

การเปรียบเทียบรอยซึมเล็กระหว่างสารพริกหลุมและร่องฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์ กับสารพริกหลุมและร่องฟันเรซินชนิดที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

Comparison of Microleakage between Glass-ionomer Sealant Versus Resin Sealants with and without Fluoride

อนามา รัตน์ะเจริญธรรม¹, พรทิพย์ ผจงวิริยาทร¹, กนกวรรณ บรรณสาร², วัลลี นารตสูงเนิน², ศิริประภา มีคุณ², ศิริวรรณภา ขาวเสมอ² และ นูริฮัน อาดำ²

Anoma Rattanacharoenthum¹, Porntip Phajongviriyatorn¹, Kanokwan Bannasan², Wanlee Natsungnoen², Siraprapa Meekhun², Siriwannapa Kawsamer² and Nurihun Adam²

¹ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

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

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

²Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen

บทคัดย่อ

การศึกษาในห้องปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กของสารพริกหลุมและร่องฟัน 3 ชนิด โดยทำในฟันกรามน้อยบนจำนวน 102 ซี่ สุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ กลุ่มที่ 2 ผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ และกลุ่มที่ 3 ผนึกหลุมและร่องฟันด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ตามวิธีการที่บริษัทกำหนด จากนั้นนำไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร่อนเย็นเป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสสลับกับ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ แล้วทาน้ำยาทาเล็บให้ทั่วฟัน โดยเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบของสารพริกหลุมและร่องฟันออกมา 1 มิลลิเมตร นำฟันไปแช่ในสารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัดฟันในแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้นด้วยเครื่องตัดฟันยี่ห้อไอโซเมท และวัดรอยซึมเล็กด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยของรอยซึมเล็กทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) เมื่อพิจารณาเป็นคู่ของกลุ่มศึกษา ด้วยสถิติทดสอบแมนวิทนีย ยู ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0083 พบว่าค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยรอยซึมเล็กของกลุ่มสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์กับชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และระหว่างกลุ่มสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ รวมทั้งระหว่างกลุ่มที่ผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) สรุปว่า สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์ เกิดรอยซึมเล็กมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีและไม่มีฟลูออไรด์

คำสำคัญ: สารพริกหลุมและร่องฟัน, รอยซึมเล็ก, กลาสส์ไอโอโนเมอร์

Abstract

The aim of this *in vitro* study was to investigate microleakage of three types of pit and fissure sealant. This study, sealant materials were resin-based sealant with fluoride releasing, without fluoride releasing and glass-ionomer sealant. 102 permanent maxillary premolars were randomly divided into 3 groups. The application of each sealant followed manufacturer's instructions. All teeth were thermocycled 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 sealant. The teeth were immersed in 0.5 % methylene blue for 24 hours and then sectioned buccolingually by precision saw, model ISOMET™. The sections were analyzed for microleakage under $\times 100$ magnification of a stereomicroscope. The median of the mean of microleakage were analyzed by the Kruskal-Wallis statistic among 3 groups at 0.05 α level, the statistical differences in microleakage were found among three materials ($p < 0.001$). The comparison of the microleakage between two groups by the Mann-Whitney U statistic at 0.0083 α level. There were significant differences between glass-ionomer sealant and sealant with fluoride releasing ($p < 0.001$), glass-ionomer sealant and sealant without fluoride releasing ($p < 0.001$) and also between sealant with fluoride releasing and without fluoride releasing ($p < 0.001$). In conclusion, glass-ionomer sealant had higher microleakage than resin-based sealants with and without fluoride releasing.

Keywords: Pit and fissure sealant, microleakage, Glass-ionomer

Received Date: Jun 1, 2017

Accepted Date: Sep 5, 2017

doi: 10.14456/jdat.2018.8

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อโนมา รัตนะเจริญธรรม ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 ประเทศไทย
โทรศัพท์: 043-202222-41 ต่อ 45157 โทรสาร: 043-202862 อีเมล: ranoma_76@hotmail.com

Correspondence to:

Anoma Rattanacharonthum. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002, Thailand Tel:043-202222-41 ext. 45104 Fax: 043-202862 E-mail: ranoma_76@hotmail.com

บทนำ

จากรายงานการสำรวจสถานะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2555 โดยกองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย พบว่าเด็กอายุ 12 ปีมีอัตราการเกิดโรคฟันผุในฟันแท้คิดเป็นร้อยละ 52.3 และมีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด (DMFT) 1.3 ซี่/คน และซี่ฟันที่ผุมากที่สุดคือฟันกรามแท้ซี่ที่ 1¹ เนื่องจากฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 เป็นฟันกรามแท้ซี่แรกที่ขึ้นมาในช่องปาก ในช่วงอายุประมาณ 6 ขวบ และจากลักษณะของฟันกรามแท้ซี่ที่มีหลุมและร่องฟันที่ลึกทางด้านบดเคี้ยว ด้านแก้ม และด้านเพดานซึ่งยากต่อการทำความสะอาดทำให้คราบจุลินทรีย์สะสมได้ง่าย และเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ ดังนั้นงานทันตกรรมป้องกันโดย

เฉพาะการฉีกหลุมและร่องฟันที่ลึกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำเพื่อป้องกันการเกิดโรคฟันผุ และจากการสำรวจสถานะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พ.ศ. 2555 พบว่าการบริการทางทันตกรรมที่ต้องการส่วนใหญ่ในเด็กอายุ 12 ปี คือ การฉีกหลุมและร่องฟันถึงร้อยละ 78.3 ดังนั้นการส่งเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันฟันผุ จึงมีความสำคัญเช่น การแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบริโภคอาหาร ร่วมกับการใช้สารฉีกหลุมและร่องฟันเพื่อป้องกันฟันผุตั้งแต่ฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 เริ่มขึ้นมาในช่องปาก โดยการฉีกหลุมและร่องฟันเป็นหนึ่งในวิธีการป้องกันฟันผุในเด็กที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสารฉีกหลุมและร่องฟัน

