

การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กน้อยของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ชนิดแคปซูลกับชนิดผสมด้วยมือ

Comparison of Microleakage between Encapsulated and Manually-mixed Glass Ionomer Restorative Materials

อรอุมา อังวรารวงษ์¹, สุกาญจนาด ศิลปสอน², พัชร กุลโกวิท³, นฤวันต์ รวดเร็ว⁴, อรพรรณ วิจารณ์พงศ์⁵, ปฎิมาพร พิงชาญชัยกุล^{1,7} และ นำชัย สุขสันติสกุลชัย⁶

Onauma Angwaravong¹, Sukarnjanat Silapason², Pachara Gulgovit³, Naruwan Ruadrew⁴, Orapan Wiparattanapong⁵, Patimaporn Pungchanchaikul^{1,7} and Namchai Sooksuntisakoonchai⁶

¹ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

¹Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen

²โรงพยาบาลบ้านเขว้า อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ

²Bankhwao hospital, bankhwao, Chaiyaphum

³โรงพยาบาลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

³Thanyaburi hospital, Pathumthani

⁴โรงพยาบาลท่าตูม อำเภوتاตูม จังหวัดสุรินทร์

⁴Thatoom hospital, Thatoom, Surin

⁵โรงพยาบาลสกลนคร จังหวัดสกลนคร

⁵Sakonnakhon hospital, Sakonnakhon

⁶คลินิกทันตแพทย์นำชัย-กมลทิพย์ จังหวัดขอนแก่น

⁶Namchai-Kamontip Dental clinic, Khon Kaen

⁷กลุ่มวิจัยไบโอฟิล์ม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁷Biofilms Research Group, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การศึกษาในห้องปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรอยซึมเล็กน้อยของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลและชนิดผสมด้วยมือ ในฟันกรามน้ำนมจำนวน 84 ซี่ แบ่งซี่ฟันแบบสุ่มฟันออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 14 ซี่ ทำการเตรียมโพรงฟัน คลาสซูปแบบสลอต แล้วทำการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ 6 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Fuji IX GP capsule[®], Ketac[™] Molar Aplicap[™], RIVA SC capsule[®], Fuji IX GP[®], Ketac[™] Molar และ RIVA SC[®] ตามวิธีการใช้ที่บริษัทกำหนด จากนั้นนำฟันทั้งหมดไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สลับกับ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ แล้วทาด้วยน้ำยาทาเล็บทั่วฟัน โดยเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบของวัสดุบูรณะฟันออกมา 1 มิลลิเมตร นำไปแช่ในสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทำการตัดฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง และวัดรอยซึมเล็กน้อยด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 30 เท่า เมื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมตามขอบของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์บริษัทเดียวกันระหว่างชนิดแคปซูลและชนิดผสมด้วยสถิติแมนวิทนีย ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาพบว่าวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลเกิดรอยซึมเล็กน้อยแตกต่างจากชนิดผสมด้วยมือ โดยวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ของ Ketac[™] Molar Aplicap[™] เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าของ Ketac[™] Molar อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) แต่วัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ของ Fuji IX GP capsule[®] เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่า Fuji IX GP[®] อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

($p = 0.773$) และวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ของ RIVA SC capsule® เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่า RIVA SC® อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.207$) โดยสรุปว่าวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูล Ketac™ Molar Aplicap™ เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าชนิดผสมมือ Ketac™ Molar

คำสำคัญ: กลาสส์ไอโอโนเมอร์, แคปซูล, ฟันน้ำนม, รอยซึมเล็กน้อย

Abstract

The objectives of this in vitro study was to assess the microleakage of encapsulated versus hand-mixed glass ionomer restorations. Eighty-four extracted human primary molars were randomly allocated into 6 groups. Each sample was prepared for Class II slot cavity and then restored with six different materials: Fuji IX GP capsule®, Ketac™ Molar Aplicap™, RIVA SC capsule®, Fuji IX GP®, Ketac™ Molar, RIVA SC®. The procedure of each glass ionomer restoration followed manufacturer's instructions. All teeth were thermocycling for 500 cycles between 5°C and 55°C. After thermocycling the whole surface of each tooth was coated with nail varnish except for one millimeter around the restoration. The teeth were immersed in 0.5 % methylene blue for 4 hours and then sectioned mesiodistally. The sections were analyzed for microleakage under X30 magnification of a stereomicroscope. The median of the percentage of dye penetration between encapsulated and hand-mixed glass ionomer restorations were analyzed by the Mann-Whitney U statistic at 0.05 α level. The result showed the microleakage of encapsulated groups different from those of hand-mixed groups. However, Ketac™ Molar Aplicap™ encapsulated group showed statistically significant less than Ketac™ Molar ($p = 0.002$). But there were no statistically significant of microleakage between Fuji IX GP capsule® and Fuji IX GP® ($p = 0.773$), and there were no statistically significant of microleakage between RIVA SC capsule® and RIVA SC® ($p = 0.207$). In conclusion, the microleakage of encapsulated Ketac™ Molar Aplicap™ group appeared to be less than handy-mixed Ketac™ Molar group.

Keywords: Capsule, Glass ionomer, Microleakage, Primary teeth

Received Date: Feb 26, 2016

Accepted Date: Jul 13, 2016

doi: 10.14456/jdat.2017.4

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อรอุมา อังวรารวงค์ ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 ประเทศไทย โทรศัพท์: 043-202222-41 ต่อ 45157 โทรสาร: 043-202862 อีเมล: onaang@kku.ac.th

Correspondence to:

Onauma Angwaravong. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muaeng, Khon Kaen 40002, Thailand
Tel: 043-202222-41 ext. 45157 Fax: 043-202862 E-mail: onaang@kku.ac.th

ปัจจุบันวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์นำมาใช้ในงานทันตกรรมสำหรับเด็กมากขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติยึดติดกับเนื้อฟันด้วยพันธะเคมี สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้และใช้เวลา น้อย นอกจากนี้ยังมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้วยความร้อนใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ วัสดุจะมีการหดตัวและขยายตัวใกล้เคียงกับเนื้อฟัน^{1,2} วัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิมได้รับการพัฒนาและปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ให้ดีขึ้นเป็นลำดับ บางรุ่นจะมีความหนืดสูง ก่อตัวเร็วขึ้นเพื่อลดการสัมผัสกับน้ำและความชื้นในช่องปาก รวมทั้งมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ต่อมาได้มีการพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุให้มีระยะเวลาก่อตัวลดลงอีก ทำให้วัสดุกลุ่มนี้ มีความเหมาะสมมากขึ้นที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุบูรณะฟันในงานทันตกรรมสำหรับเด็ก³

รอยซึมเล็กเป็นทางผ่านของแบคทีเรีย สารน้ำหรือโมเลกุลระหว่างผนังโพรงฟันและวัสดุบูรณะ ผนึกตามขอบที่ไม่ดี จะทำให้เกิดภาวะเสียวไวเกิน การผุซ้ำหรือเกิดพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในได้ ความสมบูรณ์และความทนทานของการผนึกตามขอบเป็นสิ่งแรกที่ต้องตระหนักถึงในการพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุบูรณะ⁴ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากขอบของโพรงฟันนั้นอยู่ในเนื้อฟัน⁵ การคงสภาพความแนบสนิทของขอบวัสดุบูรณะให้อยู่ได้นานมีความสำคัญต่อการหลีกเลี่ยงหรือลดปัญหาที่จะเกิดในทางคลินิก ถ้าเกิดรอยซึมเล็กขึ้นจะทำให้เกิดการแทรกซึมของแบคทีเรียเข้าไปสู่ท่อเนื้อฟัน ซึ่งอาจทำให้เกิดการผุซ้ำและเกิดพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในตามมาได้^{6,7} ปัญหาที่มักพบหลังจากการบูรณะฟันส่วนใหญ่คือ เกิดรอยซึมเล็กตามขอบของวัสดุบูรณะโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านชิดเหงือกในโพรงฟันชนิดคลาสทูทำให้ผู้ป่วยมีอาการเสียวฟันตามมาได้ จากการศึกษาโพรงฟันคลาสทูในฟันกรามน้ำนมโดยเปรียบเทียบระหว่างวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์และอะมัลกัมในคุณสมบัติด้านการคงอยู่ของวัสดุบูรณะ ความต้านทานต่อการสึก ความสมบูรณ์ของขอบ ลักษณะพื้นผิว การติดสีของพื้นผิว และการผุซ้ำ พบว่าได้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การสูญเสียแร่ธาตุของเคลือบฟันรอบวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์เกิดขึ้นน้อยกว่าอะมัลกัม และสามารถยับยั้งการเกิดฟันผุบริเวณขอบวัสดุบูรณะได้ดีกว่าอะมัลกัม⁸

โดยทั่วไปวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์จะอยู่ในรูปของส่วนผงและส่วนเหลว โดยใช้ช้อนตวงและหลอดหยดก่อนผสมด้วยมือ การใช้ช้อนตวงและหลอดหยดนั้นอาจทำให้อัตราส่วนระหว่างส่วนผงและส่วนเหลวเปลี่ยนแปลงไปจากคำแนะนำของบริษัท

ผู้ผลิตได้⁹ เนื่องจากปริมาณของส่วนผงนั้นขึ้นกับผู้ปฏิบัติการว่าจะใส่ส่วนผงให้เต็มช้อนตวงด้วยความหนาแน่นเพียงใด ยิ่งไปกว่านั้น ปริมาตรของส่วนเหลวที่มาจากหลอดหยดขึ้นกับมุมในการถือขวดตอนบีบหลอดหยดและแรงที่ใช้ในการบีบหลอดหยด⁹⁻¹¹ โดยปกติในการผสมวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ในทางทันตกรรมจะผสมให้มีความเหนียวขึ้นตามความต้องการและขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติการ โดยจะดูด้วยตาปราศจากการใช้ช้อนตวงและหลอดหยด¹² อัตราส่วนระหว่างส่วนผงกับส่วนเหลวมีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ โดยพบว่าเมื่อลดปริมาณของส่วนผง แต่คงปริมาณของส่วนเหลว ทำให้ลดการเกิดรูพรุนในวัสดุบูรณะและเพิ่มระยะเวลาในการทำงานและระยะเวลาการแข็งตัว แต่การลดปริมาณของส่วนผงจะเป็นการลดอนุภาคแก้วลงด้วย ซึ่งส่งผลให้วัสดุบูรณะมีความทนต่อการรับแรงลดลง¹¹

ความยากในการผสมวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ให้ได้มาซึ่งอัตราส่วนระหว่างส่วนผงและส่วนเหลวที่ถูกต้อง เมื่อซีเมนต์นั้นถูกเตรียมมาในรูปแบบที่แยกออกจากกันและข้อจำกัดของการผสมซีเมนต์ด้วยมือส่งผลให้เกิดการพัฒนาวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์แบบแคปซูลขึ้น¹³ ข้อดีคืออัตราส่วนระหว่างส่วนผงกับส่วนเหลวถูกต้องตามคำแนะนำของบริษัทแน่นอน ทำให้วัสดุผสมออกมามีคุณสมบัติที่ดี^{7,14-16} วัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลบริษัทจะมีการเตรียมอัตราส่วนของส่วนผงและส่วนเหลวที่เหมาะสมตามวิธีการและเวลาผสมที่เป็นมาตรฐาน¹⁷ ทำให้กำจัดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากตัวผู้ปฏิบัติการได้¹⁴

เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณฟลูออไรด์ที่ปล่อยออกมาในระยะสั้นพบว่าวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูล สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ในระยะสั้นในปริมาณที่มากกว่าชนิดผสมมือ ซึ่งปริมาณการปล่อยฟลูออไรด์นี้ไม่ได้เป็นผลมาจากผู้ผสม แต่มาจากอัตราส่วนของวัสดุที่แตกต่างกัน¹⁸ นอกจากนั้นวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมมือมีโอกาสเกิดรูพรุนได้มากกว่าชนิดแคปซูล¹⁹ ซึ่งหากรูพรุนเหล่านั้นเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างผนังโพรงฟันกับวัสดุบูรณะจะเป็นสาเหตุของการเกิดรอยซึมเล็กได้

