

ความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ต่อผิวเคลือบฟัน ภายหลังการบูรณะทันทีและภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมง

วรรณธนะ สัตตบรรณสุข

อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์

และทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ธนิศร์ จิรบันดาลสุข

ทันตแพทย์เอกชน

นาง นันทพรพันธุ์

ทันตแพทย์

วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จ.พิษณุโลก

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อาจารย์ ทันตแพทย์วรรณธนะ สัตตบรรณสุข

ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์: 02-649-5212

โทรสาร: 02-649-5212

อีเมล: vanthana@swu.ac.th

บทคัดย่อ

ในทางคลินิก ภายหลังการบูรณะโพรงฟันจะเกิดแรงเค้นที่บริเวณยึดติดระหว่างฟันกับเรซินคอมโพสิตขึ้นทันทีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด ต่อผิวเคลือบฟัน ภายหลังการบูรณะทันที และภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมง ทำการทดลองในฟันกรามแท้ของมนุษย์ สภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยโรค และไม่เคยได้รับการบูรณะใด ๆ มาก่อน ตัดแบ่งฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางและนำฟันแต่ละส่วนที่ได้ยึดในแบบหล่อด้วยพลาสติกเรซินโดยให้ผิวเคลือบฟันบริเวณส่วนกลางฟันเผยออกสู่ภายนอก ขัดผิวเคลือบฟันให้เรียบด้วยกระดาษทรายและทำการบูรณะวัสดุเรซินคอมโพสิตบนผิวเคลือบฟันบริเวณดังกล่าวโดยใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไดรเอสบอนด์ หรือสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ ทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือนระดับจุลภาคของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟันโดยทดสอบทันทีภายหลังการบูรณะ หรือทดสอบภายหลังการบูรณะเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานภายหลังการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์ชนิดไคสแควร์ รวมทั้งตรวจสอบลักษณะผิวเคลือบฟันภายหลังการปรับสภาพด้วยสารยึดติดแต่ละชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนต่อผิวเคลือบฟันระหว่างสารยึดติดทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ ($p = .224$) โดยที่ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนเมื่อทำการทดสอบทันทีภายหลังการบูรณะมีค่าน้อยกว่าเมื่อทำการทดสอบภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$) ชิ้นงานที่ทำการยึดด้วยเคลียร์ฟิลไดรเอสบอนด์ จะพบการแตกหักภายในชั้นสารยึดติดมากกว่าชิ้นงานที่ทำการยึดด้วยเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ อย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำการทดสอบทันทีภายหลังการบูรณะ ($p = .001$) ผิวเคลือบฟันที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารยึดติดทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ พบมีลักษณะขรุขระเมื่อทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการยึดติดกับผิวเคลือบฟันของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ความแข็งแรงพันธะเฉือนของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟันภายหลังการบูรณะทันทีมีค่าน้อยกว่าความแข็งแรงพันธะเฉือนภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมง

บทนำ

การรักษาทางทันตกรรมบูรณะนั้น นอกจากจะคำนึงถึงประโยชน์ในแง่ความทนทานต่อการใช้งานแล้ว ยังมุ่งเน้นในเรื่องของความสวยงามเป็นสำคัญ¹ วัสดุบูรณะสีคล้ายฟันประเภทเรซินคอมโพสิต (Resin-based composite) ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งการที่เรซินคอมโพสิตจะสามารถยึดติดกับโครงสร้างของฟันได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยสารยึดติด (dental adhesive) โดยสารยึดติดสามารถเชื่อมกับเรซินคอมโพสิตได้โดยอาศัยพันธะทางเคมี (chemical bond) ในขณะที่การยึดระหว่างสารยึดติดกับโครงสร้างของฟันอาศัยพันธะทางกลระดับจุลภาค (micromechanical bond) จากการใช้สารเคมีที่มีความเป็นกรดปรับสภาพผิวฟัน ซึ่งจะทำให้เกิดการละลายองค์ประกอบอนินทรีย์ (inorganic composition) และแทนที่ด้วยสารยึดติด^{2,3}

สารยึดติดมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นลำดับ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในการยึดกับโครงสร้างของฟัน ปัจจุบันสามารถแบ่งสารยึดติดออกได้เป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะและขั้นตอนการใช้งาน⁴ ได้แก่ สารยึดติดระบบเอทช์แอนดรินซ์ 3 ขั้นตอน (Three-step etch-and-rinse adhesive system) สารยึดติดระบบเอทช์แอนดรินซ์ 2 ขั้นตอน (Two-step etch-and-rinse adhesive system) สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน (Two-step self-etch adhesive system) และสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน (One-step self-etch adhesive system) ระบบเซลฟ์เอทช์เป็นสารยึดติดที่ขจัดขั้นตอนการใช้กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) ในการปรับสภาพผิวฟัน และขั้นตอนการล้างน้ำออก โดยใช้มอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด (Acidic monomers) ในการปรับสภาพผิวฟัน พร้อมเกิดการแทรกซึมของมอนอเมอร์ลงไปในขณะเดียวกัน รวมทั้งไม่ต้องล้างน้ำเพื่อกำจัดสารดังกล่าวออกภายหลังการใช้งาน ทำให้ลดปัญหาข้อผิดพลาดในการรักษาความชื้นของเนื้อฟัน ภายหลังการใช้กรดฟอสฟอริกในการปรับสภาพและการล้างน้ำของสารยึดติดระบบเอทช์แอนดรินซ์ (etch and rinse) รวมทั้งช่วยลดภาวะเสียวฟันภายหลังการบูรณะ (Post-operative sensitivity) ลงได้⁴ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์มีความเป็นกรดไม่มากนักเมื่อเทียบกับกรดฟอสฟอริก ทำให้ประสิทธิภาพในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันซึ่งมีองค์ประกอบอนินทรีย์อยู่เป็นปริมาณมากนั้น ยังคงเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ โดยการศึกษาส่วนใหญ่ระบุว่าความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ต่อผิวเคลือบฟันมีค่าน้อยกว่า หรืออย่างมากที่สุดคือใกล้เคียงกับสารยึดติดระบบเอทช์แอนดรินซ์⁵⁻⁸ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบและความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ⁶