สามารถเป็นชั้นป้องกันและจำกัดการเข้าถึงของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุกับแหล่งอาหาร ซึ่งสามารถลดการเกิดฟันผุได้อย่างมีประสิทธิภาพ² และมีรายงานที่พบว่าเกิดการเกิดโรคฟันผุในเด็กวัยรุ่นลดลงคิดเป็นร้อยละ 86 ร้อยละ 78.6 ร้อยละ 58.6 หลังจากยึดติดสารผนึกหลุมและร่องฟันในฟันกรามแท้เป็นเวลา 1 ปี 2 ปี และ 4 ปีตามลำดับ³

คุณสมบัติของสารผนึกหลุมและร่องฟันที่ดีคือยับยั้งการเกิดโรคฟันผุ มีความแข็งแรง ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) การไหลและแทรกซึมได้ดี ซึ่งทำให้เกิดการผนึก (seal) ที่ดีของสารผนึกหลุมและร่องฟันเป็นต้น⁴ ดังนั้นการยึดอยู่อย่างแนบสนิทปราศจากรอยซึมเล็ก (microleakage) ตามขอบระหว่างวัสดุและผิวฟันจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญของการผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากการผนึกที่ไม่ดีพอ บริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุและผิวฟันจะทำให้เกิดรอยซึมเล็กตามขอบได้ ซึ่งรอยซึมเล็กเป็นทางผ่านของแบคทีเรีย ของเหลว โมเลกุล และไอออนต่าง ๆ ระหว่างฟันและขอบของวัสดุบูรณะฟัน⁵

สารผนึกหลุมและร่องฟันในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลักคือ สารผนึกหลุมและร่องฟันกลาสไอโอโนเมอร์ (glass ionomer sealants) และสารผนึกหลุมและร่องฟันที่มีเรซินเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (resin-based sealants) ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีฟลูออไรด์ และชนิดที่ไม่มีฟลูออไรด์ โดยชนิดที่มีฟลูออไรด์มีการผลิต 2 ลักษณะคือ การเติมเกลือฟลูออไรด์ที่ละลายได้ (soluble fluoride salt) เข้าไปในสารเรซิน เมื่อผนึกหลุมและร่องฟันแล้วเกลือจะละลายและฟลูออไรด์ไอออนจะถูกปล่อยออกมา ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือ การเติมสารประกอบอินทรีย์ฟลูออไรด์ (organic fluoride compound) ที่เกิดการเชื่อมกับสารเรซินด้วยพันธะทางเคมีเข้าไป ซึ่งจะมีการปล่อยฟลูออไรด์โดยการแลกเปลี่ยนไอออนกับไอออนที่อยู่รอบ ๆ⁶ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาของ Garcia – Godoy และคณะ พบว่า ปริมาณฟลูออไรด์ที่ปล่อยจากสารผนึกหลุมและร่องฟันที่มีฟลูออไรด์นั้น จำนวนฟลูออไรด์มากที่สุดจะถูกปล่อยออกมาภายใน 24 ชั่วโมงแรก และค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็ว⁷

มีการนำเอากลาสไอโอโนเมอร์มาใช้เป็นสารผนึกหลุมและร่องฟันตั้งแต่ปี ค.ศ. 1974⁸ ประโยชน์ของการนำมาใช้เป็นสารผนึกหลุมและร่องฟันคือกลาสไอโอโนเมอร์สามารถปล่อยฟลูออไรด์ ซึ่งจะช่วยต้านทานการสูญเสียแร่ธาตุบริเวณหลุมและร่องฟัน โดยถึงแม้ว่าจะมีการหลุดออกไปบางส่วนแต่สารผนึกหลุมและร่องฟันกลาสไอโอโนเมอร์ที่คงอยู่บริเวณกันหลุมร่องฟันนั้นจะยังคงสามารถปล่อยฟลูออไรด์ออกมาได้⁹⁻¹¹

สารผนึกหลุมและร่องฟันกลาสไอโอโนเมอร์ฟูจิเซเวน

(Fuji VII[®]) เป็นรูปแบบหนึ่งของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่สามารถนำมาใช้เป็นสารผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากมีคุณสมบัติทนต่อความชื้นในช่องปาก ปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ในปริมาณมาก มีการไหลแผ่ที่ดี และเกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างตัววัสดุและผิวเคลือบฟันทำให้เกิดการยึดติด¹²

มีการศึกษาของ Ashwin และ Arathi ในปีค.ศ. 2007 ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟันกลาสไอโอโนเมอร์ (Fuji VII[®]) และสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (concise[®]) ในห้องปฏิบัติการ พบว่าวัสดุทั้งสองชนิดมีคาร์รอยซึมเล็กแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)¹³ การศึกษาของ Selecman และคณะในปี ค.ศ. 2007 ที่เปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กในสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ คือสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพี ชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ ชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ และชนิดกลาสไอโอโนเมอร์ พบว่า สารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีเอซีพีเกิดรอยซึมเล็กน้อยกว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.006$)¹⁴

นอกจากนี้การศึกษาของ Vinay ในปีค.ศ. 2002 ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ พบว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์มีคาร์รอยซึมเล็กน้อยกว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)¹⁵ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Park และคณะในปี ค.ศ. 1993 และการศึกษาของ Michalaki และคณะในปี ค.ศ. 2010 ที่พบว่า คาร์รอยซึมเล็กระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)^{16,17}

