ประวัติและวิวัฒนาการของเรซินบอนด์บริดจ์
HISTORICAL PERSPECTIVE ON RESIN-BONDED BRIDGES

การทำฟันปลอมติดแน่นชนิดเรซินบอนด์จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย หากไม่มีผู้ค้นพบวิธีการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน ร่วมกับการพัฒนาคุณสมบัติของคอมโพสิตเรซิน (composite resins) ทั้งสองสิ่งนี้นับเป็นหัวใจสำคัญ ที่นำไปสู่ความสำเร็จในงานเรซินบอนด์บริดจ์ จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันจะสามารถเพิ่มพื้นที่ให้เรซินทำการยึดเกาะได้มากขึ้นถึงสองพันเท่า [1] ซึ่งมีผลให้วัสดุอุดติดแน่นกับฟันหลักได้ดียิ่งขึ้น วิธีการนี้เป็นที่ยอมรับและเป็นวิธีที่ทันตแพทย์ใช้มากที่สุดและน่าเชื่อถือที่สุดเมื่อเทียบกับวิธียึดเกาะเรซินวิธีอื่น

การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน
(ENAMEL ACID-ETCHING)

จากการค้นคว้าของ ดร. โบโนคอร์ (Buonocore) ในปี ค.ศ.1955 ทำให้ทราบจุดอ่อนของวัสดุอุดประเภทคอมโพสิตว่า ไม่มีคุณสมบัติในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันหรือชั้นเนื้อฟันได้ด้วยวิธีทางเคมี แต่ถ้าหากใช้กรดอ่อน ๆ เช่น กรดออร์โธฟอสฟอริก (Orthophosphoric acid) กัดผิวเคลือบฟันจะทำให้เกิดรูพรุน (microporosities) จำนวนมากมายแทรกซึมกระจายลงไปในชั้นเคลือบฟัน ชั้นเคลือบฟันนี้จะมีคุณสมบัติอย่างดีในการให้สารเรซินไหลลงไปตามร่อง และแข็งตัวล็อคติดแน่นอยู่ในชั้นเคลือบฟันได้ วิธีนี้เป็นการทำให้วัสดุคอมโพสิตติดแน่นกับผิวเคลือบฟันด้วยวิธีทางกลศาสตร์ (Mechanical lock) [2] ทำให้ทันตแพทย์สามารถอุดฟันผู้ป่วยด้วยคอมโพสิตได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การเลือกใช้กรดออร์โธฟอสฟอริกไม่ใช่สิ่งบังเอิญ เพราะกรดตัวนี้ถูกนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมพ่นสีเป็นเวลาหลายปีแล้ว วิธีการคือนำกรดตัวนี้มากัดผิวโลหะเพื่อให้เกิดความขรุขระที่ผิวก่อนทำการพ่นสี อันจะช่วยให้การยึดเกาะของสีเป็นไปได้ดีขึ้นและทนทานขึ้น ทันตแพทย์พยายามจะเลียนแบบโดยนำกรดตัวนี้มากัดชั้นเคลือบฟัน และยังได้ทดลองนำกรดอีกหลายชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆกันมาทดลองกัดผิวเคลือบฟันด้วย

ในปี ค.ศ.1974 ซิลเวอร์สโตน (Silverstone) พบว่าจากการใช้กรดออร์โธฟอสฟอริกกัดชั้นเคลือบฟันจะเกิดปรากฏการณ์ 2 แบบ

- แบบแรก ผิวเคลือบฟันจะถูกกรดกัดจนลึกกร่อนและสูญเสียรูปร่างไป
- แบบที่สองจะก่อให้เกิดรูพรุนเล็กๆจำนวนมากภายในชั้นเคลือบฟัน รูพรุนหรือร่องเล็กๆ เหล่านี้เป็นกลไกสำคัญในการทำให้เกิดการยึดเกาะระหว่างตัวฟันกับวัสดุอุด

จากการทดลองยังได้ข้อสรุปอีกว่า กรดออร์โธฟอสฟอริกที่มีความเข้มข้น 30 % จะให้ประสิทธิภาพในการกัดผิวเคลือบฟันได้ดีที่สุด เพราะจะมีการสูญเสียผิวฟันไปน้อยที่สุดคือเพียง 10 ไมครอน (microns) แต่จะทำให้เกิดร่องขนาดพอเหมาะที่จะช่วยให้เรซินสามารถไหลเข้าไปและเกาะเกี่ยวกับตัวฟันได้แน่นหนาที่สุด [3,7,26]