การศึกษาประสิทธิภาพของสารยึดติดโดยพิจารณาจากความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดต่อโครงสร้างของฟันนั้นมักกระทำภายหลังการบูรณะเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของสารยึดติดและเรซินคอมโพสิตเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์^{9,10} อย่างไรก็ตาม ในทางคลินิกจะเกิดแรงเค้น (stress) ที่บริเวณยึดติดระหว่างฟันกับเรซินคอมโพสิตขึ้นทันที ภายหลังการบูรณะโพรงฟัน แรงเค้นดังกล่าวเกิดขึ้นทั้งจากขั้นตอนการตกแต่งเคียวรูป (finishing and contouring) และการขัด (polishing) วัสดุบูรณะ รวมถึงการหดตัวของเรซินคอมโพสิตจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization contraction)¹¹ ซึ่งหากความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดต่อโครงสร้างของฟันโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อผิวเคลือบฟันไม่เพียงพอในการต้านทานแรงเค้นดังกล่าว จะทำให้เกิดความล้มเหลวที่บริเวณยึดติด และอาจเกิดช่องว่างตามขอบของวัสดุบูรณะ (marginal gap) ได้^{11,12}

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิด คือสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 1 ขั้นตอน และสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ขั้นตอน ต่อผิวเคลือบฟันภายหลังการบูรณะทันที และภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมง รวมทั้งตรวจสอบลักษณะผิวเคลือบฟัน ภายหลังการปรับสภาพด้วยสารยึดติดแต่ละชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด โดยมีสมมติฐานว่าง (Null hypotheses) ทางสถิติของงานวิจัยคือ (1) ไม่มีความแตกต่างระหว่างความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์แต่ละชนิดภายหลังการบูรณะทันที และภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมง และ (2) ไม่มีความแตกต่างระหว่างความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์ 2 ชนิดเมื่อทำการทดสอบในช่วงเวลาเดียวกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นฟันกรามแท้ของมนุษย์จำนวน 12 ซี่ ซึ่งได้รับการถอนออกตามแผนการรักษาทางทันตกรรมของผู้ป่วย ฟันทั้งหมดอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยโรค และไม่เคยได้รับการบูรณะใด ๆ มาก่อน โดยเก็บรักษาฟันไว้ในสารละลายไทมอล (Thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำมาใช้ในการศึกษาภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือน ภายหลังการถอน สารยึดติดและวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต รวมถึงขั้นตอนวิธีการใช้งานของแต่ละผลิตภัณฑ์ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงหมายเลขผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบ และวิธีการใช้งานของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

Table 1 The batch numbers, compositions, and procedures of materials used in the study

Material	Batch number	Compositions	Procedures
Clearfil Tri-S Bond (Kuraray Medical, Okayama, Japan)	00044B	MDP, HEMA, Bis-GMA, hydrophobic dimethacrylate, ethyl alcohol, water, photoinitiators, accelerators, filler	Apply 20 sec; dry with high-pressure air stream 5 sec; light-cure 10 sec
Clearfil SE Bond (Kuraray Medical)	Primer : 00598B	MDP, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, photoinitiators, water	Apply 20 sec; dry with gentle air stream 5 sec
	Bond liquid : 00855A	MDP, HEMA, Bis-GMA, hydrophobic dimethacrylate, photoinitiators, filler	Apply and gently air thin; light-cure 10 sec
Estelite Sigma (Tokuyama Dental, Ibaraki, Japan)	E629	Bis-GMA, TEGDMA, photoinitiators, fillers	Apply and light-cure 30 sec to a conventional quartz- tungsten-halogen light

MDP = 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; HEMA = 2-Hydroxyethyl methacrylate; Bis-GMA = Bisphenol A glycidyl methacrylate; TEGDMA = Triethyleneglycol dimethacrylate

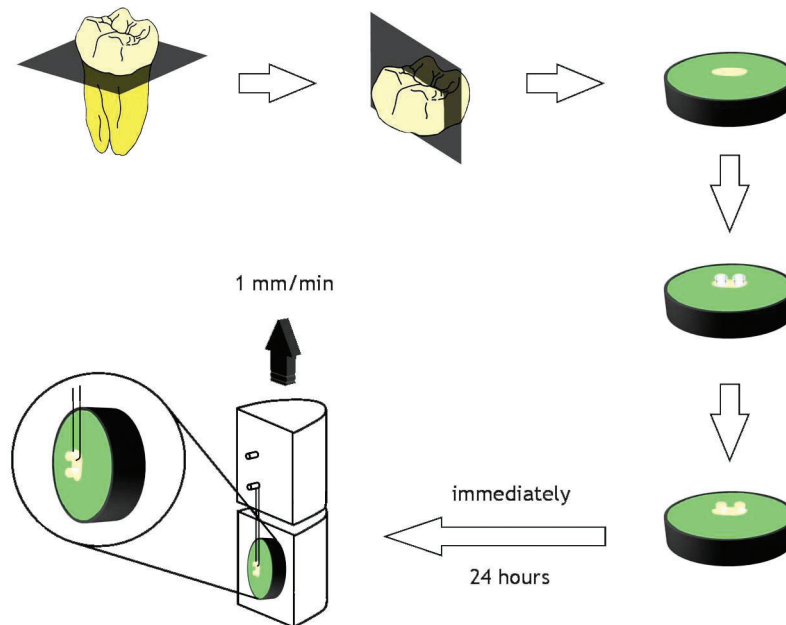
การเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะของ สารยึดติดต่อผิวเคลือบฟัน

