# บทที่ 2
# การปริทัศน์วรรณกรรม

## ระบาดวิทยาของโรคฟันผุ

โรคฟันผุบนด้านบดเคี้ยวเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งทางทันตสาธารณสุข จากการสำรวจของสถาบันวิจัยทางทันตกรรมแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (National Institute for Dental Research) ในปี ค.ศ. 1986-1987 พบว่าเด็กอายุ 5-17 ปี มีฟันแท้ผุร้อยละ 50 และพบการผุบนด้านบดเคี้ยวของฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ร้อยละ 70 รองลงมาคือฟันกรามแท้ซี่ที่ 2 ร้อยละ 50 (Swango และ Brunelle, 1983) โดยที่เมื่อก่อนเชื่อว่าอัตราการเกิดโรคฟันผุบนหลุมร่องฟันจะเกิดขึ้นสูงสุดในช่วง 4 ปีแรกหลังจากการขึ้นของฟัน แต่จากหลายๆการศึกษาในระยะยาวเกี่ยวกับอัตราการเกิดโรคฟันผุพบว่าอัตราการเกิดฟันผุบนด้านหลุมร่องฟันยังคงดำเนินต่อไปโดยไม่เกี่ยวข้องกับอายุ ในขณะที่ด้านประชิดมีอัตราการผุเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยกว่า (Hicks และ Flaitz, 1999) สำหรับประเทศไทยจากการสำรวจสภาวะทันตสุขภาพแห่งชาติ ปีพ.ศ. 2537 รายงานว่า เด็กอายุ 6 ปี มีฟันแท้ผุร้อยละ 11.1 โดยที่ค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด เท่ากับ 0.2 ซี่ต่อคน ในขณะที่เด็กอายุ 12 ปี มีฟันแท้ผุถึงร้อยละ 53.9 และมีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด เพิ่มขึ้นเป็น 1.6 ซี่ต่อคน และจากการศึกษาการกระจายของโรคฟันผุตามซี่ฟันในกลุ่มเด็กอายุ 6, 12, และ 18 ปี พบว่าฟันที่มีการผุสูงที่สุดได้แก่ ฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 รองลงมาได้แก่ ฟันกรามแท้ซี่ที่ 2 (คมสรรพ์ และ จันทนา, 2537)

## ลักษณะของหลุมร่องฟัน

ปัจจัยหนึ่งที่มีผลทำให้ด้านบดเคี้ยวของฟันกรามเกิดการผุได้ง่ายนั้นคือรูปร่างลักษณะและความลึกของหลุมร่องฟัน โดยที่ลักษณะหลุมร่องฟันสามารถแบ่งออกได้ 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ ลักษณะแรกหลุมร่องฟันที่มีลักษณะ ตื้น กว้าง และมีรูปร่างคล้ายอักษร “V” ซึ่งมักจะไม่เกิดฟันผุ และอีกลักษณะหนึ่งคือ หลุมร่องฟันที่มีลักษณะลึกและแคบ มีรูปร่างคล้ายตัวอักษร “I” จากลักษณะดังกล่าวทำให้ปากหลุมแคบเหมือนคอขวด รูเปิดแคบ และมีฐานกว้าง ซึ่งอาจถึงรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันกับเนื้อฟัน (dentinoenamel junction) นอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆที่มีผลทำให้เกิดฟันผุได้ง่ายขึ้น ได้แก่ เชื้อโรคและเศษอาหารที่เกิดจากการสะสมของคราบจุลินทรีย์ (Hicks และ Flaitz, 1999) โดยการเกิดฟันผุบริเวณหลุมร่องฟันเริ่มต้นจากบริเวณปากทางเข้าหลุมร่องฟัน บริเวณขอบบนของด้านบดเคี้ยวของหลุมร่องฟันทั้ง 2 ด้าน จากนั้นลุกลามลงมาตามผนังแต่ละด้านของหลุมร่องฟันจนมารวมกันที่ฐานของหลุมร่องฟัน ต่อจากนั้นการผุจะลุกลามต่อไปยังผิวเคลือบฟันข้างเคียงจนถึงรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันกับเนื้อฟัน เมื่อการผุลุกลามถึงชั้นเนื้อฟัน

แล้วการผุจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วโดยขยายออกทางด้านข้าง (laterally) และทางประสาทฟัน (pulpally) เกิดเป็นโพรงอยู่ข้างใต้ผิวเคลือบฟัน (undermined enamel) (Tinanoff, 1988)

