

Universal adhesive: Is it really versatile?

ทญ.ดร.อรณิชา ธนัฑวรากรณ์



Universal adhesive เป็นเรซินแอดฮีซีฟที่สามารถใช้งานได้หลายโหมด ไม่ว่าจะเป็น etch and rinse, self-etch หรือ selective etching อีกทั้งยังสามารถใช้กับวัสดุได้หลายชนิด นอกเหนือจากเคลือบฟันและเนื้อฟัน อย่างไรก็ตามวัสดุชนิดนี้เป็นวัสดุที่วางขายในท้องตลาดเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา ทำให้ข้อมูลทางวิชาการยังจำกัดอยู่เฉพาะในการวิจัยทางห้องปฏิบัติการ และการติดตามผลทางคลินิกในระยะเวลายาวนาน

บทความนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของ universal adhesive ที่มีความแตกต่างจากเรซินแอดฮีซีฟระบบอื่นๆ รวมถึงผลการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการและทางคลินิก ในแง่ของการใช้งานในโหมดต่างๆ

ประวัติความเป็นมา

แรกเริ่ม universal adhesive ที่ออกวางขายในท้องตลาดเป็นแบบ 2 ขั้นตอนและการใช้งานคล้ายระบบ 2-step self-etch adhesive แต่ในระยะต่อมา universal adhesive ส่วนใหญ่จะผลิตออกมาในรูปแบบ 1 ขั้นตอน ซึ่งมีการใช้งานคล้าย 1-step self-etch adhesive

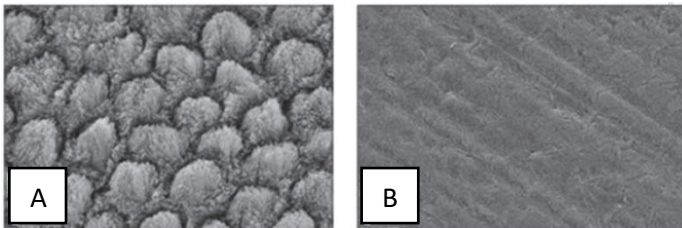
เป็นที่น่าสังเกตว่าภายหลังจากปี ค.ศ. 2011 บริษัทผู้ผลิตต่างผลิต universal adhesive ของตนเองออกวางตลาดกันมากมาย เหตุผลหนึ่งอาจเนื่องมาจาก ในปี ค.ศ. 2011 มอนอเมอร์ที่ชื่อว่า 10-methacryloyloxydecyl

dihydrogenphosphate (10-MDP) ซึ่งอยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ของ บริษัท Kuraray Noritake ได้หมดลิขสิทธิ์ลง ส่งผลให้ บริษัทผู้ผลิตอื่นๆสามารถนำเอามอนอเมอร์ดังกล่าวมาใช้ใน ผลิตภัณฑ์ของตนได้ และเกิดการพัฒนาของ universal adhesive อย่างรวดเร็วมาจนปัจจุบัน

คุณสมบัติของ Universal adhesive

1. สามารถใช้งานได้หลายโหมด

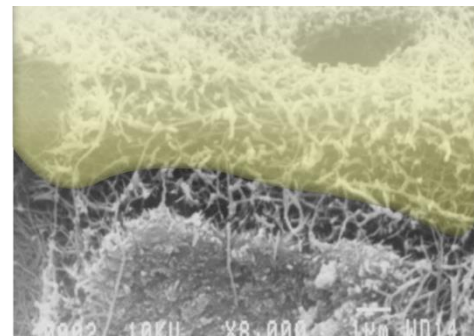
ข้อจำกัดข้อหนึ่งของ 1-step self-etch adhesive คือ มีประสิทธิภาพการยึดติดกับผิวเคลือบฟันไม่ดีนัก เนื่องจากความเป็นกรดของเรซินแอตตีฟที่น้อย (pH สูง) เมื่อเทียบกับกรดฟอสฟอริก ทำให้ความสามารถในการละลายแร่ธาตุออกจากผิวเคลือบฟันและทำให้เกิดรูพรุนน้อย จึงเกิดการยึดติดทางกล (micromechanical interlock) ต่ำ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวของเคลือบฟันที่ถูกกัดด้วย A) กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 36 B) เรซินแอตตีฟชนิด 1-step self-etch adhesive¹

จึงมีการแนะนำให้ใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวเคลือบฟันก่อนทำการยึดติดด้วยวัสดุเรซินแอตตีฟชนิดเซลฟ์เอช หรือที่เรียกว่า selective etching technique การศึกษาพบว่าการทำ

