ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:201-12
CU Dent J. 2008;31:201-12

บทวิทยาการ
Original Article

กำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ต่อเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน

ยุทธนา คูวุฒยากร ท.บ.[1]
ชัยวัฒน์ มณีนุษย์ ท.บ., MDSc., Ph.D.[2]

[1]นิสิตปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคบริเวณรอยต่อระหว่างเคลือบฟันหรือเนื้อฟันกับเรซินของเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ

วัสดุและวิธีการ นำฟันกรามมนุษย์ซี่ที่สามมากรอตัดด้วยเข็มกรอกากเพชรความเร็วสูงให้ได้ผิวฟันที่เรียบ 2 กลุ่ม คือ เคลือบฟันและเนื้อฟัน ใช้ชิ้นเรซินคอมโพสิตมายึดติดกับผิวฟันที่กรอเตรียมไว้ด้วยเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์ คือ ผลิตภัณฑ์ พานาเวียเอฟ 2.0 และเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ รีไลเอกซ์ยู 100 แมคเซม และมัลติลิงค์สปริน เก็บชิ้นทดลองไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตัดชิ้นทดลองให้เป็นชิ้นทดสอบลักษณะนาฬิกาทราย นำไปทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคที่ความเร็วหัวกด 1 มิลลิเมตรต่อนาที คำนวณค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดและเปรียบเทียบโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบพหูคูณชนิดแทมแฮน และการทดสอบค่าทีหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดกับเคลือบฟันของพานาเวียเอฟ 2.0 มีค่าสูงกว่ากำลังแรงยึดของรีไลเอกซ์ยู 100 แมคเซม และมัลติลิงค์สปริน อย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดกับเนื้อฟันของพานาเวียเอฟ 2.0 ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดของแมคเซม แต่จะสูงกว่าค่ากำลังแรงยึดของรีไลเอกซ์ยู 100 และมัลติลิงค์สปรินอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดของมัลติลิงค์สปรินมีค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการยึดติดกับเคลือบฟันและเนื้อฟันพบว่า พานาเวียเอฟ 2.0 และแมคเซมให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดไม่ต่างกัน ส่วนรีไลเอกซ์ยู 100 และมัลติลิงค์สปรินให้กำลังแรงยึดต่อเคลือบฟันที่สูงกว่าเนื้อฟันอย่างมีนัยสำคัญ

สรุป การยึดติดกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟันของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการยึดติดของเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์ที่มีการใช้ไพรเมอร์ แรงยึดติดกับเคลือบฟันของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่แรงยึดติดกับเนื้อฟันแตกต่างกัน

(ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:201-12)

คำสำคัญ: *กำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค; เคลือบฟัน; เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์; เนื้อฟัน*

บทนำ

เซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์ (self-etch resin cement) ถูกผลิตออกมาสำหรับใช้ยึดชิ้นงานอินเลย์ (inlay) ออนเลย์ (onlay) ครอบฟัน (crown) และเดือยฟัน (post) การใช้งานของเรซินซีเมนต์ชนิดนี้จะใช้สารไพรเมอร์ที่มีความเป็นกรดในการปรับสภาพผิวฟัน แล้วตามด้วยการใช้ซีเมนต์ แม้ว่าเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์จะให้ค่ากำลังแรงยึดในการยึดชิ้นงานต่าง ๆ กับตัวฟันน้อยกว่าการใช้เรซินซีเมนต์ร่วมกับสารยึดติดระบบโททอลเอทช์[1-4] แต่ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะลดขั้นตอนการใช้งานที่มีความยุ่งยากลงและยังคงมีกำลังแรงยึดกับฟันที่ค่อนข้างสูง เช่น การใช้เรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์พานาเวียเอฟ 2.0 (Panavia F 2.0)[2,5,6]

มีการพัฒนาเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์ที่ไม่มีขั้นตอนการใช้สารไพรเมอร์ เรียกว่า เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ (self adhesive resin cement) มอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด (acidic monomer) ในซีเมนต์จะทำหน้าที่ปรับสภาพผิวฟันให้เหมาะสมต่อการยึดติด จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทั้งแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope) และแบบส่องกราด (scanning electron microscope) พบว่าเมื่อเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์สัมผัสกับเคลือบฟันจะมีการละลายแร่ธาตุบริเวณผิวบนสุดออกเล็กน้อยทำให้เกิดรูพรุนขนาดเล็ก รอยต่อระหว่างซีเมนต์กับเคลือบฟันมีลักษณะขรุขระ (irregular interaction) ซึ่งเป็นลักษณะการยึดติดแบบกลระดับจุลภาค[7] ส่วนการยึดติดกับเนื้อฟันนั้น จะพบลักษณะผิวรอยต่อที่ขรุขระระหว่างซีเมนต์กับเนื้อฟันหนาประมาณ 2 ไมโครเมตร และพบส่วนของชั้นสเมียร์ (smear layer) และสเมียร์พลัค (smear plug) อุดปิดท่อเนื้อฟันอยู่[2,7]

การทดสอบกำลังแรงยึดของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยูนิเซม (Rely X Unicem) กับเคลือบฟันพบว่า ให้กำลังแรงยึดติดที่ต่ำกว่าการใช้เรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์พานาเวียเอฟ 2.0[5-7] ส่วนกำลังแรงยึดกับเนื้อฟันจะมีค่าใกล้เคียงกัน[5-7] กำลังแรงยึดของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ที่ได้ คาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากการยึดติดทางเคมีระหว่างหมู่ฟอสเฟตของแอดฮีซีฟมอนอเมอร์ในซีเมนต์กับแคลเซียมในโครงสร้างของฟัน[7]

ปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาให้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นและมีผลิตภัณฑ์ออกมาจำหน่ายมากมาย แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพการยึดติดของวัสดุเหล่านี้กับตัวฟันมากนัก ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคบริเวณรอยต่อระหว่างเคลือบฟันหรือเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซิน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ รีไลเอกซ์ยู 100 (Rely X U100) แมคเซม (Maxcem) และมัลติลิงค์สปริน (Multilink Sprint) โดยใช้เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์ผลิตภัณฑ์ พานาเวียเอฟ 2.0 เป็นตัวเปรียบเทียบ และจะทำการเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคบริเวณระหว่างเคลือบฟันกับเนื้อฟันในเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์เดียวกัน

วัสดุและวิธีการ

ฟันที่ใช้ในการวิจัยเป็นฟันกรามมนุษย์ซี่ที่สามที่ปราศจากรอยผุ รอยร้าวและการบูรณะใด ๆ จำนวน 48 ซี่ ซึ่งเก็บในสารละลายไทมอล (thymol) เข้มข้นร้อยละ 0.1 เป็นระยะเวลาไม่เกิน 1 เดือนหลังการถอน

การเตรียมเคลือบฟันสำหรับทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค

ใช้ฟันจำนวน 24 ซี่ โดยนำฟันแต่ละซี่มายึดด้วยอีพอก-ซีเรซิน (epoxy resin) ในแม่แบบพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร และสูง 10 มิลลิเมตร โดยเอียงให้ส่วนใกล้ด้านบดเคี้ยว (occlusal 1/3) ของด้านใกล้แก้ม (buccal) หรือด้านใกล้ลิ้น (lingual) ขนานกับ

พื้นระนาบ (รูปที่ 1) ใช้เข็มกรอฟันกากเพชรความเร็วสูงทรงกระบอกความละเอียดมาตรฐาน (837/010, Dentacare SA, Bioggio-Lugano, Switzerland) กรอตัดเคลือบฟันในแนวระนาบ ให้ได้ผิวเคลือบฟันที่เรียบและมีความกว้างในแนวบดเคี้ยว-คอฟัน (occluso-cervical) เท่ากับ 4 มิลลิเมตร และความยาวในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal) เท่ากับ 6 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) จากนั้น ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereo Microscope, Meiji, USA) กำลังขยาย 40 เท่า ตรวจสอบผิวเคลือบฟันบริเวณที่กรอเพื่อให้แน่ใจว่ายังอยู่ในส่วนของเคลือบฟัน

การเตรียมเนื้อฟันสำหรับทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค

ใช้ฟันที่เหลือจำนวน 24 ซี่ นำฟันแต่ละซี่มายึดด้วยอีพอกซีเรซินในแม่แบบพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร และสูง 10 มิลลิเมตร ให้แนวแกนฟัน (long axis) ตั้งฉากกับพื้นระนาบ (รูปที่ 1) จากนั้นตัดผิวฟันด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้นออกเพื่อหาตำแหน่งของรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟัน (dentino-enamel junction) ของด้านบดเคี้ยว โดยตัดที่ตำแหน่งห่างจากแนวของร่องกลางฟัน (central groove) ด้านละ 3 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine, Isomet, Buehler, USA) จากนั้น ตัดฟันด้านบดเคี้ยวที่ตำแหน่ง 1 มิลลิเมตร ใต้ต่อรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟัน (รูปที่ 1) โดยใช้เข็มกรอฟันกากเพชรความเร็วสูงทรงกระบอกความละเอียดมาตรฐาน (837/010, Dentacare, SA) แล้วใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า ตรวจสอบบริเวณที่กรอว่าเป็นส่วนของเนื้อฟันเท่านั้น

ในการกรอเตรียมเคลือบฟันหรือเนื้อฟันจะทำการเปลี่ยนเข็มกรอฟันใหม่ทุกครั้งต่อฟันหนึ่งซี่ การกรอจะใช้แรงกดของเข็มกรอฟันขณะสัมผัสกับฟันประมาณ 100 กรัม[8] มีความเร็วรอบของเข็มกรอฟันที่ 150,000 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำร่วมด้วยขณะกรอเพื่อควบคุมความหนาของชั้นสเมียร์ในแต่ละกลุ่ม

การเตรียมชิ้นเรซินคอมโพสิตเพื่อการยึดติด

เตรียมชิ้นเรซินคอมโพสิตจำนวน 48 ชิ้น โดยนำเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสง ผลิตภัณฑ์แซด 350 (Z350; 3M/ESPE, USA) สีเอ 3 มาใส่ในแม่แบบโลหะไร้สนิมขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 4 x 6 x 6 มิลลิเมตร เป็นชั้นๆ ชั้นละ 2 มิลลิเมตร ฉายแสงชั้นละ 40 วินาทีเพื่อให้วัสดุแข็งตัว ด้วยเครื่องฉายแสง (The Elipar™ FreeLight 2, 3M ESPE, USA) โดยชั้นสุดท้ายจะปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสก่อนฉายแสง จากนั้นเตรียมผิวชิ้นเรซินคอมโพสิตด้านที่มีพื้นที่ 4 x 6 ตารางมิลลิเมตร โดยเป่าผิวด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxide) ขนาด 50 ไมโครเมตร นาน 15 วินาที ด้วยความดัน 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร[9] ทำความสะอาดในน้ำกลั่นด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิก (Ultrasonic cleanser VI, Yoshida Dental Trade Distribution, Japan) เป็นเวลา 10 นาที เป่าด้วยลมให้แห้ง ทาสารไซเลน (Monobond-S, Ivoclar Vivadent) ทิ้งไว้นาน 1 นาที เป่าด้วยลมให้แห้ง และทาสารยึดติด (Heliobond adhesive, Ivoclar Vivadent)