ใช้แผ่นคาร์บอรัมดัม (carborundum disc) ร่วมกับเครื่อง
กรอความเร็วต่ำ (MF-Perfecta Type 9975; W&H Dentalwerk,
Burmoos, Austria) ตัดส่วนรากฟันออกบริเวณรอยต่อเคลือบฟันกับ
เคลือบรากฟัน (cementum-enamel junction) จากนั้นแบ่งส่วนตัวฟัน
ที่ได้ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesial-distal) บริเวณร่องกลางฟัน
(central groove) โดยให้แนวในการตัดขนานกับแกนตามยาว
ของฟัน นำฟันแต่ละส่วนยึดในแบบหล่อทรงกระบอกขนาดเส้น-
ผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร ด้วยพลาสติกเรซิน
โดยให้ผิวเคลือบฟันบริเวณส่วนกลางฟัน (Middle1/3) เผยออกสู่
ภายนอก ขัดผิวเคลือบฟันบริเวณดังกล่าวด้วยกระดาษทราย
ความละเอียด 600 (Star World Water proof abrasive paper; J.V.
Supplies, Bangkok, Thailand) เป็นเวลา 30 วินาที โดยมีน้ำระบาย
ความร้อนตลอดเวลา เพื่อให้ได้ผิวเคลือบฟันที่เรียบและควบคุม
ชั้นสเมียร์ให้ได้มาตรฐานที่เท่ากันในทุกกลุ่มทดลอง ตรวจสอบผิว
เคลือบฟันภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Model SZ-CTV;
Olympus, Tokyo, Japan) ว่าไม่มีการเผยของชั้นเนื้อฟันที่อยู่ข้างใต้
หาสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน ผลิตภัณฑ์เคลียร์-

ฟิลไดรเอสบอนด์ (Clearfil Tri-S Bond; Kuraray Medical, Okayama,
Japan) หรือสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน ผลิตภัณฑ์
เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ (Clearfil SE Bond; Kuraray Medical) บนผิว
เคลือบฟันโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (ตารางที่ 1)
วางท่อพลาสติกใส (Tygon; Saint-Gobain Performance Plastics,
Akron, Ohio, USA) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 มิลลิเมตร สูง
1 มิลลิเมตร ลงบนผิวเคลือบฟันบริเวณดังกล่าว โดยฟันแต่ละ
ส่วนสามารถวางท่อพลาสติกได้ 2 ท่อ บ่มให้สารยึดติดเกิดปฏิกิริยา
พอลิเมอร์ไรเซชันด้วยเครื่องฉายแสงชนิดควอตซ์-ทังสเตน-ฮาโลเจน
(Quartz-tungsten-halogen light curing unit) พีคัลลักซ์ (Pekalux; Bayer
Dental, Leverkusen, Germany) ซึ่งควบคุมความเข้มแสงจาก
เครื่องฉายแสงไม่ต่ำกว่า 550 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร
ตลอดการศึกษา นำเรซินคอมโพสิตผลิตภัณฑ์เอสทีไลท์ ซิกม่า
(Estelite Sigma; Tokuyama Dental, Ibaraki, Japan) ใส่ลงใน
ท่อพลาสติกอย่างระมัดระวัง ใช้แผ่นพลาสติกใสขนาดเล็กปิด
บริเวณรูเปิดของท่อพลาสติก และทำการบ่มให้เรซินคอมโพสิต
เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันด้วยเครื่องฉายแสงชนิดเดียวกัน
เป็นเวลา 30 วินาที ใช้ใบมีดผ่าตัด (Scalpel blade) ตัดท่อพลาสติก
ออก (รูปที่ 1) และตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นงานที่เตรียมได้

ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่กำลังขยาย 40 เท่า ชิ้นงานที่มีความผิดปกติจากการเตรียม อาทิ รอยแยกที่บริเวณผิวเรซินคอม-

โพสิตและสารยึดติด หรือฟองอากาศขนาดใหญ่ภายในเรซินคอมโพสิต จะถูกคัดแยกออกและไม่นำมารวมในการศึกษานี้



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

Fig. 1 Schematic illustration of specimen preparation

การทดสอบความแข็งแรงพันธะเชิงแรงระดับจุลภาคของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟัน

ฟันแต่ละส่วนที่เตรียมชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำมาทดสอบความแข็งแรงพันธะเชิงแรงระดับจุลภาค (Microshear bond strength) ของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟัน โดยส่วนที่หนึ่งถูกนำมาทดสอบภายในระยะเวลา 5 นาทีหลังการบ่มให้เรซินคอมโพสิตเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันอย่างสมบูรณ์และส่วนที่สองของฟันที่เดียวกันจะถูกนำมาทดสอบความแข็งแรงพันธะเชิงแรงภายหลังจากการเก็บชิ้นงานไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ทดสอบความแข็งแรงพันธะเชิงแรงระดับจุลภาคด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Model ZPS-DPU-100N; Imada, Aichi, Japan) และวัดค่าความแข็งแรงพันธะเชิงแรงด้วยเครื่องวัดระบบดิจิทัล (Digital force gauge; Imada) ซึ่งเชื่อมต่อโดยตรงกับเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ ใช้ลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร คล้องชิ้นเรซินคอมโพสิตกับเครื่องทดสอบ โดยให้ระนาบของบริเวณยึด

ติดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับสารยึดติด ลวด และเครื่องทดสอบอยู่ในแนวเดียวกัน เคลื่อนลวดดังกล่าวด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งเกิดการแตกหักของชิ้นงาน¹³ (รูปที่ 1)

การตรวจสอบชิ้นงานภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ชิ้นงานภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟันจะถูกนำมาตรวจสอบลักษณะของพื้นผิวภายหลังจากการแตกหักภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่กำลังขยาย 40 เท่า โดยจำแนกลักษณะการแตกหักของชิ้นงานออกเป็น 3 รูปแบบคือ

1. การแตกหักแบบแอดฮีซีฟ (Adhesive failure) หมายถึง การแตกหักของชิ้นงานบริเวณรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับสารยึดติด
2. การแตกหักแบบโคฮีซีฟ (Cohesive failure) หมายถึง การแตกหักของชิ้นงานภายในชั้นเคลือบฟัน หรือภายในชั้นสารยึดติด/เรซินคอมโพสิต