การใช้กรดฟอสฟอริกอาจใช้ในรูปของสารละลาย (solution) หรือในรูปของวุ้น (gel) ก็ได้ การใช้กรดในรูปสารละลายนั้นใช้ง่ายและสะดวกแต่ควบคุมยากกว่า เพราะอาจไหลกระจายออกจากพื้นที่ที่ต้องการทำงานได้ง่าย หลังจากทาสารละลายของกรดบนตัวฟันแล้วควรฉีดน้ำล้างอย่างน้อย 15 วินาที แต่หากใช้กรดชนิดที่เป็นวุ้นจะต้องใช้เวลานานกว่านี้ คือประมาณ 30 ถึง 45 วินาที เนื่องจากส่วนผสมของวุ้นมีความเหนียวยึดเกาะติดตัวฟันได้ดีกว่าทำให้ล้างออกยากกว่าและอาจมีสิ่งปนเปื้อน (contamination) ตกค้างที่ผิวฟันได้ง่าย [4]

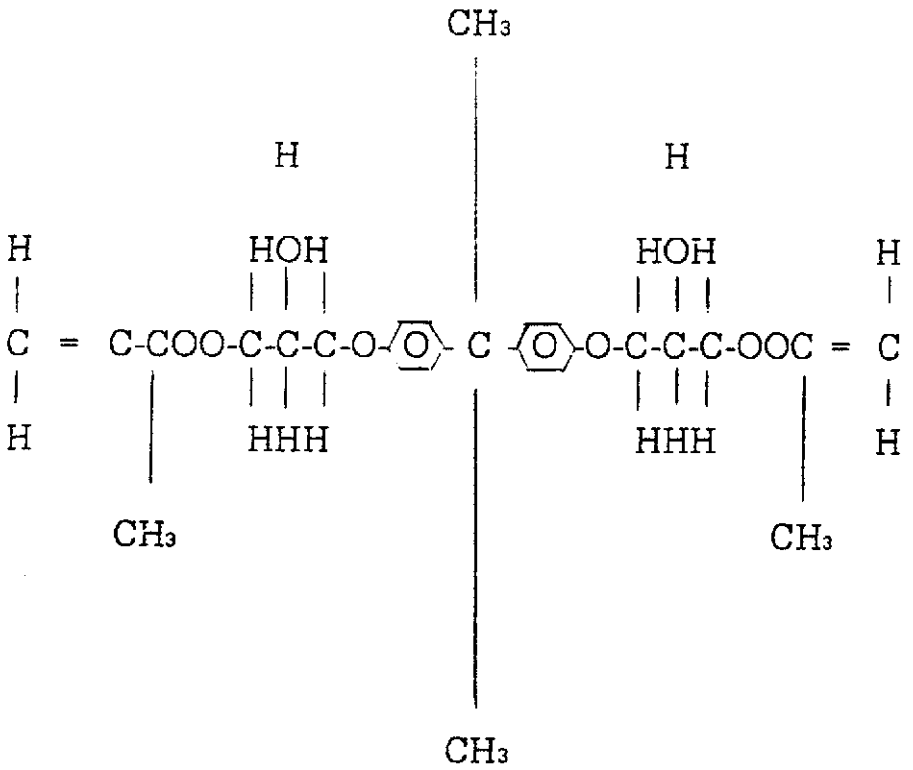
การทากรดที่ตัวฟันควรใช้พู่กันทาเบาๆ ให้ทั่วถึง และควรทากรดใหม่ซ้ำลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผิวฟันได้สัมผัสกับกรดเป็นเวลาต่อเนื่องกันอย่างน้อย 1 นาที ในกรณีที่เป็นฟันตกกระเนื่องจากได้รับสารฟลูออไรด์ (Fluorosis) จะต้องเพิ่มเวลาเป็น 2 เท่า เพราะผิวเคลือบฟันชนิดนี้จะทนต่อกรดเป็นพิเศษ และหากฟันซี่นั้นมีวัสดุอุดจำพวกกลาสไอโอโนเมอร์ (glass - ionomer) อยู่ในบริเวณที่จะใส่ฟันก็ต้องใช้กรดกัดด้วยเป็นเวลา 30 วินาที [5] ผิวของกลาสไอโอโนเมอร์หลังถูกกัดด้วยกรดจะให้ลักษณะเป็นรูพรุนเช่นเดียวกับที่เกิดในชั้นเคลือบฟัน ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยึดเกาะของเรซินซีเมนต์ให้ดียิ่งขึ้น

