

ผลของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันที่มีต่อการต้านทาน การเกิดรอยผุในผิวเคลือบฟันน้ำนม

ประภาศรี ริรัตนพงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

พิศลย์ เสนาวงษ์

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรม
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

พนาวลัย กระแสร์ตานนท์

ทันตแพทย์ กองทันตกรรม
โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ประภาศรี ริรัตนพงษ์
ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ถนนโยธี ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์: 02-2036450 ต่อ 120
โทรสาร: 02-2036450

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการเกิดรอยผุในผิวเคลือบฟันน้ำนมของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันได้แก่ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac molar) เรซินโมดิไฟด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Vitremar) ไซโอเมอร์ (Beautifil) คอมโพเมอร์ (F2000) และเรซินคอมโพสิต (Z250) โดยเตรียมโพรงฟันแบบที่ 5 ที่บริเวณผิวเคลือบฟันทางด้านริมฝีปากและด้านลิ้น ในฟันหน้าน้ำนมของมนุษย์ จำนวน 50 ซี่ แบ่งฟันแบบสุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ และบูรณะด้วยวัสดุดังกล่าวข้างต้น นำฟันที่บูรณะแล้วไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นทำการทดลองโดยเลียนแบบสภาวะความเป็นกรดต่างในช่องปาก ซึ่งประกอบด้วยกร่อนนำขึ้นตัวอย่างแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ 6 ชั่วโมงต่อวัน แล้วแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการสะสมคืนกลับ 17.5 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบกำหนดทำการตัดฟันตามยาวในแนวจากด้านใกล้แก้มไปด้านใกล้ลิ้นเพื่อแบ่งฟันออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน นำชิ้นตัวอย่างมาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด หลังจากนั้นนำภาพที่ได้มาเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวัดค่าความลึกของรอยผุและพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุ ก่อนนำค่าที่ได้ไปประมวลผลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถต้านทานการเกิดรอยผุได้มากที่สุด ในขณะที่เรซินคอมโพสิตพบพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุที่น้อยที่สุด ลำดับความสามารถในการต้านทานการเกิดรอยผุคือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac molar) เรซินโมดิไฟด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Vitremar) ไซโอเมอร์ (Beautifil) คอมโพเมอร์ (F2000) เรซินคอมโพสิต (Z250) ตามลำดับ

บทนำ

สาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งของความล้มเหลวในการบูรณะฟันด้วยวัสดุบูรณะ (restorative materials) คือ การเกิดรอยผุซ้ำ (secondary caries)¹ ซึ่งเป็นผลจากการรั่วซึมตามขอบ (marginal leakage) ของวัสดุ^{2,3} ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการทำให้เกิดฟันผุแทรกซึมเข้าไปยังเนื้อฟันที่อยู่ข้างใต้ต่อวัสดุส่งผลให้เกิดการผุซ้ำ⁴ แต่เนื่องจากยังไม่มีวัสดุบูรณะชนิดใดมีคุณสมบัติในการทำให้เกิดความแนบสนิทบริเวณขอบของการบูรณะได้อย่างสมบูรณ์⁵ ดังนั้นคุณสมบัติของวัสดุในการทำลายหรือหยุดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งการละลายแร่ธาตุ จึงเป็นที่ต้องการเพื่อป้องกันการเกิดรอยผุซ้ำ⁶

ฟลูออไรด์เป็นสารที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่าสามารถป้องกันการเกิดฟันผุได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีผลยับยั้งการละลายแร่ธาตุของเคลือบฟัน อัตราการละลายแร่ธาตุของเคลือบฟันจะลดลงเมื่อมีฟลูออไรด์อยู่ในสารละลายที่สัมผัสผิวเคลือบฟัน⁷⁻⁹ และฟลูออไรด์มีผลเร่งให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุโดยเกิดผลึกในรูปของฟลูออโรอะพาไทต์ (fluorapatite) และ/หรือฟลูออไฮดรอกซีอะพาไทต์ (fluorhydroxyapatite) ที่แข็งแรงและละลายในสภาวะที่เป็นกรดได้ยาก⁸⁻¹¹ นอกจากนี้ฟลูออไรด์ยังมีผลยับยั้งขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียไม่สามารถผลิตกรดออกมาทำลายผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันได้^{8,9} วัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์จึงมีความสามารถในการต้านทานการเกิดรอยผุซ้ำ¹²⁻¹⁴

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่มีการผลิตและพัฒนามาตั้งแต่ช่วงต้นปี ค.ศ.1970¹⁵ โดยส่วนผสมซึ่งเป็นอนุภาคแก้ว (aluminosilicate glass powders) จะทำปฏิกิริยากับส่วนเหลวซึ่งเป็นกรดโพลีอัลคีนอิก (polyalkenoic acid)¹⁶ เกิดการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกนอกมา¹⁷ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้เป็นเวลานาน¹⁸⁻²⁰ ทำให้ผิวเคลือบฟันมีความต้านทานต่อกรดมากขึ้น¹³ และสามารถป้องกันการเกิดรอยผุซ้ำได้^{21,22} แต่วัสดุประเภทนี้ไม่แข็งแรง มีภาวะที่ไวต่อความชื้นสูง ความต้านทานต่อการสึกกร่อนต่ำและขัดแต่งให้สวยงามได้ยาก^{23,24}

เรซินโมดิฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุที่พัฒนามาจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยการเติมเมทาคริลิติกเรซิน (methacrylate resin) ร่วมกับกรดโพลีอะคริลิก (polyacrylic acid) มีระยะเวลาในการทำงาน (working time) นานขึ้น สามารถควบคุมระยะเวลาในการแข็งตัว (setting time) ได้ มีภาวะที่ไวต่อความชื้นน้อย มีความแข็งแรงมากขึ้น และสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้²⁴

ไอโอเมอร์เป็นวัสดุที่มีการเติมวัสดุอุดแทรก (filler) ที่ผลิตโดยฟิออรัจเทคโนโลยี (pre-reacted glass-ionomer cement filler technology) เข้าไปในเรซินคอมโพสิต การปล่อยฟลูออไรด์อาจเกิดจากขบวนการแลกเปลี่ยน (exchange mechanism) โดยมีทิศทางไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ต่ำ ความแตกต่างของความเข้มข้น (concentration gradient) เป็นแรงผลักดันให้เกิดการปล่อยฟลูออไรด์ วัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติเข้ากับเนื้อเยื่อ (biocompatibility) ได้ดี มีความสวยงามและสามารถขัดแต่งได้ผิวที่เรียบ²⁵