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กในสารผนึกหลุมและร่องฟันพบว่าการศึกษาให้ผลที่ขัดแย้งกัน อาจเนื่องจากแต่ละการศึกษามีการใช้สารผนึกหลุมและร่องฟันที่ต่างชนิดกัน ทำให้มีส่วนประกอบหลักแตกต่างกัน ส่งผลถึงคุณสมบัติของวัสดุ ทำให้คาร์รอยซึมเล็กที่ได้อาจแตกต่างกัน รวมถึงมีขั้นตอนการทดลอง ฟันที่ใช้ วิธีการวัดคาร์รอยซึมเล็กที่ไม่เหมือนกัน ทำให้ไม่สามารถนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษากการเกิดรอยซึมเล็กในสารผนึกหลุมและร่องฟันกลาสไอโอโนเมอร์ เปรียบเทียบกับสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหน่วยงาน โดยมีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F1[®]) และสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Delton[®]) กับสารผนึกหลุมและร่อง

ฟันกลาสส์ไอโอโนเมอร์ (GI Fuji VII[®]) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประกอบการตัดสินใจของทันตแพทย์ในการเลือกใช้สารฟันสีและร่องฟันชนิดต่างๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานได้

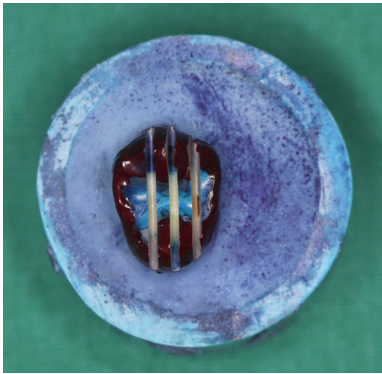
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการเตรียมฟัน นำฟันกรามน้อยบนแท้ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟัน ที่ปราศจากรอยหรือพยาธิสภาพใด ๆ และไม่เคยผ่านการบูรณะหรือได้รับการฉีกหลุมและร่องฟันมาก่อน จำนวน 102 ซี่ ที่เก็บในสารละลายคลอรามินที่ ความเข้มข้นร้อยละ 1 ไม่เกิน 6 เดือน นำฟันมาทำความสะอาด เพื่อกำจัดหินน้ำลาย และเศษเนื้อเยื่อ (debris) ที่ติดบริเวณผิวฟันด้วยเครื่องมือเครื่องใช้ความเร็ว 3/4 จากนั้นขัดด้านบดเคี้ยวด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับหัวกรอความเร็วต่ำโดยใช้ผงพัมมิช (pumice) เมื่อทำความสะอาดฟันเรียบร้อยแล้ว จะยัดฟันด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเองในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 1 นิ้ว หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสุ่มฟันออกเป็น 3 กลุ่มด้วยการสุ่มอย่างง่าย ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F1[®]) (Kuraray Medical Inc., Kurashiki, Okayama, Japan) กลุ่มที่ 2 ฉีกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Delton[®]) (Dentsply Inc., York, USA) และกลุ่มที่ 3 ฉีกหลุมและร่องฟันด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์สีชมพู (pink GI Fuji VII[®]) (GC Corporation, Tokyo, Japan) ชนิดผสมด้วยมือ (hand mixing) โดยกำหนดให้มีผู้ฉีกหลุมและร่องฟันเพียงคนเดียวตลอดการศึกษา

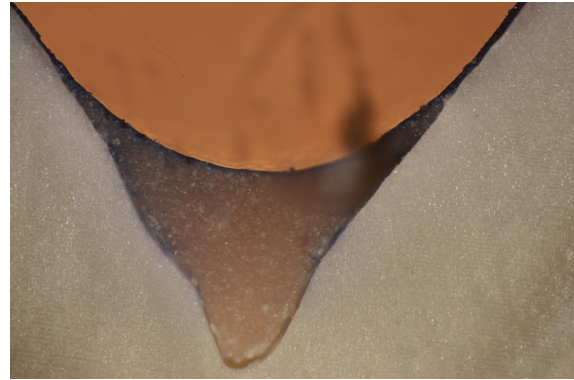
ขั้นตอนการฉีกหลุมและร่องฟัน โดยกลุ่มที่ 1 ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วย K-etchant gel ความเข้มข้นร้อยละ 40 ไปตามหลุมและร่องฟันทางด้านบดเคี้ยว ส่วนกลุ่มที่ 2 ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วย Delton etchant gel ความเข้มข้นร้อยละ 37 และกลุ่มที่ 3 ทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยการทา CG cavity conditioner จากนั้นล้างด้วยกระบอกฉีดน้ำ แล้วเป่าลมให้ฟันแห้ง จนกระทั่งผิวเคลือบฟันมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่น แล้วจึงทาสารฉีกหลุมและร่องฟันไปตามหลุมและร่องฟันด้วยอุปกรณ์สำหรับทาสารฉีกหลุมและร่องฟันของแต่ละบริษัทในกลุ่มที่ 1 และ 2 ส่วนในกลุ่มที่ 3 จะผสมกลาสส์ไอโอโนเมอร์ตามคำแนะนำของบริษัทแล้วจึงทาสารฉีกหลุมและร่องฟันไปตามหลุมและร่องฟัน หลังจากนั้นทั้ง 3 กลุ่มจะฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิด Elipar[™] 2500 Halogen Curing Light (3M ESPE, St.Paul, MN, USA) ที่ได้ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีความเข้มแสงเพียงพอ คือมากกว่าหรือเท่ากับ 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW/cm²) และ