Lott และคณะศึกษาเปรียบเทียบรอยซึมเล็กของวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูล 3 ผลิตภัณฑ์ คือ Fuji IX GP Fast®, GC Fuji Triage®, Ketac Fil Plus Aplicap™ พบว่ารอยซึมเล็กระหว่างวัสดุ 3 ผลิตภัณฑ์นี้ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²⁰ Ferreira และคณะเปรียบเทียบการเกิด

รอยขีดข่วนระหว่างวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูล คือ Vidrion RCaps[®], Fuji IX GP Fast[®] กับชนิดผสมมือ คือ Vidrion R[®], Fuji IX GP[®] พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดคือ Vidrion RCaps[®] ส่วนวัสดุที่มีคุณสมบัติด้อยที่สุดคือ Fuji IX GP[®] ¹³

จากที่กล่าวมาพบว่าวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์มีการพัฒนาให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับรอยขีดข่วนของวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ที่ใช้ในประเทศไทย โดยการเปรียบเทียบชนิดแคปซูลกับชนิดผสมมือยังคงมีการศึกษากันน้อย จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ เพื่อให้ทันตแพทย์สามารถเลือกวัสดุที่เหมาะสมอันจะเกิดประโยชน์กับผู้ป่วยในทางทันตกรรมสำหรับเด็ก โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาเปรียบเทียบรอยขีดข่วนของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมด้วยเครื่องในรูปแบบแคปซูลและชนิดผสมด้วยมือ และวัตถุประสงค์รอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรอยขีดข่วนของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมด้วยเครื่องในรูปแบบแคปซูล และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบรอยขีดข่วนของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมมือ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ (HE 522285) การศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (experimental research design) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมบริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะกับผิวฟันด้านชิดเหงือกของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูล คือ Fuji IX GP capsule[®] (GC Corporation, Tokyo, Japan), Ketac[™] Molar Aplicap[™] (3M ESPE, St. Paul, USA), RIVA SC capsule[®] (SDI Dental limited, Dublin, Ireland) และวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมมือ คือ Fuji IX GP[®] (GC Corporation, Tokyo, Japan), Ketac[™] Molar (3M ESPE, St. Paul, USA), RIVA SC[®] (SDI Dental limited, Dublin, Ireland)

ประชากรศึกษา คือ ฟันกรามน้ำนม มีเกณฑ์คัดเข้า คือ ปราศจากรอยผุ แตก ร้าวบริเวณด้านใกล้กลาง หรือด้านไกลกลางเมื่อดูด้วยตาเปล่า และไม่เป็นฟันที่เคยรักษาคลองรากฟันมาก่อน เกณฑ์คัดออกคือ บริเวณผิวเคลือบฟันมีความผิดปกติ เช่น ภาวะเคลือบฟันเจริญพร่อง (enamel hypoplasia) มีรอยผุทางด้านใกล้กลางและไกลกลาง และบริเวณผิวเคลือบฟันมีความผิดปกติเนื่องจากยา

การคำนวณขนาดตัวอย่าง²¹ ซึ่งอาศัยข้อมูลจากการศึกษาของ Xie และคณะในปี ค.ศ. 2008²² ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้คือกลุ่มละ 14 ชิ้นตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามน้ำนมจำนวน 84 ซึ่งหลังจากนั้นจึงเริ่มดำเนินงานวิจัย โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) **การเตรียมฟัน** นำฟันมาล้างทำความสะอาดกำจัดเนื้อเยื่ออ่อนที่ติดอยู่ด้วยเกรซีควิเร็ตต์ เบอร์ 3/4 (HuFriedy, Hu-Friedy Mfg, Germany) และใช้หัวขัดยางรูปถ้วย (rubber cup) กับผงขัดฟัมมิชด้วยเครื่องกรอความเร็วต่ำ ซึ่งเก็บฟันในสารละลายไทโมลความเข้มข้นร้อยละ 0.1

2) **การเตรียมโพรงฟัน** ทำการยึดฟันลงในท่อพีวีซีด้วยพลาสติกหุ้มห่อคลุมส่วนรอยต่อระหว่างตัวฟันและรากฟันประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร หลังจากนั้นเตรียมโพรงฟันชนิดคลาสรูปแบบสลอต (slot) ด้านใกล้กลางหรือไกลกลางของฟันกรามน้ำนมโดยใช้หัวกรอคาร์ไบด์รูปลูกแพร์เบอร์ 330 (#330 pear-shaped carbide bur) ร่วมกับเครื่องกรอความเร็วสูงให้ได้ความลึกประมาณ 1.5-2 มิลลิเมตรจากด้านบดเคี้ยว ความกว้างในแนวใกล้แก้ม-ด้านใกล้ลิ้น ประมาณ 2-2.5 มิลลิเมตร และความกว้างของผนังโพรงฟันด้านขอบเหงือก (gingival wall) ประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร ซึ่งขนาดโพรงฟันนี้เป็นขนาดใกล้เคียงกับขนาดโพรงฟันที่ใช้ในงานทันตกรรมสำหรับเด็ก โดยจะทำการเปลี่ยนหัวกรอใหม่เมื่อใช้กรอฟันไปแล้วทั้งหมด 5 ชิ้น

3) **การบูรณะฟันด้วยวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์** แบ่งฟันโดยวิธีการสุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 14 ชิ้น ซึ่งแต่ละกลุ่มจะใช้วัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือ Fuji IX GP capsule[®] กลุ่มที่ 2 คือ Ketac[™] Molar Aplicap[™] กลุ่มที่ 3 คือ RIVA SC capsule[®] กลุ่มที่ 4 คือ Fuji IX GP[®] กลุ่มที่ 5 คือ Ketac[™] Molar กลุ่มที่ 6 คือ RIVA SC[®] โดยกลุ่มที่ 1-3 เป็นแบบแคปซูลโดยใช้เครื่องปั้นอะมัลกัม (Ivoclar Vivadent Silamat S5, Lichtenstein) และกลุ่มที่ 4-6 เป็นแบบผสมมือ วัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอเมอร์แต่ละชนิดจะทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและบูรณะฟันโดยใช้แถบพลาสติก หากมีวัสดุเกินขอบของโพรงฟันจะกำจัดวัสดุส่วนเกินด้านขอบเหงือกโดยใช้ใบมีด ซึ่งการบูรณะฟันแต่ละโพรงฟันจะใช้วัสดุบูรณะใหม่ทุกโพรงฟัน วัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมมือนั้นผู้ผสมวัสดุและผู้ทำการบูรณะฟันจะไม่ทราบว่าเป็นวัสดุชนิดใด โดยผู้วิจัยเตรียมวัสดุให้และแจ้งเวลาในการผสมและเวลาที่ใช้ในการบูรณะ