**การป้องกันฟันผุบริเวณหลุมร่องฟัน**

ความพยายามในการป้องกันฟันผุด้านบดเคี้ยวได้มีผู้พยายามแนะนำไว้หลายวิธี Hyatt (1923) แนะนำวิธีโพรไฟแลคติก โอดอนโตมี (prophylactic odontotomy) คือ การบูรณะฟันเพื่อการป้องกัน โดยการเตรียมโพรงฟันเช่นเดียวกับการบูรณะโพรงฟันคลาส I ด้วยอมัลกัม (amalgam) ซึ่งจะต้องครอบคลุมบริเวณหลุมร่องฟันที่เสี่ยงต่อการเกิดฟันผุทั้งหมดแล้วบูรณะด้วยวัสดุอมัลกัม หรือการกำจัดหลุมร่องฟัน (fissure eradication) โดยการกรอแต่งบริเวณหลุมร่องฟันให้กว้าง เรียบ เพื่อให้ทำความสะอาดได้ง่าย (Bodecker, 1929) แต่วิธีดังกล่าวข้างต้นไม่เหมาะสมที่จะใช้ป้องกันฟันผุเนื่องจากทำให้มีการสูญเสียเนื้อฟันที่ดี นอกจากนี้ Kline และ Knutson (1942) แนะนำให้ใช้ซิลเวอร์ไนเตรต เพื่อลดการละลายของแร่ธาตุบริเวณหลุมร่องฟัน

ในปีค.ศ. 1955 Buonocore พบว่าการใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 85 กัดที่ผิวเคลือบฟันจะช่วยให้การยึดติดของอะคริลิกเรซินกับผิวเคลือบฟันดีขึ้น ต่อมา Gwinnett และ Buonocore (1965) ได้นำสารไซยาโนอะครายเลท (cyanoacrylate) มาใช้ในการเคลือบหลุมร่องฟันโดยลดความเข้มข้นของกรดฟอสฟอริกที่ใช้ลงเหลือเพียงร้อยละ 50 จนกระทั่งในปี 1967 Cueto และ Buonocore ได้เริ่มนำสารเมทิล ไซยาโนอะครายเลท (methyl cyanoacrylate) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ (polymer) ที่มีคุณสมบัติยึดติดดีมาใช้เป็นวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน ร่วมกับการเติมซิลิเกต (silicate) เป็นวัสดุอัดแทรก (filler) เพื่อหวังผลในการปล่อยฟลูออไรด์ พบว่าสารนี้สามารถลดอุบัติการณ์การเกิดฟันผุบนด้านบดเคี้ยวได้ถึงร้อยละ 86 ในระยะเวลา 1 ปี แต่เนื่องจากโมเลกุลเมทิล ไซยาโนอะครายเลทสามารถแตกสลายได้ง่ายจึงไม่สามารถนำมาใช้ในช่องปากเป็นเวลานานๆ ได้

ต่อมามีผู้นำ 2, 2-บิส [4-(2-ไฮ ดรอกซี่-3-เมทาคราย ลอยลอกซี-โพรพอกซี่) ฟีนิล] โพรเพน (2, 2-bis [4-(2-hydroxy-3-methacryloyloxy-propoxy) phenyl] propane) ที่รู้จักกันภายใต้ชื่อบิส-จีเอ็มเอ (Bis-GMA) ซึ่ง Bowen เป็นผู้ผลิตขึ้นในปี 1965 มาใช้เป็นวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันแทนสารเมทิล ไซยาโนอะครายเลทซึ่งแตกสลายได้ง่ายดังกล่าวข้างต้น พบว่าบิส-จีเอ็มเอสามารถคงสภาพอยู่ในช่องปากได้นานขึ้น แต่มีข้อเสียคือหนืดมากทำให้ไม่สามารถแทรกซึมไปตามหลุมร่องฟันได้ดีนัก Roydhouse (1968) จึงได้เพิ่มสารเมทิล เมทาคราย เลท (methyl methacrylate) ลงในวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเพื่อลดความหนืดของบิส-จีเอ็มเอลง ร่วมกับการใส่เบนโซอิลเปอร์

