บทที่ 5
อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และสรุปผลการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาในห้องปฏิบัติการนี้ทำเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการลดระยะเวลาการกัดด้วยกรดในการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุระยะเริ่มแรกในฟันกรามน้อยถาวร โดยมีข้อสมมุติฐานว่าผิวเคลือบฟันที่มีรอยผุระยะเริ่มแรกจะมีรูพรุนมากกว่าผิวเคลือบฟันปกติ เป็นผลให้น่าจะใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดน้อยลง

การวิจัยนี้ทำการทดสอบโดยให้มีมาตรฐานในการทดสอบตามข้อกำหนดของ International Organization for Standardization [ISO] (ISO/TR 11405, 1994; ISO/TS 11405, 2003) ซึ่งได้กำหนดให้ทดสอบบนผิวเคลือบฟันที่เรียบ เป็นระนาบและอยู่ในชั้นเคลือบฟันเท่านั้น จากการวิจัยนำร่องพบว่าเมื่อขัดผิวฟันให้เรียบและเป็นมันจนคล้ายผิวเคลือบฟันปกติแล้ว บริเวณด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยถาวรจะยังมีเคลือบฟันเหลืออยู่มากและมีพื้นที่ในแนวระนาบเพียงพอสำหรับการสร้างรอยผุจำลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรได้ โดยมีผิวเคลือบฟันที่ถูกขัดออกไปน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าฟันที่มีรอยผุและรอยร้าว จะมีช่องทางให้สารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุซึมผ่านเข้าไปได้ลึกกว่าฟันที่มีผิวเคลือบฟันปกติ ซึ่งอาจทำให้บริเวณรอยผุหรือรอยร้าวนั้น มีความลึกของรอยผุจำลองมากกว่าปกติได้ อีกทั้งเนื่องจากการทดสอบในบริเวณที่ต่างกันของฟัน อาจมีผลให้ได้ค่าแรงยึดเฉือนต่างกันได้ (ISO, 1994; 2003) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกทดสอบที่บริเวณด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยถาวรที่มีผิวเคลือบฟันปกติทั้งหมด

ในการเตรียมชิ้นตัวอย่างเพื่อสร้างรอยผุจำลองตามการศึกษาของ White (1987) จะต้องขัดผิวเคลือบฟันให้เรียบมันและเป็นระนาบ โดยจากการวิจัยนำร่องพบว่าเมื่อดูด้วยตาเปล่าและส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากเครื่องวัดความแข็งผิว (microhardness tester) กำลังขยาย 200 เท่า ผิวชิ้นตัวอย่างที่ได้จะมีความมันวาวคล้ายผิวเคลือบฟันปกติ แต่อย่างไรก็ตามพื้นผิวที่ถูกขัดนั้น จะยังเป็นพื้นผิวที่ต่างจากผิวเคลือบฟันจริงในช่องปาก ซึ่งมีความโค้งไปตามรูปร่างของฟัน (Fox, McCabe, และ Buckley, 1994) นอกจากนี้ระดับของแร่ธาตุต่างๆ รวมถึงปริมาณฟลูออไรด์บริเวณผิวเคลือบฟันชั้นนอก ยังมีความแตกต่างจากชั้นในอีกด้วย (Jenkins, 1978 อ้างถึงใน Fox, McCabe, และ Buckley, 1994)

การเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบโดยให้ผิวเคลือบฟัน ผิวเรซินหล่อใส และขอบของท่อพลาสติกอยู่ในระดับเดียวกันนั้น เพื่อให้เกิดเป็นแนวระนาบนำการเคลื่อนของใบมีดของเครื่องทดสอบสากล ให้ลงระหว่างรอยยึดของผิวเคลือบฟันกับวัสดุพอดี และเพื่อไม่ให้มีส่วนใดๆของชิ้นตัวอย่างยื่นออกมาขัดขวางการเคลื่อนของใบมีด ซึ่งจะมีผลต่อค่าแรงยึดเฉือนที่ได้

ความลึกของรอยผุจำลองที่ใช้ในการศึกษาการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุระยะเริ่มแรกนี้ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อค่าแรงยึดเฉือนที่ได้ ถ้ารอยผุจำลองมีความลึกน้อยกว่าความยาวของเรซินแทก ซึ่งมีค่าประมาณ 40 – 60 ไมโครเมตร (Davila และคณะ, 1975) อาจทำให้วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันสามารถแทรกซึมผ่านรอยผุลงมาจนยึดติดกับเคลือบฟันปกติที่อยู่ข้างใต้รอยผุได้ มีผลให้กำลังแรงยึดเฉือนที่ได้เป็นค่าที่เกิดจากการยึดติดของวัสดุกับทั้งรอยผุจำลองและเคลือบฟันปกติ ซึ่งการที่มีส่วนของวัสดุยึดติดกับเคลือบฟันปกตินี้จะส่งผลให้ได้ค่าแรงยึดเฉือนที่สูงขึ้นได้ ในงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ความลึกของรอยผุจำลองที่ใช้ศึกษามีความลึก 60 ไมโครเมตรขึ้นไป ในขั้นตอนการสร้างรอยผุจำลองระยะเริ่มแรกโดยแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุนั้น พบว่ารอยผุจำลองที่ได้มีสีขาวขุ่นอย่างสม่ำเสมอ ทึบแสง และมีผิวเรียบ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ White (1987) ซึ่งพบว่าการแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายดังกล่าวจะทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุในบริเวณใต้ผิวเคลือบฟัน โดยที่ผิวชั้นนอกไม่ถูกกัดกร่อนไป ทำให้เกิดรอยผุจำลองที่มีลักษณะคล้ายกับรอยผุเริ่มแรกตามธรรมชาติ