การเตรียมชิ้นทดลองเพื่อการยึดติด

นำเทปกาวที่มีความหนา 80 ไมโครเมตร จำนวน 2 ชิ้น มาติดขนานกันที่บริเวณผิวฟัน (เคลือบฟันหรือเนื้อฟัน) ซึ่งได้กรอตัดไว้ เพื่อควบคุมความหนาของซีเมนต์ที่จะใช้ยึดกับชิ้นเรซินคอมโพสิตให้หนาเท่ากัน (รูปที่ 1) โดยมีระยะระหว่างเทปกาวทั้งสองเท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร จากนั้นแบ่งชิ้นเคลือบฟันออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 6 ชิ้น และแบ่งชิ้นเนื้อฟันออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 6 ชิ้นโดยการสุ่มอย่างง่าย (simple randomization) ผสมเรซินซีเมนต์ระบบเซลฟ์เอทช์ผลิตภัณฑ์พานาเวียเอฟ 2.0 และเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยู 100 แมคเซม และมัลติลิงค์สปริน ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตกำหนด (ส่วนประกอบและการใช้งานแสดงในตารางที่ 1) แล้วนำมาทาลงบนผิวฟันระหว่างเทปกาวทั้งสอง วางชิ้นเรซินคอมโพสิตด้านที่เตรียมผิวไว้ทับไปบนซีเมนต์บริเวณกลางแนวที่ติดเทปกาว ใช้แท่งโลหะหนัก 1000 กรัม กดชิ้นงานเป็นเวลา 3 นาที โดยแรงที่กดตั้งฉากกับผิวของชิ้นเรซินคอมโพสิต กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินรอบชิ้นงาน ใช้เครื่องฉายแสงฉายแสงรอบชิ้นงานทั้ง 4 ด้านๆ ละ 20 วินาที โดยที่ขณะฉายแสงยังคงกดชิ้นงานด้วยแท่งโลหะ จากนั้น นำชิ้นทดลองเก็บไว้ในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเตรียมชิ้นทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค

ตัดชิ้นทดลองด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำในแนวตั้งฉากกับแนวของเทปกาว ให้เป็นชิ้นทดสอบที่มีความหนา 0.8 มิลลิเมตร โดยตัดแบ่งชิ้นทดลอง 1 ชิ้นเป็นชิ้นทดสอบ 4 ชิ้น

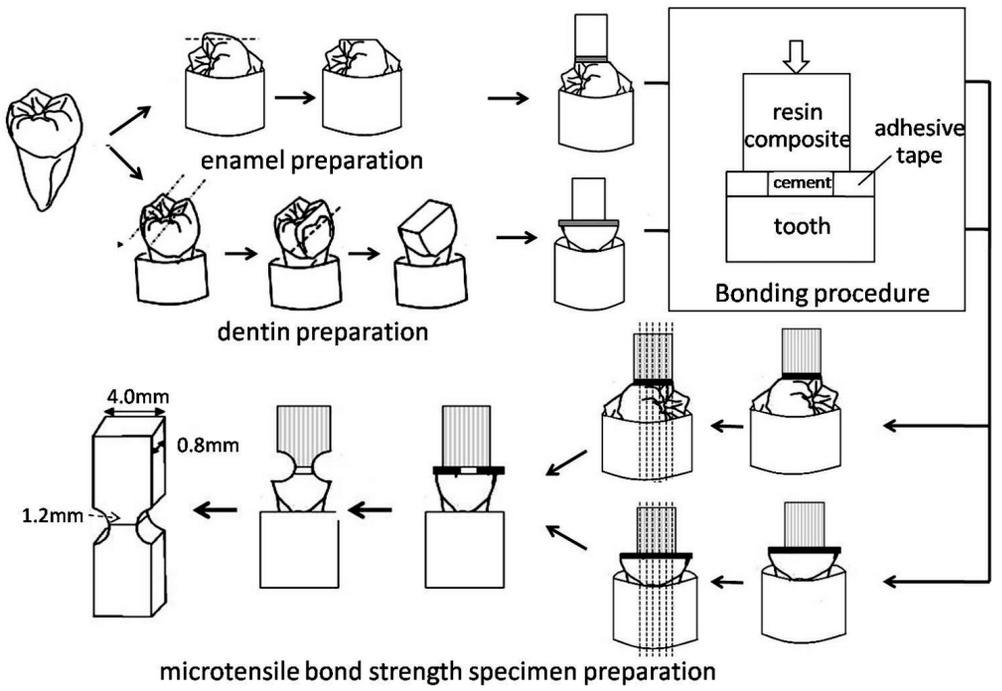
ดังนั้น แต่ละกลุ่มทดลองจะมีชิ้นทดสอบ 24 ชิ้น จากนั้นทำการกรอตัดชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นบริเวณรอยต่อของฟันและเรซินคอมโพสิตด้วยเข็มกรอกากเพชรความเร็วสูงทรงกระบอกชนิดละเอียดมาก (886/012, Dia Tessin, Switzerland) ให้ได้ลักษณะนาฬิกาทราย (hourglass) ที่มีส่วนแคบที่สุดประมาณ 1.2 มิลลิเมตร (รูปที่ 1) นำชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นมาวัดความกว้างและความหนาบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กับฟันด้วยเครื่องวัดแบบดิจิทัล (Digital Vernier Caliper, Mitutoyo, Japan) ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร เพื่อใช้คำนวณหาพื้นที่ของการยึดติด