4) **การควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ (Thermocycling)** โดยนำฟันที่ได้รับการบูรณะแล้วแช่ในน้ำกลั่นและเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24

ชั่วโมง แล้วนำฟันไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ (Thermocycling, SPC20, Yamatake Honeywell, HW B 332R) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 และ 55 องศาเซลเซียส รอบละ 30 วินาที จำนวน 500 รอบ

5) **การย้อมสีฟัน** นำฟันมาซบให้แห้งเคลือบผิวฟัน และวัสดุบูรณะฟันด้วยน้ำยาทาเล็บ ยกเว้นรอยต่อของวัสดุบูรณะฟันกับผิวฟันด้านซิดเหงือกจะทาห่างประมาณ 1 มิลลิเมตร จำนวน 2 รอบ จากนั้นนำฟันไปแช่ในสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมงแล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดและทำให้แห้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

6) **การตัดฟัน** ตัดฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางด้วยเครื่องตัดฟันไอโซเมท (Precision saw Model ISOMET™ 1000, Illinois, USA) โดยใช้ความเร็วต่ำ ตัดบริเวณร่องกลางฟันและตัดห่างออกจากร่องกลางฟันออกไปทางด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้นเป็นระยะทางด้านละ 1.5 มิลลิเมตร จะได้ชิ้นตัวอย่างออกมาเป็นชิ้นตัวอย่างทางด้านใกล้แก้มและด้านใกล้ลิ้น จากนั้นทำการสุ่มเลือกด้านใดด้านหนึ่งในการวัดการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม โดยผู้ที่ตัดฟันจะไม่ทราบว่าเป็นฟันชิ้นนั้นได้รับการบูรณะด้วยวัสดุชนิดใด

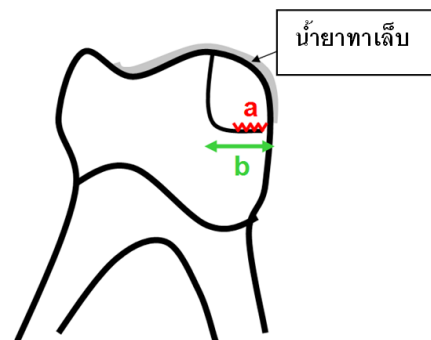
7) **วัดการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม** นำชิ้นตัวอย่างไปวัดการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูที่ผิวรอยต่อของวัสดุบูรณะฟันกับผิวฟันบริเวณด้านซิดเหงือกด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Nikon Measurescope 20, Yokohama, Japan) กำลังขยาย 30 เท่า โดยแสดงผลด้วยทศนิยมสองตำแหน่ง โดยจะวัดระยะทางการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูจากผิวฟันบริเวณด้านซิดเหงือก โดยวัดระยะทางหน่วยเป็นมิลลิเมตรทั้งหมดสามครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ย (a) และวัดระยะทางจากขอบนอกของวัสดุถึงผนังตามแกน (axial wall) ทั้งหมดสามครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ย (b) จากนั้นนำมาเข้าสู่สูตร ดังนี้ ร้อยละการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม (R) คือ ระยะทางการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมจากขอบ (a) x 100 และหารด้วยระยะทางที่วัดจากขอบนอกของวัสดุถึงผนังตามแกน (b) โดย $R = \frac{a}{b} \times 100$ ดังรูปที่ 1

การตรวจสอบความเที่ยงตรงของผู้วัดการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม โดยทำการสุ่มชิ้นตัวอย่างเพื่อนำมาวัดซ้ำร้อยละ 10 ของการวัดในแต่ละครั้ง โดยผู้วัดจะไม่ทราบว่ากำลังทำการวัดชิ้นตัวอย่างที่ถูกบูรณะด้วยวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดใด จากนั้นนำไปทดสอบค่าความเที่ยงตรงของผู้วัด (intra-examiner reliability) โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient) ได้ค่าความเที่ยงตรงของผู้วัดเท่ากับ 0.9

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การแสดงผลสถิติพรรณนา แสดงค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ของการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายไม่ปกติ ดังนั้นการศึกษาค้างนี้ จึงวิเคราะห์ค่ามัธยฐานของร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมตามขอบของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ระหว่างชนิดแคปซูลและชนิดผสมด้วยมือด้วยสถิติแมนวิทนี ยู (Mann-Whitney U test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนการวิเคราะห์ค่ามัธยฐานของร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมตามขอบของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลจาก 3 ผลิตภัณฑ์และชนิดผสมมือจาก 3 ผลิตภัณฑ์ด้วยสถิติครัสคาล วอลลิส (Kruskal Wallis test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หลังจากนั้นมีการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานทีละคู่ด้วยสถิติแมนวิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0167 โดยปรับค่านัยสำคัญด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni adjustment)



$$\text{ร้อยละการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม (R)} = \frac{a}{b} \times 100$$

รูปที่ 1 การวัดรอยซึมเล็กน้อยในชิ้นตัวอย่าง

a = ระยะการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมจากขอบของวัสดุอุด

b = ระยะจากขอบของวัสดุถึงผนังตามแกน

R = ร้อยละการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม

Figure 1 Microleakage measurement of the specimen

a = distance of dye penetration from material margin

b = distance from material margin to the axial wall

R = percentage of dye penetration

ผล

การแทรกซึมของสีย้อมตามขอบของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ทั้งหมด 6 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งแสดงรายละเอียดส่วนประกอบ

สัดส่วนผงกับน้ำ เวลาในการผสม และเวลาการก่อตัว ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างละ 14 ซี่ รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 84 ซี่

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบ สัดส่วนผงต่อน้ำ เวลาที่ใช้ผสม เวลาทำงาน ของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์

Table 1 Composition, power to liquid ratio, mixing time, working time of glass ionomer restorations.

