บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

กลไกหลักที่ทำให้การเคลือบหลุมและร่องฟันมีประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุบนด้านบดเคี้ยวคือความสามารถในการยึดติดของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน การดัดแปลงเติมสารประกอบฟลูออไรด์ลงในวัสดุให้สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมา จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุมากขึ้น (Jensen และคณะ, 1990, Hicks และ Flaitz, 1992, 1998, 2000, Hicks, Flaitz และ Garcia-Godoy, 2000) เพราะฉะนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ทำการศึกษาแรงยึดเฉือนและการรั่วซึมของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์โดยเลือกใช้เฮลิโอซิลเอฟ ซึ่งเป็นวัสดุประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์ที่ได้รับการรับรองจากสมาคมทันตแพทย์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (ADA, 2002) และมีจำหน่ายในประเทศไทย เปรียบเทียบกับวัสดุประเภทเรซินไม่ผสมฟลูออไรด์ที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันคือ เฮลิโอซิล เพื่อให้วัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์กับวัสดุประเภทเรซินไม่ผสมฟลูออไรด์มีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกัน เฮลิโอซิลเอฟมีการดัดแปลงให้สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์โดยวิธีการเติมฟลูออโรซิลิเกทกลาส ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 องค์ประกอบของเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟ

Helioseal		Helioseal F	
Bis-GMA, TGDMA	> 97 %	Bis-GMA, TGDMA Urethane dimethacrylate	58.6 %
Titanium dioxide, Stabilizers, Catalysts	< 3 %	Fluorosilicate glass, Silicon dioxide	40.5 %
		Titanium dioxide, Stabilizers, Catalysts	< 1 %

ตอนที่ 1 การศึกษาแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน

ในการวิจัยเลือกใช้ฟันกรามถาวรซี่ที่ 3 ที่ตำแหน่งบริเวณกลางฟันด้านใกล้แก้มซึ่งได้ทำวิจัยนำร่องพบว่ามีพื้นที่ในแนวระนาบเพียงพอในการวางวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรจำนวน 2 ชิ้นได้ ซึ่งมีผลทำให้สภาพของผิวเคลือบฟันของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด นอกจากนี้ในตำแหน่งนี้พบว่ามีการสูญ

เสียผิวเคลือบฟันน้อยที่สุดภายหลังการขัดผิวเคลือบฟันให้เรียบเพื่อทดสอบแรงยึดเฉือน การทดสอบแรงยึดเฉือนของวัสดุกับผิวเคลือบฟันจะใช้ผิวเคลือบฟันทางด้านใกล้แก้มซึ่งไม่ใช่ด้านที่ใช้เคลือบหลุมและร่องฟันจริง เนื่องจากต้องทำผิวเคลือบฟันให้เรียบ อยู่ในแนวระนาบและไม่มีการเผยผึ่งของเนื้อฟัน จึงไม่สามารถใช้ด้านบดเคี้ยวซึ่งมีหลุมและร่องฟันมากเมื่อขัดให้เรียบอาจมีการเผยผึ่งของเนื้อฟันได้

ในการเตรียมชิ้นตัวอย่างจะฝังฟันลงในเรซินหล่อใสให้ระดับของผิวเคลือบฟันที่ทดสอบอยู่ระดับเดียวกับขอบท่อพลาสติกแต่อยู่เหนือระดับของเรซินหล่อใส เพื่อให้ขอบท่อพลาสติกเป็นแนวนำการเคลื่อนลงของใบมีดของเครื่องทดสอบสากลให้ลงระหว่างรอยยึดของผิวเคลือบฟันกับวัสดุพอดี และระดับของเรซินหล่อใสที่อยู่ต่ำกว่าระดับของผิวเคลือบฟันเพื่อป้องกันเรซินหล่อใสที่เป็นของเหลวสีใสไหลแผ่ขึ้นมาคลุมผิวเคลือบฟันที่ใช้ทดสอบซึ่งจะมีผลต่อค่าแรงยึดเฉือนที่ได้ และยังลดการปนเปื้อนของเรซินหล่อใสบนผิวเคลือบฟันในขั้นตอนการขัดชิ้นตัวอย่างที่ขัดผิวเคลือบฟันพร้อมขอบท่อพลาสติกเพื่อให้ผิวเคลือบฟันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร

การฉายแสงเพื่อให้วัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันแข็งตัว (Polymerization) ในการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ครั้งคือ ครั้งแรก 40 วินาทีในขณะที่วัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันอยู่ในแบบซิลิโคนและครั้งที่สอง 20 วินาทีหลังเอาแบบซิลิโคนออกแล้ว เพื่อให้วัสดุมีการแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ (Complete set) การฉายแสงครั้งแรก 40 วินาทีเนื่องจากการทดสอบแรงยึดเฉือนวัสดุมีความหนาถึง 2 มิลลิเมตร เพื่อให้ใบมีดของเครื่องทดสอบสากลวางได้ การฉายแสงซ้ำอีก 20 วินาทีหลังเอาซิลิโคนออกเนื่องจากแบบซิลิโคนมีความทึบแสงและหนาทำให้วัสดุด้านข้างและบริเวณยึดติดอาจไม่แข็งตัวเต็มที่ การใช้แบบซิลิโคนนี้จะต่างจากการทดลองอื่นที่นิยมใช้ท่อพลาสติกนำมาติดและยึดด้วยขี้ผึ้งซึ่งท่อพลาสติกอาจไม่ตั้งฉากกับผิวเคลือบฟันและมีการรั่วของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันออกนอกพื้นที่ของท่อพลาสติกทำให้ได้พื้นที่ยึดติดมากกว่าที่กำหนดและได้ค่าแรงยึดเฉือนมากขึ้นได้

การเปรียบเทียบค่าแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันจากการวิจัยต่างๆ ไม่สามารถทำได้โดยตรง เนื่องจากแต่ละการวิจัยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนการวิจัยแตกต่างกันเช่น ความเข้มข้นของสารละลายกรด เวลาที่ใช้กรดกัด ขนาดพื้นที่ของท่อพลาสติกสำหรับใส่วัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน เวลาฉายแสง และความเร็วใบมีดของเครื่องทดสอบสากล อย่างไรก็ดีค่าแรงยึดเฉือนของเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟจากการวิจัยครั้งนี้ก็สอดคล้องใกล้เคียงกับการวิจัยส่วนใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิจัยเกี่ยวกับแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันประเภทเรซิน

ผู้ศึกษา	วัสดุ	เวลากรดกัด (วินาที)	พื้นที่หน้าตัด ($มม.^2$)	เวลาฉายแสง (วินาที)	ความเร็วใบมีด (มม./นาที)	ค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือน (MPa ± SD)
การวิจัยครั้งนี้	Helioseal	30	7.07	60	0.5	15.52 ± 3.75
	Helioseal F	30	7.07	60	0.5	15.91 ± 5.18
Osorio และคณะ, 1996	Helioseal	20	ไม่แสดง	40	0.5	15.40 ± 4.80
	Delton	20	ไม่แสดง	40	0.5	17.60 ± 6.90
	Concise	20	ไม่แสดง	40	0.5	18.90 ± 7.80
	FluroShield	20	ไม่แสดง	40	0.5	31.50 ± 11.40
	Helioseal	60	ไม่แสดง	40	0.5	20.90 ± 3.60
	Delton	60	ไม่แสดง	40	0.5	22.30 ± 5.40
	Concise	60	ไม่แสดง	40	0.5	17.40 ± 5.40
	FluroShield	60	ไม่แสดง	40	0.5	31.10 ± 9.80
Garcia-Godoy และคณะ, 1996	Helioseal	30	5.25	20	0.5	18.74 ± 8.10
	Delton	30	5.25	20	0.5	14.59 ± 7.38
	Concise	30	5.25	20	0.5	16.50 ± 6.21
	PrismaShield	30	5.25	20	0.5	20.02 ± 6.03
	FluroShield	30	5.25	20	0.5	15.46 ± 5.33
	Helioseal	30	5.25	60	0.5	18.17 ± 6.59
	Delton	30	5.25	60	0.5	13.33 ± 5.96
	Concise	30	5.25	60	0.5	16.30 ± 5.32
	PrismaShield	30	5.25	60	0.5	16.65 ± 4.72
	FluroShield	30	5.25	60	0.5	20.80 ± 7.93
Marcushamer และคณะ, 1997	Helioseal	20	ไม่แสดง	40	1.0	14.00 ± 3.36
	Alphaseal	20	ไม่แสดง	40	1.0	13.51 ± 2.72
	Teethmate-F	20	ไม่แสดง	40	1.0	12.77 ± 4.35

จากผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนของเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟ มีค่า 15.52 ± 3.75 และ 15.91 ± 5.81 เมกกะปาสคาล ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติ แพร์ทีเทส พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Park และคณะ (1993) ที่ทดสอบแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันประเภทเรซินไม่ผสมฟลูออไรด์กับประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์ที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันคือ PrismaShield และ FluroShield พบว่าค่าแรงยึดเฉือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ในการทดสอบแรงยึดเฉือนของทั้ง 2 การทดลองจะทำการทดสอบหลังจากแช่วัสดุในน้ำกลั่น 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่พบว่าได้ปลดปล่อยฟลูออไรด์ส่วนใหญ่ไปแล้ว (Garcia-Godoy และคณะ, 1997) ดังนั้นจากทั้ง 2 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการดัดแปลงโดยการเติมเกลือโซเดียมฟลูออไรด์ของ FluroShield หรือการเติมฟลูออโรซิลิเกทกลาสของเฮลิโอซิลเอฟแล้วมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาในระยะแรกไม่มีผลกระทบต่อแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันทั้งสองชนิดนี้

ตอนที่ 2 การศึกษาการรั่วซึมของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน

วัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันต้องการการยึดติดแน่นสูง เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีพื้นที่ในการยึดเกาะให้มากที่สุด โดยวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันนี้จะยึดเกาะกับพื้นเอียงของปุ่มฟัน (Cuspal incline planes) มิใช่การไหลของวัสดุให้ถึงก้นหลุมและร่องฟัน (Xalabarde และคณะ, 1998) ความแนบสนิทของวัสดุกับผิวเคลือบฟันมีความสำคัญต่อความสำเร็จของวัสดุชนิดนี้ หากเกิดการรั่วซึมของวัสดุจะส่งผลให้เกิดฟันผุได้

การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้เฉพาะฟันกรามน้อยบนซึ่งแต่ละซี่จะมีหลุมและร่องฟันที่มีลักษณะคล้ายกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบลักษณะหลุมและความลึก และไม่เลือกใช้ฟันกรามน้อยล่างเนื่องจากมีพื้นเอียงด้านใกล้ลิ้นของปุ่มฟันด้านใกล้แก้ม (Lingual inclined plane of buccal cusp) มีลักษณะใหญ่และชันมาก ทำให้หลุมและร่องฟันตื้น การอ่านค่าการรั่วซึมไม่เหมาะสมจะเปรียบเทียบกับฟันกรามน้อยบน

การทดสอบการรั่วซึมในแต่ละการวิจัยมีวิธีการที่แตกต่างกันในรายละเอียดบางประการ เนื่องจากยังไม่มีวิธีมาตรฐานในการทดสอบการรั่วซึม ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกันได้ (Jensen และ Handelman, 1978) เช่น การเก็บชิ้นตัวอย่าง (Storage) การเตรียมหลุมและร่องฟันด้วยการขยายหรือไม่ (Enameloplasty) การผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิง ชนิดของสีย้อม เวลาในการแช่สีย้อม กำลังขยายของกล้องสเตอริโอไมโครสโคป และเกณฑ์การให้คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 14 และ 15