แผงผังการเตรียมชิ้นทดสอบทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 1

การทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค

นำชิ้นทดสอบมายึดติดกับอุปกรณ์ทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคด้วยกาวยึดไซยาโนเมทาคริเลท (Model Repair II Blue, Dentsply-Sankin, Japan) แล้วนำไปทดสอบกำลังแรงยึดด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal testing machine, Lloyd, England) ด้วยความเร็วหัวกด (crosshead speed) 1 มิลลิเมตร/นาที โดยใช้โหลดเซลล์ (load cell) ขนาด 100 นิวตัน คำนวณค่ากำลังแรงยึดแบบดึงในระดับจุลภาค (เมกะพาสคาล) จากความต้านทานแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค (นิวตัน) ต่อพื้นที่ในการยึดติด (ตารางมิลลิเมตร) และนำชิ้นทดสอบมาศึกษารูปแบบการแตกหักภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 40 เท่า การแตกหักที่เกิดภายในเคลือบฟันเนื้อฟัน เรซินซีเมนต์หรือเรซินคอมโพสิตจัดเป็นการแตกหักแบบโคฮีซีฟ (cohesive failure) การแตกหักที่เกิดบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กับฟันจัดเป็นการแตกหักแบบแอดฮีซีฟ (adhesive failure)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค (mean bond strength) ระหว่างเรซินซีเมนต์ต่างผลิตภัณฑ์กัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบพหูคูณชนิดแทมแฮน (Tamhane



รูปที่ 1 แผงผังการเตรียมชิ้นทดสอบ

Fig. 1 Schematic study design

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและวิธีการใช้งานเรซินซีเมนต์

Table 1 Composition and application of the luting resin cements

Materials	Composition	Application
Panavia F 2.0 (Kuraray Medical Inc.,Tokyo, Japan)	**Primer A**: HEMA, 10-MDP, 5-NMSA, water, accelerator **Primer B**: 5-NMSA, accelerator, water, sodium benzene sulfinate **Paste A**: 10-MDP, hydrophobic aromatic dimethacrylate, hydrophobic aliphatic dimethacrylate, hydrophilic dimethacrylate, silanated silica, photoinitiator, dibenzoyl peroxide **Paste B**: hydrophobic aromatic dimethacrylate, hydrophobic aliphatic dimethacrylate, hydrophilic dimethacrylate, sodium aromatic sulfinate, accelerator, sodium fluoride, silanated barium glass	Mix equal amounts of ED primer 2.0 liquids A and B. Apply the mix on the bonding substrate with a brush and leave it undisturbed for 30s. Dry with a gentle air flow. Mix equal amounts of base and catalyst for 20s, apply the cement onto the primed substrate. Let the cement autocure for 3 min. Apply Oxiguard 2.0 along exposed margins. Light cure for 20s from each side.
Rely X U100 (3M/ESPE, USA)	**Catalyst**: glass powder, substituted dimethacrylate, silane treatead silica, sodium P-toluenesulfinate, calcium hydroxide **Base**: glass powder, methacrylated phosphoric acid esters, triethylene glycol dimethacrylate, silane treated silica, sodium persulfate	Mix equal amounts of base and catalyst for 20s. Apply the cement onto the substrate. Let the cement autocure for 3 min. Light cure for 20s from each side.
Maxcem (Kerr, USA)	**Resin Matrix**: acidic monomer-glyceroldimethacrylate dihydrogen phosphate (GPDM), comonomers including mono-, di-, and tri-functional methacrylate monomers, proprietary self-cure redox initiator, photoinitiator, stabilizer **Three Fillers**: (with an average particle size of 3.6 μm.) barium glass filler, fluoroaluminosilicate glass filler, fumed silica	Mix base and catalyst through the automix dual-barrel syringe. Apply the cement onto the substrate. Let the cement autocure for 3 min. Light cure for 20s from each side.
Multilink Sprint (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)	**Monomer matrix**: dimethacrylate adhesive monomer, methacrylated phosphoric acid ester, initiators/stabilizers-benzoylperoxide **Fillers**: (The mean particle size is 5 μm.) barium glass, ytterbium trifluoride and silicon dioxide	Mix base and catalyst through the automix dual-barrel syringe. Apply the cement onto the substrate. Let the cement autocure for 3 min. Light cure for 20s from each side.

HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate; 10-MDP: 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; 5-NMSA: N-methacryloxyl-5-aminosalicylic acid

Multiple Comparison) และเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดระดับจุลภาคเฉลี่ยระหว่างแรงยึดกับเคลือบฟันและกำลังแรงยึดกับเนื้อฟันในผลิตภัณฑ์เดียวกัน ด้วยการทดสอบค่าทีหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Sample *t*-test) และใช้สถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์แบบไคสแควร์ ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของรูปแบบการแตกหักที่เกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส เวอร์ชั่น 13 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

การวิจัยนี้ไม่พบการแตกหักของชิ้นทดลองก่อนการทดสอบค่ากำลังแรงยึด (prematurely failed specimens) ในทุกกลุ่มทดลอง

กำลังแรงยึดกับเคลือบฟัน

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบพหูคูณ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ค่ากำลังแรงยึดกับเคลือบฟันของพานาเวียเอฟ 2.0 มีค่าสูงกว่าค่ากำลังแรงยึดของซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ทดสอบ ส่วนกำลังแรงยึดกับเคลือบฟันของรีไลเอกซ์ยู 100 แมคเซม และมัลติลิงค์สปรินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2)