ออกไซด์ อามีน (benzoylperoxide amine) เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่าวัสดุชนิดนี้สามารถลดการเกิดฟันผุได้ถึงร้อยละ 29 ภายในระยะเวลา 3 ปี โดยที่ไม่ได้มีการใช้กรดกัดที่ผิวเคลือบฟันก่อนการเคลือบหลุมร่องฟัน

Buonocore (1970) ได้นำวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ บิส-จีเอ็มเอผสมกับเมทิล เมทาครายเลท และเบนโซอิน เมทิล อีเทอร์ความเข้มข้นร้อยละ 2 (2% benzoin methyl ether) มาใช้ ซึ่งวัสดุนี้แข็งตัวจากการกระตุ้นด้วยแสงอัลตราไวโอเลต เมื่อทำการศึกษาในเด็กอายุ 4-15 ปี จำนวน 60 คน พบว่าสามารถลดอัตราการเกิดโรคฟันผุบนด้านบดเคี้ยวของทั้งฟันกรามน้ำนมและฟันกรามแท้ได้ถึงร้อยละ 99 เมื่อติดตามผลระยะเวลา 1 ปี จึงมีการแนะนำให้ใช้วัสดุชนิดนี้ในการเคลือบหลุมร่องฟันเพื่อการป้องกันฟันผุ จากการรวบรวมผลการศึกษาวิจัยของ Ripa (1993) พบว่าวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดเรซินที่แข็งตัวด้วยแสงสามารถลดอัตราการผุได้ร้อยละ 94-97 ในระยะเวลา 1 ปี และร้อยละ 48 ในระยะเวลา 5 ปี การใช้วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันได้รับการยอมรับจากหน่วยงานต่างๆ เช่น สมาคมทันตแพทย์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (ADA) และสมาคมทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (AAPD) ว่าเป็นวิธีการทางคลินิกในการป้องกันฟันผุบนด้านบดเคี้ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัยต่อการใช้ (NIH, 1984)

**องค์ประกอบและชนิดของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน**

วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันมีหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบันเป็นชนิดเรซิน ที่มีองค์ประกอบหลักคือ บิส-จีเอ็มเอ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของ บิส-ฟีนอล เอ (bis-phenol A) และ ไกลซิดิล เมทาครายเลท (glycidyl methacrylate) นำมาเจือจางด้วยเมทิล เมทาครายเลท ให้มีลักษณะเหลวมากขึ้น เพื่อสามารถแทรกซึมไปตามหลุมร่องฟัน (Ralph และ Kenneth, 1996)

วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดเรซินสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด ตามการแข็งตัวของวัสดุ (Mitchell และ Gordon, 1990) คือ

1. ชนิดแข็งตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมี (chemically polymerization)
   โดยเติมเบนโซอิล เปอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา (initiator) และ เทอร์เชียรี อามีน (tertiary amine) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (accelerator)
2. ชนิดแข็งตัวด้วยแสง (light-initiated polymerization)

โดยเติมไดคีโตน (diketone) กับ อัลฟาติก อามีน (alphatic amine) เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา

การเติมส่วนประกอบอื่นๆลงในวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเพื่อเพิ่มคุณสมบัติหรือคุณลักษณะ ได้แก่

*ก. การเติมวัสดุอัดแทรก*

เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพ (physical property) ให้สามารถทนต่อการสึกจากแรงบดเคี้ยว (wear resistance) ลดการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน (thermal expansion) และลดการดูดซึมน้ำ (water absorption) (Craig, 1985)

*ข. การเติมสี*

เพื่อให้สามารถมองเห็นได้ในช่องปากโดยสารที่ใช้เติม ได้แก่ ฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) หรือไทเทเนียม ออกไซด์ (titanium oxide) (Craig, 1985)

*ค. การเติมฟลูออไรด์*

เพื่อให้มีการปล่อยฟลูออไรด์จากวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันโดยฟลูออไรด์ที่นำมาใช้เติม ได้แก่ โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium fluoride) หรือ ฟลูออโรซิลิเกตกลาส (fluorosilicate glass)

**คุณสมบัติของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน**

คุณสมบัติของสารที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันไม่ควรเป็นพิษหรือมีอันตรายต่อสุขภาพ มีความหนืดต่ำเพื่อให้สามารถไหลซึมเข้าไปบรรจุได้เต็มร่องของผิวเคลือบฟัน และไล่ฟองอากาศที่ขังอยู่ในบริเวณนั้น นอกจากนี้วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันต้องมีความแข็งแรง มีความต้านทานต่อการสึกสูง นำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวก สามารถเก็บไว้ได้นาน มีการหดตัวต่ำ เข้ากับสภาพช่องปากได้ดี สามารถยึดติดกับผิวเคลือบฟันได้สนิท น้ำไม่สามารถซึมได้ ไม่ละลายในน้ำลาย และคงสภาพอยู่ในช่องปากได้เป็นเวลานาน อีกทั้งสามารถป้องกันการเกิดฟันผุได้ (Handelman และ Shey, 1996)

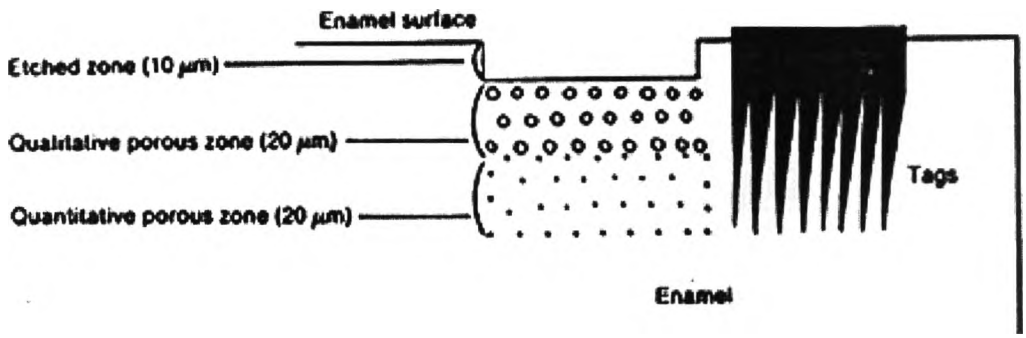
**การยึดติดของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันและผิวเคลือบฟันภายหลังการกัดด้วยกรด**

วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดเรซินยึดติดกับผิวเคลือบฟันด้วยแรงยึดแบบเกาะเกี่ยว (mechanical bonding) ระหว่างเรซินกับผิวเคลือบฟันที่ถูกกรดกัด โดยการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน

นอกจากจะมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการทำความสะอาดและกำจัดคราบสกปรกที่เกาะอยู่บนผิวเคลือบฟันแล้วยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการยึดติดของเรซิน เพราะผิวเคลือบฟันที่ถูกกรดกัดจะเกิดรูพรุนทำให้โมโนเมอร์สามารถแทรกซึมเข้าไปได้มากขึ้น (Retief และคณะ, 1986; Duggal และคณะ, 1997)

การศึกษาผิวเคลือบฟันปกติภายหลังถูกกัดด้วยกรดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแบ่งได้เป็น 3 ส่วนตามภาพที่ 1 คือ (Hicks และ Flaitz, 1999)

1. Etched zone เป็นชั้นผิวเคลือบฟันที่สูญเสียไปจากการใช้กรดกัด มีความลึกประมาณ 10 ไมครอน
2. Qualitative porous zone เป็นชั้นที่มีลักษณะเป็นรูพรุนนาดใหญ่อยู่ถัดจากชั้นแรกเข้าไปลึกประมาณ 20 ไมครอน
3. Quantitative porous zone เป็นชั้นที่อยู่ลึกที่สุด คือลึกเข้าไปอีกประมาณ 20 ไมครอน มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กๆ




ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของผิวเคลือบฟันปกติภายหลังการกัดด้วยกรด

การเปลี่ยนแปลงของผิวเคลือบฟันจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรด และเวลาที่ใช้กรดกัด ซึ่งจากการทดลองของ Silverstone (1983) พบว่าความเข้มข้นของกรดที่ใช้ระหว่างร้อยละ 30-40 จะทำให้เกิดการละลายของผิวเคลือบฟันที่เหมาะสมในการแทรกซึมของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดเรซิน

การวิจัยเกี่ยวกับเวลาที่เหมาะสมในการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันทั้งในฟันแท้และฟันน้ำนม โดย Brännström และ Nordenvall (1977) พบว่าการยึดติดของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 37 กัดผิวเคลือบฟันเป็น

เวลา 15 และ 120 วินาที สอดคล้องกับการศึกษาของ Duggal และคณะ (1997) ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการยึดติดของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันในฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 2 และฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 เมื่อใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันที่เวลาต่างๆ คือ 15, 30, 45 และ 60 วินาที

**วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตในประเทศไทย**

ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้าวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันจากต่างประเทศทั้งหมด ทำให้สูญเสียเงินตราเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันทำให้วัสดุนำเข้าเหล่านี้มีราคาสูงขึ้น การพัฒนาและผลิตวัสดุประเภทนี้ในประเทศอาจช่วยแก้ปัญหาเศรษฐกิจได้ สำหรับวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตในประเทศไทยโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดแข็งตัวด้วยแสงที่ไม่มีการเติมวัสดุอัดแทรก ซึ่งผลิตออกมาทั้งชนิดที่เติมและไม่เติมสี โดยประกอบด้วยสารต่างๆ (เรวดี และคณะ, 2542) ดังนี้

1. ไตรเอธิลีน ไกลคอล ไดเมทาครายเลท หรือ ทีอีจีดีเอ็มเอ (triethylene glycol dimethacrylate, TEGDMA) ร้อยละ 20-30
2. บิส-จีเอ็มเอ ร้อยละ 10-20
3. ยูรีเทน ไดเมทาครายเลท (urethane dimethacrylate) ร้อยละ 60-70
4. ซิลิกา ร้อยละ 1-5
5. ไททาเนียม ไดออกไซด์ น้อยกว่าร้อยละ 1 (เฉพาะวัสดุชนิดมีสี)

จากการศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตขึ้นเองในประเทศเปรียบเทียบกับวัสดุนำเข้าโดยการวัดปริมาณการเกิดพอลิเมอร์ของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันทางการค้า 6 ชนิด เทียบกับวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตขึ้นในประเทศ 2 ชนิดคือชนิดที่เติมและไม่เติมสี พบว่าวัสดุทั้ง 8 ชนิดมีการเกิดพอลิเมอร์หลังการฉายแสงเกิดขึ้นค่อนข้างสมบูรณ์ คาดว่าวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตในประเทศไทยจะมีความแข็งแรง และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันทางการค้า (มาลินี และคณะ, 2542b) และเมื่อศึกษาความเป็นพิษของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตขึ้นในประเทศเปรียบเทียบกับวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่นำเข้าจากต่างประเทศ พบว่าวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตขึ้นในประเทศมีคุณสมบัติทางชีวภาพไม่แตกต่างจากวัสดุนำเข้าจากต่างประเทศ (มาลินี และคณะ, 2542a) นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงยึด

เฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตในประเทศไทยกับ Concise พบว่าค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตในประเทศไทยเท่ากับ 14.02±5.29 เมกะปาสคาล ในขณะที่ Concise เท่ากับ 15.83±3.47 เมกะปาสคาล ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนของวัสดุทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (เรวดี และคณะ, 2542)

**Super-Bond C&B (Sun Medical Co., LTD., Moriyama, Shiga, Japan)**

Super–Bond C&B ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเรซินซีเมนต์สำหรับยึดทางทันตกรรมชนิดบ่มเองที่ไม่มีการเติมวัสดุอัดแทรก มีส่วนประกอบคล้ายคลึงกับอะคริลิกเรซินชนิดบ่มเอง ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ส่วนผง (polymer) คือโพลิ-เมทิล-เมทาครายเลท (poly-methyl-methacrylate, PMMA) ซึ่งมีมวลโมเลกุลต่ำ สามารถซึมเข้าไปในหลุมร่องฟันได้ง่าย
2. ส่วนน้ำ (monomer) คือ เมทิล เมทาครายเลท (methyl methacrylate) ผสมกับ 4 – เมทาคลายลอยลอกซี่อีทิล ไตรเมลลิเตต แอนไฮดราย (4 – methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride, 4-META)
3. ตัวเร่งปฏิกิริยา (accelerator) คือ ไตร – เอ็น – บิวทิลโบเรน (tri-*n*-butyl borane, TBB) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดติด

จากการที่ Super–Bond C&B มีองค์ประกอบที่เพิ่มขึ้นมาจากเรซินทั่วไปทำให้วัสดุนี้มีความแตกต่างในด้านการผสมและคุณสมบัติ ส่วนประกอบที่ต่างจากเรซินทั่วไปคือ 4-META ในส่วนน้ำ และ TBB ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดย 4-META เป็นโมโนเมอร์ที่ประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำอยู่ในโมเลกุล ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยการแทรกซึมของส่วนโมโนเมอร์เข้าไปในผิวฟัน เกิดการสร้างชั้นไฮบริด (hybrid layer) ขึ้นหรืออีกชื่อหนึ่งว่าชั้นเรซินอิมเพรกเนเตต (resin-impregnated layer) ส่วน TBB เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความไวสูง เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงนำไปสู่การเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวของ MMA จึงเรียกเรซินระบบนี้ว่า 4-META/MMA-TBB

เมื่อนำส่วนผงผสมกับส่วนน้ำและตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้เรซินที่มีคุณสมบัติการยึดติดสูง มีคุณสมบัติยืดหยุ่น (resilience) ไม่เปราะง่าย มีค่าการอุ้มน้ำหรือการละลายน้ำใกล้เคียงหรือต่ำกว่าเรซินสำหรับยึดทั่วไป สามารถยึดติดกับผิวเคลือบฟัน เนื้อฟัน โลหะ พอร์ซเลนได้ดี

**การทดสอบวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน**

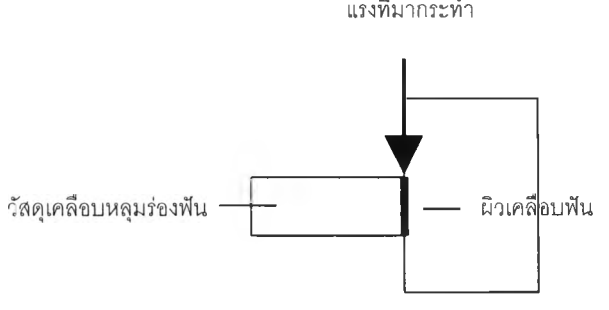
วัสดุเคลือบหลุมร่องฟันเป็นวัสดุทันตกรรมที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในงานทันตกรรมป้องกัน โดยประสิทธิภาพในการลดฟันผุขึ้นกับการยึดติดแน่นที่ดีของวัสดุกับผิวเคลือบฟัน (Symons และคณะ, 1996) และคุณสมบัติการป้องกันการซึมผ่านของแบคทีเรีย การทดลองทางห้องปฏิบัติการ เพื่อดูประสิทธิภาพการยึดติดของวัสดุทางทันตกรรมกับผิวเคลือบฟัน สามารถศึกษาได้จากคุณลักษณะ 2 ประการ (Barkmeier และ Cooley 1992) คือ

*1. การทดสอบความแข็งแรงของการยึด*

ประสิทธิภาพในการลดฟันผุจะสัมพันธ์กับระดับการยึดติดและระยะเวลาที่ยึดติดของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน (Barrie และ Stephen, 1990) สำหรับคุณสมบัติการยึดติดขึ้นอยู่กับว่าวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันจะสามารถทนต่อแรงที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ผิวของฟันได้ในระดับเท่าใดจึงจะเกิดการทำลายการยึดติด ซึ่งการทดสอบความแข็งแรงของการยึดสามารถทำได้ 2 วิธี (Øilo, 1993) ดังนี้

1.1 *<u>การทดสอบแรงยึดดึง</u>* เป็นการทำให้การยึดติดของวัสดุกับผิวเคลือบฟันแตกออกจากกันโดยใช้แรงที่มากระทำตั้งฉากกับผิวเคลือบฟัน

1.2 *<u>การทดสอบแรงยึดเฉือน</u>* เป็นการทำให้การยึดติดของวัสดุกับผิวเคลือบฟันแตกออกจากกันโดยใช้แรงที่มากระทำขนานกับผิวเคลือบฟัน ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายในการเตรียมชิ้นฟันเพื่อทดสอบ




ภาพที่ 2 การทดสอบแรงยึดเฉือน

จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดสอบความแข็งแรงของการยึดพบว่าค่าแรงยึดเฉือนสูงกว่าค่าแรงยึดดึง ซึ่งอาจเกิดจากชนิดของวัสดุที่นำมาทดสอบหรือความยืดหยุ่นของวัสดุและแรงที่ใช้ในการทดสอบ