หลักในการยึดติดของวัสดุประเภทเรซินเป็นการยึดแบบเชิงกล โดยการใช้กรดกัดเพื่อทำความสะอาดผิวเคลือบฟัน ทำให้ผิวเคลือบฟันเปียกและเกิดรูพรุนขนาดเล็ก ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสในการยึดติดกับวัสดุ เมื่อสารเรซินแทรกซึมเข้าไปในรูพรุนและเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์จะเกิดเป็นเรซินแทก ช่วยให้เกิดการยึดติดของวัสดุบนผิวเคลือบฟันได้ดี (Buonocore, Matsui, และ Gwinnett, 1968; Retief, 1973; Silverstone, 1974; Silverstone, 1983; Noort, 1994; Meerbeek และคณะ, 2001; O'Brien, 2002)

การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องปลายประการ ได้แก่ ชนิด ความเข้มข้นและรูปแบบของกรดที่ใช้ ระยะเวลาการกัดด้วยกรด ระยะเวลาการล้างกรด และวิธีการทากรด นอกจากนี้ยังขึ้นกับสภาวะของผิวเคลือบฟัน ส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างของปริซึม ผิวเคลือบฟันนั้นเป็นฟันถาวรหรือฟันน้ำนม และเป็นผิวเคลือบฟันที่มีการคืนกลับของแร่ธาตุหรือมีการสูญเสียแร่ธาตุ (Meerbeek และคณะ, 2001) สำหรับผิวเคลือบฟันปกติ

โดยทั่วไป มีผู้แนะนำให้ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 30 – 40 (Silverstone, 1974; Gali และ Wright, 1979; Silverstone, 1983; Meerbeek และคณะ, 2001) กัดผิวเคลือบฟันปกติเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที และล้างน้ำไม่น้อยกว่า 20 วินาที (Noort, 1994) หรือล้างน้ำประมาณ 5 – 10 วินาที (Meerbeek และคณะ, 2001) จะทำให้เกิดผิวเคลือบฟันที่เหมาะสมในการยึดติดกับวัสดุ

งานวิจัยนี้ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 35 ซึ่งเป็นกรดที่มากับชุดของวัสดุที่เลือกใช้ โดยแต่ละกลุ่มใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลานาน 5 วินาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สั้นที่สุด เนื่องจากรอยผุระยะเริ่มแรกเป็นผิวเคลือบฟันปกติที่ถูกกรดกัดไปแล้วในช่วงระยะเวลาหนึ่ง มีปริมาตรรูพรุนมากกว่าเคลือบฟันปกติอยู่แล้ว จึงเป็นบริเวณที่สามารถเกิดการแทรกซึมของวัสดุได้ (Rodda, 1983) และ Gray และ Shellis (2002) ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าการใช้กรดกัดผิวรอยผุจำลองนานเพียง 5 วินาที จะไม่ทำให้เกิดการทำลายพื้นผิวของรอยผุ และจะสามารถทำให้วัสดุประเภทเรซินแทรกซึมเข้าในรอยผุจำลองได้ไม่แตกต่างจากการใช้กรดกัดผิวรอยผุนาน 10 วินาที ซึ่งพบว่าทำให้ผิวรอยผุถูกทำลายและเกิดการแตกหัก และนอกจากนี้ยังเคยมีผู้ศึกษาการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันปกติในระยะเวลาดังกล่าว แต่ผลการศึกษายังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน (Gilpatrick, Ross และ Simonsen, 1991; Gilpatrick, Kaplan และ Roach, 1994; Olsen และคณะ, 1996; Hughes, Kerr และ Powers, 2003) ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้ระยะเวลานาน 15 วินาที ตามข้อแนะนำของ ADA (1997) สำหรับการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันปกติ กลุ่มทดลองที่ 3 ใช้ระยะเวลานาน 30 วินาที ตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (DENSPLY Preventive Care, York, PA, USA) และกลุ่มทดลองที่ 4 กำหนดให้ใช้ระยะเวลานาน 60 วินาที ตามคำแนะนำในอดีต (Davila และคณะ, 1975; Silverstone, Hicks และ Featherstone, 1988; van Dorp และ ten Cate, 1987) ซึ่งจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าลักษณะของผิวเคลือบฟันบริเวณรอยผุระยะเริ่มแรกภายหลังถูกกรดกัดนาน 60 วินาที จะมีโครงสร้างของผิวหน้า ที่เรียบ ต่อเนื่องและมีรูปแบบของผิวเคลือบฟันคล้ายการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันปกติ (Silverstone, Hicks และ Featherstone, 1988) และจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเรืองแสง พบว่ามีระดับความเปลี่ยนแปลงของผิวเคลือบฟันภายหลังถูกกรดกัดคล้ายกับผิวเคลือบฟันปกติเช่นกัน (Hicks และ Silverstone, 1984; Silverstone, Hicks และ Featherstone, 1988)

การเพิ่มระยะเวลาการกัดด้วยกรด จะทำให้เพิ่มความลึกในการละลายของเคลือบฟัน โดยจากการศึกษาของ Legler, Retief และ Bradley (1990) พบว่าเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37 กัดผิวเคลือบฟันนาน 15, 30, และ 60 วินาที จะมีค่าความลึกในการละลายของผิวเคลือบฟันเท่ากับ 8.8 ± 1.1, 16.4 ± 2.2, และ 28 ± 5.1 ตามลำดับ