คอมโพเมอร์เป็นวัสดุที่มีส่วนผสมพื้นฐานเป็นเรซินและเรซินที่มีการปรับปรุงให้มีไอโอเมอร์ที่เป็นกรด (acidic monomer) และมีวัสดุอุดแทรกเป็นอนุภาคแก้วฟลูออโรออลูมิเนียมซิลิเกต (fluoroaluminosilicate glass) โดยไม่มีน้ำในส่วนประกอบ เมื่อวัสดุนี้มีการดูดน้ำเข้าไปภายหลังจากการบูรณะ กรดจะเกิดการแตกตัวจากไอโอเมอร์

ที่เป็นกรดและทำปฏิกิริยากับอนุภาคแก้ว เกิดปฏิกิริยากรด-ด่าง และมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมา วัสดุชนิดนี้ใช้งานง่าย มีความสวยงาม และมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ปานกลาง²⁶

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยเรซินและวัสดุอุดแทรกที่เป็นอนุภาคแก้วที่ไม่มีฟลูออไรด์ในส่วนประกอบ เช่น เซอโคเนียม (zirconium) ควอทซ์ (quartz) แบเรียม (barium) อลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxide) หรือเซรามิก (ceramic) ทำให้วัสดุในกลุ่มนี้ไม่มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ แต่วัสดุนี้มีความแข็งแรงและสวยงามที่สุดในกลุ่มวัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่สีเหมือนฟันที่ใช้ในการบูรณะโดยตรงในช่องปาก²⁷

มีการศึกษาจำนวนมากที่ได้ศึกษาความสามารถในการต้านทานการเกิดรอยผุซ้ำของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันในสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เพิ่มขึ้น (in vitro) โดยการตรวจดูพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุ (caries inhibition zone)^{26,28-30} ซึ่งในการศึกษามีวิธีการจำลองรอยผุเทียมด้วยวิธีต่าง ๆ กัน เช่น Millar และคณะ ในปี ค.ศ.1998 และ Attar และ Onen ในปี ค.ศ.2002 ใช้เจลที่ทำให้มีฤทธิ์เป็นกรด (acidified gels)^{26,28} Ten Cate และ Duijsters ในปี ค.ศ.1983 Only และ Grandgenett ในปี ค.ศ.1998 ใช้สารละลายที่มีสารฟอสเฟตเป็นกรดหรือต่าง (buffered solutions)^{29,31} Torii และคณะ ในปี ค.ศ.2001 ใช้การเพาะเชื้อด้วยแผ่นคราบจุลินทรีย์ในธรรมชาติ¹⁴ ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถใช้ในการประเมินคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดรอยผุซ้ำของวัสดุบูรณะได้^{32,33} แม้ว่าการศึกษาผลของวัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่มีสีเหมือนฟันที่มีผลต่อการต้านทานการเกิดรอยผุในผิวเคลือบฟันจะมีผู้ทำการศึกษาอย่างกว้างขวาง แต่พบว่าเป็นการศึกษาในฟันแท้เป็นส่วนใหญ่ การศึกษาในฟันน้ำนมยังมีน้อย

โครงสร้างของผิวเคลือบฟันในฟันน้ำนมและฟันแท้มีความแตกต่างกัน โดยผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมมีความหนาประมาณครึ่งหนึ่งของฟันแท้ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฟันแท้และฟันน้ำนมมีความแตกต่างกันเล็กน้อย Wilson และ Beynon ในปี ค.ศ.1989 พบว่าผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมมีการสะสมแร่ธาตุ (mineralized) น้อยกว่าฟันแท้และมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำมากกว่า³⁴ Sonju Clasen และ Ruyter ในปี ค.ศ.1997 พบว่าในฟันน้ำนมมีปริมาณคาร์บอเนต (carbonate content) มากกว่าในฟันแท้³⁵ ทำให้ฟันน้ำนมมีลักษณะเป็นรูพรุนมากกว่า³⁶ จากความแตกต่างดังกล่าว ส่งผลให้ผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมมีความต้านทานต่อกรดได้น้อยกว่าฟันแท้ การลุกลามของรอยผุในผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมเร็วกว่าในฟันแท้³⁸⁻⁴⁰ ดังนั้นการป้องกันการเกิดรอยผุซ้ำหลังจากบูรณะฟันน้ำนมด้วยวัสดุทางทันตกรรมบูรณะจึงเป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการเกิดรอยผุของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน ได้แก่ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac molar) เรซินโมดิฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Vitremmer) ไซโอเมอร์ (Beautifil) คอมโพเมอร์ (F2000) และเรซินคอมโพสิต (Z250) หลังจากทำการบูรณะในฟันน้ำนม

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาทำในฟันน้ำนมของมนุษย์ จำนวน 50 ซี่ ที่ไม่มีรอยผุ โดยก่อนนำมาใช้จะแช่ฟันไว้ในน้ำเกลือที่ปราศจากเชื้อ ความเข้มข้นร้อยละ 0.9 (sterile saline solution) ที่อุณหภูมิห้อง (32-35 องศาเซลเซียส) จากนั้นทำความสะอาดฟันด้วยผงpumice ที่ไม่มีฟลูออไรด์เป็นส่วนประกอบ เลือกรับฟันโดยการสุ่มแบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ ฟันแต่ละซี่จะถูกเตรียมโพรงฟันแบบที่ 5 ที่บริเวณผิวเคลือบฟันที่ด้านริมฝีปาก (labial surface) และด้านลิ้น (lingual surface) โดยใช้หัวกรอกรากเพชรรูปทรงกระบอก (diamond cylinder bur ISO#010, Coltène/ Whaledent AG, Altstatlen, Switzerland) โพรงฟันมีลักษณะกว้างในแนวจากด้านใกล้กลางไปด้านไกลกลาง (mesio-distal width) 2 มิลลิเมตร กว้างในแนวจากด้านปลายฟันไปด้านขอบเหงือก (inciso-gingival width) 2 มิลลิเมตร โดยให้ขอบโพรงฟันทางด้านขอบเหงือกอยู่บริเวณผิวเคลือบฟันห่างจากรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและผิวรากฟัน (cemento-enamel junction) 1 มิลลิเมตร และลึกเข้าไปในแนวแกนฟัน 0.5 มิลลิเมตร

การบูรณะฟัน

ตารางที่ 1 แสดงวัสดุที่ใช้ในการบูรณะ การบูรณะใช้วิธีสุ่มวัสดุมาเพื่อบูรณะโพรงฟันที่เตรียมไว้ในแต่ละกลุ่ม โดยวัสดุแต่ละชนิดจะใช้บูรณะฟันจำนวน 20 โพรงฟัน การใส่วัสดุเข้าไปในโพรงฟันจะใส่ในลักษณะเป็นชั้นเดียว (one increment) โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