การเก็บชิ้นตัวอย่างมีวิธีการเก็บและเวลาในการแช่ต่างกันในหลายการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้หลังจากทาวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันและฉายแสงเรียบร้อยแล้ว แช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิง ซึ่งในช่วงเวลานี้จะมีการดูดน้ำของเรซินและวัสดุเกิดการขยายตัว จะทำให้เกิดความแนบสนิทของวัสดุมากยิ่งขึ้น (Crim และ Garcia-Godoy, 1987; Retief, 1991) ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Xalabarde และคณะ (1998) หลังจากเตรียมวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันเรียบร้อยแล้ว นำไปผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิงในทันที หรือในการศึกษาของ Hatibovic-Kofman และคณะ (1998) หลังจากเตรียมวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันเรียบร้อยแล้ว จะแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันก่อนนำไปผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิง ในประเด็นที่เกี่ยวกับการเก็บชิ้นตัวอย่างนี้ Crim และ Garcia-Godoy (1987) ทำการทดลองพบว่าระดับการรั่วซึมที่เกิดขึ้นเมื่อนำชิ้นตัวอย่างผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิงทันทีหรือเก็บชิ้นตัวอย่าง

แช่น้ำกลั่น 24 ชั่วโมงก่อนจึงนำไปผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิงจะจำลองสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่องปาก TISI (1994) แนะนำให้แช่ในอุณหภูมิ 5 สลับกับ 55 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ โดยแช่ในแต่ละอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 20 วินาที ในการวิจัยนี้เลือกใช้อุณหภูมิและจำนวนรอบในการแช่ตาม TISI (1994) แต่เลือกใช้เวลาการแช่เป็น 30 วินาที เนื่องจากเวลา 30 วินาทีจะทำให้ผิวเคลือบฟันมีอุณหภูมิเสมอกันก่อนแช่อุณหภูมิอื่นต่อไป หากใช้เวลาในการแช่น้อยกว่านี้จะทำให้ผิวเคลือบฟันและวัสดุหดและขยายตัวไม่เต็มที่ (Brown และคณะ, 1972) ส่วนจำนวนรอบที่ใช้ในการทดสอบมีได้ตั้งแต่ 1 ถึง 2500 รอบ (Kidd, 1976) การทดลองของ Crim และ Garcia-Godoy (1987) พบว่าระดับการรั่วซึมที่เกิดขึ้นเมื่อนำชิ้นตัวอย่างผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิงจำนวน 100 รอบและจำนวน 1500 รอบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เกณฑ์การให้คะแนนการรั่วซึม มีหลายลักษณะเช่น แบ่งเป็นระดับ วัดเป็นมิลลิเมตร หรือการแบ่งเป็นรั่วแต่ละด้าน เป็นต้น การแบ่งการรั่วซึมเป็นระดับเองก็มีการแบ่งอีกหลายแบบ เช่น แบ่งเป็นระดับ 0-2 คือ ระดับ 0 (ไม่มีการรั่วซึม) ระดับ 1 (มีการรั่วซึมที่ผนังของหลุมและร่องฟัน) ระดับ 2 (มีการรั่วซึมถึงก้นหลุมและร่องฟัน) (Cooley และคณะ, 1990) การแบ่งเป็นระดับ 0-3 คือ ระดับ 0 (ไม่มีการรั่วซึม) ระดับ 1 (มีการรั่วซึมน้อยกว่าครึ่งของระยะทางของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน) ระดับ 2 (มีการรั่วซึมมากกว่าครึ่งของระยะทางของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน) ระดับ 3 (มีการรั่วซึมถึงก้นหลุมและร่องฟัน) (Ovrebo และ Raadal, 1990, Park และคณะ, 1993, Salama และ Al-Hammad, 2002) การแบ่งเป็นระดับแบบนี้เป็นการแบ่งแบบหยาบ ๆ และการรั่วของสีย้อมอาจจะรั่วอยู่เฉพาะส่วนบน ๆ ของแต่ละระดับ การวัดการรั่วซึมของสีย้อมเป็นมิลลิเมตร (Xalabarde และคณะ, 1998, กมนพรและคณะ, 2000) การวัดในลักษณะนี้ได้ค่าที่ละเอียดขึ้นแต่ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากแต่ละหลุมและร่องฟันมีความลึกไม่เท่ากัน การแบ่งเป็นรั่วแต่ละด้านของด้านใกล้กลางด้านไกลกลางฟัน เช่น ระดับ 1 (รั่วด้านใกล้กลางหรือด้านไกลกลาง) ระดับ 2 (รั่วด้านใกล้กลางและด้านไกลกลาง) ระดับ 3 (รั่วด้านใกล้กลางถึงก้นหลุมและร่องฟันหรือด้านไกลกลางถึงก้นหลุมและร่องฟัน) ระดับ 4 (รั่วด้านใกล้กลางและด้านไกลกลางถึงก้นหลุมและร่องฟัน) (Theodoridou-pahini และคณะ, 1996) การแบ่งแบบนี้ไม่สามารถบอกถึงความรุนแรงหรือความลึกของสีย้อมได้ เพราะฉะนั้นในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้การรายงานผลการรั่วซึมเป็นร้อยละของระยะทางของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน ซึ่งจะสามารถบอกถึงความรุนแรงของการรั่วซึมได้ดีขึ้น อย่างไรก็ดีพบว่าการรั่วซึมมีแนวโน้มไปในทาง