เนื่องจากค่าแรงยึดเฉือนเป็นค่าที่คำนวณมาจากแรงเฉือนต่อหน่วยพื้นที่ (Newton / m.m.^{2}) การจำกัดพื้นที่บริเวณที่ทำการศึกษาให้มีความเท่ากันในทุกชิ้นตัวอย่างจึงมีความสำคัญต่อค่าแรงยึดเฉือนที่ได้ และเนื่องจากวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีการแทรกซึมได้ดี (Brauer, 1978; Anusavice, 1996) ทำให้มีโอกาสที่วัสดุจะรั่วซึมออกไปนอกขอบของแบบหล่อ ซึ่งจะมีผลต่อขนาดพื้นที่ในการทดสอบได้ ในการวิจัยนี้ควบคุมขนาดพื้นที่โดยใช้เทปกาวสองหน้าชนิดบางเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุรั่วซึมออกมานอกบริเวณที่ต้องการศึกษา (ISO, 1994; 2003) โดยเทปกาวสองหน้าจะติดอยู่กับแบบหล่อที่ทำจากซิลิโคนและมีรูขนาดเท่ากัน จากนั้นจึงกดแบบหล่อให้แนบสนิทไปกับผิวเคลือบฟันที่เตรียมไว้ การเตรียมชิ้นตัวอย่างโดยใช้แบบหล่อลักษณะนี้ จะทำให้ได้แท่งวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันขนาดตามที่ต้องการ มีผิวเรียบและตั้งฉากกับผิวเคลือบฟัน ซึ่งต่างจากการใช้แบบหล่อที่ทำจากเทปกาวสองหน้าชนิดหนานำมาเจาะรู หรือการใช้ท่อพลาสติกและยึดกับผิวเคลือบฟันด้วยขี้ผึ้งหรือกาว เนื่องจากอาจได้แท่งวัสดุที่เอียง ไม่ตั้งฉากกับผิวเคลือบฟัน และมีการรั่วซึมของวัสดุออกนอกพื้นที่ที่ต้องการ ทำให้ได้พื้นที่ในการยึดติดมากกว่าที่กำหนด ซึ่งจะทำให้ได้ค่าแรงยึดเฉือนมากขึ้นได้ นอกจากนี้การใช้แบบหล่อที่ทำจากเทปกาวสองหน้าชนิดหนานำมาเจาะรู จะทำให้ได้แท่งวัสดุที่มีผิวขรุขระไปตามผิวของเนื้อเทปโฟม ซึ่งมีรูพรุน

ถึงแม้ว่าจะมีการควบคุมขนาดของพื้นที่ด้วยเทปกาวสองหน้าชนิดบางก็ตาม แต่ภายหลังการนำแบบหล่อออกจากชิ้นตัวอย่าง พบว่าชิ้นตัวอย่างจำนวนหนึ่งมีรอยรั่วซึมของวัสดุออกมานอกขอบของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ซึ่งอาจเกิดจากการกดแบบหล่อได้ไม่แนบสนิทกับผิวของชิ้นตัวอย่าง หรืออาจเกิดจากผิวของชิ้นตัวอย่างไม่เรียบ มีรอยลอกหลุดของยาทาเล็บ ทำให้มีผลต่อความแนบสนิทของเทปกาวสองหน้าได้ ร่องรอยการรั่วซึมของวัสดุนี้จะมีขอบเขตที่สังเกตได้อย่างชัดเจน เนื่องจากผิวรอยผุในบริเวณนั้นจะไม่เป็นสีขาวขุ่นและทึบแสงดังเช่นลักษณะปกติของรอยผุจำลอง แต่จะมีลักษณะคล้ายผิวรอยผุที่เปียกน้ำ เนื่องจากการแทรกซึมของวัสดุเข้าไปในรูพรุนของรอยผุ ทำให้บริเวณนั้นมีการหักเหของแสงแตกต่างจากผิวรอยผุจำลอง อย่างไรก็ตามชิ้นตัวอย่างที่วัสดุมีการรั่วซึมดังกล่าว จะถูกตัดออกจากการวิจัย ความผิดพลาดในการเตรียมชิ้นตัวอย่างที่เกิดขึ้นอีกกรณีหนึ่ง คือการวางแบบหล่อของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันไม่

อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของรอยผุจำลอง ทำให้แท่งวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ได้มีขอบชิดกับขอบหน้าต่างด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งอาจมีผลให้วัสดุมีการยึดติดกับผิวเคลือบฟันปกติในบริเวณนอกขอบหน้าต่างได้ ชิ้นตัวอย่างที่มีข้อผิดพลาดลักษณะนี้จะถูกตัดออกจากการวิจัยเช่นกัน

วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ DELTON® Pit and fissure sealant – light cure – clear ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความหนืดต่ำและมีสัมประสิทธิ์ของการแทรกซึมสูงประมาณ 10.0 เซนติเมตรต่อวินาที (Bayne และ Tayler, 1995; O'Brien, 2002) เนื่องจากในการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบริเวณรอยผุระยะเริ่มแรกเพื่อป้องกันการลุกลามของรอยผุนั้นแนะนำให้ใช้วัสดุประเภทเรซินที่มีความหนืดต่ำ (Mount และ Ngo, 2000) ค่าสัมประสิทธิ์ของการแทรกซึม(penetration coefficient) จะมีความสัมพันธ์กับความหนืดของวัสดุ ความตึงผิว (surface tension) และมุมสัมผัส (contact angle) โดยวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการแทรกซึมสูง จะมีความหนืดต่ำ ความตึงผิวสูง และมุมสัมผัสต่ำ ซึ่งหมายถึงวัสดุนั้นทำให้เกิดการเปียกของพื้นผิวได้ดี สามารถแทรกซึมเข้าในหลุมร่องฟันและรูพรุนของผิวเคลือบฟันที่ถูกกรดกัดได้ดี (Fan, Seluk และ O'Brien, 1974; Smith, 1982; Irinoda และคณะ, 2000; O'Brien, 2002)