หลังจากบูรณะโพรงฟันที่เตรียมไว้ด้วยวัสดุเรียบร้อยแล้ว นำฟันไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาขัดด้วยอะเบรซีฟดิस्क (abrasive disc, 3M dental products, St Paul, MN, USA) เริ่มจากชนิดหยาบจนถึงชนิดละเอียดมากตามลำดับ โดยไม่มีวัสดุบูรณะฟันส่วนเกินเหลืออยู่บริเวณผิวฟัน นำฟันไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน จากนั้นเคลือบผิวฟันด้วยน้ำยาทาเล็บ (nail varnish) ให้มีความหนา 2 ชั้น โดยเว้นระยะห่างจากบริเวณที่บูรณะโดยรอบประมาณ 1 มิลลิเมตร สำหรับฟันที่มีการละลายตัวของรากฟัน จะปิดบริเวณคลองรากฟันด้วยขี้ผึ้งเหนียว (sticky wax) ก่อนที่จะเคลือบผิวฟัน

การจำลองรอยผุเทียม

จำลองรอยผุเทียมในห้องปฏิบัติการโดยเลียนแบบสภาวะความเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH-cycling model)³³ เพื่อทำให้เกิดสภาพที่มีทั้งการสูญเสียแร่ธาตุและการคืนกลับของแร่ธาตุ ปริมาณระดับการอิมิตัวของน้ำยาอ้างอิงถึง Ten Cate และ Duijsters ซึ่งทำการศึกษาในปี ค.ศ.1982⁴¹ โดยแช่ฟันแต่ละซี่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งในสารละลายประกอบด้วยแคลเซียม 2.0 มิลลิโมลาร์ ฟอสเฟต 2.0 มิลลิโมลาร์ กรดอะซิติก (acetic acid) 0.075 โมลาร์ โดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.3 เพื่อกระตุ้นให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำฟันมาล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำฟันแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุ (remineralizing solution) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งในสารละลายประกอบด้วยแคลเซียม 1.5 มิลลิโมลาร์ ฟอสเฟต 0.9 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 150 มิลลิโมลาร์ และคาโคไดเลท (cacodylate) 20 มิลลิโมลาร์ โดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.0 เพื่อกระตุ้นให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุเป็นเวลา 17.5 ชั่วโมง จากนั้นล้างฟันด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที และทำขั้นตอนการจำลองรอยผุเทียมซ้ำอีกจนครบ 7 วัน

การตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope)

ใช้เครื่องตัดฟัน (microcutting instrument, Accutom-50 Struers, Copenhagen, Denmark) ตัดฟันตามยาวในแนวจากด้านใกล้แก้มไปด้านใกล้ลิ้น (bucco-lingual longitudinal) ออกเป็น 2 ส่วน เท่า ๆ กัน และฝังลงในอีพ็อกซีเรซิน (epoxy resin) แล้วจึงนำชิ้นตัวอย่างที่ฝังในเรซินแล้ว มาขัดเป็ยกด้วยกระดาษทราย (silicone carbide papers) ที่ความละเอียด 600, 800, 1200, 2500 และผงขัดกากเพชร (diamond paste) ที่ความละเอียด 6, 3 และ 1 ไมโครเมตร ตามลำดับ จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างมาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JSM-541OLV, JEOL Ltd., Tokyo, Japan) ในโหมดแบ็กสแคเตอร์ (mode back scattered) หลังจากนั้นนำภาพที่ได้มาวัดค่าความลึกของรอยผุ (depth of lesion) โดยวัดจากพื้นผิวด้านนอกของผิวฟันถึงจุดลึกสุดของรอยผุเทียมและวัดพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุ โดยลากเส้นสมมุติจากจุดลึกสุดของรอยผุเทียมขนานกับพื้นผิวด้านนอกของผิวฟัน จากนั้นลากเส้นรอบวงล้อมพื้นที่ที่ไม่เกิดการผุที่อยู่ระหว่างผิวเคลือบฟันกับเส้นสมมุติด้วยโปรแกรมอิมเมจโปรพลัสทีรี (Image-Pro Plus III) ดังแสดงในรูปที่ 1^{42,43} ก่อนนำค่าที่ได้ไปประมวลผลทางสถิติต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของวัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่ใช้ในการศึกษา

Table 1 The composition of restorative material used in the study

Group	Product	Manufacturer	Composition	Lot number/Color
1	Filtek™ Z250	3M-ESPE, St Paul,MN, USA	-Bis-GMA ^ˆ -UDMA ^{ˆˆ} -Bis-EMA ^{ˆˆˆ} -Zirconia/silica filler	55144-1000 shade 1370 A3
2	Vitremer	3M-ESPE, St Paul,MN, USA	-FAS glass [#] -polycarboxylic acid -HEMA ^{#ˆ}	70-2010-2396-0 shade 3303 A3
3	F2000	3M-ESPE, St Paul,MN, USA	-FAS glass -Colloidal -CDMA oligomer ⁺ -GDMA ^{ˆˆ} -hydrophilic polymer -CQ/amine ^{ˆˆˆ}	2020D3 Shade D3
4	Beautifil	Shofu Inc, Kyoto, Japan	-Bis-GMA -TEGDMA ^ˆ -S-PRG fillers ⁻ -Fluoroboroalumino- silicate glass	090339 shade A3.5
5	Ketac™ Molar Easymix	3M-ESPE, St Paul,MN, USA	-Aluminium-calcium- lanthanum fluorosilicate glass -polycarboxylic acid	44000736387/01 shade A3

Bis-GMA^ˆ : Bisphenol-A-glycidyl methacrylate, UDMA^{ˆˆ} : Urethane dimethacrylate

Bis-EMA^{ˆˆˆ} : Ethoxylated bisphenol-A-glycidyl methacrylate

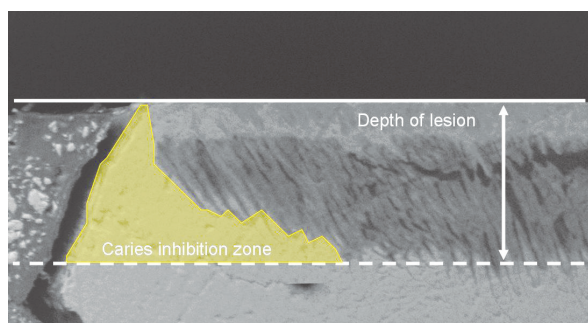
FAS glass[#] : Fluoroaluminosilicate glass, HEMA^{#ˆ} : 2-hydroxyethyl methacrylate

CDMA oligomer⁺ : Dimethacrylate functional oligomer derived from citric acid

GDMA^{ˆˆ} : Glyceryl dimethacrylate, CQ^{ˆˆˆ} : Camphoquinone

TEGDMA^ˆ : Triethylene glycol dimethacrylate

S-PRG⁻ : Surface reaction type pre-reacted glass-ionomer filler



รูปที่ 1 ภาพอธิบายการวัดความลึกของรอยผุ และพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุ

Fig. 1 Diagram of depth of lesion and caries inhibition zone measurements

การทดสอบความเชื่อถือของผู้วัดผลการทดลอง

การศึกษานี้มีผู้วิจัยเพียงคนเดียวที่วัดจุดลึกสุดของรอยผุเทียม และพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุ ทำการทดสอบความเชื่อถือในบุคคล (Intra-examiner reliability) โดยการสุ่มภาพมา 20 ภาพ (ร้อยละ 20 ของตัวอย่างทั้งหมด) โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม สุ่มสลับ ตัวอย่างมาวัดซ้ำตัวอย่างละ 2 ครั้ง แล้วนำค่ามาทดสอบความเชื่อถือของผู้วัดผลการทดลองโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) เป็นสถิติทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าที่ได้จากการวัดมาหาค่าเฉลี่ยของความลึกของรอยผุ และพื้นที่ต้านทานการเกิดรอยผุ รวมทั้งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มการทดลองและเปรียบเทียบกันโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) และการทดสอบแบบทูกีย์ (Tukey test) เพื่อดูความแตกต่างของความลึกของรอยผุเทียมและพื้นที่ต้านทานการเกิดรอยผุในกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

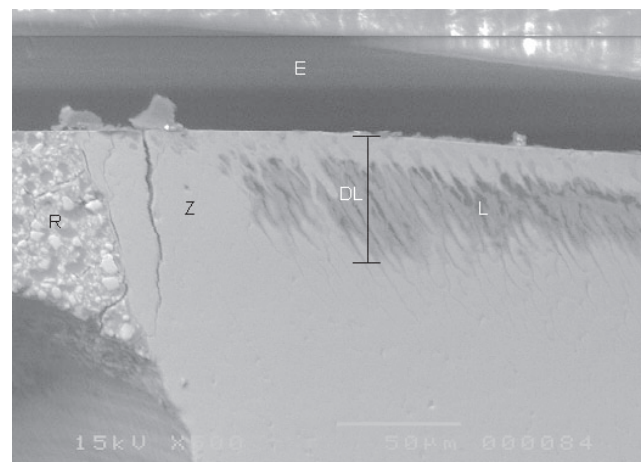
ผลการทดลอง

การทดสอบความเชื่อมั่นของผู้วัด พบว่าค่าของสัมประสิทธิ์ของเพียร์สันของจุดลึกสุดของรอยผุเทียมและพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุเท่ากับ 0.975 และ 0.902 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่ามีความเชื่อมั่นในระดับดี

การเกิดรอยผุเทียมของชิ้นตัวอย่างในทุกกลุ่มทดลองมีลักษณะคล้ายกัน ดังรูปที่ 2-6 โดยค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุ และค่าเฉลี่ยชั้นต้านทานการเกิดรอยผุ แสดงไว้ในตารางที่ 2 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุทางสถิติ พบว่ากลุ่ม

ทดลองที่ได้รับการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Z250) มีค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุมากกว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุพบว่ากลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac molar) มีพื้นที่ในการต้านทานการเกิดรอยผุมากกว่ากลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยไอโอเมอร์ (Beautiful) คอมโพเมอร์ (F2000) และเรซินคอมโพสิต (Z250) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยเรซินโอมิดีฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Vitremar) มีพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุไม่แตกต่างจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac molar) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Z250) พบการเกิดฟันผุของการต้านทานการเกิดรอยผุน้อยมาก



รูปที่ 2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงรอยผุและพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุในกลุ่มทดลองที่ทำการบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (Ketac molar)

R : วัสดุทางทันตกรรมบูรณะ

L : รอยผุเทียม

DL : ความลึกของรอยผุเทียม

Z : พื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุ

E : อีพ็อกซีเรซิน

Fig. 2 SEM photomicrograph at 500X depicts caries-like lesion and caries inhibition zone adjacent to the glass ionomer restoration (Ketac molar)

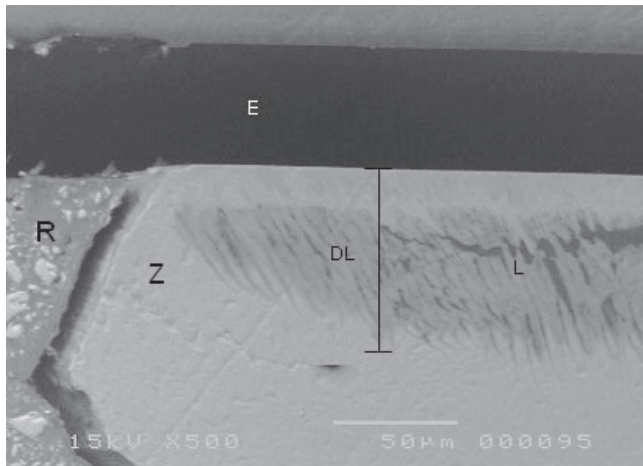
R : Restorative material

L : Artificial caries

DL : Depth of artificial caries

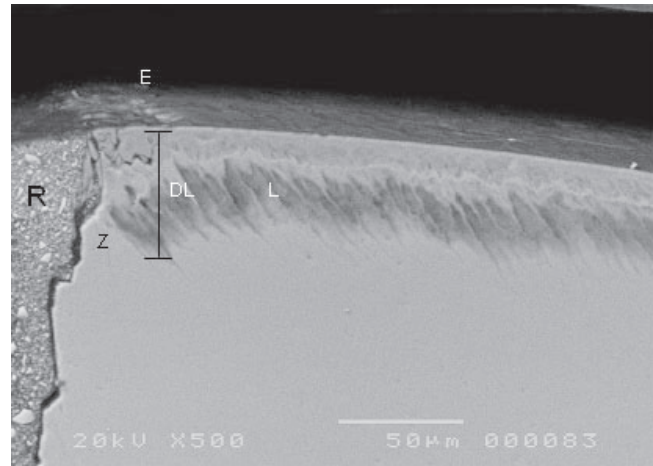
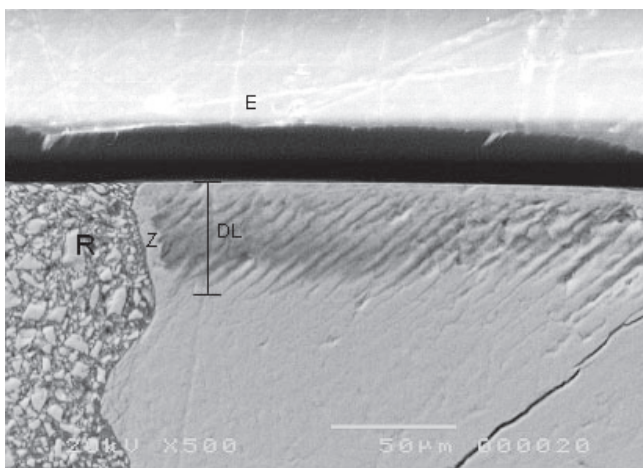
Z : Caries inhibition zone