วิธีดังกล่าวสามารถเพิ่มแรงยึดติดของวัสดุบูรณะบนเคลือบฟันได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม หากกรดฟอสฟอริกเป็นไปโดนชั้นเนื้อฟันหรือมีการตั้งใจใช้กรดฟอสฟอริกกัดไปที่ผิวเนื้อฟันก่อนการใช้วัสดุเรซินแอตตีฟชนิดเซลฟ์เอช จะเกิดผลตรงกันข้าม กล่าวคือ ค่าแรงยึดติดบนเนื้อฟันจะลดต่ำลง และเมื่อเวลาผ่านไป จะเกิดการเสื่อมสลายของชั้นบอนด์ได้ง่ายขึ้น โดยสามารถอธิบายได้จากการที่เนื้อฟันที่ถูกกรัดกัดนั้น จะมีการละลายแร่ธาตุออก ทำให้เกิดการเผยผิของเส้นใยคอลลาเจน เมื่อเราทาววัสดุเรซินแอตตีฟชนิดเซลฟ์เอชตามลงไป มอนอเมอร์จะไม่สามารถแทรกซึมลงไปถึงจุดลึกสุดที่ถูกกรัดกัดไว้ได้ หรือที่เรียกว่า incomplete infiltration of resin monomer² ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดง incomplete infiltration of resin monomer

ในขณะที่ universal adhesive มีการปรับสัดส่วนและองค์ประกอบภายในเรซินแอตตีฟ ให้มีความสามารถในการไหลแผ่และแทรกซึมได้ดีขึ้น³ จึงสามารถใช้กับชั้นเนื้อฟันที่มีคอลลาเจนเผยผิจากการถูกกรัดกัดได้ จึงเป็นที่มาของคุณสมบัติที่ว่า universal adhesive สามารถใช้ได้ทั้งในโหมด etch and rinse, self-etch และ selective etching

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ universal adhesive เมื่อใช้ในโหมดต่างๆ พบว่า

- บนเคลือบฟัน การใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวเคลือบฟันก่อน (etch and rinse mode) จะให้ค่าแรงดึงระดับจุลภาค (microtensile bond strength) มากกว่าการไม่ใช้กรดกัด (self-etch mode)⁴ อีกทั้งเมื่อติดตามผลทางคลินิกเป็นระยะเวลา 2 ปี การใช้ในโหมด etch and rinse มีอัตราการยึดอยู่มากกว่า และมีการติดตามขอบวัสดุบูรณะน้อยกว่าการใช้โหมด self-etch แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังรูปที่ 3⁵

Self-etch mode



Etch and rinse mode



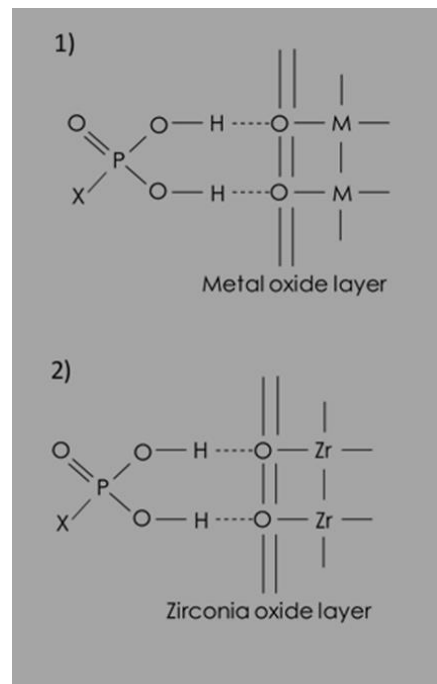
Baseline 6 mo 12 mo 24 mo

รูปที่ 3 แสดงวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้ universal adhesive ในโหมด self-etch และ etch and rinse และติดตามผลเป็นระยะเวลา 2 ปี⁵

- บนเนื้อฟัน พบว่าค่าแรงดึงระดับจุลภาคไม่ต่างกัน ไม่ว่าจะใช้เป็นโหมด etch and rinse หรือ self-etch (ยกเว้นกรณีที่ universal adhesive มีค่าความเป็นกรดน้อย การใช้กรดกัดก่อนจะสามารถเพิ่มค่าแรงยึดติดระดับจุลภาคได้)⁴ ทั้งนี้เมื่อดูการศึกษาในเรื่องการรั่วซึมระดับนาโน (nanoleakage) หรือการติดตามผลในระยะยาว จะพบว่าการใช้ในโหมด etch and rinse จะมีการรั่วซึมและการลดลงของค่าแรงยึดติดที่มากกว่าการใช้ในโหมด self-etch⁶