Type of GI	Composition	Power: Liquid Ratio (g/g)	Mixing time (second; s)	Working time (minute; m)
Fuji IX GP capsule®	Powder: Alumino silicate glass, Polyacrylic acid Liquid: Polyacrylic acid, Water	3.6:1	10 s	2 m
Ketac™ Molar Aplicap™	Powder: Aluminium-calcium- lanthanum-fluorisilicate glass, Polycarbonate acid Liquid: Polycarbonic acid, Tartaric acid	3.4:1	10 s	2 m
RIVA SC capsule®	Powder: Fluoro aluminosilicate glass, Polyacrylic acid Liquid: Polyacrylic acid, Tartaric acid	3.2:1	10 s	1 m 40 s
Fuji IX GP®	Powder: Alumino silicate glass, Polyacrylic acid Liquid: Polyacrylic acid, Water	3.6:1	25-30s	2 m
Ketac™ Molar	Powder: Aluminium-calcium- lanthanum-fluorisilicate glass Liquid: Polycarbonic acid, Tartaric acid	3.0:1	30 s	2 m 30 s
RIVA SC®	Powder: Fluoro aluminosilicate glass, Polyacrylic acid Liquid: Polyacrylic acid, Tartaric acid	3.3:1	30 s	2 m

จากการวัดระยะทางการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลู จากขอบของวัสดุบูรณะโดยเทียบกับระยะทางจากขอบนอกของวัสดุถึงผนังตามแกน ด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลพบว่า RIVA SC capsule® เกิดรอยซึมเล็กน้อยที่สุด รองลงมาคือ Ketac™ Molar Aplicap™ ส่วน Fuji IX GP capsule® เกิดรอยซึมเล็กน้อยที่สุด สำหรับวัสดุบูรณะ

กลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมมีพบว่า Ketac™ Molar เกิดรอยซึมเล็กน้อยที่สุด รองลงมาคือ RIVA SC® ส่วน Fuji IX GP® เกิดรอยซึมเล็กน้อยที่สุด ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 ส่วนค่ามัธยฐานและการกระจายข้อมูลของการเกิดรอยซึมเล็กน้อยของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ใน 6 กลุ่ม ดังรูปที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และช่วงเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของการเกิดรอยซึมเล็กของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์

Table 2 Mean Standard Deviation Median Minimum Maximum and 95 % CI of microleakage of glass ionomer restorations

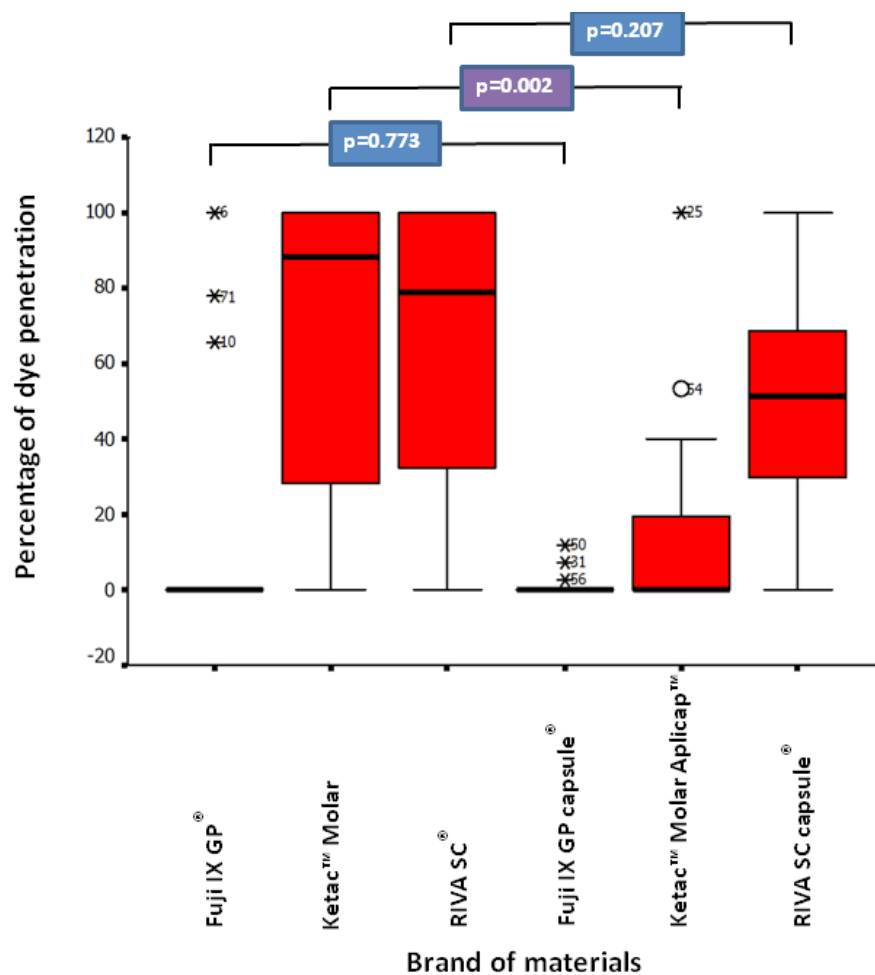
Statistic	Type of Glass ionomer restoration					
	Capsule			Hand-mixed		
	Fuji IX GP capsule®	Ketac™ Molar Aplicap™	RIVA SC capsule®	Fuji IX GP®	Ketac™ Molar	RIVA SC®
Mean	1.57	15.56	49.76	17.40	66.98	66.39
Standard deviation	3.62	29.66	32.33	35.25	40.94	37.96
Median	0.00	0.00	51.09	0.00	88.02	79.01
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum	12.01	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Lower border of 95 % CI	-0.52	-1.56	31.09	-2.95	43.34	44.47
Upper border of 95 % CI	3.66	32.69	68.42	37.75	90.62	88.31

การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานรอยซึมเล็กของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลและชนิดผสมมือภายในบริษัทเดียวกัน ด้วยสถิติแมนวิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลเกิดรอยซึมเล็กแตกต่างจากชนิดผสมมือในบริษัทเดียวกัน โดยวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ของ Ketac™ Molar Aplicap™ เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าของ Ketac™ Molar อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) แต่วัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ของ Fuji IX GP capsule® เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่า Fuji IX GP® อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.773$) และวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ของ RIVA SC capsule® เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่า RIVA SC® อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.207$) ดังรูปที่ 2

การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานรอยซึมเล็กของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ด้วยสถิติครัสคาล วอลลิสที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่ามัธยฐานต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-square = 17.13, $df = 2, p < 0.001$) จึงทำการเปรียบเทียบแต่ละคู่ด้วยสถิติแมนวิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0167 พบว่าระหว่างวัสดุบูรณะฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์ Fuji IX GP capsule® กับ RIVA SC capsule® และ Ketac™ Molar Aplicap™ กับ RIVA SC capsule® เกิดรอยซึมเล็กแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$, $p = 0.006$ ตามลำดับ) แต่ระหว่างวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์

Fuji IX GP capsule® กับ Ketac™ Molar Aplicap™ เกิดรอยซึมเล็กแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.261$)

การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานรอยซึมเล็กของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดผสมมือทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ด้วยสถิติครัสคาล วอลลิสที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่ามัธยฐานต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-square = 13.63, $df = 2, p = 0.001$) จึงทำการเปรียบเทียบแต่ละคู่ด้วยสถิติแมนวิทนี ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0167 พบว่าระหว่างวัสดุบูรณะฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์ Fuji IX GP® กับ Ketac™ Molar และ Fuji IX GP® กับ RIVA SC® เกิดรอยซึมเล็กแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$, $p = 0.001$ ตามลำดับ) แต่ระหว่างวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ Ketac™ Molar กับ RIVA SC® เกิดรอยซึมเล็กแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.941$)



รูปที่ 2 แผนภูมิกล่องแสดงค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด เปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 เปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 และค่าต่ำสุดของร้อยละการแทรกซึมของสารละลายสีของวัสดุบูรณะกลาสไอโอโนเมอร์ทั้ง 6 กลุ่ม

Figure2 Box plot shows the median, maximum, 75th percentile, 25th percentile and minimum values of percentage of dye penetration of 6 glass ionomer restorative materials.

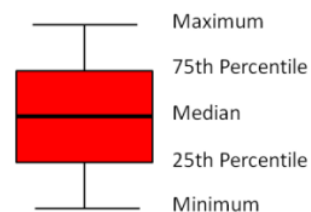
footnote

NS

Non Significant

S

Significant



การประเมินรอยซึมเล็กในทางห้องปฏิบัติการสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ธาตุกัมมันตรังสี (radioisotopes) การใช้สีย้อม (dyes) การเป่าลม (air pressure) การกระตุ้นนิวตรอน (neutron activation analysis) การวัดการซึมผ่านของแบคทีเรีย (bacterial penetration) การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH changes) การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (scanning electron microscopy)⁷ ในปัจจุบันมีสองวิธีที่นิยมใช้ในการประเมินรอยซึมเล็กคือ การใช้ธาตุกัมมันตรังสี กับการใช้สารละลายสีย้อม ซึ่งคุณสมบัติในการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมไม่แตกต่างจากการใช้ธาตุกัมมันตรังสี แต่จากอันตรายของธาตุกัมมันตรังสีทำให้นิยมใช้สารละลายสีย้อมมากกว่า²⁰ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้สารละลายสีย้อม ในการศึกษานี้เลือกใช้วิธีประเมินรอยซึมเล็ก โดยดูการซึมผ่านของสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลู เนื่องจากขั้นตอนในการเตรียมสารละลายสีย้อมไม่ยุ่งยากและสารละลายสีย้อมไม่เป็นพิษ²⁰ จากหลายการศึกษาที่ผ่านมาเลือกใช้สารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูเนื่องจากสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูมีน้ำเป็นส่วนประกอบ (water-based dye) และสามารถแทรกซึมเข้าไปในวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ได้²² รวมไปถึงโมเลกุลของสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูมีขนาดเล็กกว่าแบคทีเรีย ซึ่งจะสามารถแทรกซึมผ่านช่องว่างระหว่างวัสดุบูรณะกับโพรงฟันได้^{23,24}

สำหรับการศึกษาการเกิดรอยซึมเล็กนั้นควรมีการเลียนแบบสภาวะในช่องปากด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นเป็นจังหวะ²⁵ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะทำให้ฟันและวัสดุบูรณะซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้วยความร้อนไม่เท่ากัน เกิดการหดตัวและขยายตัวส่งผลให้ฟันระเหิดที่ยึดระหว่างฟันและวัสดุบูรณะถูกทำลาย เกิดเป็นช่องว่างบริเวณรอยต่อระหว่างฟันกับวัสดุบูรณะ²² จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Morresi คณะ²⁶ เกี่ยวกับจำนวนรอบที่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะนั้น พบว่าในรอบ 20 ปีที่ผ่านมาได้มีการใช้หลากหลาย โดยสรุปพบว่าผู้ทำวิจัยจะใช้มากอยู่ 2 ระบบคือตาม ISO/TS 11405²⁷ และ ตามของ Gale และ Dravell²⁸ โดยผู้วิจัยเลือกตามความสะดวกของผู้ทำวิจัยนั้น ๆ ส่วนการศึกษาของ Pazinato และคณะ เกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กตามขอบเมื่อใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะที่แตกต่างกัน โดยผลการศึกษาพบว่าไม่ว่าจะใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อน