E : Epoxy resin



รูปที่ 3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงรอยผุและพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุในกลุ่มทดลองที่ทำการบูรณะด้วยเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Vitremer)
 R : วัสดุทางทันตกรรมบูรณะ
 L : รอยผุเทียม
 DL : ความลึกของรอยผุเทียม
 Z : พื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุ
 E : อีพ็อกซีเรซิน

Fig. 3 SEM photomicrograph at 500X depicts caries-like lesion and caries inhibition zone adjacent to the resin modified glass ionomer restoration (Vitremer)
 R : Restorative material
 L : Artificial caries
 DL : Depth of artificial caries
 Z : Caries inhibition zone
 E : Epoxy resin

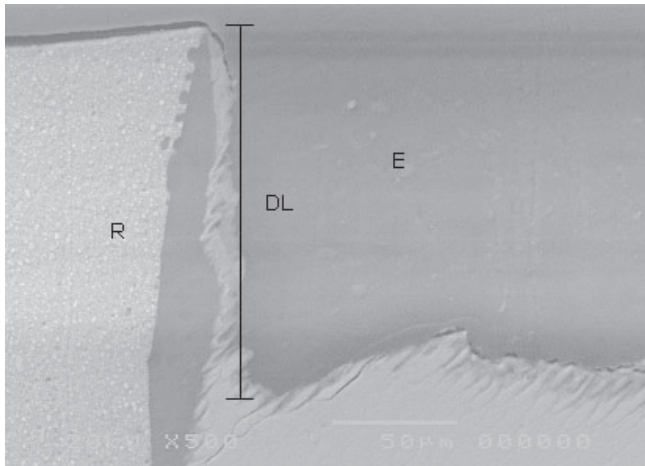


รูปที่ 4 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงรอยผุและพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุในกลุ่มทดลองที่ทำการบูรณะด้วยไบโอเมอร์ (Beautifil)
 R : วัสดุทางทันตกรรมบูรณะ
 L : รอยผุเทียม
 DL : ความลึกของรอยผุเทียม
 Z : พื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุ
 E : อีพ็อกซีเรซิน

Fig. 4 SEM photomicrograph at 500X depicts caries-like lesion and caries inhibition zone adjacent to the giomer restoration (Beautifil)
 R : Restorative material
 L : Artificial caries
 DL : Depth of artificial caries
 Z : Caries inhibition zone
 E : Epoxy resin

รูปที่ 5 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงรอยผุและพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุในกลุ่มทดลองที่ทำการบูรณะด้วยคอมโพเมอร์ (F2000)
 R : วัสดุทางทันตกรรมบูรณะ
 DL : ความลึกของรอยผุเทียม
 Z : พื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุ
 E : อีพ็อกซีเรซิน

Fig. 5 SEM photomicrograph at 500X depicts caries-like lesion and caries inhibition zone adjacent to the compomer restoration (F2000)
 R : Restorative material
 DL : Depth of artificial caries
 Z : Caries inhibition zone
 E : Epoxy resin



รูปที่ 6 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 500 เท่า แสดงรอยผุและพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุที่พบในกลุ่มทดลอง ที่ทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Z250)
 R : วัสดุทางทันตกรรมบูรณะ
 DL: ความลึกของรอยผุเทียม
 Z : พื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุ
 E : อีพ็อกซีเรซิน

Fig. 6 SEM photomicrograph at 500X depicts caries-like lesion and caries inhibition zone adjacent to the resin composite restoration (Z250)
 R : Restorative material
 DL: Depth of artificial caries
 Z : Caries inhibition zone
 E : Epoxy resin

บทวิจารณ์

การทดลองนี้ทำรอยผุเทียมในห้องปฏิบัติการเลียนแบบสภาวะความเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในช่องปาก เพื่อให้เกิดสภาพที่มีทั้งการสูญเสียแร่ธาตุและการคืนกลับของแร่ธาตุ โดยในสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.3 จะมีส่วนประกอบของแคลเซียม ฟอสเฟต และกรดอะซิติก ส่วนสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุ ประกอบด้วยแคลเซียมและฟอสเฟตในระดับที่มีสภาวะอิ่มตัวที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7 คล้ายกับคุณสมบัติของน้ำลายในการทำให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุ วิธีการนี้เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบการต้านทานการเกิดผุซ้ำที่ผิวเคลือบฟันจากวัสดุทางทันตกรรมบูรณะ^{33,44} แม้ว่าการทดลองนี้จะไม่เหมือนสภาวะในช่องปากทั้งหมด เนื่องจากไม่สามารถทำให้เกิดไบโอฟิล์ม (biofilm) ที่เป็นโปรตีนที่ตกตะกอนจากน้ำเหลืองเหงือก (gingival fluid) น้ำลายหรือของเหลวในเนื้อฟัน (dentinal fluid) ได้เหมือนกับสภาวะในช่องปาก⁴⁵ แต่สามารถแสดงให้เห็นผลของวัสดุบูรณะที่มีผลต่อการต้านทานการเกิดผุซ้ำในผิวเคลือบฟันน่านม โดยพบว่าวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันและสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์มีประสิทธิภาพในการต้านทานการเกิดผุซ้ำที่ผิวเคลือบฟัน ซึ่งสอดคล้องกับผลของการศึกษาอื่น ๆ ที่ผ่านมา^{46,47}

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลองในกลุ่มวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด แม้ว่าในปัจจุบันพบว่าวัสดุในกลุ่มคอมโพเมอร์และไฮโอเมอร์ไม่ได้รับความนิยมมากนักในการนำมาใช้ในคลินิก ซึ่งอาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของวัสดุนั้นไม่โดดเด่นทั้งด้านความแข็งแรงของการยึดติดกับฟันหรือการปลดปล่อยฟลูออไรด์^{48,49} แต่ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ น่าจะยังเป็นประโยชน์ในการเป็นข้อมูลศึกษาเบื้องต้นในกลุ่มของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุ และค่าเฉลี่ยพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุของวัสดุทางทันตกรรมบูรณะ

Table 2 Mean depth of lesions and caries inhibition zones of the restorative materials

Group of the restorative materials	Number	Mean depth of lesions - μm (s.d.)	Mean of caries inhibition zones - μm^2 (s.d.)
Ketac molar	20	67.11 (21.24)	2142.45 (1307.12)
Vitremer	20	74.24 (30.68)	1273.51 (857.74)
Beautifil	20	75.72 (31.43)	587.58 (361.91)
F 2000	20	86.78 (28.86)	392.15 (180.71)
Z 250	20	98.48 (31.75)	100.74 (34.53)

| = Not significant difference at 95%

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในฟันน้ำนมซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุที่ผิวเคลือบฟันมากกว่าที่วัดได้ในฟันแท้ ในการศึกษาของ Gonzalez และคณะ ในปี ค.ศ.2004³⁰ ซึ่งอาจเกิดจากโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของฟันแท้และฟันน้ำนมที่มีความแตกต่างกัน ส่งผลให้ผิวเคลือบฟันของฟันน้ำนมมีความต้านทานต่อกรดได้น้อยกว่าฟันแท้³⁷ และเกิดรอยผุในผิวเคลือบฟันน้ำนมเร็วกว่าในฟันแท้^{38,40} อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาค้นคว้าวัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ สามารถต้านทานการเกิดผุซ้ำในผิวเคลือบฟันน้ำนมและทำให้เกิดพื้นที่ของการความต้านทานการเกิดรอยผุได้เช่นเดียวกับการศึกษาในฟันแท้³⁰