ใช้เวลาตามคำแนะนำที่บริษัทกำหนดในวัสดุแต่ละชนิด โดยกลุ่มที่ 1 และ 2 ใช้เวลา 20 วินาที ส่วนกลุ่มที่ 3 ใช้เวลา 40 วินาที และฟันในกลุ่มที่ 3 จะมีการทาฟูจิ วาร์นิช (Fuji varnish) และเป่าลมให้แห้งภายหลังจากฉีกหลุมและร่องฟันเสร็จ หลังจากนั้นฟันทั้ง 3 กลุ่มจะถูกนำมาแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการเลียนแบบสภาวะในช่องปาก ขั้นตอนการเลียนแบบสภาวะในช่องปาก นำฟันที่ฉีกหลุมและร่องฟันแล้วมาแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร่อนเย็น (thermocycling) เป็นจังหวะที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สลับกับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ รอบละ 30 วินาที¹⁸ หลังจากนั้นทำให้ฟันแห้งแล้วทาน้ำยาทาเล็บ (Revlon, New York, USA) ให้ทั่วตัวฟันโดยเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบของสารฉีกหลุมและร่องฟันออกมา 1 มิลลิเมตร แล้วนำฟันมาแช่ในสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลู ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง^{19,20} แล้วล้างสีย้อมส่วนเกินออกด้วยน้ำสะอาด และเป่าฟันให้แห้ง

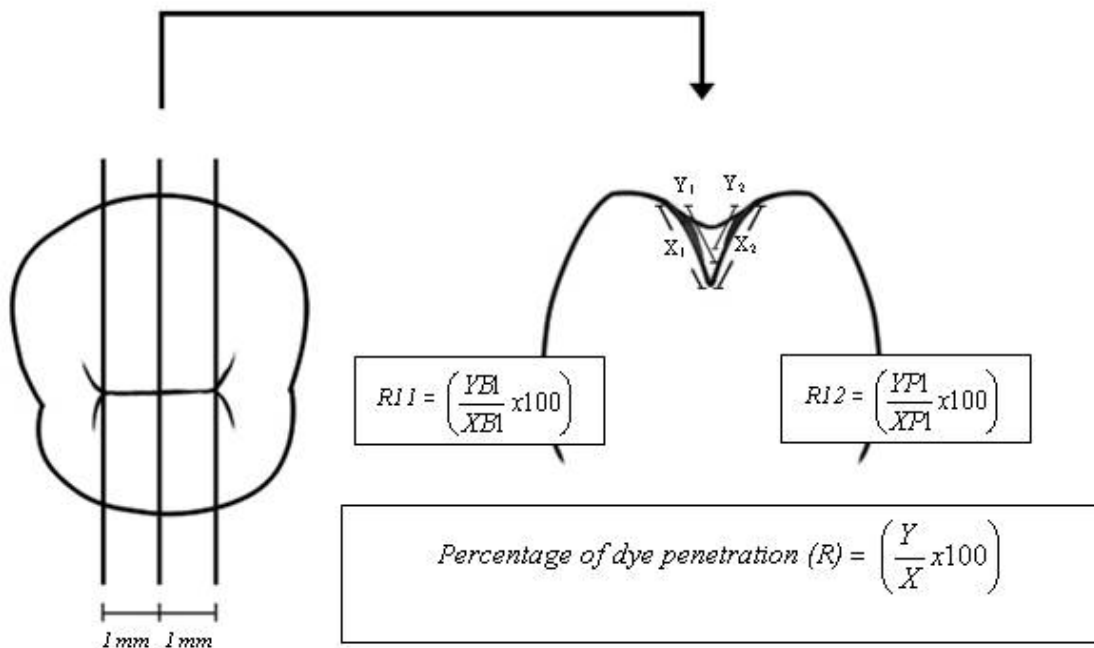
ขั้นตอนการทดสอบรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟัน ตัดฟันในแนวด้านแก้มไปด้านเพดาน โดยเริ่มตัดที่จุดกึ่งกลางฟัน แล้วจึงตัดห่างจากรอยตัดแรกไปทางด้านใกล้กลางและด้านไกลกลาง ด้านละ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) หลังจากนั้นตัดตัวฟันออกจากรากฟันในแนวขวาง ซึ่งในฟัน 1 ซี่ จะได้ชิ้นตัวอย่างที่จะนำมาวัดรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟัน 2 ชิ้น ซึ่งมีความหนาชิ้นละ 1 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) โดยกำหนดให้มีผู้วัดรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟันเพียง 1 คน ซึ่งไม่ได้เป็นคนที่ทำการฉีกหลุมและร่องฟัน โดยผู้วัดรอยซึมเล็กของสารฉีกหลุมและร่องฟันจะถูกปิดบัง ไม่ทราบว่าเป็นฟันใช้สารฉีกหลุมและร่องฟันชนิดใด การวัดรอยซึมเล็กจะดูจากการแทรกซึมของสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูบริเวณรอยต่อระหว่างสารฉีกหลุมและร่องฟันกับผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Nikon measyrescope 20, Yokohama, Japan) กำลังขยาย 100 เท่า โดยวัดระยะทางการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูที่รอยต่อระหว่างสารฉีกหลุมและร่องฟันกับผิวฟัน (Y) และค่าจากระยะทางของสารฉีกหลุมและร่องฟันจากขอบจนถึงจุดลึกสุดของหลุมและร่องฟัน (X) ทั้งในด้านแก้มและด้านเพดาน (รูปที่ 2 และรูปที่ 3) แต่ละตำแหน่งจะวัด 2 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งฟันตัวอย่าง 1 ซี่ จะวัดทั้ง 2 ชิ้นตัวอย่าง โดยแต่ละชิ้นตัวอย่างจะวัดทั้ง 2 ด้านได้แก่ด้านใกล้กลางและด้านใกล้แก้ม ดังนั้นฟันตัวอย่าง 1 ซี่ จะต้องวัดทั้งหมด 4 ด้าน แล้วนำค่าที่ได้จากชิ้นตัวอย่างทั้ง 2 ชิ้น มาหาค่าเฉลี่ยร้อยละของการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูในฟันตัวอย่าง 1 ซี่ (รูปที่ 3)



รูปที่ 1 การตัดแบ่งฟันในแนวแกมลิ้น
 Figure 1 Buccolingual sectioning of the tooth