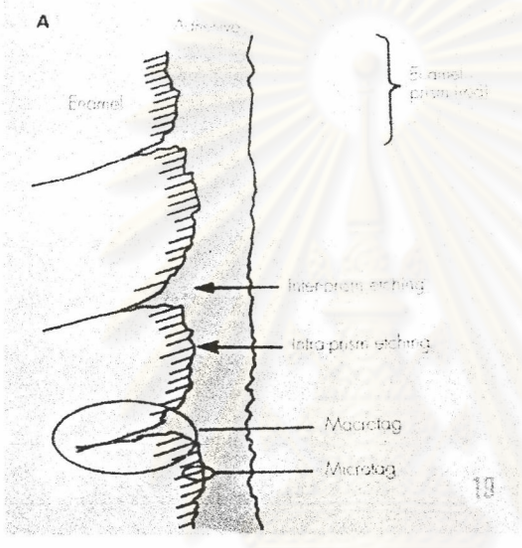
ในขั้นตอนการเติมวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันลงในแบบหล่อ จะทำภายในระยะเวลา 5 วินาที เพื่อควบคุมให้แต่ละชิ้นตัวอย่างมีระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงใกล้เคียงกันมากที่สุด เนื่องจากระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความยาวของเรซินแทกและค่าแรงยึดเฉือน โดย Chosack และ Eidelman (1988) พบว่าการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนฟันถาวร โดยมีระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงต่างกัน 0.5, 5, 10 และ 20 วินาที จะมีความยาวเฉลี่ยของเรซินแทกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสง ความยาวเฉลี่ยในกลุ่มระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสง 20 วินาทีจะยาวกว่ากลุ่มอื่นๆประมาณ 3 เท่า และการศึกษาของ Kersten, Lutz และ Schupbach (2000) พบว่าการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันโดยมีระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงนาน 20 วินาที ร่วมกับการใช้อัลตราซาวด์ (ultrasound) ในขณะใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันและทำให้ผิวฟันแห้งด้วยอะซีโตน (acetone) จะทำให้วัสดุสามารถแทรกซึมเข้าในร่องฟันได้มากถึงร้อยละ 92 ของความลึกของร่องฟัน ส่วนในด้านผลของระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงต่อค่าแรงยึดเฉือน ดวงธิดา ชุติมานุตสกุล และคณะ (2543) พบว่าค่าแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนฟันกรามน้ำนมในห้องปฏิบัติการมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงที่นานขึ้น โดยค่าแรงยึดเฉือนเมื่อทิ้งระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงนาน 30 วินาที มีค่ามากกว่า 10 วินาที และ 5 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในฟันถาวรยังไม่มีผู้ใดศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง

จากผลการวิจัยพบว่าค่าแรงยึดเฉือนของการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรก เมื่อใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดนาน 5, 15, 30 และ 60 วินาทีมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะผิวรอยผุระยะเริ่มแรกมีรูพรุนมากมายจากการสูญเสียแร่ธาตุในปริมาตรที่มากกว่าผิวเคลือบฟันปกติถึงประมาณ 10 – 50 เท่า (Hicks และ Silverstone, 1985; Tinanoff, 1988; Kidd, 1996) และมีลักษณะของปริซึมอยู่แล้วโดยยังไม่ได้ใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน (van Dorp และ ten Cate, 1987) รอยผุระยะเริ่มแรกนี้จึงมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับวัสดุมากกว่าผิวเคลือบฟันปกติ ซึ่งลักษณะนี้จะเป็นส่วนที่มีการแทรกซึมของวัสดุได้ดี นอกจากนั้นรูพรุนเหล่านี้จะเป็นทางให้กรดฟอสฟอริกแทรกซึมลงไปในรอยผุได้ดียิ่งขึ้น วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันจึงสามารถแทรกซึมลงไป เกิดเรซินแทกในการยึดติดเชิงกลได้ดีเพียงพอถึงแม้ว่าจะใช้กรดกัดเพียงระยะเวลาไม่นาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Schmidlin และคณะ (2004) ซึ่งพบว่าระดับปริมาณแร่ธาตุของฟันมีผลต่ออัตราการแทรกซึมของวัสดุประเภทเรซินซนิดที่ไม่เติมวัสดุอัดแทรกในผิวเคลือบฟัน อัตราการแทรกซึมในผิวเคลือบฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุจะมากกว่าผิวเคลือบฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้ศึกษาพบความยาวเฉลี่ยของเรซินแทกในบริเวณดังกล่าวเท่ากับ 69 ไมโครเมตร และ 19 ไมโครเมตรตามลำดับ

นอกจากนี้ถึงแม้ว่าการเพิ่มระยะเวลาการกัดด้วยกรด จะมีผลเพิ่มความลึกในการละลายของผิวเคลือบฟัน (Legler, Retief และ Bradley, 1990) ซึ่งทำให้ความยาวของเรซินแทกมากขึ้น (Shinchi, Soma และ Nakabayashi, 2000) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในผิวเคลือบฟันปกติโดย Barkmeier และคณะ (1985), Bastos และคณะ (1988), Tandon, Kumari และ Udupa (1989), Gwinnett และ Garcia-Godoy (1992) พบว่าการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันถาวรนาน 15 และ 60 วินาที มีค่าแรงยึดเฉือนระหว่างวัสดุและผิวเคลือบฟันไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Olsen และคณะ (1996) พบว่าการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันนาน 10, 15, 20 และ 30 วินาทีมีค่าแรงยึดเฉือนไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าระยะเวลาการกัดด้วยกรดนาน 5 วินาทีและการไม่กัดผิวเคลือบฟันด้วยกรดมีค่าแรงยึดเฉือนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระดับความลึกของการแทรกซึมของวัสดุลงในผิวเคลือบฟันที่ถูกกรดกัด ไม่ได้มีความสำคัญเป็นอันดับแรกต่อกำลังแรงยึด (Legler และคณะ, 1990) เช่นเดียวกับ Shinchi, Soma และ Nakabayashi, 2000 ซึ่งพบว่าความยาวของเรซินแทกมีผลเพียงเล็กน้อยต่อกำลังแรงยึดดึงของวัสดุประเภทเรซินและผิวเคลือบฟัน

เมื่อใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันจะพบเรซินแทกได้ 2 ลักษณะคือ เรซินแทกขนาดใหญ่ (macrotag) อยู่ในบริเวณขอบของแท่งเคลือบฟัน (prism peripheries) มีความยาวประมาณ

2 – 5 ไมโครเมตร และเรซินแทกขนาดเล็ก (microtag) ลักษณะเป็นเส้นละเอียด (filamentous projections) ในบริเวณแกนกลางของแท่งเคลือบฟัน (prism cores) (ภาพที่ 23) มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.05 ไมโครเมตรและมีความยาวประมาณ 1 – 10 ไมโครเมตร โดยในแต่ละแท่งเคลือบฟันจะมีเรซินแทกขนาดเล็กประมาณ 80 – 250 เรซินแทก (Bayne, Fleming และ Faison, 1982; Bayne และ Tayler, 1995; Meerbeek และคณะ, 2001; Bayne, Thompson และ Taylor, 2002)