เย็นเป็นจังหวะ เท่ากับ 500 1000 2500 หรือ 5000 รอบ ก็ให้ผลของรอยซึมเล็กตามขอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²⁹ รวมไปถึงเกณฑ์ของ ISO/TS 11405 กำหนดจำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะ เท่ากับ 500 รอบ²⁷ ดังนั้นการศึกษารังนี้จึงนำฟันไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะจำนวน 500 รอบ เพื่อจำลองสภาวะอุณหภูมิร้อนเย็นในช่องปาก

การศึกษานี้จะเปรียบเทียบรอยซึมเล็กของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลและชนิดผสมมือ โดยวิธีการที่ใช้แบบแคปซูลนั้นจะใช้หลอดฉีดยาวัสดุเข้าไปในโพรงฟัน หลังจากนั้นทำให้วัสดุแนบกับโพรงฟันด้วยเครื่องมือรีดแนบหัวกลม (ball burnisher) ส่วนวิธีการผสมมือนั้นผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือพลาสติก (plastic instrument) นำวัสดุเข้าไปในโพรงฟัน และใช้เครื่องมือรีดแนบหัวกลมทำให้วัสดุแนบกับโพรงฟัน ซึ่งผู้วิจัยเลือกการใช้วิธีดังกล่าว เนื่องจากคำนึงถึงอุปกรณ์ที่ใช้จริงในทางคลินิก ไม่ซื้ออุปกรณ์เสริม ซึ่งหากผลการวิจัยไม่แตกต่าง อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้โดยไม่ต้องใช้แบบแคปซูลที่มีราคาแพงกว่าและต้องมีอุปกรณ์เสริม เช่น หลอดฉีดยา หรือหัวฉีด (syringe) แต่ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการผสมมือนอกเหนือจากแบบแคปซูล ดังนั้นควรทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมทั้งวิธีการที่ผสมมือทั้งแบบที่ใช้ปกติกับแบบที่ใช้หลอดฉีดยาร่วมด้วย

การศึกษารังนี้เมื่อเปรียบเทียบรอยซึมเล็กของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ในผลิตภัณฑ์เดียวกัน พบว่าวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลเกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าชนิดผสมมืออย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.773$) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับของ Ferreira และคณะในปี ค.ศ. 2007¹³ ที่พบว่าวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลรอยซึมเล็กน้อยกว่าชนิดผสมมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.007$) อาจเกิดเนื่องจากการศึกษานี้ผู้ทำวิจัยได้ทำการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเป็นระยะทางในหน่วยมิลลิเมตร (อัตราส่วนสเกล) ซึ่งเป็นระยะทางการแทรกซึมที่แท้จริงซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Ferreira และคณะที่วัดการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมโดยกำหนดเป็นช่วงของระยะทางการแทรกซึมของสีย้อม (อันดับสเกล) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยใช้อัตราส่วนสเกลนั้นเป็นข้อมูลที่สามารถเปรียบเทียบในเชิงอัตราส่วนได้ สามารถแบ่งเป็นช่วงได้เท่า ๆ กัน ส่วนข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยใช้อันดับสเกลนั้น ช่วงระหว่างอันดับต่าง ๆ มักจะไม่เท่ากัน และในช่วงระดับคะแนนหนึ่ง ๆ นั้นสามารถเป็นตัวแทนของตัวเลขได้หลายค่า

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเกิดรอยซึมเล็กในวัสดุบูรณะ

กลาสส์ไอโอโนเมอร์ พบว่าการที่วัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ชนิดแคปซูลเกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ชนิดผสมมือ อาจเป็นผลมาจากอัตราส่วนระหว่างส่วนผงกับส่วนเหลวของวัสดุ ซึ่งวัสดุกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลบริษัทจะมีการเตรียมอัตราส่วนของส่วนผงและส่วนเหลวที่กำหนดและเวลาผสมที่เป็นมาตรฐาน¹⁷ เมื่อมีอัตราส่วนระหว่างส่วนผงกับส่วนเหลวถูกต้องตามคำแนะนำของบริษัท วัสดุที่ผสมออกมาจะมีคุณสมบัติที่ดี^{7,14-16}

ในการศึกษานี้ทำการวัดระยะทางการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลู โดยวัดออกมาเป็นหน่วยมิลลิเมตร และวัดระยะทางจากขอบนอกของวัสดุถึงผนังตามแกนหน่วยเป็นมิลลิเมตรเช่นกัน และนำข้อมูลดังกล่าวมาคิดเป็นร้อยละของระยะทางการแทรกซึมของสารละลายสีย้อม เนื่องจากพื้นที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เป็นฟันกรามน้ำนม ซึ่งมีได้ทั้งฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งและสอง โดยมีได้ทั้งฟันบนและฟันล่าง ทำให้มีความแตกต่างกันในด้านลักษณะทางกายวิภาค รวมทั้งโพรงฟันที่ทำการเตรียมก็ไม่สามารถเตรียมให้มีความกว้างของผนังโพรงฟันด้านขอบเหงือกมีขนาดเท่ากันได้ในทุก ๆ โพรงฟัน ผู้วิจัยจึงไม่สามารถนำระยะทางการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรมาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นข้อมูลที่ได้อาจจำเป็นต้องทำเป็นอัตราส่วนการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Xie และคณะในปีค.ศ. 2008²² แต่แตกต่างจากการศึกษาของ Ferreira และคณะในปีค.ศ. 2007¹³ และการศึกษาของ Lott และคณะในปีค.ศ. 2006²⁰ ที่ทำการวัดระยะทางการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมออกมาเป็นระดับคะแนน

การเลือกใช้วัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลกับชนิดผสมมือในงานทันตกรรมสำหรับเด็ก จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูลมีอัตราการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมที่น้อยกว่าชนิดผสมมือ เวลาที่ใช้ในการทำงานน้อยกว่า ซึ่งอาจจะเหมาะสมในงานทันตกรรมสำหรับเด็กในแง่ความรวดเร็ว แต่อีกประเด็นหนึ่งที่ทันตแพทย์ควรพิจารณาประกอบการตัดสินใจคือในเรื่องราคาของวัสดุด้วย