รูปที่ 2 ภาพถ่ายลักษณะชิ้นตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 100 เท่า
 Figure 2 Stereomicrograph of the specimen at magnification of 100x



รูปที่ 3 การวัดรอยซึมเล็กในชิ้นตัวอย่าง 1 ด้าน
 X = ระยะจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟันถึงจุดลึกที่สุดของหลุมและร่องฟัน
 Y = ระยะการแทรกซึมของสีย้อมจากขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟัน

Figure 3 Microleakage measurement on one side of the specimen
 X = distance from sealant margin to the deepest point of pit and fissure
 Y = distance of dye penetration from sealant margin

การทดสอบความเที่ยงตรงของผู้วัดการแทรกซึมของสี ย้อมโดยการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาวัดซ้ำร้อยละ 10 ของการวัด แต่ละครั้ง และผู้วัดถูกปิด (single blinding) จะไม่ทราบว่ กำลังวัดกลุ่มตัวอย่างด้วยวัสดุชนิดใด จากนั้นนำไปทดสอบความ เที่ยงตรงของผู้วัด (intra-examiner reliability) โดยใช้สถิติ สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient) พบ ว่าได้ค่าความเที่ยงตรงของผู้วัดเท่ากับ 0.90

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การแสดงผลสถิติพรรณนา แสดงค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของการแทรกซึมของสี ย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่องฟัน เนื่องจาก ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีการ วิเคราะห์ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละของการแทรกซึมของสี ย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่องฟันทั้ง 3 กลุ่ม ตัวอย่างด้วยสถิติครัสคัล-วอลลิสที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หลังจากนั้นมีการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานทีละคู่ด้วยสถิติแมนวิทนีย ยู ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.0083 โดยปรับค่านัยสำคัญด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni adjustment)

ผล

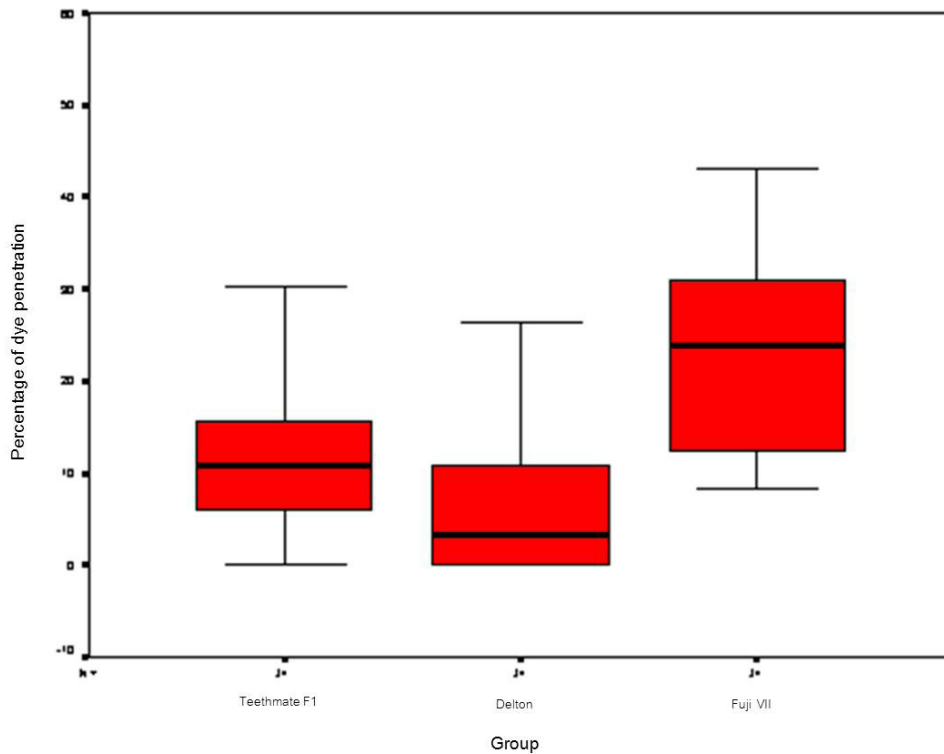
จากการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบ ของสารฟันสีและร่องฟันทั้งหมด 102 ซี่ โดยสุ่มฟันออกเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 34 ซี่ ด้วยการสุ่มอย่างง่าย แสดงการกระจายของ ฟันกรามน้อยบนแท้ (ตารางที่ 1) โดยกลุ่มที่ 1 ผนึกหลุมและร่อง ฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Teethmate F1®) กลุ่มที่ 2 ผนึกหลุม

และร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Delton®) และกลุ่มที่ 3 ผนึกหลุมและร่องฟันกلاسส์ไอโอโนเมอร์ (GI Fuji VII®) ผลการ ศึกษาพบว่าค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อม เมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่องฟันชนิดกلاسส์ไอโอ โนเมอร์มีค่ามากที่สุดคือ 23.96 ชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์มีค่า 10.76 ส่วนชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ มีค่าน้อยที่สุดคือ 3.21 (ตารางที่ 1) ส่วนค่ามัธยฐานและการกระจายข้อมูลร้อยละของการแทรกซึม ใน 3 กลุ่มตัวอย่าง (รูปที่ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ มัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตาม ขอบของสารฟันสีและร่องฟันใน 3 กลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติ นันพารามิเตอร์ ชนิดครัสคัล-วอลลิส พบว่า ค่ามัธยฐานของค่า เฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสาร ฟันสีและร่องฟันใน 3 กลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ (chi-square = 37.874 $p < 0.001$) แสดงว่า มีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีความแตกต่างกัน หลังจากนั้นทดสอบความ แตกต่างค่ามัธยฐานร้อยละทีละคู่ด้วยสถิติชนิดแมนวิทนีย ยู ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.0083 พบว่า ค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการ แทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลูตามขอบของสารฟันสีและร่อง ฟัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ระหว่าง การใช้สารฟันสีและร่องฟันชนิดกلاسส์ไอโอโนเมอร์กับชนิด เรซินที่มีฟลูออไรด์ และระหว่างการใช้สารฟันสีและร่องฟัน ชนิดกلاسส์ไอโอโนเมอร์กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ รวมทั้งการใช้ สารฟันสีและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์กับชนิดเรซินที่ ไม่มีฟลูออไรด์ก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่าง ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ยของอาร์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมเมทิลีนบลู และจำนวนซี่ ฟันทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง

Table 1 Sample size, median, average of R (Percentage of dye penetration), standard deviation, maximum and minimum percentage of methylene blue dye penetration and number of each tooth type in the 3 sealant groups

Samples	N	Median	Average of R	SD	Min	Max	Amount of teeth (N)			
							Tooth 14	Tooth 24	Tooth 15	Tooth 25
Teethmate F-1®	34	10.76	13.19	11.67	0	43.18	7	10	8	9
Delton®	34	3.21	6.67	8.42	0	34.25	9	8	8	9
GI Fuji VII®	34	23.96	22.8	9.39	0	51.54	10	8	9	7



รูปที่ 4 ค่ามัธยฐานและการกระจายข้อมูลร้อยละของรอยซึมเล็กของสารผนึกหลุมและร่องฟันใน 3 กลุ่ม
Figure 4 Median and distribution of microleakage percentage of 3 SEALANT GROUPS

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นฟันกรามน้อยบนแท้ที่ถูกถอนเพื่อการจัดฟันและเก็บรักษาในสารละลายคลอรามินที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่มีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเชื้อจุลชีพได้ โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิวเคลือบฟัน²¹ และจากการศึกษาของ Pazinato และคณะเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กตามขอบเมื่อใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะที่แตกต่างกัน โดยผลการศึกษาพบว่าไม่ว่าจะใช้จำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะเท่ากับ 500, 1,000, 2,500 หรือ 5,000 รอบก็ให้ผลของรอยซึมเล็กตามขอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ²² รวมไปถึงเกณฑ์ของ ISO/TS 11405 กำหนดจำนวนรอบของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะเท่ากับ 500 รอบ¹⁸ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงนำไปใช้ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบร้อนเย็นเป็นจังหวะเท่ากับ 500 รอบ เพื่อจำลองสภาวะในช่องปาก ส่วนสีย้อมที่ใช้ในการทดลองเพื่อวัดรอยซึมเล็กในวัสดุบูรณะมีหลายชนิด ได้แก่ เบสิคฟุคซิน (basic fuchsin)

เมทิลีนบลู (methylene blue) อีโอซิน (eosin) อะนิลีนบลู (aniline blue) คริสตัลไวโอเลต (crystal violet) และอีริโทรซินบี (erythrosine B)²³ สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้สารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูในการแช่ฟันเพื่อทดสอบรอยซึมเล็กตามขอบของสารผนึกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากสีย้อมนี้เป็นที่นิยมใช้และมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าอนุภาคของแบคทีเรีย^{20,24}

จากการศึกษานี้พบว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์ มีค่ามัธยฐานของค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมมากกว่าสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่น²⁵⁻²⁷ ความแตกต่างของการแทรกซึมของสีย้อมระหว่างสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์กับชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ และชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติที่แตกต่างกันระหว่างวัสดุในเรื่องความหนืด การละลายตัว ความแนบสนิท ความเป็นรูปทรงของวัสดุ และกลไกการยึดติดต่อผิวเคลือบฟันกับวัสดุ โดยสารผนึกหลุมและร่องฟันชนิด

กลาสส์ไอโอโนเมอร์มีความหนืดมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซิน ทำให้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซิน สามารถไหลแผ่เข้าไปในหลุมร่องฟันได้ดีกว่า ทำให้แทรกซึมไปในช่องว่างเล็ก ๆ (micro space) ซึ่งมีผลต่อการรั่วซึมตามขอบวัสดุพริกหลุมร่องฟัน²⁸

นอกจากนี้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์จะมีความเป็นรูพรุนมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซิน อาจทำให้มีการแทรกซึมของสีย้อมที่พื้นผิวสัมผัสระหว่างผิวเคลือบฟันและสารพริกหลุมและร่องฟัน รวมทั้งกลาสส์ไอโอโนเมอร์มีคุณสมบัติเป็นไฮโดรฟิลิกจึงมีแนวโน้มที่จะดูดซึมสีย้อมเข้าไปในเนื้อวัสดุได้²⁹ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้ทำการทาฟลูออรินภายหลังการพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์เพื่อป้องกันการดูดซึมของสีย้อมเข้าไปในตัวสารพริกหลุมและร่องฟัน และทำการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเฉพาะบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและสารพริกหลุมและร่องฟัน

การยึดติดของสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์ต่อผิวเคลือบฟันเป็นพันธะที่ยึดติดกับผิวเคลือบฟันทางเคมี (chemical bond) โดยเกิดจากการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างสารโพลีแอซิดในตัวกลาสส์ไอโอโนเมอร์ และฟลักไฮดรอกซีอะพาไทต์บนผิวเคลือบฟันที่อยู่ชั้นนอกเท่านั้น ซึ่งแตกต่างกับการยึดติดของสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีการสร้างเรซิน แท็ก (resin tag) ทำให้มีการยึดติดแบบเชิงกล (mechanical bond)³⁰ ทำให้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์มีอัตราการแทรกซึมของสีย้อมมากกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีและไม่ฟลูออไรด์