กำลังแรงยึดกับเนื้อฟัน

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบพหูคูณ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ค่ากำลังแรงยึดกับเนื้อฟันของพานาเวียเอฟ 2.0 มีค่าสูงกว่าค่ากำลังแรงยึดของรีไลเอกซ์ยู 100 และมัลติลิงค์สปรินอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างจากค่ากำลังแรงยึดของแมคเซม ในขณะที่กำลังแรงยึดของมัลติลิงค์สปรินมีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 2)

การทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ค่ากำลังแรงยึดระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันในผลิตภัณฑ์พานาเวียเอฟ 2.0 และแมคเซมไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยู 100 และมัลติลิงค์สปรินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่2)

ตารางที่ 2 ค่าแรงยึดเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมกกะปาสคาล)

Table 2 Mean bond strength and standard deviation (MPa)

	Panavia F 2.0	Rely X U100	Maxcem	Multilink Sprint
Bond to enamel				
(N=24)	$18.4 \pm 4.8^{a,1}$	$14.1 \pm 3.8^{b,1}$	$12.4 \pm 4.7^{b,1}$	$10.8 \pm 3.7^{b,1}$
Bond to dentin				
(N=24)	$16.8 \pm 4.6^{a,1}$	$11.7 \pm 2.6^{b,2}$	$13.1 \pm 5.3^{a,b,1}$	$5.1 \pm 2.3^{c,2}$

For each horizontal row: value with identical letters indicates no statistically significant difference ($p > 0.05$)

For each vertical column: value with identical numbers indicates no statistically significant difference ($p > 0.05$)

รูปแบบการแตกหักที่พบภายหลังการทดสอบกำลังแรงยึดทั้งกับเคลือบฟันและเนื้อฟัน เป็นการแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างเคลือบฟันหรือเนื้อฟันกับซีเมนต์ (adhesive failure at cement-tooth interface) มากที่สุดร้อยละ 90.6 และไม่พบความแตกต่างของรูปแบบการแตกหักเมื่อเปรียบเทียบระหว่างซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 3)

วิจารณ์

การวิจัยนี้พยายามจัดเตรียมสภาพและขั้นตอนการทำงานต่างๆ ให้คล้ายคลึงกับการทำงานในคลินิกมากที่สุด การเตรียมผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันจะใช้เข็มกรอกากเพชรความละเอียดมาตรฐานและทำการเปลี่ยนเข็มกรอทุกครั้งต่อฟันหนึ่งซี่ โดยใช้แรงกดขณะกรอฟันเท่ากับ 100 กรัม ซึ่งเป็นแรงที่ทันตแพทย์ส่วนใหญ่ใช้ในการกรอฟัน[8] เพื่อควบคุมชั้นสเมียร์ให้เหมือนกันในฟันทุกซี่ ควบคุมความหนาของซีเมนต์ยึดชิ้นงานให้หนาประมาณ 80 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นความหนาของชั้นเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ที่ใช้ยึดชิ้นงานอินเลย์ชนิดเซรามิก[7] และครอบฟันทอง[10] น้ำหนักที่ใช้กดชิ้นงานขณะทำการยึดติดกับผิวฟันเท่ากับ 1000 กรัม เฉลี่ยประมาณ 40 กรัมต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งเทียบได้กับแรงกดปกติที่ทันตแพทย์ใช้ในการยึดครอบฟัน[11] และซีเมนต์ยึดชิ้นงานที่ใช้ในการศึกษานี้จะมีการก่อตัวสองรูปแบบร่วมกัน โดยจะให้เกิดการก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีเป็นเวลา 3 นาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (รีไลเอกซ์ยู 100 และแมคเซม) ก่อนที่จะกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออก จากนั้นทำให้ซีเมนต์เกิดการบ่มตัวด้วยแสง โดยการฉายแสงโดยรอบ

การวิจัยนี้ต้องการทราบกำลังแรงยึดระหว่างซีเมนต์ยึดชิ้นงานกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน ดังนั้นผิวชิ้นงานเรซินคอมโพสิตที่นำมายึดติดและเป็นส่วนหนึ่งของชิ้นทดสอบจึงถูกเป่าด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ ทาไซเลนและสารยึดติดก่อนทำการยึดติดกับผิวฟันโดยใช้ซีเมนต์ เนื่องมาจากการเตรียมผิวเรซิน คอมโพสิตด้วยวิธีนี้จะทำให้ค่ากำลังแรงยึดของเรซินคอมโพสิตกับเรซินซีเมนต์ที่ค่อนข้างสูง[12] อย่างไรก็ตาม ขบวนการดังกล่าวจะไม่สอดคล้องกับคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตในการใช้เรซินซีเมนต์

ในการวิจัยนี้ใช้เรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์พานาเวียเอฟ 2.0 เป็นตัวเปรียบเทียบ เพราะเป็นเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์ที่มีขั้นตอนการปรับสภาพฟันด้วยสารไพรเมอร์ก่อน ซึ่งมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดในสารไพรเมอร์จะทำหน้าที่ปรับสภาพผิวฟันก่อนการยึดคล้ายคลึงกับการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ที่เป็นการรวมเอามอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดเข้าเป็นส่วนหนึ่งของซีเมนต์ โดยผลจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ค่ากำลังแรงยึด

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของลักษณะการแตกหักของชิ้นทดสอบ

Table 3 Number and percentage of failed specimens

	Bond to enamel (N=24)				Bond to dentin (N=24)			
	Panavia F 2.0	Rely X U 100	Maxcem	Multilink Sprint	Panavia F 2.0	Rely X U 100	Maxcem	Multilink Sprint
Cohesive in tooth	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4.2%)	0 (0%)
Adhesive at tooth/cement	22 (91.7%)	22 (91.7%)	20 (83.3%)	24 (100%)	22 (91.7%)	22 (91.7%)	18 (75.0%)	24 (100%)
Cohesive in luting cement	2 (8.3%)	2 (8.3%)	4 (16.7%)	0 (0%)	2 (8.3%)	2 (8.3%)	5 (20.8%)	0 (0%)
Cohesive in resin composite	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