การศึกษานี้มีข้อจำกัดเรื่องงบประมาณ ทำให้ไม่สามารถเลือกใช้วัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ที่มีจำหน่ายทั้งหมดได้ จึงเลือกวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์เพียง 6 ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย นอกจากนี้ยังทำให้ไม่สามารถศึกษาคุณสมบัติของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ได้ครบทุกคุณสมบัติ เช่น การทดสอบความทนแรงดึงระดับจุลภาค (microtensile strength) การทดสอบความทนแรงอัด การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่สามารถสะท้อน

ตัวแปรทั้งหมดที่มีในช่องปากของผู้ป่วย ไม่สามารถเลียนแบบสภาวะที่เกิดในช่องปากได้ทั้งหมด ดังนั้นในอนาคตควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กน้อยของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ทางคลินิกเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังควรมีการศึกษาคุณสมบัติอื่นเพิ่มเติมเช่นกัน เนื่องจากการทดสอบรอยซึมเล็กน้อยได้เป็นปัจจัยสำคัญเพียงอย่างเดียวในการเลือกใช้วัสดุ ยังมีปัจจัยอื่นที่ต้องพิจารณาร่วมด้วย เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการตัดสินใจของทันตแพทย์ต่อการเลือกใช้วัสดุบูรณะได้อย่างเหมาะสม

บทสรุป

การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กน้อยในการบูรณะฟันชนิดคลาสสิกของวัสดุบูรณะกลาสส์ไอโอโนเมอร์ชนิดแคปซูล Ketac™ Molar Aplicap™ เกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าชนิดผสมมือ Ketac™ Molar

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ห้องวิจัยและให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย “ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเงินอุดหนุนการเรียนการสอน วิชาโครงการวิจัยทางทันตกรรม ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น” ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คลินิกทันตกรรมสำหรับเด็ก คลินิกศัลยศาสตร์ช่องปาก และกระดุกขากรรไกร คลินิกทันตกรรมจัดฟัน และหน่วยจ่ายกลาง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำงานวิจัย ผู้วิจัยไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน (conflict of interest)

1. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater* 2007;23:343-62.
2. Hickel R, Voss A. A comparison of glass cermet cement and amalgam restorations in primary molars. *ASDC J Dent Child* 1990;57:184-8.
3. Croll TP, Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24:423-9.
4. Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SH. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent* 1995;74:575-85.
5. Tay FR, Pang KM, Gwinnett AJ, Wei SH. A method for microleakage evaluation along the dentin/restorative interface. *Am J Dent* 1995;8:105-8.
6. Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *J Dent* 2001;29:123-30.
7. Morabito A, Defabianis P. The marginal seal of various restorative materials in primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 1997;22:51-4.
8. Donly KJ, Segura A, Kanellis M, Erickson RL. Clinical performance and caries inhibition of resin-modified glass ionomer cement and amalgam restorations. *J Am Dent Assoc* 1999;130:1459-66.
9. Fleming GJ, Marquis PM, Shortall AC. The influence of clinically induced variability on the distribution of compressive fracture strengths of a hand-mixed zinc phosphate dental cement. *Dent Mater* 1999;15:87-97.
10. Billington RW, Williams JA, Pearson GJ. Variation in powder/liquid ratio of a restorative glass-ionomer cement used in dental practice. *Br Dent J* 1990;169:164-7.
11. Fleming GJ, Farooq AA, Barralet JE. Influence of powder/liquid mixing ratio on the performance of a restorative glass-ionomer dental cement. *Biomaterials* 2003;24:4173-9.
12. Dowling AH, Fleming GJ. Is encapsulation of posterior glass-ionomer restoratives the solution to clinically induced variability introduced on mixing? *Dent Mater* 2008;24:957-66.
13. Ferreira Fde M, do Vale MP, Jansen WC, Paiva SM, Pordeus IA. Effect of mixing process on microleakage of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment on primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 2007;31:251-6.
14. Nomoto R, McCabe JF. Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. *J Dent* 2001;29:205-10.
15. Mitchell CA, Orr JF, Russell MD. Capsulated versus hand-mixed glass-ionomer luting cements for post retention. *J Dent* 1998;26:47-51.
16. Kilpatrick NM, McCabe JF, Murray JJ. Factors that influence the setting characteristics of encapsulated glass ionomer cements. *J Dent* 1994;22:182-7.
17. Dowling AH, Fleming GJ. Are encapsulated anterior glass-ionomer restoratives better than their hand-mixed equivalents? *J Dent* 2009;37:133-40.
18. Verbeeck RM, de Moor RJ, Van Even DF, Martens LC. The short-term fluoride release of a hand-mixed vs. capsulated system of a restorative glass-ionomer cement. *J Dent Res* 1993;72:577-81.
19. Mitchell CA, Douglas WH. Comparison of the porosity of hand-mixed and capsulated glass-ionomer luting cements. *Biomaterials* 1997;18:1127-31.
20. Lott JR, Fitchie JG, Creasy MO, Puckett AD Jr. Microleakage of three conventional glass ionomers using 45Ca and methylene blue. *Gen Dent* 2007;55:15-8.
21. Lenth RV. Statistical power calculations. *J Anim Sci* 2007;85(13 Suppl):E24-9.
22. Xie H, Zhang F, Wu Y, Chen C, Liu W. Dentine bond strength and microleakage of flowable composite, compomer and glass ionomer cement. *Aust Dent J* 2008;53:325-31.
23. Yavuz I, Aydin, H. New method for measurement of surface areas of microleakage at the primary teeth by biomolecule characteristics of methylene blue.

Biotechnol Biotechnol Equip 2005;19:181-87.

24. Arcoria CJ, Vitasek BA, DeWald JP, Wagner MJ. Microleakage in restorations with glass ionomer liners after thermocycling. *J Dent* 1990;18:107-12.

25. Chan MF, Glyn Jones JC. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. *J Dent* 1994;22:292-5.

26. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, *et al.* Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014;29:295-308.

27. International organization for standardization. [monograph on website] ISO/TS 11405. Dental materials -Testing of adhesion to tooth structure 2003. [update 2012 August 1; cited 2013 Jul 11] Available from: HYPERLINK http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=31486”

28. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27:89-99.

29. Pazinato FB, Campos BB, Costa LC, Atta MT. Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. *Pesqui Odontol Bras* 2003;17:337-41.