2. สามารถใช้ได้กับวัสดุหลายชนิด

Universal adhesive สามารถใช้ได้กับเคลือบฟัน เนื้อฟัน ชีงงานบูรณะชนิดโลหะ ชีงงานบูรณะชนิดเซรามิกทั้ง glass ceramic และ oxide ceramic หรือใช้ในงานซ่อมวัสดุบูรณะชนิดเรซินคอมโพสิต โดยคุณสมบัติดังกล่าวเกิดจากการที่ universal adhesive ส่วนใหญ่มีการใช้มอนอเมอร์ที่มีกลุ่ม phosphate ester เป็นองค์ประกอบ ยกตัวอย่างเช่น 10-MDP, glycerol-phosphate dimethacrylate (GPDM) หรือ Dipentaerythritol pentaacrylate monophosphate (PENTA-P) ซึ่งกลุ่มฟอสเฟตดังกล่าวนี้ นอกจากจะสามารถเกิดพันธะทางเคมีได้ดีกับแคลเซียมในเคลือบฟันและเนื้อฟันแล้ว ยังสามารถเกิดพันธะทางเคมีกับออกไซด์ของโลหะไม่มีค่า (base metal) และออกไซด์ของเซอร์โคเนีย (Zirconia) ได้อีกด้วย ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเกิดพันธะทางเคมีระหว่าง phosphate group ของมอนอเมอร์ที่อยู่ใน universal adhesive กับ 1) base metal และ 2) zirconia

นอกจากนี้ บริษัทผู้ผลิตบางบริษัทมีการเติมสารที่ช่วยในการยึดติดกับพื้นผิวต่างๆ เช่น Silane coupling agent ซึ่งสามารถเกิดพันธะทางเคมีกับ glass ceramic หรือการใส่มอนอเมอร์ที่มีกลุ่มซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ก็จะสามารถเกิดพันธะทางเคมีกับชิ้นงานบูรณะโลหะมีค่า (noble metal) ได้ ทั้งนี้ทันตแพทย์จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบของเรซินแอดฮีซีฟแต่ละบริษัทให้ดีก่อนว่าสามารถใช้กับพื้นผิวของวัสดุใดได้บ้าง เนื่องจากสารดังกล่าวมีแค่ในบางผลิตภัณฑ์เท่านั้น

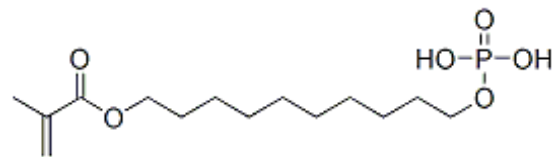
3. สามารถเข้ากันได้กับวัสดุเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมี (Self-cure or dual-cure resin based material)

โดยปกติ 1-step self-etch adhesive จะไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกับวัสดุเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีได้ ตัวอย่างของวัสดุดังกล่าว เช่น self-cure or dual-cure resin cement, core build up material เนื่องจากเหตุผลหลัก 2 ประการ คือ

- 1) ชั้นบนดิ่งของ 1-step self-etch adhesive มีคุณสมบัติยอมให้น้ำสามารถแพร่ผ่าน (semi-permeable membrane) ได้⁷ เมื่อนำมาใช้ร่วมกับวัสดุเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งมีการบ่มตัวอย่างช้าๆ จะทำให้น้ำจากเนื้อฟันหรือท่อเนื้อฟันมีเวลาแพร่ผ่านชั้นบนดิ่งของ 1-step self-etch adhesive ขึ้นมายังบริเวณรอยต่อระหว่างชั้นบนดิ่งและวัสดุเรซินได้ โดยน้ำจะขัดขวางปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (polymerization) ทำให้วัสดุเรซินเกิดการบ่มตัวอย่างไม่สมบูรณ์⁸
- 2) ที่บริเวณผิวบนสุดของชั้นบนดิ่งของ 1-step self-etch adhesive จะมีชั้นที่ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันถูกขัดขวางโดยออกซิเจน (oxygen-inhibited layer) ซึ่ง

เมื่อมีการฉายแสงหลังขั้นตอนการทาเรซินแอดฮีซีฟ จะยังคงมีมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด (acidic monomer) หลงเหลืออยู่ในชั้นนี้ เมื่อชั้นนี้สัมผัสกับวัสดุเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีที่มีการใช้ตัวกระตุ้นปฏิกิริยา ระบบ benzoyl peroxide และ tertiary amine จะเกิดปฏิกิริยากรด-เบสระหว่างมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดดังกล่าวกับเอมีน ทำให้การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของวัสดุเรซิน ถูกจำกัด⁹