เดียวกันคือ พบจำนวนตัวอย่างที่ไม่รั่วซึมหรือรั่วซึมน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 50) ในปริมาณที่มาก และพบจำนวนตัวอย่างที่รั่วซึมมากหรือรั่วซึมถึงก้นหลุมและร่องฟันในปริมาณที่น้อย ดังแสดงในตารางที่ 14 และ 15

ตารางที่ 14 การวิจัยเกี่ยวกับการรั่วซึมของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันเรซินประเภทไม่มีการเติมวัสดุอัดแทรก

ผู้ศึกษา	วัสดุ	เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (รอบ/°C/°C)	ร้อยละ/สีย้อม/เวลาแช่	กำลังขยาย (เท่า)	จำนวนตัวอย่างการรั่วซึม (%)
การวิจัยครั้งนี้	Helioseal	500/5/55	1 % เมทิลลีนบลู 24 ชั่วโมง	40	ระดับ 0 ไม่รั่ว 20 % ระดับ 1 รั่ว < 50% 54 % ระดับ 2 รั่ว > 50% 13 % ระดับ 3 รั่ว 100% 13 %
Cooley และคณะ, 1990	Helioseal	800/6/60	5 % เมทิลลีนบลู 4 ชั่วโมง	10	ระดับ 0 ไม่รั่ว 100 % ระดับ 1 รั่ว 0 % ระดับ 2 รั่วถึงก้นหลุม 0 %
Ovrebo และคณะ, 1990	Concise	25/5/60	0.5 % เมทิลลีนบลู	4	ระดับ 0 ไม่รั่ว 93 % ระดับ 1 รั่ว < 50% 7 % ระดับ 2 รั่ว > 50% 0 % ระดับ 3 รั่ว 100% 0 %
Xalabarde และคณะ, 1998	Delton	ไม่ทำ	2 % เบสิกฟุชซิน 24 ชั่วโมง	ไม่แสดง	ระดับ 0 ไม่รั่ว 70 % ระดับ 1 รั่ว < 0.5มม. 0 % ระดับ 2 รั่ว 0.5-1.0 มม. 0 % ระดับ 3 รั่ว 1.0-1.5 มม. 30%
	Delton	500/5/55		ไม่แสดง	ระดับ 0 ไม่รั่ว 60 % ระดับ 1 รั่ว < 0.5 มม. 20 % ระดับ 2 รั่ว 0.5-1.0 มม. 0 % ระดับ 3 รั่ว 1.0-1.5 มม. 20%

ตารางที่ 14(ต่อ) การวิจัยเกี่ยวกับการรั่วซึมของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันเรซินประเภทไม่มีการเติมวัสดุอัดแทรก

ผู้ศึกษา	วัสดุ	เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (รอบ/°C/°C)	ร้อยละ/สีย้อม/เวลาแช่	กำลังขยาย (เท่า)	จำนวนตัวอย่างการรั่วซึม (%)
กมนพรและคณะ, 2000	Delton	200/5/55	2 % เบสิกฟุชชิน 48 ชั่วโมง	10	ระดับ 0 ไม่รั่ว 57.14% ระดับ 1 รั่ว < 0.5 มม. 10.71% ระดับ 2 รั่ว 0.5-1 มม. 17.86% ระดับ 3 รั่ว 1-1.5 มม. 10.71% ระดับ 4 รั่ว > 1.5 มม. 3.57%
	Concise	200/5/55		10	ระดับ 0 ไม่รั่ว 56.67% ระดับ 1 รั่ว < 0.5 มม. 0 % ระดับ 2 รั่ว 0.5-1 มม.13.33 % ระดับ 3 รั่ว 1-1.5 มม. 20 % ระดับ 4 รั่ว > 1.5 มม. 10 %