3. การแตกหักแบบผสม (Mixed failure) หมายถึง การแตกหักของชิ้นงานที่มีลักษณะผสมกันระหว่างการแตกหักแบบแอตชีฟและการแตกหักแบบโคฮีซีฟ

การตรวจสอบลักษณะผิวเคลือบฟันภายหลังการปรับสภาพด้วยสารยึดติดแต่ละผลิตภัณฑ์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning electron microscope) กระทำโดยสุ่มตัวอย่างฟันกรามมนุษย์จำนวน 2 ซี่ ตัดแบ่งส่วนตัวฟันและเตรียมผิวเคลือบฟันตามวิธีดังกล่าวข้างต้น ปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด (Acidic monomers) ของสารยึดติดแต่ละผลิตภัณฑ์ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต กำจัดมอนอเมอร์บนผิวเคลือบฟันโดยล้างด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร เป็นเวลา 5 นาที¹⁴ เป่าลมให้ผิวเคลือบฟันแห้ง และนำชิ้นฟันที่เตรียมได้วางบนแท่งอะลูมิเนียม (Aluminium stub) ฉาบผิวด้วยทอง (Gold sputter) และนำไปตรวจสอบลักษณะผิวเคลือบฟันที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารยึดติดภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JSM 5410 LV; JEOL, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า และ 5,000 เท่า

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟันของแต่ละกลุ่มทดลองมาตรวจสอบความปกติในการแจกแจงของข้อมูล (normality) ด้วยวิธีแชปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way Analysis of Variance) ในการทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติ (statistical interaction) ของปัจจัยทั้งสองในการศึกษานี้คือชนิดของสารยึดติดและระยะเวลาภายหลังการบูรณะ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้การเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons)

ข้อมูลความถี่ของลักษณะการแตกหักของชิ้นงานภายหลังการทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือน จะถูกนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-parametric statistical analysis) ด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-square test) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS version 13.0 for Windows; SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผล

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงพันธะเฉือนระดับจุลภาคของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟัน ความแข็งแรงพันธะเฉือนระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่มทดลองมีความปกติในการแจกแจงของข้อมูลจากการตรวจสอบด้วยวิธีแชปิโร-วิลค์ ($p \geq .182$) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ไม่พบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติของชนิดของสารยึดติดต่อความแข็งแรงพันธะเฉือน ($p = .224$) และไม่พบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติของชนิดของสารยึดติดเมื่อพิจารณาาร่วมกับระยะเวลาภายหลังการบูรณะต่อความแข็งแรงพันธะเฉือน ($p = .284$) แต่พบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติของระยะเวลาภายหลังการบูรณะต่อความแข็งแรงพันธะเฉือน ($p < .001$) จากการทดสอบสถิติที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Student's t-test) พบว่าความแข็งแรงพันธะเฉือนของสารยึดติดทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ต่อผิวเคลือบฟัน เมื่อทำการทดสอบทันทีภายหลังการบูรณะมีค่าน้อยกว่าเมื่อทำการทดสอบภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงพันธะเฉือนระดับจุลภาคของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟัน (เมกะพาสคาล)

Table 2 Mean microshear bond strengths and standard deviations of adhesives to enamel (Megapascal)

Adhesive	Time	Mean±s.d. (Number of specimens tested)
Clearfil Tri-S Bond	Immediate	18.28±2.54 (12)
	24 hours	21.68±4.05 (12)
Clearfil SE Bond	Immediate	18.45±3.81 (12)
	24 hours	24.29±4.70 (12)

การตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานภายหลังการแตกหัก พบรูปแบบการแตกหักแบบแอตชีฟบริเวณรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับสารยึดติด และการแตกหักแบบผสมซึ่งพบการแตกหักบริเวณรอยต่อของผิวเคลือบฟันกับสารยึดติดรวมกับการแตกหักภายในชั้นสารยึดติด (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างของลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานภายหลัง

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนชิ้นงานจำแนกตามลักษณะการแตกหัก (ชิ้น)

Table 3 Number of specimens classified by type of failure (pieces)

Adhesive	Time	Adhesive failure	Mixed failure
Clearfil Tri-S Bond	Immediate	1	11
	24 hours	2	10
Clearfil SE Bond	Immediate	9	3
	24 hours	4	8

จากการตรวจสอบลักษณะผิวเคลือบฟันภายหลังการปรับสภาพด้วยสารยึดติดแต่ละผลิตภัณฑ์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าผิวเคลือบฟันถูกปรับสภาพอย่างไม่มีรูปแบบ (Non-uniform etching pattern) (รูปที่ 2 และ 3) โดยผิวเคลือบฟันภายหลังการปรับสภาพด้วยสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไดเรสบอนด์ มีลักษณะขรุขระเล็กน้อย มีความลึกของผิวเคลือบฟันที่ผ่านการปรับสภาพไม่มาก ดังจะเห็นได้จากการพบรอยของการเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยกระดาษทรายปรากฏอยู่อย่างชัดเจนโดยทั่วไป (รูปที่ 2.1) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่กำลังขยายมากขึ้น แสดงให้เห็นการเผยของแท่งเคลือบฟัน (Enamel rod) เล็กน้อยในบางตำแหน่ง (รูปที่ 2.2) ในขณะที่การใช้ไพรเมอร์ที่มีความเป็นกรด (Acidic primer) ของสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ จะทำให้ผิวเคลือบฟันมีลักษณะขรุขระและถูกปรับสภาพอย่างเป็นรูปแบบมากกว่ารวมทั้งมีความลึกของผิวเคลือบฟันที่ผ่านการปรับสภาพมากกว่า ดังจะเห็นได้จากรอยของการเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยกระดาษทรายมีลักษณะไม่ชัดเจนเท่ากับการปรับสภาพผิวเคลือบฟันด้วยสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไดเรสบอนด์ (รูปที่ 3.1) และสามารถพบการเผยของแท่งเคลือบฟันอย่างชัดเจนโดยทั่วไปเมื่อทำการตรวจสอบด้วยกำลังขยายที่มากขึ้น (รูปที่ 3.2)