ผิวของเคลือบฟันภายหลังจากถูกกัดด้วยกรดเป็นเวลา 60 วินาทีควรจะมีลักษณะขาวขุ่น (opaque white) แต่หากไม่ปรากฏว่าผิวเคลือบฟันมีลักษณะดังกล่าวก็ควรทากรดซ้ำใหม่อย่างน้อยอีก 30 วินาที การกันน้ำลายที่ดีและการทำความสะอาดผิวฟันด้วยผงขัดพัมมิส (pumice) จะช่วยให้ขั้นตอนนี้ประสบความสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น

เรซิน
THE RESIN

คอมโพสิตเรซินที่ใช้ในทางทันตกรรมนั้นส่วนใหญ่ได้มาจากผลของปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างบิสฟีนอล เอ (bisphenol A) และไกลซีดิลเมธาไครเลท (glycidyl methacrylate) หรือที่เรียกว่า บิส-จีเอ็มเอ และยังเป็นที่นิยมเรียกกันว่า **โบเวนเรซิน** (Bowen's resin) ตามชื่อผู้ค้นพบคือ ดร. โบเวน (Dr. Bowen) เมื่อปี ค.ศ.1962

เรซินชนิดที่ใช้ทาบนผิวเคลือบฟันนี้ ได้ถูกออกแบบมาให้เป็นชนิดที่มีความหนืดต่ำมาก (low viscosity) เรียกว่าบอนดิงเอเจนต์ (bonding agent) ซึ่งสามารถไหลแทรกซึมลงไปในร่องฟันได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย ต่อมาเมื่อเกิดการแข็งตัวก็จะถูกล็อคอยู่ในชั้นเคลือบฟันอย่างแน่นหนา อันจะช่วยให้วัสดุอุดยึดติดกับตัวฟันได้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยลดอัตราการรั่วซึม (microleakage) ของเรซินซีเมนต์ที่ผิวฟัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย [6]



ภาพที่ 2 บิส-จีเอ็มเอ (จากหนังสือไซมอนเซน, 1983) [26].

พัฒนาการของเรซินบอนด์บริดจ์
Development of Resin-bonded bridges

เรซินบอนด์บริดจ์ที่เริ่มทำในระยะแรกนั้น ได้จากการนำเอาฟันธรรมชาติของผู้ป่วยที่เป็นโรคปริทันต์และถูกถอนออก มายึดติดเข้าไปใหม่โดยใช้คอมโพสิตเรซินเป็นตัวยึด [7] ต่อมาสตอลปา (Stolpa) ได้รายงานว่ามีการนำเอาฟันอะคริลิก (acrylic) มาใช้แทนฟันธรรมชาติ แต่ความแข็งแรงในการยึดกับฟันหลักยังไม่ดีนัก จึงได้มีการทดลองปักเดือย (pin) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในชั้นของอะคริลิกด้วย [8-12]

ในปี ค.ศ. 1973 นักปริทันตวิทยาชื่อโรเชตต์ (Rochette) ได้ทดลองทำโครงโลหะเพื่อเข้าเฝือกฟันหน้าที่โยกเนื่องจากโรคปริทันต์และเมื่อฟันซี่ใดซี่หนึ่งโยกมากจนไม่สามารถเก็บไว้ได้ก็จะถอนออก แล้วทำฟันปลอมเพิ่มลงไปในโครงโลหะเพื่อแทนที่ฟันซี่ที่ถูกถอนนั้น ฟันปลอมชนิดนี้เรียกว่าโรเชตต์บริดจ์ (Rochette bridge) [13] ตามชื่อผู้คิดค้นโครงโลหะของโรเชตต์บริดจ์จะถูกเจาะเป็นรูประมาณ 6-10 รู (ภาพที่ 3) เพื่อใช้เป็นที่ยึดติดกับซี่ฟันโดยอาศัยคอมโพสิตซีเมนต์ชื่อเซฟริตอน (Sevriton, de Trey, Zurich, Switzerland) การยึดติดของโครงโลหะวิธีนี้จัดเป็นวิธีทางกลศาสตร์ได้จากการที่ผิวเคลือบฟันถูกกัดด้วยกรด และรูที่เจาะบนชิ้นโลหะเป็นที่ยึดอยู่ของซีเมนต์ ข้อเสียของโรเชตต์บริดจ์คือซีเมนต์ส่วนที่โผล่จากรูสามารถละลายในช่องปากได้ทำให้การยึดอยู่เสียไป และความหนาของปีกโลหะยังรบกวนต่อระบบการสบฟันตามปกติของผู้ป่วย แรงกระแทกที่เกิดขึ้นจะมีผลให้บริดจ์หลุดจากฟันหลักได้ในภายหลัง