ภาพที่ 23 เรซินแทกขนาดใหญ่ (Macrotag) และเรซินแทกขนาดเล็ก (Microtag) (Bayne, Thompson และ Taylor, 2002)

การศึกษาเรื่องการยึดติดในช่วงปี 1970 – 1990 ที่ผ่านมา จะให้ความสำคัญกับความยาวของเรซินแทกขนาดใหญ่และรูปแบบของผิวเคลือบฟันภายหลังถูกกรดกัด แต่ในปัจจุบันเชื่อว่าเรซินแทกขนาดเล็กจะมีบทบาทสำคัญต่อกำลังแรงยึดมากกว่า เนื่องจากมีปริมาณมากกว่า ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสในการยึดติดได้มากกว่า (Bayne และ Tayler, 1995) เช่นเดียวกับ Gunadi และ Nakabayashi (1997) และ Nakabayashi และ Pashley (1998) ซึ่งพบว่ากำลังแรงยึดระหว่างวัสดุเรซินกับผิวเคลือบฟัน เกิดจากการสะสมของพื้นที่หน้าตัดของเรซินแทกที่เกิดขึ้นในผิวเคลือบฟันนั้น การเพิ่มขึ้นของความยาวเรซินแทก ไม่ได้ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัด ดังนั้นการเพิ่มความลึกในการละลายของผิวเคลือบฟัน จึงไม่มีผลต่อกำลังแรงยึด

การทดสอบค่าแรงยึดเฉือนโดยทั่วไปมักจะมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนค่อนข้างมากประมาณร้อยละ 20 – 50 จากผลการวิจัยนี้ทั้ง 4 กลุ่มมีค่าสัมประสิทธิ์ความ

แปรปรวนได้แก่ 18.41, 25.80, 33.85, และ 16.37 ตามลำดับ ในกรณีที่ผลการศึกษามีความแปรปรวนมากกว่าร้อยละ 50 ISO (1994; 2003) กำหนดให้ทบทวนขั้นตอนในการทดสอบอีกครั้งอย่างละเอียด

เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่าง โดยมีการขัดเรียบและขัดมันบริเวณผิวที่ทำการทดสอบ รวมถึงมีการลดระยะเวลาการแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ ซึ่งอาจส่งผลต่อระดับความลึกของรอยผุจำลองได้ ดังนั้นจึงมีการวัดระดับความลึกของรอยผุจำลองเพิ่มเติมภายหลังการทดสอบค่าแรงยึดเฉือน เพื่อศึกษาว่าความลึกของรอยผุจำลองที่ใช้ทดสอบนั้นมีความลึกมากกว่า 60 ไมโครเมตรหรือไม่ โดยค่าดังกล่าวเป็นความลึกสูงสุดของเรซินแทกที่พบได้ในรอยผุจำลอง (Davila และคณะ, 1975) ผลการวัดพบว่าค่าเฉลี่ยความลึกของรอยผุจำลองในทุกกลุ่มมีค่าประมาณ 78 – 92 ไมโครเมตร

ถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรกที่วัดได้จากงานวิจัยนี้ทั้ง 4 กลุ่มจะไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนเมื่อเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนผิวเคลือบฟันปกติโดยใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีค่าประมาณ 10.43 ± 0.60 เมกกะปาสคาล (ภาคผนวก ก. การวิจัยนำร่อง) หรือ 12.18 ± 2.70 เมกกะปาสคาล (Park และคณะ, 1993) หรือ 11.98 ± 3.24 เมกกะปาสคาล (สุภาภรณ์ จงวิศาล, ปิยะนุช สายสุวรรณ์ และ ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์, 2546) พบว่ามีค่าน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่าแรงยึดเฉือนที่ได้เป็นการยึดติดระหว่างวัสดุและผิวรอยผุระยะเริ่มแรกซึ่งมีความอ่อนนิ่มกว่าผิวเคลือบฟันปกติ ดังจะเห็นได้จากสภาพการหลุดของวัสดุภายหลังการทดสอบแรงยึดเฉือน ซึ่งพบว่าชิ้นตัวอย่างจำนวนหนึ่งมีการแตกภายในผิวเคลือบฟันทั้งพื้นผิวร่วมด้วย โดยจากการศึกษาของ White (1987) พบว่าค่าความแข็งผิวของรอยผุจำลองจะลดลงอย่างรวดเร็วมากในช่วงแรกของการสูญเสียแร่ธาตุ เมื่อเปรียบเทียบกับความแข็งผิวของเคลือบฟันปกติที่มีค่าประมาณ 350 VHN units โดยค่าความแข็งผิวจะลดลงจนต่ำกว่า 150 VHN units ในช่วง 10 ชั่วโมงแรก และลดลงจนต่ำกว่า 30 VHN units เมื่อมีระยะเวลาการสูญเสียแร่ธาตุมากกว่า 100 ชั่วโมง รอยผุจำลองที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้เวลาการสูญเสียแร่ธาตุนานถึง 196 ชั่วโมง ดังนั้นจึงควรมีค่าความแข็งผิวไม่มากกว่า 30 VHN units นอกจากปัจจัยด้านความแข็งผิวของเคลือบฟันที่ใช้ทดสอบแล้ว การใช้ระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงนานเพียง 5 วินาที อาจมีผลต่อค่าแรงยึดเฉือนที่ได้เช่นกัน (Chosack และ Eidelman, 1988; ดวงธิดา ชุติมานุตสกุล และคณะ ,2543; Kersten, Lutz และ Schupbach, 2000) ระยะเวลาก่อนการบ่มด้วยแสงที่เพิ่มขึ้น อาจมีผลต่อค่าแรงยึดเฉือนที่ต่างไปจากผลการวิจัยนี้ได้