กับเคลือบฟันของพานาเวียเอฟ 2.0 มีค่าสูงกว่าเซลฟ์แอด-ฮีซีฟเรซินซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับการผลของศึกษาอื่นๆ ที่ทำมาก่อนหน้านี้[5,7-11] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้อีดีไพรเมอร์ (ED-primer) ที่มีความหนืดน้อยและมีคุณสมบัติในการไหลแผ่ที่ดีในการปรับสภาพผิวเคลือบฟันก่อนการใช้เรซินซีเมนต์ ส่งผลให้มอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดในอีดีไพรเมอร์มีประสิทธิภาพในการปรับสภาพชั้นสเมียร์ให้เหมาะสมต่อการยึดติดได้ดีกว่าเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ แม้ว่าผู้วิจัยได้ใช้แรง 1000 กรัม ในการกดชิ้นเรซินคอมโพสิตตลอดระยะเวลาการก่อตัวของซีเมนต์ ซึ่งน่าจะทำให้เซลฟ์-แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์สัมผัสผิวฟันได้อย่างสมบูรณ์ แต่การแทรกซึมของเรซินซีเมนต์เข้าไปที่ผิวเคลือบฟันเพื่อไปปรับสภาพนั้น อาจเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์นักเมื่อเทียบกับการใช้สารอีดีไพรเมอร์ที่มีความหนืดน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ลักษณะการแตกหักของชิ้นทดสอบทั้งในกลุ่มเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์และกลุ่มเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ส่วนใหญ่จะพบการแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กับเคลือบฟันเหมือนกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการยึดติดของเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์และเซลฟ์-แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์เกิดในชั้นของสเมียร์เท่านั้น ส่วนใหญ่ของมอนอเมอร์ในเรซินซีเมนต์จะไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการแทรกซึมลงไปในเคลือบฟันด้านล่างเพื่อสร้างชั้นไฮบริด (hybrid layer) ค่ากำลังแรงยึดกับเคลือบฟันของพานาเวียเอฟ 2.0 แม้ว่าจะมีค่าสูงกว่าค่ากำลังแรงยึดของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ แต่ก็ยังน้อยกว่าค่าแรงยึดของเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบโททอลเอทช์[5,6] จากการศึกษาของ Yoshioka และคณะ[13] พบว่า สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์อย่างอ่อน (mild self-etch adhesive) ที่มีค่าความเป็นกรดต่างมากกว่า 2 ไม่สามารถกัดกร่อนผิวเคลือบฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับการใช้สารยึดติดระบบโททอลเอทช์ที่ใช้กรดฟอสฟอริกในการกัดผิวฟัน สำหรับการยึดติดกับเคลือบฟันของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยู 100 แมคเซม และมัลติลิงค์สปรินนั้น การวิจัยนี้พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชนิดให้ค่ากำลังแรงยึดที่ไม่แตกต่างกัน แม้ว่าเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์จะประกอบด้วยแอดฮีซีฟมอนอเมอร์ที่แตกต่างกัน แต่การที่ใช้มอนอเมอร์มีความเป็นกรดในการปรับสภาพผิวฟันเหมือนกัน และความข้นหนืดที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ค่ากำลังแรงยึดที่ได้ไม่แตกต่างกัน

สำหรับค่ากำลังแรงยึดกับเนื้อฟันที่การวิจัยครั้งนี้พบว่าพานาเวียเอฟ 2.0 ให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดสูงกว่าเซลฟ์แอด-ฮีซีฟเรซินซีเมนต์นั้น คงเนื่องมาจากการที่อีดีไพรเมอร์ที่ใช้ร่วมกับพานาเวียเอฟ 2.0 ทำหน้าที่ปรับสภาพชั้นสเมียร์ให้เหมาะสมต่อการยึดติด (modified smear layer) จากการศึกษาของ Al-Assaf และคณะ[2] ถึงการละลายแร่ธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนภายหลังการทาอีดีไพรเมอร์ที่เนื้อฟันแล้วทำการล้างออกด้วยแอซีโทน (acetone) และน้ำ พบว่า สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ออกได้หมดและมีการเปิดของท่อเนื้อฟันในบางตำแหน่ง ส่วนการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์หลังจากทาซีเมนต์ที่ผสมแล้วไว้ที่เนื้อฟัน 3 นาทีและทำการล้างออกด้วยแอซีโทนและน้ำ จะพบว่าสามารถกำจัดชั้นสเมียร์ออกเพียงบางส่วนและยังพบสเมียร์พลัคภายในท่อเนื้อฟัน ทำให้การใช้พานาเวียเอฟ 2.0 มีปริมาณการละลายแร่ธาตุออกจากเนื้อฟันมากกว่าการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์[2] อย่างไรก็ตาม รูปแบบการแตกหักภายหลังการทดสอบส่วนใหญ่ทั้งในกลุ่มเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์และกลุ่มเซลฟ์แอด-ฮีซีฟเรซินก็มีรูปแบบเดียวกัน คือ เกิดการแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์กับเนื้อฟัน แสดงว่า ลักษณะการยึดติดที่พบน่าจะเกิดเป็นเพียงชั้นที่รวมกันระหว่างชั้นสเมียร์กับเรซินซีเมนต์ทำให้เกิดเป็นชั้นที่มีความแข็งแรงน้อย เมื่อทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงจึงเกิดหักบริเวณดังกล่าว ถึงแม้ว่าจากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าพานาเวียเอฟ 2.0 สามารถเกิดชั้นไฮบริดได้[2,7] แต่การวิจัยครั้งนี้จะใช้เข็มกรอที่มีความหยาบทำให้ได้ชั้นสเมียร์ที่มีความหนา ซึ่งอาจทำให้อีดีไพรเมอร์มีประสิทธิภาพไม่พอเพียงในการทำให้เกิดชั้นไฮบริดได้หรือเกิดขึ้นเพียงบางส่วน อย่างไรก็ตาม ค่ากำลังแรงยึดเฉลี่ยที่มีต่อเนื้อฟันของแมคเซมกับพานาเวียเอฟ 2.0 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแมคเซมประกอบด้วยมอนอเมอร์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของกลไกการยึดติดหลายชนิด เช่น กลีเซอรอลไดเมทาคริเลท (glycerol dimethacrylate) และไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (dihydrogen phosphate) มอนอเมอร์เหล่านี้จะประกอบอยู่ในสารยึดติดผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ออปติบอนเอฟแอล (Optibond FL) และ ออปติบอนโซโลพลัส (Optibond Solo plus) ซึ่งเป็นสารยึดติดที่มีความสามารถในการยึดติดกับเนื้อฟันได้ดี[14] นอกจากนี้ การเปลี่ยนสารที่ใช้เริ่มในการเกิดพอลิเมอร์จากเบนโซอิลเพอร์ออกไซด์