การศึกษานี้พบว่ากลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Z250) มีค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุที่ผิวเคลือบฟันเกิดขึ้นอย่างมากเช่นเดียวกับในหลายการศึกษาที่ผ่านมา^{26,31} โดยในการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุที่ผิวเคลือบฟันมากกว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ ซึ่งเป็นวัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Glasspoole และคณะ ในปี ค.ศ.2001⁴⁷ และการศึกษาของ Dionysopoulos และคณะ ในปี ค.ศ.1994¹² พบว่ากลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตมีค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุมากกว่ากลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยวัสดุทางทันตกรรมบูรณะที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษานี้พบว่ากลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac molar) มีพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุมากกว่าไอโอเมอร์ (Beautifil) คอมโพเมอร์ (F2000) และเรซินคอมโพสิต (Z250) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่มีปริมาณมาก^{18,21,50,51} และสามารถปลดปล่อยออกมาได้เป็นระยะเวลาอันยาวนานหลังจากปฏิกิริยาการแข็งตัว¹⁸ นอกจากนี้ยังพบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังสามารถรับฟลูออไรด์เข้าไปในตัววัสดุได้ เมื่อมีการสัมผัสกับแหล่งที่ให้ฟลูออไรด์ (fluoride source)^{50,52,53} ต่าง ๆ เช่น น้ำยาบ้วนปากที่มีฟลูออไรด์ เป็นต้น

ในการศึกษานี้พบว่าเรซินโมดิฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Vitremar) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac molar) ทำให้เกิดพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Dunne และคณะ ในปี ค.ศ.1994¹³ และ Gonzalez และคณะ ในปี ค.ศ.2004³⁰ ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่มีปริมาณฟลูออไรด์ที่ปลดปล่อยได้ใกล้เคียงกันทำให้ประสิทธิภาพในการทำให้เกิดพื้นที่ต้านทานการเกิดรอยผุไม่ต่างกัน⁵⁴

ในการศึกษานี้พบว่าคอมโพเมอร์ (F2000) สามารถทำให้เกิดพื้นที่ของการต้านทานรอยผุได้ เช่นเดียวกับหลายการศึกษาก่อน

หน้านี้⁵⁵⁻⁵⁷ ถึงแม้ว่าจะน้อยกว่าพื้นที่ของการต้านทานการเกิดฟันผุที่พบในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ก็ตาม นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มทดลองที่บูรณะด้วยคอมโพเมอร์ (F2000) และไอโอเมอร์ (Beautifil) มีพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเป็นผลจากการปลดปล่อยฟลูออไรด์ที่ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่กล่าวว่าฟลูออไรด์ที่ปล่อยออกมาจากคอมโพเมอร์และไอโอเมอร์นั้นไม่มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ⁵⁸

การศึกษานี้พบว่ากลุ่มทดลองที่ทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Z250) พบพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุ แต่พื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นส่วนของชั้นไฮบริด (hybrid layer) ที่เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาของมอนอเมอร์ของสารยึดติด (adhesive monomers) ที่แทรกซึมเข้าไปในเคลือบฟันหลังจากที่มีการกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer)⁵⁹ ในการศึกษาครั้งนี้เมื่อนำฟันเข้าสู่กระบวนการเพื่อทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุจะทำให้ชั้นไฮบริดถูกทำลายไปบางส่วน^{60,61} จึงทำให้พบพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุที่ไม่มากนักเกิดขึ้นได้ในกลุ่มทดลองที่ทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Z250)

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการบูรณะด้วยวัสดุที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ นอกจากจะช่วยให้เกิดขึ้นต้านทานการเกิดรอยผุแล้วยังช่วยลดความลึกของรอยผุได้ เมื่อเทียบกับการบูรณะด้วยวัสดุที่ไม่ปลดปล่อยฟลูออไรด์ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yamen และคณะ⁶² ซึ่งผลดังกล่าวน่าจะมาจากการที่เคลือบฟันบริเวณใกล้เคียงกับวัสดุบูรณะมีการดูดซึมฟลูออไรด์เข้าไปเกิดเป็นโครงสร้างต้านทานต่อการละลายตัวจากกรด เช่น ฟลูออไรด์อะพาไทต์⁶³ ทำให้เกิดการละลายตัวของเคลือบฟันลดลง^{26,64}

ในการศึกษานี้พบว่าวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันและสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ มีความลึกของรอยผุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pereira และคณะ ที่พบว่าความลึกของรอยผุของวัสดุที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ไม่มีความแตกต่างกัน แต่การเกิดพื้นที่ของการต้านทานการเกิดรอยผุมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากระดับปริมาณฟลูออไรด์และความสามารถในการปลดปล่อยฟลูออไรด์⁶⁵ รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ เช่น ระยะทางที่วัสดุบูรณะห่างจากฟัน โดยการศึกษาของ Glasspoole และคณะ พบว่าฟลูออไรด์ในวัสดุบูรณะจะไม่มีผลต่อการต้านทานการเกิดรอยผุถ้าระยะทางที่วัสดุบูรณะห่างจากฟันมากกว่า 800 ไมโครเมตร⁴⁷

ดังนั้นเมื่อพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุบูรณะเพื่อให้เกิดผลการต้านทานการเกิดรอยผุซ้ำ ควรพิจารณาจากพื้นที่ของการต้าน-

ทานการเกิดรอยผุมากกว่าความลึกของรอยผุ โดยควรเลือกวัสดุที่ให้พื้นที่ของการต้านทานทานการเกิดรอยผุมาก เพื่อให้เกิดผลการต้านทานการเกิดรอยผุสูง

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันและสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ที่มีพื้นที่ของการต้านทานทานการเกิดรอยผุมากกว่าวัสดุบูรณะที่มีสีเหมือนฟันแต่ไม่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีผลสำคัญในการต้านทานทานการเกิดรอยผุซ้ำ ดังนั้นวัสดุบูรณะที่มีความสามารถในการต้านทานทานการเกิดรอยผุซ้ำโดยการปลดปล่อยฟลูออไรด์ในปริมาณที่สูงมากอย่างทันทีทันใดเป็นที่ต้องการ เพราะจะช่วยชักนำให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุที่ผิวเคลือบฟัน^{8,52,53} ฟลูออไรด์ควรมีอยู่ในวัสดุทางทันตกรรมบูรณะและปลดปล่อยได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุทางทันตกรรมบูรณะลดลง

บทสรุป

วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันมีผลต่อการต้านทานทานการเกิดผุซ้ำที่ผิวเคลือบฟันน่านม โดยพบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac Molar) ทำให้เกิดพื้นที่ของการต้านทานทานการเกิดฟันผุได้มากกว่าคอมโพเมอร์ (F2000) ใจโอเมอร์ (Beautifil) และเรซินคอมโพสิต (Z250) อย่างมีนัยสำคัญ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac Molar) และเรซินโมดิฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Vitremen) ทำให้เกิดพื้นที่ของการต้านทานทานการเกิดรอยผุได้ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคอมโพเมอร์ (F2000) และใจโอเมอร์ (Beautifil) ทำให้เกิดพื้นที่ของการต้านทานทานการเกิดรอยผุได้ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เรซินคอมโพสิตทำให้เกิดพื้นที่ของการต้านทานทานการเกิดรอยผุน้อย

เอกสารอ้างอิง

1. Mjör IA. Frequency of secondary caries at various anatomical locations. *Oper Dent* 1985;10:88-92.
2. Arends J, Dijkman GE, Dijkman AG. Review of fluoride release and secondary caries reduction by fluoridating composites. *Adv Dent Res* 1995;9:367-76.
3. Dijkman GE, Arends J. Secondary caries in situ around fluoride-releasing light-curing composites: a quantitative model investigation on four materials with a fluoride content between 0 and 26 vol%. *Caries Res* 1992;26:351-7.

4. Brännström M, Nordenvall KJ. Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of Concise enamel bond. Composite fillings in etched and unetched cavities. *J Dent Res* 1978;57:3-10.
5. Sjödin L, Uusitalo M, van Dijken J. Resin modified glass ionomer cements. In vitro microleakage in direct class V and class II sandwich restorations. *Swed Dent J* 1996;20:77-86.
6. Yap AU, Lim CC, Neo JC. Marginal sealing ability of three cervical restorative systems. *Quintessence Int* 1995;26:817-20.
7. Margolis HC, Moreno EC, Murphy BJ. Effect of low levels of fluoride in solution on enamel demineralization in vitro. *J Dent Res* 1986;65:23-9.
8. Shellis RP, Duckworth RM. Studies on the cariostatic mechanisms of fluoride. *Int Dent J* 1994;44:263-73.
9. ten Cate JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand* 1999;57:325-9.
10. ten cate JM. Review on fluoride, with special emphasis on calcium fluoride mechanisms in caries prevention. *Eur J Oral Sci* 1997;105:461-5.
11. Gibbs CD, Atherton SE, Huntington E, Lynch RJ, Duckworth RM. Effect of low levels of fluoride on calcium uptake by demineralized human enamel. *Arch Oral Biol* 1995;40:879-81.
12. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Koliniotou-Koubia, Papagodiannis Y. Secondary caries formation in vitro around fluoride-releasing restorations. *Oper Dent* 1994;19:183-8.
13. Dunne SM, Goolnik JS, Millar BJ, Seddon RP. Caries inhibition by a resin-modified and a conventional glass ionomer cement, in vitro. *J Dent* 1996;24:91-4.
14. Torii Y, Itota T, Okamoto M, Nakabo S, Nagamine M, Inoue K. Inhibition of artificial secondary caries in root by fluoride-releasing restorative materials. *Oper Dent* 2001;26:36-43.
15. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 1972;132:133-5.
16. McLean JW, Wilson AD. The clinical development of the glass-ionomer cements. i. Formulations and properties. *Aust Dent J* 1977;22:31-6.
17. Kent BE, Lewis BG, Wilson AD. The properties of a glass ionomer cement. *Br Dent J* 1973;135:322-6.
18. Swartz ML, Phillips RW, Clark HE. Long-term fluoride release from glass ionomer cements. *J Dent Res* 1984;63:158-60.
19. Verbeeck RM, De Maeyer EA, Marks LA, De Moor RJ, De Witte AM, Trimpeneers LM. Fluoride release process of (resin-modified) glass-ionomer cements versus (polyacid-modified) composite resins. *Biomaterials* 1998;19:509-19.

20. Crisps S, Lewis BG, Wilson AD. Glass ionomer cements: chemistry of erosion. *J Dent Res* 1976;55:1032-41.
21. Wesenberg G, Hals E. The structure of experimental in vitro lesions around glass ionomer cement restorations in human teeth. *J Oral Rehabil* 1980;7:175-84.
22. Derand T, Johansson B. Experimental secondary caries around restorations in roots. *Caries Res* 1984;18:548-54.
23. McLean JW. Clinical applications of glass-ionomer cements. *Oper Dent* 1992;suppl 5:184-90.
24. Hse KM, Leung SK, Wei SH. Resin-ionomer restorative materials for children: a review. *Aust Dent J* 1999;44:1-11.
25. Yap AU, Mok BY. Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Oper Dent* 2002;27:161-6.
26. Millar BJ, Abiden F, Nicholson JW. In vitro caries inhibition by polyacid-modified composite resins ('compomers'). *J Dent* 1998;26:133-6.
27. de Melo FV, Belli R, Monteiro S Jr, Vieira LC. Esthetic noncarious Class V restorations: a case report. *J Esthet Restor Dent* 2005;17:275-84.
28. Attar N, Onen A. Artificial formed caries-like lesions around esthetic restorative materials. *J Clin Pediatr Dent* 2002;26:289-96.
29. ten Cate JM, Duijsters PP. Influence of fluoride in solution on tooth demineralization. *Caries Res* 1983;17:513-9.
30. Gonzalez Ede H, Yap AU, Hsu SC. Demineralization inhibition of direct tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 2004;29:578-85.
31. Donly KJ, Grandgenett C. Dentin demineralization inhibition at restoration margins of Vitremer, Dyract and Compoglass. *Am J Dent* 1998;11:245-8.
32. Erickson RL, Glasspoole EA. Model investigations of caries inhibition by fluoride-releasing dental materials. *Adv Dent Res* 1995;9:315-23.
33. Featherstone JD. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. *Dent Mater* 1996;12:194-7.
34. Wilson PR, Beynon AD. Mineralization differences between human deciduous and permanent enamel measured by quantitative microradiography. *Arch Oral Biol* 1989;34:85-8.
35. Sønju Clasen AB, Ruyter IE. Quantitative determination of type A and type B carbonate in human deciduous and permanent enamel by means of Fourier transform infrared spectrometry. *Adv Dent Res* 1997;11:523-7.
36. Poole DF, Shellis RP, Tyler JE. Rates of formation in vitro of dental caries-like enamel lesions in man and some non-human primates. *Arch Oral Biol* 1981;26:413-7.
37. Petersson LG, Derand T. Development of artificial caries lesion in enamel after fluoride varnish and F-Fe-Al- solution treatment. *Swed Dent J* 1981;5:219-23.
38. Ando M, van Der Veen MH, Schemehorn BR, Stookey GK. Comparative study to quantify demineralized enamel in deciduous and permanent teeth using laser- and light-induced fluorescence techniques. *Caries Res* 2001;35:464-70.
39. Featherstone JD, Mellberg JR. Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. *Caries Res* 1981;15:109-14.
40. Sønju Clasen AB, Øgaard B, Duschner H, Ruben J, Arends J, Sønju T. Caries development in fluoridated and non-fluoridated deciduous and permanent enamel in situ examined by microradiography and confocal laser scanning microscopy. *Adv Dent Res* 1997;11:442-7.
41. ten Cate JM, Duijsters PP. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res* 1982;16:201-10.
42. Inoue G, Tsuchiya S, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Morphological and mechanical characterization of the acid-base resistant zone at the adhesive-dentin interface of intact and caries-affected dentin. *Oper Dent* 2006;31:466-72.
43. Hsu CY, Donly KJ, Drake DR, Wefel JS. Effect of aged fluoride-containing restorative materials on recurrent root caries. *J Dent Res* 1998;77:418-25.
44. Damato FA, Strang R, Stephen KW. Comparison of solution- and gel-prepared enamel lesions - and in vitro pH-cycling study. *J Dent Res* 1988;67:1122-5.
45. Mjor IA, Toffenetti F. Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence Int* 2000;31:165-79.
46. Donly KJ. Enamel and dentin demineralization inhibition of fluoride-releasing materials. *Am J Dent* 1994;7:275-8.
47. Glasspoole EA, Erickson RL, Davidson CL. Demineralization of enamel in relation to the fluoride release of materials. *Am J Dent* 2001;14:8-12.
48. ประภาศรี วิรัตน์พงษ์, พิศลย์ เสนาวงษ์, ชูติมา ตันติวิเศษ. การปลดปล่อยและการดูดกลับฟลูออไรด์ของวัสดุทันตกรรมบูรณะที่มีสีเหมือนฟัน 5 ชนิด. *ว ทันต มหิดล* 2551;28:157-67.
49. Schneider BT, Baumann MA, Watanabe LG, Marshall GW Jr. Dentin shear bond strength of compomers and composites. *Dent Mater* 2000;16:15-9.
50. Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJ Jr. Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater* 1995;11:96-101.