*2. การทดสอบการรั่วซึม*

การรั่วซึม คือช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างผนังของผิวฟันกับวัสดุทันตกรรมที่แบคทีเรีย น้ำ โมเลกุลหรืออิออนสามารถซึมผ่านเข้าไปได้ การศึกษาการรั่วซึมของวัสดุทันตกรรมมีประโยชน์ในการคาดการณ์ประสิทธิภาพในการยึดติด หากวัสดุที่ใช้เกิดการรั่วซึมขึ้นจะทำให้เกิดปัญหารอยผุใหม่ การเปลี่ยนสีของฟัน อาการเสียวฟัน และเกิดการทำลายประสาทฟันตามมา (Kidd, 1976) ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้ได้พยายามหาวิธีต่างๆในการทดสอบการรั่วซึมที่เกิดขึ้น ทั้งการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) และการทดสอบในผู้ป่วย (*in vivo*) สำหรับการทดสอบในผู้ป่วยพบปัญหาต่างๆ เช่น ไม่สามารถควบคุมความดันที่เกิดขึ้นในโพรงประสาทฟันได้หรือมีคราบจุลินทรีย์เกาะบนวัสดุอุดทำให้การแปลผลคาดเคลื่อนไป จึงนิยมทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบคทีเรีย (bacteria) การใช้ความดันอากาศ (air-pressure) การใช้สี (dye penetration) การใช้สารเคมีและสารกัมมันตภาพรังสี (chemical and radioactive tracers) (Taylor และ Lynch, 1992)

สารเคมีที่นิยมนำมาใช้ในการทดสอบการรั่วซึมคือ สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก มาทำให้เกิดการทึบแสง (Wu และ Cobb, 1981; Wu และคณะ, 1983) ซึ่งการใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตสามารถตรวจสอบการรั่วซึมได้ดีเพราะสามารถซึมเข้าไปในเนื้อฟันในสภาวะที่เป็นสารแขวนลอยได้ (colloidal state) (Grande และคณะ, 1998) นอกจากนี้สีของสารซิลเวอร์ที่เกิดจากการรั่วซึมแตกต่างจากสีของเนื้อฟันมากทำให้สังเกตการรั่วซึมที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน (high contrast) (Wu และ Cobb, 1981) การทดสอบโดยการใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตมีความปลอดภัยในการใช้ และใช้ระยะเวลาน้อยในการทดสอบ (Wu และคณะ, 1983) นอกจากนี้สาร ซิลเวอร์ไนเตรตมีขนาดโมเลกุล (0.059 นาโนเมตร) เล็กกว่าขนาดโมเลกุลของแบคทีเรีย (0.5-1.0 ไมครอน) (Douglas และคณะ, 1989) ดังนั้นถ้าวัสดุที่ทำการทดสอบสามารถป้องกันการซึมผ่านของสารซิลเวอร์ไนเตรตได้ก็ควรจะป้องกันการซึมผ่านของแบคทีเรียได้ด้วย

การทดสอบการรั่วซึมของวัสดุทันตกรรมโดยการใช้สี สารเคมี ความดันอากาศ หรือการใช้แบคทีเรียมักนำชิ้นงานที่เตรียมขึ้นไปผ่านขบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างน้ำร้อนกับน้ำ

เย็น (Thermocycling) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไปมานี้ก็เพื่อให้เกิดสภาพที่เหมือนจริงภายในช่องปากของผู้ป่วย การรั่วซึมของวัสดุเกิดจากการขยายตัวของวัสดุทันตกรรมกับเนื้อฟันที่แตกต่างกันโดยมักเกิดขึ้นที่ขอบของวัสดุทันตกรรมกับเนื้อฟัน อุณหภูมิที่แนะนำให้ใช้ในการทดสอบคือ 4-15 องศาเซลเซียส กับ 45-60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่แต่ละอุณหภูมิคือ 30-60 วินาที และจำนวนรอบที่ใช้ในการทดสอบคือ 1-2500 รอบ (Kidd, 1976; Bauer และ Henson, 1984)

การวิจัยครั้งนี้ต้องการทราบเกี่ยวกับประสิทธิภาพการยึดติดของวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันที่ผลิตในประเทศไทยและ Super-Bond C&B ในแง่ที่นำมาใช้งานเป็นวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน โดยเลือกทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ด้วยการทดสอบแรงยึดเฉือนและการรั่วซึม หากผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าวัสดุทั้ง 2 ชนิดที่ทดสอบมีค่าแรงยึดเฉือนและการรั่วซึมไม่แตกต่างจากวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันทางการค้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ Delton และ Concise จะได้พิจารณานำวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ไปทดสอบในผู้ป่วยต่อไป