

ผลของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไฮโอไดด์ต่อค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟัน

โซษิตา บรรณเกียรติกุล* มุรธา พาณิช**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไฮโอไดด์ที่มีต่อค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟันทั้งในสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์และเซลฟ์เอทซ์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: เตรียมชิ้นทดสอบโดยใช้ฟันกรามน้อยแท้ในมนุษย์ 30 ซี่ ตัดแบ่งฟันได้ชิ้นทดสอบทั้งหมด 60 ชิ้น กรอผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้มหรือใกล้ลิ้นลึกประมาณ 3 มิลลิเมตร ชัดผิวฟันให้ได้ผิวเนื้อฟันเรียบ แบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น กลุ่มที่ 1 บำรุงด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Optibond FL กลุ่มที่ 2 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Optibond FL กลุ่มที่ 3 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไฮโอไดด์ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Optibond FL กลุ่มที่ 4 บำรุงด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Clearfil SE Bond กลุ่มที่ 5 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Clearfil SE Bond กลุ่มที่ 6 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไฮโอไดด์ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Clearfil SE Bond นำฟันที่บูรณะแล้วไปแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตัดชิ้นทดสอบเป็นแท่งขนาด 1 x 1 มิลลิเมตรแล้วนำไปทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาค วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคระหว่างกลุ่มร่วมกับการเปรียบเทียบพหุคูณ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลอง: ผลการทดลองพบว่าแต่ละกลุ่มมีค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีการแตกหักส่วนใหญ่ที่ระหว่างรอยต่อ

สรุป: จากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไฮโอไดด์ก่อนการบูรณะฟันที่บริเวณเนื้อฟันมีค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคไม่ต่างกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ใช้เพียงซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ทั้งในสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์และระบบเซลฟ์เอทซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาค ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ โพแทสเซียมไฮโอไดด์ สารยึดติดระบบโททอลเอทซ์ สารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์

*หลักสูตรฝึกอบรมเพื่อผู้สมัคร สาขาทันตกรรมทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

**ภาควิชาทันตกรรมทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

The Effect of Silver Diamine Fluoride and Potassium Iodide on Microtensile Bond Strength of Resin Composite Restoration and Dentin

Chosita Bannakiatkul* Muratha Panich**

Abstracts

Objective: The aim of this study was to compare the effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on the microtensile bond strength of resin composite restoration between total-etch and self-etch adhesive system.

Materials and Methods: Specimens were prepared from 30 human premolars by sectioning the teeth to obtain buccal and lingual halves in 60 pieces. Flat dentin surface was prepared and polished then randomly divided specimens in 6 groups (n = 10): Group 1 Optibond FL, Group 2 Optibond FL + SDF, Group 3 Optibond FL + SDF/KI, Group 4 Clearfil SE Bond, Group 5 Clearfil SE Bond + SDF, Group 6 Clearfil SE Bond + SDF/KI then stored in distilled water at 37°C for 24 hours. After restored with resin composite, the specimens were cut into 1 x 1 mm sticks for microtensile bond strength test. The data were statistically analyzed using two-way ANOVA and Tukey's post-hoc test with the level of significance at $p < 0.05$.

Results: There was no statistically difference in microtensile bond strength between each treatment groups. Most of failure mode were adhesive failure.

Conclusions: From the result of this study, pretreatment dentin surface with silver diamine fluoride alone, combined with potassium iodide or control group has no significantly difference in microtensile bond strength both in total-etch system and self-etch system.

Keywords: Microtensile bond strength, Potassium iodide, Silver diamine fluoride, Self-etch adhesive, Total-etch adhesive

*Residency Training Programme in Operative Dentistry, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, 34 Henri-Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand.

**Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri-Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand.

บทนำ (Introduction)

อาการเสียวฟัน (dentin hypersensitivity) หมายถึง การเกิดความรู้สึกที่ผิดปกติจากบริเวณที่มีการเปิดออกของท่อเนื้อฟันสู่สิ่งแวดล้อมในช่องปาก ซึ่งมักแสดงออกมาในรูปของอาการปวดเฉพาะที่ โดยมักจะมีอาการปวดแบบรวดเร็วในช่วงหนึ่ง และอาการจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีสิ่งกระตุ้น เช่น อุณหภูมิ การสัมผัส หรือสารเคมี โดยส่วนมากพบว่าอาการเสียวฟันมักเกิดที่บริเวณคอฟันทางด้านแก้มหรือด้านริมฝีปากซึ่งอาจเกิดจากการเปิดออกของเนื้อฟัน หรือการสูญเสียเคลือบฟัน รวมถึงการเกิดเหงือกกรัน (1) ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดอาการเสียวฟันที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในปัจจุบัน ถูกค้นพบและนำเสนอโดย Brännström และคณะในปี 1972 (2) ซึ่งได้อธิบายไว้ว่า ของเหลวที่อยู่ในท่อเนื้อฟันจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดการเคลื่อนไหวเมื่อได้รับสิ่งกระตุ้นจากภายนอก เช่นมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงแรงดันออสโมติก หรือมีการกระตุ้นเชิงกล เมื่อของเหลวเกิดการเคลื่อนที่จะไปกระตุ้นตัวรับสัญญาณในโพรงประสาทฟัน ส่งผลให้เกิดกระแสประสาทขึ้น และแสดงออกเป็นอาการเสียวฟัน (3)

ในปัจจุบันมีวิธีหลักในการรักษาอาการเสียวฟัน 2 วิธี คือ การอุดท่อเนื้อฟัน และการสกัดกั้นการทำงานของเส้นประสาท การรักษาอาการเสียวฟันโดยการอุดท่อเนื้อฟัน เชื่อว่าจะช่วยลดการเคลื่อนที่ของของเหลวในท่อเนื้อฟัน จึงช่วยลดอาการเสียวฟันได้ ซึ่งสารที่ใช้สำหรับการรักษาประเภทนี้ คือ สารที่มีออกซาลेट, คลอไรด์, หรือฟลูออไรด์ เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (4)

ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ (silver diamine fluoride) เป็นสารอีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้และสามารถใช้เป็นสารเพื่อลดอาการ

เสียวฟันได้ โดยการลดอาการเสียวฟันจะเกิดจากการอุดท่อเนื้อฟัน (5) และมีการใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide) เพื่อช่วยลดการติดสีที่เนื้อฟัน (6) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต หลังจากการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไอโอไดด์จะส่งผลต่อค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคหรือไม่ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่มีต่อค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟันทั้งในสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์และเซลฟ์เอทซ์ โดยมีสมมติฐานว่างคือ การใช้ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไอโอไดด์ก่อนการบูรณะฟันไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟันทั้งในสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์และเซลฟ์เอทซ์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

กลุ่มตัวอย่าง ฟันกรามน้อยแท้ในมนุษย์ซี่ที่ 1 หรือ 2 จากขากรรไกรบนหรือล่างที่มีสภาพปกติ ไม่มีรอยผุ รอยร้าว ไม่มีวัสดุบูรณะ หรือลักษณะผิดปกติอื่น ๆ และไม่ผ่านการรักษาคงรูปฟัน ฟันที่นำมาทดสอบได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2018-087)

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ใช้โปรแกรม G Power version 3.1.2 อ้างอิงผลจากการศึกษาของ Quock และคณะในปี 2012 (7) ได้กลุ่มตัวอย่าง 54 ซี่น เมื่อคำนวณความคลาดเคลื่อนร้อยละ 10 จะได้กลุ่มตัวอย่าง 60 ซี่น แบ่งกลุ่มการศึกษา 6 กลุ่ม ได้กลุ่มละ 10 ซี่น

ตารางที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

Table 1. Materials.

