356-8.
 15. Höök M, Christoffersen J, Christoffersen MR, Leonardsen ES, Rassing MR, Rostrup E. Effects of aluminum (III) and fluoride on the demineralization of bovine enamel: a longitudinal microradiographic study. *Scand J Dent Res*. 1994;102:198-201.
 16. Olmez A, Can H, Ayhan H, Okur H. Effect of an alum-containing mouthrinse in children for plaque and salivary levels of selected oral microflora. *J Clin Pediatr Dent*. 1998;22:335-40.
 17. Mourughan K, Suryakanth MP. Evaluation of an alum-containing mouthrinse for inhibition of salivary *Streptococcus mutans* levels in children—a controlled clinical trial. *J Indian Soc Ped Prev Dent*. 2004;22:100-5.
 18. Serichetaphongse P, Tasachan W, Kantasuwan S, Thunyakitpisal P. Antimicrobial activity of aluminium chloride against *Streptococcus mutans* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *CU Dent J*. 2008;31:399-406.
 19. St. Germain H, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Properties of micro-filled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res*. 1985;64:155-60.
 20. Braem M, Finger W, Van Doren VE, Lambrechts P, Vanherle G. Mechanical properties and filler fraction of dental composites. *Dental Materials*. 1989;5:346-8.
 21. Chung KH, Greener EH. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. *J Oral Rehabil*. 1990;17:487-94.
 22. Tirtha R, Fan PL, Dennison JB, Powers JM. In vitro depth of cure of photo-activated composites. *J Dent Res*. 1982;61:1184-7.
 23. Leung RL, Adishian SR, Fan PL. Post-irradiation comparison of photoactivated composite resins. *J Prosthet Dent*. 1985;54:645-9.
 24. Rueggeberg Fa, Caughman WF, Curtis JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent*. 1994;19:26-32.
 25. Söderholm KJM, Achanta S, Olsson S. Variables affecting the depth of cure of composites (abstract 275). *J Dent Res*. 1993;72.
 26. Oppermann RV, Rölla G. Effect of some polyvalent cation on the acidogenicity of dental plaque *in vivo*. *Caries Res*. 1980;14:422-7.
 27. Simonsson T, Glantz P, Edwardsson S. Effects of cations on the colloidal stability of some oral bacteria. *Acta Odontol Scand*. 1988;46:83-7.
 28. Asmussen E, Peutzfeldt A. Strengthening effect of aluminum fluoride added to resin composites based on polyacid-containing polymer. *Dental Materials*. 2003;19:620-4.

Effect of local hemostatic agent prototype (Dent-Chula100) on the water absorption, water solubility, depth of cure and flexural strength of light cured resin composites following ISO 4049 (2009)

Pravej Serichetaphongse D.D.S., M.Sc.¹

Wacharaporn Tasachan D.D.S., M.Sc.²

Dusidra Sahawat B.Eng., M.Sc.³

Pasutha Thunyakitpisal D.D.S., Ph.D.⁴

¹Department of Prosthodontic, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

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

³Dental Biomaterials Science Program, Graduate School, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

⁴Department of Anatomy, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To investigate effect of the local hemostatic agent prototype (Dent-Chula100) on some physical and mechanical properties of the light cured resin composites

Materials and methods Five commercial resin composites (Estelite[®] Σ , Filtek[™] Z250, Filtek[™] Z350, Premise[™] and Tetric[®] N-ceram) were used in this study. Materials were prepared following ISO 4049 (2009). One hundred microliters of local hemostatic agent prototype was applied on the surface of each resin composite for 2 minutes prior the light activation. After the complete polymerization, samples were examined for the solubility, water absorption, depth of cure and flexural strength as compared with the untreated group. The data was expressed as mean \pm standard deviation and analyzed by two-way ANOVA and Turkey HSD multiple comparison. All statistical testing was performed at the 95% level of confidence.

Results The local hemostatic agent prototype did not significantly affect on the solubility and water absorption of all resin composites ($p > 0.05$). The local hemostatic agent prototype significantly increased the depth of cure of Estelite[®] Σ and Filtek[™] Z250 and the flexural strength of Filtek[™] Z250 and Tetric[®] N-ceram ($p < 0.05$). After applied the local hemostatic agent prototype, all five resin composites have passed the ISO 4049 (2009) in solubility, water solubility, depth of cure and flexural strength.

Conclusion Following ISO 4049 (2009), the local hemostatic agent prototype is compatible with physical and mechanical properties of Estelite[®] Σ , Filtek[™] Z250, Filtek[™] Z350, Premise[™] and Tetric[®] N-ceram such as solubility, water absorption, depth of cures and flexural strength.

(CU Dent J. 2011;34:213-22)

Key words: depth of cure; flexural strength; local hemostatic agent; resin composite; solubility; water absorption