การแตกหักในแต่ละกลุ่มของสารยึดติด ($p \geq .05$) แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละระยะเวลาที่ทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือนภายหลังการบูรณะพบว่า กลุ่มทดลองสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิล-ไดเรสบอนด์ มีรูปแบบการแตกหักแบบผสมมากกว่ากลุ่มทดลองผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ เมื่อทำการทดสอบภายหลังการบูรณะทันทีอย่างมีนัยสำคัญ ($p = .001$)

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่าความแข็งแรงพันธะเฉือนระดับจุลภาคของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ต่อผิวเคลือบฟันภายหลังการบูรณะทันทีมีค่าน้อยกว่าความแข็งแรงพันธะเฉือนภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมติฐานที่ว่าที่ 1 ของงานวิจัย แต่เมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงพันธะเฉือนในช่วงระยะเวลาทดสอบเดียวกัน พบว่าประสิทธิภาพการยึดติดกับผิวเคลือบฟันของสารยึดติดทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าที่ 2 ของงานวิจัย

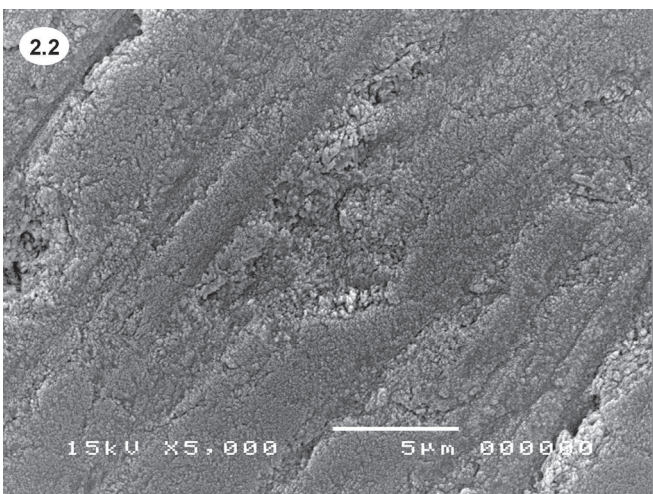
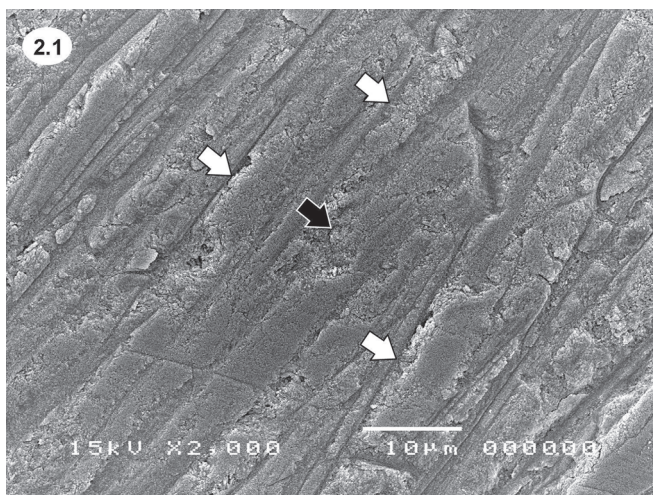
ความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดที่เพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บชิ้นงานไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมงนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา¹⁵⁻¹⁷ สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากความสมบูรณ์ของการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของสารยึดติดและเรซินคอมโพสิตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลา^{9,10,15-17} Kanehira และคณะ¹⁶ พบว่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์เป็นพอลิเมอร์ (Degree of conversion) ของสารยึดติดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาภายหลังการบ่มวัสดุให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ลักษณะดังกล่าวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณสมบัติทางกล (Mechanical properties) ของสาร

รูปที่ 2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงผิวเคลือบฟันภายหลังการปรับสภาพด้วยสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์

Fig. 2 SEM images of enamel surface after treatment with Clearfil Tri-S Bond.

รูปที่ 2.1 ภาพกำลังขยาย 2,000 เท่า แสดงตำแหน่งที่มีการเผยของแท่งเคลือบฟัน (ลูกศรทึบ) และรอยจากการเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยกระดาษทราย (ลูกศรโปร่ง)

Fig. 2.1 Original magnification 2,000x. The exposure of enamel rods (arrows) and scratch lines after grinding the enamel surface with silicon carbide abrasive paper (open arrows) are observed.



รูปที่ 2.2 ภาพกำลังขยาย 5,000 เท่า แสดงบริเวณที่มีการเผยของแท่งเคลือบฟัน

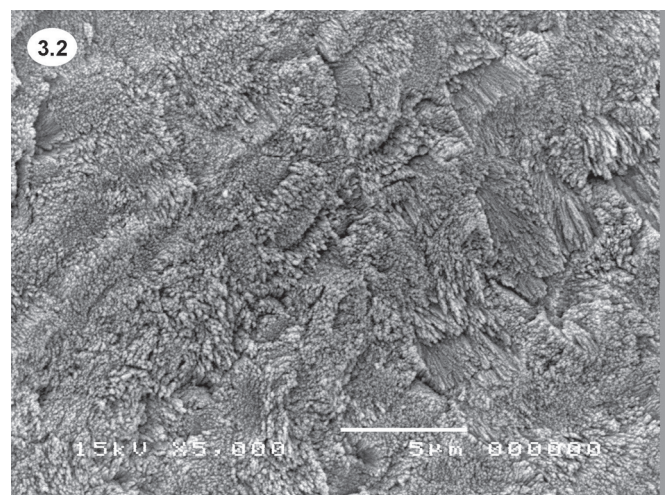
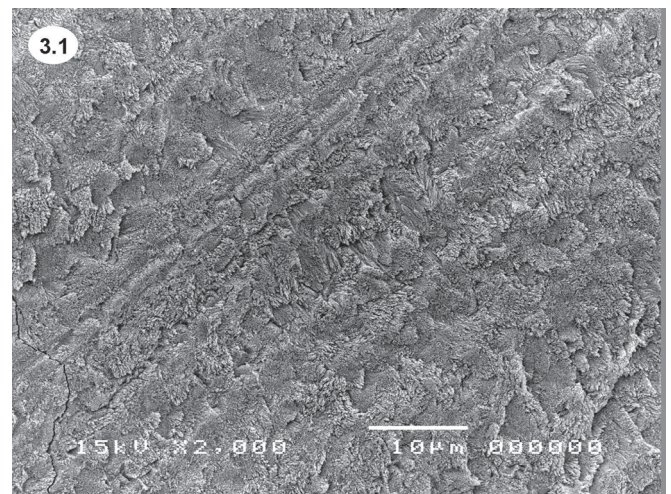
Fig. 2.2 Original magnification 5,000x. The area with enamel rod exposure is shown.