ผลการศึกษานี้จะแตกต่างกับการศึกษาของ Ashwin และ Arathi¹³ ที่ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็กน้อยระหว่างสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ (Fuji VII[®]) กับสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ (Concise[®]) ผลความแตกต่างน่าจะเกิดจากการศึกษาของ Ashwin และ Arathi ใช้ฟันจำนวนน้อยเพียง 8 ซี่ต่อกลุ่ม (ทั้งหมด 16 ซี่) และการวัดการแทรกซึมของสีย้อมแบ่งเป็น 4 ช่วงระยะการแทรกซึม (0-3) ทำให้ผลที่ได้อาจยังไม่สามารถเห็นความแตกต่างได้ แต่การศึกษานี้ใช้จำนวนฟัน 34 ซี่ต่อกลุ่ม (ทั้งหมด 102 ซี่) และการวัดการแทรกซึมของสีย้อมเป็นระยะทางในหน่วยมิลลิเมตร

จากการศึกษานี้จะพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละการแทรกซึมของสีย้อมของเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเรซินที่มีฟลูออไรด์ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vinay และคณะ¹⁵ ในปี ค.ศ.2002 แต่จะแตกต่างกับการศึกษาของ Park และคณะ ในปี ค.ศ.1993¹⁶ และการศึกษาของ Michalaki และคณะ ในปี ค.ศ.2010¹⁷ ที่พบว่าค่าการรอยซึมเล็กน้อยระหว่างสารพริกหลุมและ

ร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ กับชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามรอยซึมเล็กน้อยสาเหตุมาจากหลายปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเช่น การเปลี่ยนแปลงมิติของวัสดุจากการหดตัวจากปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน (polymerization shrinkage) การหดตัวของวัสดุเนื่องจากอุณหภูมิ (thermal contraction) การดูดซึมน้ำ (absorption of water) ความเครียดเชิงกล (mechanical stress) และการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติ (dimensional changes) ในโครงสร้างฟัน³¹ โดยผลการศึกษาครั้งนี้ที่แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ อาจเป็นเพราะชนิดของสารพริกหลุมและร่องฟันที่ใช้แตกต่างกัน โดยในการศึกษานี้ใช้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์คือ Delton[®] ซึ่งมีโมโนเมอร์หลักเป็น Bis-phenol A diglycidyl ether dimethacrylate (BIS-GMA)³² ส่วนสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์คือ Teethmate F1[®] ซึ่งมีโมโนเมอร์หลักเป็น Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA)³³ ซึ่งเป็นโมโนเมอร์ที่มีความหนืดต่ำ (low viscosity monomer) และต่ำกว่า BIS-GMA ที่อาจมีผลต่อความหนืด และการไหลแผ่ของวัสดุตามหลุมและร่องฟัน จึงทำให้สารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์ Delton[®] ไหลแผ่ได้ดีกว่าสารพริกหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์ Teethmate F1[®] ทำให้ค่าการแทรกซึมของสีย้อมระหว่างเรซินที่ไม่มีฟลูออไรด์กับเรซินที่มีฟลูออไรด์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ ถึงแม้ผู้วิจัยจะพยายามควบคุมการศึกษาวินิจฉัย โดยให้ผู้ทำการพริกหลุมและร่องฟันเป็นคนละคนกับผู้วัดการแทรกซึมของสีย้อม แต่เนื่องจากสีของวัสดุพริกหลุมและร่องฟันทั้งสามชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน การควบคุมผู้วัดให้ถูกปกปิด (single blinding) อาจจะไม่สมบูรณ์

อย่างไรก็ตามคุณสมบัติเกี่ยวกับการเกิดรอยซึมเล็กน้อยของวัสดุเป็นข้อพิจารณาหนึ่งในการเลือกใช้สารพริกหลุมและร่องฟัน เนื่องจากรอยซึมเล็กน้อยตามขอบของสารพริกหลุมและร่องฟันสามารถเป็นทางผ่านของแบคทีเรีย ของเหลว โมเลกุล และไอออนต่าง ๆ³⁴ ทำให้เกิดฟันผุได้วัสดุพริกหลุมและร่องฟัน^{35,36} แต่ในทางปฏิบัติในคลินิกแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาร่วมในการเลือกใช้วัสดุด้วย เช่น ความแข็งแรง การยึดติดของวัสดุ ลักษณะกายวิภาคของฟัน การบูรณะเริ่มแรก ขั้นตอนการทำงาน เวลาที่ใช้ ความยากงานในการใช้งาน รวมถึงค่าใช้จ่าย และการศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดรอยซึมเล็กน้อยตามขอบของวัสดุพริกหลุมและร่องฟัน แต่อาจไม่สามารถเลียนแบบสภาวะช่องปาก และการใช้งานได้ทั้งหมด และอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น การ

ควบคุมความชื้น สภาวะอนามัยช่องปากของผู้ป่วย และความร่วมมือนของผู้ป่วยเป็นต้น ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเกิดรอยซึมเล็กน้อยตามขอบของวัสดุฟันหลุมและร่องฟันทั้ง 3 ชนิด รวมทั้งมีการศึกษาทางคลินิก เพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาในการเลือกใช้สารฟันหลุมและร่องฟันต่อไป

บทสรุป

สารฟันหลุมและร่องฟันกلاسไอโอโนเมอร์ มีการเกิดรอยซึมเล็กน้อยมากกว่าสารฟันหลุมและร่องฟันชนิดเรซินที่มีฟลูออไรด์และไม่มีฟลูออไรด์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนการศึกษาวินิจฉัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ รศ.ทพ.นำชัย สุขสันติสกุลชัย ที่ให้คำแนะนำข้อมูลทางสถิติ ขอขอบคุณ รศ.ดร.ทญ.เข็มพร กิจสรวงศ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการเตรียมบทความ และขอขอบคุณบุคลากรห้องปฏิบัติการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Bureau of Dental Health, Department of Health, Ministry of Public Health. The 7th National oral health survey in Thailand, 2012 .1st ed. Nonthaburi Thailand: Bureau of Dental Health, Department of Health, Ministry of Public Health; 2013.
2. Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24:393-414.
3. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Frigal R, Gooch B, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2008;139:257-68.
4. Harnirattisai C. Tooth coloured restorative materials; Resin composite, glass ionomer, polyacid modified resin composite, resin pit fissure sealants. In:Suchatlam pong C, Suputtamongkol K, Urapepon S, Kanchanasavita W, editors. Fundamental of dental biomaterials 1. Faculty of dentistry, Mahidol university; 2009.p. 141-157.(Thai Version)
5. Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent* 1976;4:199-206.