ตารางที่ 15 การวิจัยเกี่ยวกับการรั่วซึมของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันเรซินประเภทที่มีการเติมวัสดุอัดแทรก

ผู้ศึกษา	วัสดุ	เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (รอบ/°C/°C)	ร้อยละ/สีย้อม/เวลาแช่	กำลังขยาย (เท่า)	จำนวนตัวอย่างการรั่วซึม (%)
การวิจัยครั้งนี้	Helioseal F	500/5/55	1 % เมทิลลีนบลู 24 ชั่วโมง	40	ระดับ 0 ไม่รั่ว 27 % ระดับ 1 รั่ว < 50% 53 % ระดับ 2 รั่ว > 50% 13.3 % ระดับ 3 รั่ว 100% 6.7 %
Cooley และคณะ, 1990	FluroShield	800/6/60	5 % เมทิลลีนบลู 4 ชั่วโมง	10	ระดับ 0 ไม่รั่ว 77 % ระดับ 1 รั่ว 13 % ระดับ 2 รั่วถึงก้นหลุม 10 %
Park และคณะ, 1993	FluroShield	500/5/55	0.5 % เบสิกฟุชซิน	100	ระดับ 0 ไม่รั่ว 93 % ระดับ 1 รั่ว < 50% 7 % ระดับ 2 รั่ว > 50% 0 % ระดับ 3 รั่ว 100% 0 %
	PrismaShield	500/5/55		100	ระดับ 0 ไม่รั่ว 100 % ระดับ 1 รั่ว < 50% 0 % ระดับ 2 รั่ว > 50% 0 % ระดับ 3 รั่ว 100% 0 %
Xalabarde และคณะ, 1998	PrismaShield	ไม่ทำ	2 % เบสิกฟุชซิน 24 ชั่วโมง	ไม่แสดง	ระดับ 0 ไม่รั่ว 90 % ระดับ 1 รั่ว < 0.5มม 0 % ระดับ 2 รั่ว 0.5-1.0 มม. 0 % ระดับ 3 รั่ว 1.0-1.5 มม. 10%
	PrismaShield	500/5/55		ไม่แสดง	ระดับ 0 ไม่รั่ว 60 % ระดับ 1 รั่ว < 0.5มม. 40 % ระดับ 2 รั่ว 0.5-1.0 มม. 0 % ระดับ 3 รั่ว 1.0-1.5 มม. 0%
Hatibovic-Kofman และคณะ, 1998	PrismaShield	2000/6/47	1 % เมทิลลีนบลู 24 ชั่วโมง	4	ระดับ 0 ไม่รั่ว 47 % ระดับ 1 รั่ว < 50% 47 % ระดับ 2 รั่ว > 50% 5 % ระดับ 3 รั่ว 100% 0 %

จากผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยการรั่วซึมของเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟ มีค่าร้อยละ 36.33 ± 32.24 และ 26.40 ± 31.29 ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติ ทีเทส พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Park และคณะ (1993) ที่ทดสอบการรั่วซึมของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันประเภทเรซินไม่ผสมฟลูออไรด์กับประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์ที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันคือ PrismaShield และ FluroShield พบว่าการรั่วซึมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบการรั่วซึมวัสดุจะผ่านขบวนการเทอร์โมไซคลิง ซึ่งช่วงเวลานี้พบว่าเฮลิโอซิลเอฟและฟลูโรซีลด์ได้มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ส่วนใหญ่ไปแล้ว ดังนั้นการดัดแปลงโดยการเติมฟลูออโรซิลิเกทกลาสของเฮลิโอซิลเอฟและการเติมเกลือโซเดียมฟลูออไรด์ของฟลูโรซีลด์แล้วมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ส่วนใหญ่ออกมาในระยะแรกไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติการรั่วซึมของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันทั้งสองชนิดนี้