รูปที่ 3 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงผิวเคลือบฟันภายหลังการปรับสภาพด้วยไพรเมอร์ที่มีความเป็นกรดของสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์

Fig. 3 SEM images of enamel surface after treatment with acidic primer of Clearfil SE Bond.

รูปที่ 3.1 ภาพกำลังขยาย 2,000 เท่า แสดงลักษณะขรุขระของผิวเคลือบฟันและการเผยของแท่งเคลือบฟันโดยทั่วไป

Fig. 3.1 Original magnification 2,000x. Rough enamel surface and exposure of enamel rods are clearly seen.



รูปที่ 3.2 ภาพกำลังขยาย 5,000 เท่า แสดงความลึกของผิวบริเวณที่มีการเผยของแท่งเคลือบฟัน ซึ่งมีความลึกมากกว่ากรณีผิวเคลือบฟันที่ถูกปรับสภาพด้วยสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์

Fig. 3.2 Original magnification 5,000x. Depth of the area with enamel rod exposure is shown to be more pronounced than the group treated with Clearfil Tri-S Bond.

ยึดติด รวมถึงความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟันด้วย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของมอดุลัสของเรซินคอมโพสิตก็เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาภายหลังการบ่มให้วัสดุเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเช่นเดียวกัน^{9,10} ซึ่งส่งผลให้เรซินคอมโพสิตมีความแข็งผิว (Surface hardness) และความแข็งแรงดัดขวาง (Flexural strength) สูงขึ้น^{10,15} รวมทั้งมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในการยึดติดต่อโครงสร้างของฟัน¹⁵

สาเหตุอีกประการหนึ่งที่อาจส่งผลให้ความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดเพิ่มขึ้น คือการไหล (flow) ของเรซินคอมโพสิต ในการบูรณะโพรงฟันโดยทั่วไป เรซินคอมโพสิตจะยึดติดกับพื้น (floors) และผนัง (walls) ของโพรงฟัน ซึ่งทำให้เกิดความเค้นจากการหดตัวของวัสดุจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization contraction stress) ขึ้นที่บริเวณดังกล่าว¹¹ การไหลของเรซินคอมโพสิตในบริเวณที่วัสดุไม่มีการยึดติดกับโครงสร้างของฟันจะสามารถลดความเค้น (stress relaxation) จากการหดตัวของวัสดุลงได้¹⁸ อัตราส่วนของพื้นที่ที่เรซินคอมโพสิตมีการยึดติดกับโครงสร้างของฟัน (bonded surface area) และพื้นที่ที่เรซินคอมโพสิตไม่มีการยึดติดกับโครงสร้างของฟัน (free surface area) หรือที่รู้จักกันในชื่อ “ซีแฟกเตอร์” (Cavity configuration factor; C-factor) เป็นค่าที่สะท้อนถึงความสามารถในการไหลของเรซินคอมโพสิตเพื่อลดความเค้นจากการหดตัวของวัสดุ¹⁸ รวมทั้งมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดด้วย^{19,20} ในการศึกษา การบูรณะเรซินคอมโพสิตกระแทบนพื้นผิวระนาบ ซึ่งมีพื้นที่ในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันประมาณ 0.44 ตารางมิลลิเมตร และมีพื้นที่ที่ไม่มีการยึดติดกับผิวเคลือบฟันประมาณ 2.8 ตารางมิลลิเมตร โดยมีค่าซีแฟกเตอร์ประมาณ 0.16 ทำให้เรซินคอมโพสิตสามารถเกิดการไหลในบริเวณที่ไม่มีการยึดติดกับผิวเคลือบฟันได้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุนี้ความเค้นจากการหดตัวของวัสดุจึงไม่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดเมื่อทำการทดสอบภายหลังการบูรณะเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

อย่างไรก็ตาม ในทางคลินิก การหดตัวของเรซินคอมโพสิตเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดความเค้นบริเวณส่วนต่าง ๆ ของโพรงฟัน และอาจส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการยึดติดได้¹¹ การบูรณะโพรงฟันด้วยวิธีใส่เรซินคอมโพสิตเป็นชั้น (Incremental technique) สามารถลดค่าซีแฟกเตอร์ ทำให้เกิดการไหลของเรซินคอมโพสิตในบริเวณที่ไม่มีการยึดติดกับโพรงฟัน ซึ่งจะช่วยลดความเค้นจากการหดตัวของวัสดุลงได้²⁰ การบูรณะโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะที่มีมอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ต่ำ²¹ หรือ

การใช้สารเรซินคั่นกลาง (Intermediate resin) ที่มีสภาพยืดหยุ่นที่เหมาะสมเพิ่มเข้าไประหว่างสารยึดติดกับเรซินคอมโพสิต¹⁵ เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งสามารถลดความเค้นจากการหดตัวของวัสดุจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน นอกจากนี้ การใช้แสงที่มีความเข้มแสงต่ำในการบ่มเรซินคอมโพสิตให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันในระยะแรก ตามด้วยการใช้แสงที่มีความเข้มแสงสูงในการบ่มเรซินคอมโพสิตให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันอย่างสมบูรณ์ก็สามารถลดความเค้นจากการหดตัวของวัสดุลงได้เช่นกัน²²

สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ มีความแข็งแรงพันธะในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันที่ใกล้เคียงกันการยึดของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์กับผิวเคลือบฟันเป็นการยึดทางกลระดับจุลภาคจากการใช้มอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดปรับสภาพผิวเคลือบฟัน ซึ่งจะเกิดการละลายขององค์ประกอบอินทรีย์ออกบางส่วน และทำให้พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ เมื่อสารยึดติดแทรกซึมลงไปร่องขรุขระดังกล่าวจะเกิดเป็นแท่งเรซิน (Resin tag) ในการยึดกับผิวเคลือบฟัน⁴ ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงให้เห็นว่าสารยึดติดทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ สามารถปรับสภาพผิวเคลือบฟันให้มีลักษณะขรุขระได้ โดยมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ ทำให้ผิวเคลือบฟันมีลักษณะขรุขระมากกว่าการใช้สารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ ซึ่งลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด (pH) ของแต่ละผลิตภัณฑ์สารยึดติด โดยผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ มีค่าความเป็นกรดประมาณ 1.9 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไตรเอสบอนด์ มีค่าความเป็นกรดประมาณ 2.7 (ข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิต) ทำให้ผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าในการปรับสภาพผิวเคลือบฟันให้มีลักษณะขรุขระ อย่างไรก็ตามความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟันไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดและความยาวของแท่งเรซิน²³ แต่ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ในการแทรกซึมของสารยึดติดลงไปร่องขรุขระบนผิวเคลือบฟันที่ผ่านการปรับสภาพ^{4,23} ลักษณะร่องขรุขระบนผิวเคลือบฟันซึ่งมีความลึกไม่มากนักภายหลังการปรับสภาพด้วยสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ อาจทำให้การแทรกซึมของสารยึดติดเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ และส่งผลให้ความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากการยึดทางกลระดับจุลภาคแล้ว Yoshida และคณะ²⁴ พบว่ามอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์สามารถเกิดการยึดติดทางเคมีกับแคลเซียมในโครงสร้าง

ของฟันได้ โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ในการศึกษาที่ใช้เอ็มดีพี (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; MDP) เป็นส่วนประกอบของมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด ซึ่งเอ็มดีพีสามารถเกิดการยึดทางเคมีกับแคลเซียมในไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) ได้อย่างเสถียรและมีประสิทธิภาพ²⁴ จึงอาจเป็นสาเหตุให้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ มีความแข็งแรงพันธะในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันที่ไม่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยละเอียดพบว่าความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลไดเรสบอนด์ มีค่าต่ำกว่าสารยึดติดผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์เล็กน้อย แม้จะไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งพบการแตกหักภายในชั้นสารยึดติดของกลุ่มทดลองเคลียร์ฟิลไดเรสบอนด์มากกว่ากลุ่มทดลองเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ เมื่อตรวจสอบพื้นผิวของชิ้นงานภายหลังการแตกหัก ลักษณะดังกล่าวอาจบ่งบอกถึงความบกพร่องภายในชั้นสารยึดติด^{25,26} เคลียร์ฟิลไดเรสบอนด์เป็นผลิตภัณฑ์สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน ซึ่งรวมขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ ขั้นตอนการปรับสภาพผิวฟัน (Etching) การส่งเสริมการยึดติด (Priming) และการยึดติด (Bonding) เข้าไว้ด้วยกันโดยใช้สารละลายเพียงขั้นตอนเดียว⁴ การมีน้ำหรือตัวทำละลายอื่นเป็นองค์ประกอบร่วมในสารยึดติดอาจส่งผลเสียต่อคุณสมบัติทางกล²⁶ รวมถึงประสิทธิภาพการยึดติดกับโครงสร้างของฟันได้ นอกจากนี้การที่สารยึดติดมีคุณสมบัติเข้ากันได้ดีกับความชื้น จึงประพฤติตัวเสมือนเป็นเยื่อเลือกผ่าน (Semi-permeable membrane) ที่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกได้²⁵ ทำให้เกิดปัญหาการสลายตัวเหตุจากน้ำ (Hydrolysis) และการเสื่อมคุณภาพ (Degradation) ของการยึดติดในระยะยาว⁴ แต่เนื่องจากโครงสร้างของฟันที่ทำการยึดติดในการศึกษานี้เป็นผิวเคลือบฟันซึ่งมีความชื้นต่ำ¹ รวมทั้งการใช้ลมที่มีแรงดันสูง (High-pressure air stream) เป่าชั้นสารยึดติดก่อนการบ่มให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน อันอาจเป็นการกำจัดน้ำและตัวทำละลายให้ระเหยออกจากสารยึดติดได้ค่อนข้างสมบูรณ์²⁶ ทำให้ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ ซึ่งเป็นสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ 2 ขั้นตอน ถึงกระนั้นการศึกษาประสิทธิภาพในระยะยาวของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ 1 ขั้นตอน ต่อโครงสร้างของฟัน รวมถึงการจำลองสภาพแวดล้อมของการศึกษาให้ใกล้เคียงกับสภาวะช่องปาก เช่น กระบวนการเทอร์โมไซคลิง (Thermocycling process) ยังเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความคงทน (Durability) ในการยึดติดของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ต่อ

โครงสร้างของฟัน รวมถึงขั้นตอนการทำงานทางคลินิกที่กระทำทันทีภายหลังการบูรณะโพรงฟัน เช่น การปรับการสบฟัน (Occlusal adjustment) การตกแต่งเคี้ยวรูป และการขัดวัสดุ ควรกระทำอย่างระมัดระวัง แรงดันหรือความร้อนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนดังกล่าว รวมถึงการหดตัวของเรซินคอมโพสิตจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน อาจทำให้เกิดแรงเค้นที่บริเวณยึดติดระหว่างฟันกับเรซินคอมโพสิต ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการยึดของสารยึดติดกับโครงสร้างของฟันได้