ภาพที่ 3 โรเชตต์บริดจ์

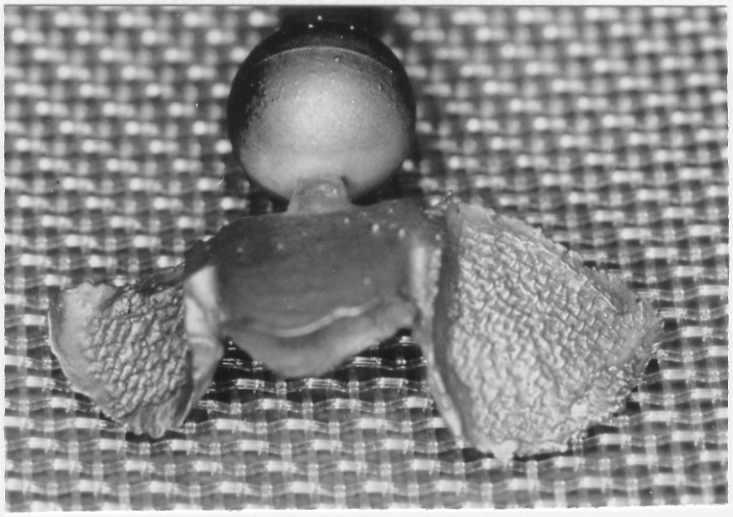
ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 ลิวาไดติส (Livaditis) ได้ทดลองใช้วิธีนี้กับฟันหลัง โดยการเพิ่มตะขอเล็กๆ เรียกว่าเรสต์ (rest) บนด้านบดเคี้ยว และขยายส่วนของปีกโลหะให้โอบรอบด้านข้าง (proximal) และด้านใกล้ลิ้นของฟันหลักให้มากขึ้น แต่การยึดติดกับฟันก็ยังคงอาศัยรูที่เจาะบนชิ้นโลหะเป็นหลักเช่นเดิม

หลังจากนั้นในปี ค.ศ.1982 ลิวาไดติสและทอมป์สัน (Thompson) ได้ค้นพบวิธีใหม่ ที่จะช่วยให้การยึดเกาะของโลหะกับตัวฟัน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นั่นคือการใช้กรดร่วมกับกระแสไฟฟ้ากัดที่ผิวด้านในของปีกโลหะ (electrolytic etching technique) [14] เพื่อให้เกิดร่องเล็ก ๆ เช่นเดียวกับที่เกิดในชั้นเคลือบฟัน ดังนั้น เรซินซีเมนต์จะสามารถไหลเข้าไปล็อคอยู่ที่ผิวโลหะ และที่ผิวเคลือบฟันได้อย่างแน่นหนา บริดจ์ชนิดนี้เรียกว่าเอทช์บริดจ์ (Etched bridge) หรือแมรีแลนด์บริดจ์ (Maryland bridge) ตามชื่อสถาบันที่ทำการศึกษาวิจัย (ภาพที่4) วิธีนี้มีข้อดีคือสามารถทำปีกโลหะให้บางลงได้มาก ซีเมนต์จะถูกปกคลุมภายใต้ปีกโลหะทั้งหมด และที่สำคัญคือจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าแรงยึดเกาะชนิดเทนไซล์ (tensile bond strength) ของเรซินที่ผิวของปีกโลหะซึ่งถูกกัดด้วยกรด มีค่าสูงกว่าแรงยึดเกาะของเรซินที่ผิวเคลือบฟันซึ่งถูกกัดด้วยกรดประมาณ 2-3 เท่า[15-16] หากผลในช่องปากเป็นดังเช่นในห้องทดลอง บริดจ์ชนิดนี้น่าจะมีประสิทธิภาพในการยึดอยู่ได้ดีกว่าโรเซตต์บริดจ์