เมื่อพิจารณาถึงสภาพการแตกหักของวัสดุภายหลังการทดสอบกำลังแรงยึดเฉือน พบว่าในแต่ละกลุ่มมีลักษณะการทำลายการยึดเกาะแบบแอดฮีซีฟทั้งพื้นผิวประมาณร้อยละ 20 – 38.89 สภาพการแตกหักลักษณะนี้จะมีการแตกหักระหว่างรอยต่อของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันกับผิวเคลือบฟัน สำหรับการแตกหักแบบโคฮีซีฟในผิวเคลือบฟันพบได้ทั้งในลักษณะการแตกหักภายในผิวเคลือบฟันทั้งพื้นผิวและแบบผสม ซึ่งการแตกในผิวเคลือบฟันนั้นอาจเนื่องมาจากเคลือบฟันเป็นส่วนที่มีความเปราะมาก สามารถทนต่อแรงดึงได้เพียง 10.3 เมกกะปาสคาล ในขณะที่เนื้อฟันทนแรงดึงได้มากถึง 51.7 เมกกะปาสคาล (O'Brien, 2002) และอาจเนื่องมากจากผิวรอยผุจำลองมีค่าความแข็งผิวต่ำ (White, 1987) เมื่อมีแรงมากระทำต่อชิ้นตัวอย่างจึงทำให้เกิดการแตกหักในรอยผุซึ่งเป็นส่วนที่มีความเปราะและอ่อนแอ แต่การแตกของเนื้อฟันภายหลังการทดสอบแรงยึดเฉือน มีผู้ศึกษาพบว่าอาจมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากกลไกของการทดสอบเอง โดย Versluis, Tantbirojn, และ Douglas (1997) พบว่าการทดสอบด้วยการให้แรงกระทำในแนวขนานกับผิวชิ้นตัวอย่างโดยการใช้ใบมีดนี้ จะทำให้มีแรงลงจุดเดียวและมีการกระจายแรงที่ซับซ้อน โดยจะมีแรงกดตรงส่วนของวัสดุบริเวณที่ให้แรง (compression) ในขณะที่เนื้อฟันบริเวณตรงข้ามจุดรับแรงจะถูกดึงด้วยแรงดึงจำนวนสูง (tension) ร่วมกับคุณสมบัติของวัสดุและเนื้อฟันที่มีความแข็งแรงต่างกันมาก (high strength differential effect) โดยวัสดุจะทนต่อแรงกดได้ดีกว่าแรงดึงและเนื้อฟันจะทนต่อแรงดึงได้ไม่ดี ดังนั้นจึงมักมีการแตกหักในเนื้อฟัน จากผลการศึกษาดังกล่าวผู้ศึกษาสรุปว่าการแตกหักในเนื้อฟันขณะทดสอบแรงยึดเฉือน จึงไม่ได้หมายความว่าแรงยึดระหว่างวัสดุกับฟันจะมีค่ามากกว่าแรงยึดในส่วนเนื้อฟันเอง

ค่าแรงยึดเฉือนที่ได้จากการทดสอบจะคำนวณมาจากค่าแรงเฉือนต่อหน่วยพื้นที่ (Newton / m.m.^{2}) และมีหน่วยเป็นเมกกะปาสคาล (Megapascal : MPa) ซึ่ง Van Noort และคณะ (1989) พบว่าค่าที่ได้นี้จะไม่ใช่ค่าของแรงยึดเฉือนที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของวัสดุและผิวฟันอย่างแท้จริง เนื่องจากเมื่อมีแรงกระทำต่อวัสดุซึ่งยึดติดกับผิวฟันที่เรียบเป็นระนาบ จะเกิดการกระจายของแรงที่ซับซ้อนและเกิดแรงดึงจำนวนสูงในบริเวณรอยต่อนั้น และ Dehoff, Anusavice และ Wang (1995) พบว่าแรงจะลดลงอย่างมากในทุกๆทิศทางจากจุดที่ให้แรง ทำให้ได้ค่าที่แตกต่างกันไปและมักจะต่ำกว่าความเป็นจริง

แม้ว่าจะไม่สามารถแสดงค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในบริเวณรอยต่อได้อย่างแท้จริง (Van Noort และคณะ, 1989) แต่การทดสอบนี้จะให้ข้อมูลเบื้องต้นที่เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุ โครงสร้างของวัสดุและวิธีการใช้ที่ต่างกันได้ อย่างไรก็ตามค่าที่

ได้จากการทดสอบนี้ จะไม่สามารถนำไปใช้วัดความเสี่ยงต่อการแตกหักของวัสดุในทางคลินิกได้ (Dehoff, Anusavice และ Wang, 1995)

ค่าแรงยึดเฉือนของการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุระยะเริ่มแรกที่วัดได้จากการวิจัยนี้ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ควรพิจารณาถึงการนำไปใช้ เนื่องจากค่าความแข็งผิวของรอยผุระยะเริ่มแรกมีค่าต่ำและกำลังแรงยึดของวัสดุและผิวเคลือบฟันในบริเวณนี้ไม่ได้มีค่าสูงเท่ากับการยึดกับผิวเคลือบฟันปกติ ดังนั้นการพิจารณาเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุระยะเริ่มแรกจึงควรเลือกทำในบริเวณจุดที่ไม่ต้องรับแรงมากนัก เช่น ด้านแก้มและด้านลิ้นของฟันกราม ด้านริมฝีปากของฟันหน้าบนหรือด้านประชิดของฟันกราม ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ยางแยกฟันก่อน (orthodontic separating ring) (Mount และ Ngo, 2000) หรืออาจเคลือบวัสดุได้โดยตรงหากเป็นด้านใกล้กลางของฟันกรามถาวรซี่ที่หนึ่งที่พบรอยผุระยะเริ่มแรกเมื่อบูรณะฟันกรามน้ำนมซี่ที่สอง นอกจากนี้ในการบูรณะหรือเคลือบผิวเคลือบฟันด้วยวัสดุเรซิน เมื่อวัสดุมีขอบเขตอยู่ในบริเวณรอยผุระยะเริ่มแรก การทิ้งรอยผุนั้นไว้บริเวณขอบอาจทำให้เกิดการแตกหักของขอบวัสดุหรือผิวเคลือบฟันได้ หากอยู่ในบริเวณที่ต้องรับแรงมาก เช่นบริเวณจุดสบฟันของด้านบดเคี้ยว ดังนั้นอาจพิจารณากำจัดรอยผุระยะเริ่มแรกนี้ออกให้หมด หรือทิ้งรอยผุไว้และเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันทับโดยให้ขอบเขตของวัสดุครอบคลุมออกมาอยู่ในบริเวณผิวเคลือบฟันปกติด้วย

การเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเพื่อยับยั้งการลุกลามของรอยผุระยะเริ่มแรกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากการเลือกตำแหน่งของรอยผุที่เหมาะสมแล้ว การเลือกผู้ป่วยและลักษณะของรอยผุที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญเช่นกัน เนื่องจากการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันปิดทับรอยผุนั้น ถึงแม้ว่าจะเป็นการปิดกั้นการซึมผ่านของกรด (Zero, 1999) การสูญเสียแร่ธาตุเพิ่มเติมและลดปริมาณเชื้อโรคและอาหาร จนทำให้รอยผุหยุดการลุกลามได้ก็ตาม (Metz-Fairhurst และคณะ, 1979; Going, 1984, Metz-Fairhurst, Schuster และ Fairhurst, 1986; Heller และคณะ, 1995) แต่อีกนัยหนึ่งเป็นการปิดโอกาสที่รอยผุนั้นจะได้รับฟลูออไรด์ ซึ่งจะช่วยขัดขวางกระบวนการเกิดฟันผุได้เช่นกัน โดยฟลูออไรด์จะยับยั้งกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย ยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุ ส่งเสริมให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุ และเป็นส่วนสำคัญในการสร้างฟลูออระพาไทต์ (Barbakow, Imfeld และ Lutz, 1991; Kidd, 1999) อย่างไรก็ตามการสร้างภาวะแวดล้อมให้เอื้อต่อการเกิดการคืนกลับของแร่ธาตุเพื่อยับยั้งการลุกลามของรอยผุนั้น เป็นวิธีที่ต้องการการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง (Winston และ Bhaskar, 1998) และจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วยและผู้ปกครองอย่างมาก ซึ่งจะทำให้ได้ผลที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล (Mount, 2003) ดังนั้นวิธีการเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเพื่อป้องกัน

การลุกลามของรอยผุระยะเริ่มแรกนี้ จึงควรเลือกทำในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุสูง มีแนวโน้มที่รอยผุระยะเริ่มแรกจะลุกลามจนกลายเป็นรูผุ มีอนามัยในช่องปากและทักษะการดูแลอนามัยช่องปากไม่ดี ขาดการกระตุ้นการดูแลอนามัยในช่องปากอย่างต่อเนื่อง ไม่ได้รับการดูแลสุขภาพช่องปากและการเลือกรับประทานอาหารที่ไม่เสี่ยงต่อการทำให้เกิดโรคฟันผุจากผู้ปกครอง รวมถึงผู้ป่วยที่ไม่ได้พบทันตแพทย์เป็นประจำและไม่ได้รับฟลูออไรด์หรือสารที่ช่วยให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุได้อย่างเพียงพอ

ส่วนการเลือกลักษณะของรอยผุที่เหมาะสม ควรเลือกรอยผุระยะเริ่มแรกที่ยังมีการดำเนินของโรคอยู่ (active caries) ซึ่งการตรวจแยกระหว่างรอยผุระยะเริ่มแรกที่มีการดำเนินของโรคหรือหยุดการดำเนินโรคแล้วนั้น ใช้การดูด้วยตาเปล่าร่วมกับการสัมผัส ด้วยเครื่องมือตรวจ โดยรอยผุระยะเริ่มแรกที่ผิวเคลือบฟันยังคงเรียบ มีความต่อเนื่องและยังมีการดำเนินโรคอยู่ จะมีสีขาวหรือเหลือง ลักษณะทึบแสง ไม่มีความมันวาว เมื่อใช้ปลายเครื่องมือตรวจลากเบาๆ ไปตามผิวรอยผุ จะมีความขรุขระ ส่วนรอยผุที่หยุดการดำเนินโรคแล้ว (inactive caries) จะมีความทนต่อกรดมากขึ้น ไม่มีความจำเป็นต้องเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเพื่อยับยั้งการลุกลามของโรคอีก โดยรอยผุลักษณะนี้จะมีความมันวาว อาจจะมีสีน้ำตาล สีดำ หรืออาจมีสีขาวเช่นเดิม และเมื่อใช้ปลายเครื่องมือตรวจลากเบาๆไปตามผิวรอยผุ จะมีลักษณะแข็งและเรียบ (Tinanoff, 1988; Nyvad, Machiulskiene และ Baelum, 1999; Zero, 1999)

~~การทดสอบแรงยึดเฉือนในปัจจุบันมีปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อค่าที่ได้หลาย ประการ~~ ได้แก่ ลักษณะของชิ้นตัวอย่าง ทั้งความสูงและขนาดของแท่งวัสดุ ความแข็งและความยืดหยุ่นของวัสดุ ตลอดจนวิธีการให้แรง ความเร็วของใบมีดที่ใช้ทดสอบ (Hara, Pimenta และ Rodriques, 2001) และตำแหน่งการให้แรงกระทำ (Van Noort และคณะ, 1989) ซึ่งพบว่าเมื่อระยะห่างระหว่างผิวฟันและตำแหน่งที่ให้แรงเพิ่มขึ้น จะมีผลให้เกิดแรงดึงเพิ่มมากขึ้นในเนื้อฟัน (Dehoff, Anusavice, และ Wang, 1995) ทำให้โอกาสที่จะเกิดการแตกหักในเนื้อฟันมากขึ้นด้วย (Versluis, Tantbirojn และ Douglas,1997) ดังนั้นการจะศึกษาเรื่องกำลังแรงยึดเฉือนให้ถูกต้องแม่นยำ การเตรียมชิ้นตัวอย่างและการจัดวางชิ้นตัวอย่างเพื่อการทดสอบจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ควรควบคุมให้แต่ละชิ้นตัวอย่างมีขนาดและความสูงเท่าๆกัน และควบคุมตำแหน่งการให้แรงกระทำให้อยู่ในจุดเดียวกันในทุกชิ้นตัวอย่าง เพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยเหล่านี้ นอกจากนี้แต่ละการศึกษาจะมีความแตกต่างกันไปทั้งการเตรียมชิ้นตัวอย่าง ขั้นตอน เทคนิค และวิธีการทดสอบ จึงไม่อาจนำผลจากแต่ละการศึกษามาเปรียบเทียบกันโดยตรงได้ (Oilo, 1993) ดังนั้นจึงควรทดสอบโดยให้มีมาตรฐานในการทดสอบตาม