6. Morphis TL, Toumba KJ, Lygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent* 2000;10:90-8.
7. Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent* 1997;22:45-9.
8. Mejare I, Mjor IA. Glass ionomer cement and resin based fissure sealants: A clinical study. *Scand J Dent Res* 1990;98:345-50.
9. Seppa L, Forss H. Resistance of occlusal fissure to demineralization after loss of glass ionomer sealants *in vitro*. *Pediatr Dent* 1991;13:39-42.
10. Kupietzky A, Houpt M, Mellberg J, Shey Z. Fluoride exchange from glass ionomer restorations. *Pediatr Dent* 1994;16:340-5.
11. Karizen-Reuterving G, van Dijken JW. A 3 year follow up of glass ionomer cement and resin based fissure sealants. *ASDC J Dent Child* 1995;62:108-10.
12. Papacchini F, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Microtensile bond strength to ground enamel by glass-ionomers, resin-modified glass ionomers, and resin composites used as pit and fissure sealants. *J Dent* 2005;33:459-67.
13. Ashwin R, Arathi R. Comparative evaluation for microleakage between Fuji-VII glass ionomer cement and light-cured unfilled resin: A combined *in vivo in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2007;25:86-7.
14. Selecman JB, Owens BM, Johnson WW. Effect of preparation technique, fissure morphology, and material characteristics on the *in vitro* margin permeability and penetrability of pit and fissure sealants. *Pediatr Dent* 2007;29:308-14.
15. Vinay C, Prabhakar AR, Raju OS. Laser and visible light cured pit and fissure sealants-comparison of microleakage at enamel-sealant interface: an *in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2002;20:30-6.
16. Park K, Georgescu M, Scherer W, Schulman A. Comparison of shear strength, fracture patterns, and microleakage among unfilled, filled, and fluoride-releasing sealants. *Pediatr Dent* 1993;15:418-21.
17. Michalaki MG, Oulis CJ, Lagouvardos P. Microleakage of three different sealants on sound and questionable occlusal surfaces of permanent molars: an *in vitro* study. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010;11:26-31.
18. International organization for standardization. ISO/TS11405. Dental materials-Testing of adhesion to tooth structure 2003.
19. 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.

20. Yavuz I, Aydin H, Ulku R, Kaya S, Tumen C. A new method: measurement of microleakage volume using human, dog and bovine permanent teeth. *Electron J Biotechnol* 2006;9:8-17.
21. Titley KC, Chernecky R, Rossouw PE, Kulkarni GV. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Arch Oral Biol* 1998;43:305-11.
22. 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.
23. Gonzalez NAG, Kasim NHA, Aziz RD. Microleakage Teating. *Annals of Dentistry* 1997;4:31-7.
24. Fabianelli A, Pollington S, Davidson CL, Cagdiaco MC, Goracci C. The relevance of microleakage studies. *International Dentistry SA* 2007;9:64-74.
25. Ovrebö R, Raadal M. Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. *Scand J Dent Res* 1990;98:66-9.
26. Ganesh M, Shobha T. Comparative evaluation of the marginal sealing ability of Fuji Vll[®] and Concise[™] as pit and fissure sealants. *J Contemp Dent Pract* 2007;4:10-18.
27. Rirattanapong P, Vongsavan K, Surarit R. Microleakage of two fluoride-releasing pit and fissure sealants. *M Dent J* 2009;29:45-54.
28. Birkenfield LD, Schulman A. Enhanced retention of glass ionomer sealant by etching microleakage study. *Quintessence Int* 1999;30:712.
29. Williams B, Von Fraunhofer JA, Winter GB. Microleakage in fissure sealants as determined by dye penetration and zero resistance current measurement. *Br Dent J* 1975;139:23.
30. Buonocore MG, Matrin A, Gwinnett AJ. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch Oral Biol* 1968;13:61-70.
31. Staninec M, Mochizuki A, Tanizaki K, Jukuda K, Tsuchitani Y. Interfacial space, marginal leakage, and enamel cracks around composite resins. *Oper Dent* 1986;11:14-24.
32. Dentsply Canada Ltd. Material safety Data Sheet: Delton pit & fissure sealant. [document on website] [update 2005 March 16; cited 2016 Sep 24] Available from:HYPERLINK “ <http://www.dentsply.ca/media/c9761b00ca07a790f2d62a49e73cdfcsafety.pdf>.”
33. Kuraray American, Inc. Material safety data sheet: Teethmate F-1[®] (Opaque). [document on website] [update 2012 July 5; cited 2016 Sep 24] Available from:HYPERLINK “<http://www.Kuraraydental.com/msds/item/teethmate-f-1-opaque-msds-usa>.”
34. Askarizadeh N, Norouzi N, Nemati S. The effect of bonding agents on the microleakage of sealant following contamination with saliva. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2008; 26: 64-6.
35. Jensen OE, Handelman SL. Effect of an autopolymerizing sealant on viability of microflora in occlusal dental caries. *Scand J Dent Res* 1980; 88: 382-8
36. Jeronimus DJ, Till MJ, Sreen OB. Reduced viability of microorganisms under dental sealant. *J Dent Child* 1975;42:275-80.