(benzoylperoxide) และเทอร์เทียรีเอมีน (tertiary amine) ซึ่งมีปัญหาความไม่เข้ากันกับมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด ซึ่งส่งผลต่อการเกิดพอลิเมอร์[15] มาเป็นระบบสารที่ใช้เริ่มเกิดปฏิกิริยาแบบออกซิเดชัน-รีดักชัน (oxidation reduction initiator system) ก็อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แมคเซมบ่มตัวได้สมบูรณ์และเกิดความแข็งแรงในการยึดติดที่ดีขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดกับเนื้อฟันของเซลฟ์-แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์พบว่ารีไลเอกซ์ยู 100 กับแมคเซมให้ค่ากำลังแรงยึดที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลไกการยึดติดที่อาศัยมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดเหมือนกัน การมีปริมาณวัสดุอัดแทรกที่ใกล้เคียงกัน[16] และค่าความเป็นกรดด่างที่ใกล้เคียงกัน[17] ส่วนมัลติลิงค์สปรินที่มีค่ากำลังแรงยึดที่ต่ำกว่าเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบนั้น คาดว่าน่าเกิดมาจากความเป็นกรดด่างของซีเมนต์ที่มีค่า 4.2[18] ซึ่งมีค่าสูงกว่ารีไลเอกซ์ยู 100 และแมคเซมที่มีค่าประมาณ 2.0-2.4[17] ทำให้ไม่สามารถกัดผิวเนื้อฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าในการยึดติดกับเคลือบฟันของมัลติลิงค์สปรินจะให้ค่ากำลังแรงยึดไม่แตกต่างเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่น แต่มัลติลิงค์สปรินก็ให้ค่ากำลังแรงยึดเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด นอกจากนั้นขนาดมวลโมเลกุลของมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดและขนาดของวัสดุอัดแทรกในเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ก็น่าจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการยึดติดที่แตกต่างกัน

การวิจัยนี้พบว่าแมคเซมให้ค่ากำลังแรงยึดระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันที่ไม่ต่างกัน ส่วนรีไลเอกซ์ยู 100 และมัลติลิงค์สปรินให้ค่ากำลังแรงยึดกับเคลือบฟันที่ดีกว่ากำลังแรงยึดกับเนื้อฟัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเคลือบฟันและเนื้อฟันมีปริมาณสารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ที่ต่างกัน เคลือบฟันซึ่งมีปริมาณสารอนินทรีย์มากกว่าจะเกิดพันธะทางเคมีได้ดีกว่าในส่วนของเนื้อฟัน อีกทั้งปริมาณของสารอินทรีย์จำพวกคอลลาเจน (collagen) ในชั้นสเมียร์ของเนื้อฟันมีส่วนในการยับยั้งการแทรกซึมของมอนอเมอร์ในเนื้อฟัน ค่าความเป็นกรดด่างของซีเมนต์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลให้การยึดติดระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันที่แตกต่างกัน

การยึดติดกับเคลือบฟันของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์จากการวิจัยนี้ จะให้ค่ากำลังแรงยึดที่น้อยกว่าการใช้เซลฟ์-เอทช์เรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์พานาเวียเอฟ 2.0 ที่มีขั้นตอนการไพร์มิ่ง มีการศึกษาที่พยายามเพิ่มกำลังแรงยึดของเซลฟ์-แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์กับเคลือบฟัน เช่น การใช้กรดฟอสฟอริกเตรียมผิวฟันก่อนการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยูนิเซม กรดฟอสฟอริกมีประสิทธิภาพในกำจัดชั้นสเมียร์และละลายแร่ธาตุออกจากเคลือบฟันได้ดีกว่า ทำให้กำลังแรงยึดที่ได้มีสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใช้กรดฟอสฟอริกเตรียมผิวเคลือบฟัน[7] อย่างไรก็ตาม การใช้กรดฟอสฟอริกเตรียมผิวเนื้อฟันก่อนการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยูนิเซม ทำให้กำลังแรงยึดกับเนื้อฟันที่ได้ต่ำลงเมื่อเทียบกับการไม่ใช้กรดฟอสฟอริก เนื่องจากซีเมนต์ที่มีความหนืดสูงจะไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปยังโครงร่างคอลลาเจนที่เกิดขึ้นจากการใช้กรดฟอสฟอริกได้[7] ส่วนการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์แบบขั้นตอนเดียวเตรียมผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันก่อนการใช้เซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยูนิเซม สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์แบบขั้นตอนเดียวจะมีประสิทธิภาพในการปรับสภาพชั้นสเมียร์บนผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันได้ดีกว่า ส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดทั้งกับเคลือบฟันและเนื้อฟันสูงขึ้น[6] จากผลการวิจัยนี้ พบว่า ค่ากำลังแรงยึดกับทั้งเคลือบฟันและเนื้อฟันของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์รีไลเอกซ์ยู 100 ให้ค่าที่ต่ำกว่าการใช้เซลฟ์-เอทช์เรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ 2.0 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น[6] เนื่องจากการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทช์แบบขั้นตอนเดียวเตรียมผิวฟันก่อนการใช้ซีเมนต์มีกลไกการทำงานคล้ายกับขั้นตอนการไพร์มิ่งในเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ 2.0