ภาพที่ 4 แมรีแลนด์บริดจ์

ข้อเสียของแมรีแลนด์บริดจ์คือ ขั้นตอนในห้องปฏิบัติการค่อนข้างละเอียดอ่อนและยุ่งยากมาก (sensitive technique) ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ (specific apparatus)ผิวของปีกโลหะภายหลังได้รับการกัดด้วยกรดแล้วจะเปราะบางมาก(fragile) ต้องระมัดระวังไม่ให้มีการปนเปื้อนใดๆเกิดขึ้นทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พยายามคิดค้นวิธีการปรับสภาพผิวโลหะวิธีอื่นๆ ที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนที่ยุ่งยาก โดยใช้หลักการในการทำให้เกิดความขรุขระที่ฟื้นผิวเพื่อให้เกิดการยึดเกาะ (Macrosurface retention) เช่น

การวางตาข่ายที่ผิวด้านในของปีกโลหะ(Mesh pattern. Duralingual. Unitek Corp. Monrovia. USA) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความขรุขระที่ผิวโลหะโดยไม่ต้องเจาะรูหรือกัดด้วยกรด (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การวางตาข่ายที่ผิวด้านในของปีกโลหะ

การโรยเม็ดเกลือหรือเม็ดลูกปัดเล็กๆ ที่ผิวในของปีกโลหะ (Loss salt / crystal beads. Bracon Ltd., Hurst Green. Sussex. UK) ทำให้เกิดความขรุขระ (ภาพที่6)

ภาพที่ 6 ใช้วิธีการโรยเม็ดเกลือที่ผิวของปีกโลหะ

การเป่าทราย (Sandblasting) และการเคลือบผิวด้านในของปีกโลหะด้วยสารเคมี เช่น ซิลิคอนไดออกไซด์ (Silicondioxide) ก็เป็นอีกวิธีที่จะช่วยให้เกิดการยึดเกาะของบริดจ์กับตัวฟันได้โดยไม่ยุ่งยากนัก วิธีนี้คิดค้นโดยมูซิลและทิลเลอร์[10,19,37] (Musil & Tiller) ในปีค.ศ. 1984 เดิมวิธีนี้ใช้สำหรับยึดติดเรซินวีเนียร์เข้ากับโลหะโดยไม่ต้องอาศัยการเจาะรู หรือทำพื้นผิวให้ขรุขระแต่อย่างใด ทั้งยังช่วยลดการรั่วซึมได้ดีอีกด้วย จึงได้มีการทดลองนำมาใช้กับเรซินบอนด์บริดจ์ วิธีการคือนำโครงโลหะที่ได้รับการทำความสะอาดพื้นผิวด้วยวิธีการเป่าทรายมาใส่ในเครื่องซิลิโคตเตอร์ (Silicoater. Kulzer & Co. GmbH) ในเครื่องซิลิโคตเตอร์จะมีภาชนะบรรจุสารไซเลนชนิดเตตราทอกซีไซเลน (Silane. tetraethoxysilane)ไอระเหยของสารไซเลนเมื่อรวมกับโปรเปน (Propane) และถูกความร้อนจะสลายตัวกลายเป็นโมเลกุลเล็กๆของซิลิกา-ซีแลย์ (SiOx-C layer) ซึ่งก็คือซิลิคอนไดออกไซด์มาจับที่ผิวของปีกโลหะ แต่เนื่องจากเรซินซีเมนต์ไม่สามารถยึดติดกับผิวโลหะที่ถูกเคลือบด้วยซิลิคอนไดออกไซด์ได้โดยตรง จึงต้องทาสารละลายไซเลนเพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมยึด ขณะนี้ผิวของปีกโลหะก็อยู่ในสภาพพร้อมที่จะยึดติดกับเรซินซีเมนต์ได้แล้ว จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการปรากฏว่าวิธีนี้ให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวเป็นที่น่าพอใจ [17-18,38-39]