บทสรุป

สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ ที่ใช้ในการศึกษานี้มีประสิทธิภาพในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันไม่แตกต่างกัน โดยความแข็งแรงพันธะของสารยึดติดต่อผิวเคลือบฟันเมื่อทำการทดสอบภายหลังการบูรณะฟันที่มีค่าน้อยกว่าเมื่อทำการทดสอบภายหลังการบูรณะ 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

1. Van Meerbeek B, Perdigão J, Gladys S, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. In: Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW, editors. Fundamentals of operative dentistry. 1st ed. Chicago: Mosby; 1996. p.141-86.
2. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-53.
3. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16:265-73.
4. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J* 2005;24:1-13.
5. Brackett WW, Tay FR, Looney SW, Ito S, Haisch LD, Pashley DH. Microtensile dentin and enamel bond strengths of recent self-etching resins. *Oper Dent* 2008;33:89-95.
6. Perdigão J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part I--microtensile bond strengths. *J Adhes Dent* 2006;8:367-73.
7. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent* 2003;16:329-34.

8. De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, et al. Microtensile bond strengths of one-and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent* 2003;16:414-20.
9. Tarumi H, Imazato S, Ehara A, Kato S, Ebi N, Ebisu S. Post-irradiation polymerization of composites containing bis-GMA and TEGDMA. *Dent Mater* 1999;15:238-42.
10. Leung RL, Adishian SR, Fan PL. Postirradiation comparison of photoactivated composite resins. *J Prosthet Dent* 1985;54:645-9.
11. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res* 1984;63:1396-9.
12. Alonso RC, Cunha LG, Correr GM, Cunha Brandt W, Correr-Sobrinho L, Sinhorette MA. Relationship between bond strength and marginal and internal adaptation of composite restorations photocured by different methods. *Acta Odontol Scand* 2006;64:306-13.
13. Shimada Y, Senawongse P, Harnirattisai C, Burrow MF, Nakaoki Y, Tagami J. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent* 2002;27:403-9.
14. Oliveira SS, Marshall SJ, Hilton JF, Marshall GW. Etching kinetics of a self-etching primer. *Biomaterials* 2002;23:4105-12.
15. Irie M, Hatanaka K, Suzuki K, Watts DC. Immediate versus water-storage performance of Class V flowable composite restoratives. *Dent Mater* 2006;22:875-83.
16. Kanehira M, Finger WJ, Hoffmann M, Endo T, Komatsu M. Relationship between degree of polymerization and enamel bonding strength with self-etching adhesives. *J Adhes Dent* 2006;8:211-6.
17. Burrow MF, Tagami J, Negishi T, Nikaido T, Hosoda H. Early tensile bond strengths of several enamel and dentin bonding systems. *J Dent Res* 1994;73:522-8.
18. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987;66:1636-9.
19. Cabrera E, de la Macorra JC. Polymerization shrinkage influences microtensile bond strength. *J Dent Res* 2007;86:227-31.
20. Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res* 1999;78:898-905.
21. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of Class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res* 1990;69:1240-3.
22. Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. A light curing method for improving marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. *Dent Mater* 2001;17:359-66.
23. Shinchi MJ, Soma K, Nakabayashi N. The effect of phosphoric acid concentration on resin tag length and bond strength of a photo-cured resin to acid-etched enamel. *Dent Mater* 2000;16:324-9.
24. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004;83:454-8.
25. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 2002;30:371-82.
26. Ikeda T, De Munck J, Shirai K, Hikita K, Inoue S, Sano H, et al. Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives. *Dent Mater* 2008;24:1316-23.

Original Article

Bond Strengths of Self-Etch Adhesives to Enamel Measured Immediately and 24 Hours after Placement

Vanthana Sattabanasuk

Lecturer
Department of Conservative Dentistry
and Prosthodontics
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot
University

Tanit Jirabundansuk

Private dentist

Nath Nuntaratpun

Dentist
Sirindhorn College of Public Health,
Phitsanulok

Correspondence to:

Lecturer Vanthana Sattabanasuk
Department of Conservative Dentistry and
Prosthodontics
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot
University
Sukhumvit 23, Wattana District,
Bangkok 10110
Tel/Fax: 02-6495212
E-mail: vanthana@swu.ac.th

Abstract

In clinical situations, the bonded interface between tooth substrate and resin-based composite is inevitably subjected to stresses immediately after its placement. The present study aims to evaluate and compare the bond strengths of two self-etch adhesives to enamel measured immediately and 24 hours after placement. Intact, non-carious, non-restored human permanent molars were mesio-distally sectioned into halves. Each half was mounted into stone plaster with middle enamel surface exposed to the environment. The enamel surfaces were ground flat with abrasive paper and restored with resin-based composite using either Clearfil Tri-S Bond or Clearfil SE Bond. Microshear bond strengths were assessed immediately or 24 hours later. Bond strength data were analyzed with two-way ANOVA. The fractured surfaces were observed under stereomicroscope and failure mode frequencies were compared using the Chi-square test. Representative enamel surfaces after each adhesive treatment were examined under scanning electron microscope (SEM). No statistically significant difference in shear bond strengths was detected between the two adhesives ($p = .224$); however, significantly lower values were revealed at the time immediately after resin-based composite placement ($p < .001$) as compared to 24 hours later. Immediately after placement, Clearfil Tri-S Bond specimens were more likely to have failure pathway in adhesive layer than Clearfil SE Bond specimens ($p = .001$). Under SEM observations, both adhesives created rough enamel surfaces after treatments with acidic monomers. From the results of this study, it can be concluded that enamel bonding effectiveness of both self-etch adhesives was not different; however from each other, shear bond strengths measured immediately were shown to be lower than those measured 24 hours afterward.

Key words: enamel; microshear bond strength; self-etch adhesive