สรุป

การยึดติดกับฟันของเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์มีประสิทธิภาพด้อยกว่าการยึดติดของเซลฟ์เอทช์เรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์พานาเวียเอฟ 2.0 ส่วนเซลฟ์แอดฮีซีฟเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบทุกผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพการยึดติดกับเคลือบฟันที่ไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันในการยึดติดกับเนื้อฟัน โดยมัลติลิงค์สปรินมีประสิทธิภาพการยึดติดกับเนื้อฟันต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับซีเมนต์อื่นที่นำมาทดสอบ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. Jayasooriya PR, Pereira PN, Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. J Esthet Restor Dent. 2003;15(2):105-13; discussion 13.
2. Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. Dent Mater. 2007;23(7):829-39.
3. Taira Y, Shimoda M, Abe K, Soeno K, Atsuta M. Bond strength between four luting systems and enamel modified with phosphoric acid. Dent Mater J. 2005;24(4):583-7.
4. Chang JC, Hart DA, Estey AW, Chan JT. Tensile bond strengths of five luting agents to two CAD-CAM restorative materials and enamel. J Prosthet Dent. 2003;90(1):18-23.
5. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Investig. 2005;9(3):161-7.
6. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. Dent Mater. 2007;23(1):71-80.
7. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. Dent Mater. 2004;20(10):963-71.
8. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Dental burs--what bur for which application? A survey of dental schools. J Prosthodont. 1999;8(4):258-63.
9. Salvio LA, Correr-Sobrinho L, Consani S, Sinhoreti MA, de Goes MF, Knowles JC. Effect of water storage and surface treatments on the tensile bond strength of IPS Empress 2 ceramic. J Prosthodont. 2007;16(3):192-9.
10. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. Dent Mater. 2005;21(5):445-53.
11. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. J Adhes Dent. 2006;8(5):327-35.
12. Trajtenberg CP, Powers JM. Bond strengths of repaired laboratory composites using three surface treatments and three primers. Am J Dent. 2004; 17(2):123-6.
13. Yoshioka M, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Vanherle G, Nomura Y, *et al.* Adhesion/decalcification mechanisms of acid interactions with human hard tissues. J Biomed Mater Res. 2002;59(1):56-62.
14. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. Dent Mater. 2005;21(10):895-910.
15. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. J Adhes Dent. 2003;5(4):267-82.
16. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. Dent Mater J. 2007;26(6):906-14.

17. Saskalauskaite E, Tam LE, McComb D. Flexural strength, elastic modulus, and pH profile of self-etch resin luting cements. J Prosthodont. 2008;17(4):262-8.

18. Mazzitelli C, Monticelli F, Osorio R, Casucci A, Toledano M, Ferrari M. Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. Dent Mater. 2008. doi:10.1016/j.dental. 2008.01.005.

Microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to enamel or dentin

Yuttana Khuwuttayakorn D.D.S.[1]
Chaiwat Maneenut D.D.S., MDSc., Ph.D.[2]

[1]Graduate Student, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To compare microtensile bond strength at enamel or dentin-resin interface of self-etch resin cements.

Material and methods Enamel or dentin surface of human third molars were flattened using a high-speed diamond bur. Resin composite blocks (Filtex Z350) were bonded to tooth surface using a self-etch resin cement (Panavia F 2.0) and three self adhesive resin cements (Rely X U100, Maxcem and Multilink Sprint). The specimens were stored for 24 hours in distilled water at 37°C, the specimens were sectioned into hourglass shape and tested for μTBS testing at a cross-head speed of 1 mm/min. Mean bond strength were analyzed with One-way ANOVA. Tamhane Multiple Comparison and Independent Sample *t*-test (α=0.05).

Results Mean bond strength to enamel of Panavia F 2.0 was significantly higher than those of Rely X U100, Maxcem and Multilink Sprint. The bond strength to dentin of Panavia F 2.0 was not significantly different from that of Maxcem but significantly higher than those of Rely X U100 and Multilink Sprint. Multilink Sprint showed the lowest bond strength to dentin. The bond strength to enamel and dentin of Panavia F 2.0 and Maxcem were comparable. Meanwhile, higher bond strengths to enamel than to dentin of Rely X U100 and Multilink Sprint were noticed.

Conclusion The bonding effectiveness of self-adhesive resin cements to enamel and dentin is lower than that of a self-etch resin cement. Self adhesive resin cements showed no difference in bond strength to enamel but vice versa in dentin.

(CU Dent J. 2008;31:201-12)

Key words: *dentin; enamel; microtensile bond strength; self adhesive resin cement*