สำหรับ universal adhesive ได้มีการปรับปรุงในด้านองค์ประกอบ โดยพบว่าการใช้ 10-MDP เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชั้นบนดิ่งของ universal adhesive มีความไม่ชอบน้ำ (relatively hydrophobic) มากกว่าเมื่อเทียบกับ 1-step self-etch adhesive เนื่องจากคุณสมบัติของ 10-MDP เองที่มีหมู่ alkyl (-CH₂-) เป็นสายยาว ดังรูปที่ 5 ทำให้ 10-MDP เป็นมอนอเมอร์ที่มีความไม่ชอบน้ำมากกว่ามอนอเมอร์ตัวอื่น ๆ การยอมให้น้ำแพร่ผ่านชั้นบนดิ่งจึงเกิดขึ้นได้น้อยกว่า 1-step self-etch adhesive⁸



รูปที่ 5 แสดงโมเลกุลของมอนอเมอร์ 10-MDP

นอกจากนั้น universal adhesive ส่วนมากมีความเป็นกรดที่จัดอยู่ในกลุ่มของ mild หรือ ultra-mild self-etch adhesive โดย universal adhesive ที่มี pH มากกว่า 3 อาจจะมีความเป็นกรดไม่มากพอที่จะไปจับกับเอมีนและขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันได้ จึงสามารถนำมาใช้ร่วมกับ self-cure or dual-cure resin based material ได้

สำหรับ universal adhesive ที่มีความเป็นกรดมากขึ้น (pH น้อยกว่า 3) ทางบริษัทผู้ผลิตได้แนะนำให้มีการใช้สารกระตุ้นปฏิกิริยา (activator) ก่อนที่จะนำไปใช้ร่วมกับ self-cure or dual-cure resin material

การใช้งาน

ผลิตภัณฑ์ของแต่ละบริษัทจะมีองค์ประกอบเฉพาะตัว ดังนั้นการใช้งานจึงอาจจำเป็นต้องมีความแตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น

- การขัดถู (scrubbing or active application) มีการศึกษาพบว่า การขัดถู universal adhesive บนผิวเนื้อฟัน เมื่อใช้ในโหมด self-etch จะช่วยลดการเกิดการรั่วซึมระดับนาโนได้ ซึ่งเกิดจากการขัดถูสามารถกำจัดชั้นเสมียร์ (smear layer) บนผิวเนื้อฟัน ทำให้เร-

ซินแอตติซีฟสามารถสัมผัสกับเนื้อฟันได้โดยตรง อีกทั้งยังเป็นการช่วยทำให้ตัวทำละลายระเหยได้ดีขึ้น และสามารถกำจัดน้ำส่วนเกินออกได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น¹⁰

- การเป่าด้วยลมแรง ในเรซินแอตติซีฟชนิดที่ไม่มี 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) เป็นองค์ประกอบ จำเป็นต้องใช้ลมแรงในการเป่าในขั้นตอนการระเหยตัวทำละลาย เพื่อกำจัดน้ำที่อาจจะถูกกักอยู่ในชั้นบอนด์ให้หมดไป

โดยสรุป ถึงแม้ว่า universal adhesive จะมีการพัฒนาให้สามารถใช้งานได้หลายหลากในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้มากขึ้น การเลือกเคสที่เหมาะสมและการใช้งานวัสดุอย่างถูกวิธียังเป็นหัวใจสำคัญที่จะส่งเสริมให้งานที่ออกมานั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นทันตแพทย์จึงควรศึกษารายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ และศึกษาคู่มือการใช้งานของแต่ละบริษัทให้เข้าใจ เพื่อที่จะปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

References:

1. Haller B. Which self-etch bonding systems are suitable for which clinical indications? *Quintessence Int* 2013;44:645-661.
2. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater* 2006;22:533-544.
3. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014;42:800-807.
4. Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015;43:765-776.
5. Lawson NC, Robles A, Fu CC, Lin CP, Sawlani K, Burgess JO. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-carious cervical lesions. *J Dent* 2015;43:1229-1234.
6. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, Di Lenarda R, Pashley DH, Tay F, Breschi L. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent* 2014;42:603-612.
7. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 2002;30:371-382.
8. Chen L, Suh BI. Effect of hydrophilicity on the compatibility between a dual-curing resin cement and one-bottle simplified adhesives. *J Adhes Dent* 2013;15:325-331.
9. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater* 2001;17:542-556.
10. Thanatvarakorn O, Prasansuttioporn T, Takahashi M, Thittaweerat S, Foxton RM, Ichinose S, Tagami J, Nakajima M. Effect of Scrubbing Technique with Mild Self-etching Adhesives on Dentin Bond Strengths and Nanoleakage Expression. *J Adhes Dent* 2016;18:197-204.