51. Naasan MA, Watson TF. Conventional glass ionomers as posterior restorations. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 1998;11:36-45.
52. Takahashi K, Emilson CG, Birkhed D. Fluoride release in vitro from various glass ionomer cements and resin composites after exposure to NaF solutions. *Dent Mater* 1993;9:350-4.
53. Attar N, Onen A. Fluoride release and uptake characteristics of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil* 2002;29:791-8.
54. Suljak JP, Hatibovic-Kofman S. A fluoride release-adsorption-release system applied to fluoride-releasing restorative materials. *Quintessence Int* 1996;27:635-8.
55. Tate WH, You C, Powers JM. Bond strength of compomers to dentin using acidic primers. *Am J Dent* 1999;12:235-42.
56. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Papadogiannis Y, Konstantinidis A. Artificial secondary caries around two new F-containing restoratives. *Oper Dent* 1998;23:81-6.
57. Kielbassa AM, Schulte-Monting J, Garcia-Godoy F, Meyer-Lueckel H. Initial in situ secondary caries formation: effect of various fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2003;28:765-72.
58. Itota T, Carrick TE, Rusby S, Al-Naimi OT, Yoshiyama M, McCabe JF. Determination of fluoride ions released from resin-based dental materials using ion-selective electrode and ion chromatograph. *J Dent* 2004;32:117-22.
59. Nakabayashi N. Bonding of restorative materials to dentine : the present status in Japan. *Int Dent J* 1985;35:145-54.
60. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to intact dentin. *J Dent Res* 1996;75:1706-15.
61. Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res* 1995; 74:1679-88.
62. Yaman SD, Er O, Yetmez M, Karabay GA. In vitro inhibition of caries-like lesions with fluoride-releasing materials. *J Oral Sci* 2004;46:45-50.
63. Retief DH, Bradley EL, Denton JC, Switzer P. Enamel and cementum fluoride uptake from a glass-ionomer cement. *Caries Res* 1984;18:250-7.
64. Forss H, Seppa L. Prevention of enamel demineralization adjacent to glass ionomer filling materials. *Scand J Dent Res* 1990;98:173-8.
65. Pereira PN, Inokoshi S, Tagami J. In vitro secondary caries inhibition around fluoride releasing materials. *J Dent* 1998; 26:505-10.

Original Article

Effect of Tooth-colored Restorative Material on Caries Inhibition in Enamel of Primary Teeth

Praphasri Rirattanapong

Assistant Professor
Department of Pediatric Dentistry
Faculty of Dentistry, Mahidol University

Pisol Senawongse

Associate Professor
Department of Operative Dentistry
Faculty of Dentistry, Mahidol University

Panawan Krasaetanont

Dentist
Dental Department
Bhumibol Adulyadej Hospital

Correspondence to:

Assistant Professor Praphasri Rirattanapong
Department of Pediatric Dentistry
Faculty of Dentistry, Mahidol University
Yothi Street, Ratchathewi, Bangkok 10400
Tel: 02-2036450 Ext.120
Fax: 02-2036450

Abstract

This study compared the demineralization inhibition properties of tooth-colored restorative materials in enamel of primary teeth. Materials evaluated included conventional glass ionomer (Ketac molar, 3M-ESPE, USA), resin modified glass ionomer (Vitremer, 3M-ESPE, USA), giomer (Beautifil, Shofu Inc, Japan), compomer (F2000, 3M-ESPE, USA) and resin composite (Z250, 3M-ESPE, USA). Class V preparations were made at enamel surface on labial and lingual sides of 50 extracted human deciduous anterior teeth. The teeth were randomly divided into five groups of 10 and restored with the restorative materials used in this study. The restored teeth were stored in distilled water at 37°C for 1 week. The specimens were immersed in demineralizing solution for 6 hours and 17.5 hours in remineralizing solution per day. The continuous cycles of demineralization and remineralization were carried out for 7 days. Split in half buccolingual longitudinal sections were examined with a scanning electron microscope, depth of lesion and caries inhibition zone measurements were made using an image analysis software. All data were subjected to statistical analyses by ANOVA at 0.05 significant level. The results of this study showed that the conventional glass ionomer provided the highest protection against caries attack and the resin composite provided the least. The ranked efficacy of restorative materials examined in this study, from highest to lowest, were conventional glass ionomer (Ketac molar), resin modified glass ionomer (Vitremer), giomer (Beautifil), compomer (F2000) and resin composite (Z250), respectively.

Key words: artificial caries lesion; caries inhibition zone; depth of lesion; fluoride; tooth-colored restorative materials