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าทั้งเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟ มีค่าเฉลี่ยการรั่วซึมประมาณ 1 ใน 3 ของระยะทางของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟัน ซึ่งบริเวณที่มีการรั่วซึมนี้อาจมีการสึกตามธรรมชาติหรือแตกหักหลุดไปได้และยังเหลือบริเวณที่มีการยึดติดแน่นอยู่อีก 2 ใน 3 ของระยะทางของวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันที่จะสามารถยึดติดอยู่และป้องกันฟันผุของหลุมและร่องฟันได้ อย่างไรก็ดีในส่วนที่เกิดการรั่วซึมก็อาจจะทำให้เกิดฟันผุข้างใต้ได้ ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์ที่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมายังผิวเคลือบฟันข้างเคียงหรือข้างใต้ได้ซึ่งการวิจัยส่วนใหญ่ทดลองแล้วพบว่าจะสามารถช่วยป้องกันหรือลดความลึกของรอยผุรอบ ๆ วัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันได้มากยิ่งขึ้น น่าจะมีประโยชน์ในการลดความเสี่ยงในการผุที่บริเวณที่เกิดการรั่วซึมเหล่านี้ (Hicks และ Flaitz, 1992, 1998, 2000, Hicks, Flaitz และ Garcia-Godoy, 2000)

การวิจัยนี้พบว่าเฮลิโอซิลเอฟมีคุณสมบัติแรงยึดเฉือนและการรั่วซึมไม่แตกต่างจากเฮลิโอซิล การวิจัยเกี่ยวกับอัตราการยึดติดของเฮลิโอซิลเอฟแม้จะมีไม่มาก พบว่ามีอัตราการยึดติดที่สูง ดังแสดงในรายงานของ Koch และคณะ (1997) และ Vrbic (1999) การวิจัยเกี่ยวกับผลของฟลูออไรด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากวัสดุประเภทนี้สามารถช่วยป้องกันหรือลดการผุของฟันที่บริเวณใกล้เคียงหรือใต้วัสดุได้ (Hicks และ Flaitz, 1992, 1998, 2000, Hicks, Flaitz และ Garcia-Godoy, 2000) ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้เฮลิโอซิลเอฟซึ่งเป็นวัสดุเคลือบหลุมและร่องฟันประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเคลือบหลุมและร่องฟันในการป้องกันฟันผุเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการเคลือบหลุมและร่องฟัน

สรุปผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบแรงยึดเฉือนระหว่างเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟ ค่าแรงยึดเฉือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2. การเปรียบเทียบการรั่วซึมระหว่างเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟ ค่าการรั่วซึมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบแรงยึดเฉือนและการรั่วซึม ขั้นตอนการแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อาจมีการปรับเปลี่ยนเป็นแช่นานมากกว่า 24 ชั่วโมงเป็น 7 หรือ 30 วันเพื่อให้มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาเกือบทั้งหมดก่อนค่อยนำไปทดสอบว่าการปลดปล่อยฟลูออไรด์มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของวัสดุหรือไม่

2. การทดสอบการรั่วซึมมักนิยมใช้ฟันกรามน้อยที่ต้องถอนเนื่องจากการจัดฟัน อาจทำการเคลือบหลุมและร่องฟันด้วยวัสดุประเภทเรซินผสมฟลูออไรด์และประเภทเรซินไม่ผสมฟลูออไรด์ในช่องปากก่อนเป็นเวลาตามที่กำหนดแล้วจึงถอนฟันออกมาดูการรั่วซึมต่อไป เพื่อให้ฟันและวัสดุอยู่ในสภาพจริงในช่องปาก

3. การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ เป็นการจำลองสภาวะในช่องปากในการทดสอบคุณสมบัติการยึดติดของวัสดุ จึงควรมีการทดสอบทางคลินิกเกี่ยวกับอัตราการยึดติดเปรียบเทียบระหว่างเฮลิโอซิลและเฮลิโอซิลเอฟที่ติดตามผลในระยะยาว เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงประโยชน์ของการเคลือบหลุมและร่องฟันด้วยเฮลิโอซิลเอฟ