ข้อกำหนดของ ISO (ISO/TR 11405, 1994; ISO/TS 11405, 2003) เพื่อให้สามารถนำผลของแต่ละการศึกษามาเปรียบเทียบกัน

ผลการศึกษานี้ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรก เมื่อใช้ระยะเวลาในการกัดด้วยกรดที่ต่างกัน โดยมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม (mean differences) อยู่ในช่วง 0.05 – 1.22 เมกกะปาสคาล ค่าขอบเขตของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% Confidence interval) มีช่วงแคบ แสดงถึงว่าแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6 ประกอบกับสภาวะการศึกษาในห้องปฏิบัติการได้รับการควบคุมทั้งหมด จึงไม่มีปัจจัยทางชีวภาพอื่นที่ทำให้ค่าที่ได้เบี่ยงเบนไป (confounder) เช่น ความเป็นกรดด่าง ความชื้นในช่องปาก เป็นต้น

ตารางที่ 6 แสดงค่าความแตกต่างเฉลี่ยของแรงยึดเฉือนระหว่างกลุ่ม พร้อมทั้งช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *

Value / Group	Mean difference	95% Confidence interval	Sig.
Gr.1 – Gr. 2 (etch time 5 – 15 sec.)	0.45	-1.18 - 2.09	0.89
Gr.1 – Gr. 3 (etch time 5 – 30 sec.)	0.41	-1.25 - 2.07	0.92
Gr.1 – Gr. 4 (etch time 5 – 60 sec.)	0.77	-2.48 - 0.95	0.64
Gr.2 – Gr. 3 (etch time 15 – 30 sec.)	0.05	-1.63 - 1.54	1.00
Gr.2 – Gr. 4 (etch time 15 – 60 sec.)	1.22	-2.85 - 0.42	0.22
Gr.3 – Gr. 4 (etch time 30 – 60 sec.)	1.17	-2.83 - 0.49	0.25

* Tukey test

จากผลการวิจัยพบว่าการใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดในบริเวณรอยผุระยะเริ่มแรกนานเพียง 5 วินาที สามารถทำให้เกิดกำลังแรงยึดเฉือนไม่แตกต่างจากการใช้กรดกัดนาน 60 วินาที การใช้ระยะเวลาการกัดด้วยกรดที่น้อยลงนี้ จะเป็นแนวทางที่ดีสำหรับการเตรียมสภาพผิวรอยผุระยะเริ่มแรกเพื่อเคลือบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันต่อไป เนื่องจากสามารถช่วยลด

การทำลายผิวเคลือบฟันและปริมาณผิวเคลือบฟันที่ถูกกรดกัดออกไป ซึ่งบริเวณรอยผุระยะเริ่มแรกเป็นบริเวณที่มีการสูญเสียแร่ธาตุมากอยู่แล้ว และการสูญเสียผิวหน้าของเคลือบฟันจากการใช้กรดกัดนั้นจะมากขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้กรดกัด (Hicks และ Silverstone, 1984; Legler, Retief และ Bradley, 1990) นอกจากนี้ยังช่วยลดโอกาสของการปนเปื้อนน้ำลาย ลดเวลาในการทำงานซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยเด็กให้ความร่วมมือได้ดีขึ้นอีกด้วย

อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดสอบในอุณหภูมิห้อง จึงมีสภาวะที่แตกต่างจากสิ่งแวดล้อมจริงในช่องปาก ซึ่งมีน้ำ ความชื้น และความเป็นกรดด่างที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล นอกจากนี้ทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นในช่องปากมีความซับซ้อนมากไม่เหมือนแรงที่กระทำจากเครื่องทดสอบ ดังนั้นการทดสอบค่าแรงยึดเฉือนเพียงอย่างเดียว จะไม่สามารถจำลองลักษณะของแรงในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ (Retief, 1991) จึงยังไม่สามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ในทางคลินิกได้ อย่างไรก็ตามผลจากการวิจัยนี้สามารถเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาถึงการลดระยะเวลาการกัดด้วยกรดบริเวณรอยผุระยะเริ่มแรกได้ต่อไป การนำผลดังกล่าวไปใช้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในห้องปฏิบัติการถึงปัจจัยด้านการรั่วซึมและการศึกษาทางคลินิกถึงอัตราการยึดติดก่อนนำไปใช้จริงในผู้ป่วย เพื่อให้สามารถป้องกันการลุกลามของรอยผุระยะเริ่มแรกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัย

1. ระยะเวลาการกัดด้วยกรดที่แตกต่างกัน 5, 15, 30, และ 60 วินาที ไม่มีผลต่อแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดบ่มตัวด้วยแสงบนรอยผุจำลองระยะเริ่มแรกของฟันถาวร

2. ผลการประเมินสภาพการแตกหักของวัสดุภายหลังการทดสอบแรงยึดเฉือน พบว่าสภาพการแตกหักในทุกกลุ่มแบ่งเป็นสภาพการแตกหักแบบแอดฮีซีฟ แบบโคฮีซีฟในเคลือบฟัน และแบบผสม โดยในแต่ละกลุ่มมีการแตกหักแบบผสมมากที่สุด