Materials	Type of materials	Batch number	Compositions
Topamine (DentaLife, Victoria, Australia)	Silver diamine fluoride	B0133	38% Silver diamine fluoride in aqueous solution
Filtek Z350 XT (3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA)	Nanofill resin composite	N889377	Matrix: bisphenol A-glycidyl methacrylate (Bis-GMA), urethane dimethacrylate (UDMA), Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA) and Ethoxylated Bisphenol-A-Dimethacrylate (Bis-EMA) Filler: Combination of aggregated Zr/Si cluster filler (0.6-1.4 μm) and nonaggregated 20-nm Si filler (filler volume: 63.3%)
Optibond FL (Kerr, Orange, CA USA)	Total-etch adhesive	Primer: 6670874 Adhesive: 6670875	Primer: 2-hydroxyethyl methacrylate, ethanol, 2-[2-(methacryloyloxy)ethoxycarbonyl] benzoic acid, glycerol phosphate dimethacrylate Adhesive: glass, oxide, chemicals, 2-hydroxyethyl methacrylate, ytterbium trifluoride, 3-trimethoxysilylpropyl methacrylate, 2-hydroxy-1,3-propanediyl bismethacrylate, alkali fluorosilicates (Na)
Clearfil SE Bond CA (Kuraray Noritake, Okayama, Japan)	Self-etch adhesive	Primer: 700262 Bonding: 7S0420	Primer: 2-hydroxyethyl methacrylate, 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate, Hydrophilic aliphatic dimethacrylate, dl-Camphorquinone, Accelerators, Water, Dyes Adhesive: bisphenol A diglycidylmethacrylate, 2-hydroxyethyl methacrylate, 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate, Hydrophobic aliphatic methacrylate, Colloidal silica, dl-Camphorquinone, Initiators, Accelerators, Others

1. การเตรียมสารละลายโฟแทสเซียมไฮโอไดด์

สารละลายโฟแทสเซียมไฮโอไดด์จะใช้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร (8) โดยชั่งน้ำหนักผงโฟแทสเซียมไฮโอไดด์ 10 กรัม ด้วยเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ระบบดิจิทัล (HL-400, AND, Japan) ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วโดยไม่เหลือตะกอน

2. การเตรียมฟันตัวอย่าง

ฟันกรามน้อยแท้ 30 ซี่ ทำความสะอาดกำจัดหินน้ำลายและเศษเนื้อเยื่ออ่อน จากนั้นนำมาขัดด้วยผงฟ่มผสมน้ำ เก็บในสารละลายโทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อฆ่าเชื้อและยับยั้งการเจริญของจุลชีพ โดยแช่ไม่เกิน 1 เดือน แล้วนำมาแช่น้ำปราศจากอ็อกซิเจนก่อนการเตรียมชิ้นงาน 1 สัปดาห์ ฟันแต่ละซี่จะถูกกรอตัดรากฟันออกที่ตำแหน่งต่ำกว่ารอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน (cementoenamel junction) 2 มิลลิเมตร ตัดแบ่งฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesial-distal) ให้ได้ชิ้นฟันด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้น จากนั้นนำชิ้นฟันไปยึดกับพลาสติกหีนโดยที่พลาสติกหีนจะหุ้มฟันด้านเนื้อเยื่อในไว้จนถึงกึ่งกลางฟันและหางฟันด้านใกล้แก้มหรือใกล้ลิ้นขึ้น แต่ละชิ้นจะถูกเรียกว่า 1 ชิ้นทดสอบ ใช้เข็มกรอฟันกากเพชรรวมกับด้ามกรอความเร็วต่ำกรอผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้มหรือใกล้ลิ้นลึกประมาณ 3 มิลลิเมตรให้ได้ผิวเนื้อฟันเรียบขนาด 4 x 4 ตารางมิลลิเมตร ขัดผิวฟันด้วยกระดาษทรายความละเอียด 600 กริต มีน้ำหล่อเลี้ยงตลอดเวลา ใช้ความเร็วในการขัด 100 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 วินาที

3. การเตรียมผิวฟันก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต

แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้ชิ้นทดสอบ 10 ชิ้น

กลุ่มที่ 1 บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Optibond FL

เตรียมผิวฟันและทาสารยึดติด Optibond FL ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

กลุ่มที่ 2 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 37 ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Optibond FL

ล้างผิวฟันด้วยน้ำแล้วเป่าลมเป็นเวลา 5 วินาที ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ด้วยพู่กันขนาดเล็กเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นล้างน้ำ 30 วินาที (7) ทาสารยึดติดตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

กลุ่มที่ 3 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 37 และโฟแทสเซียมไฮโอไดด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Optibond FL

ล้างผิวฟันด้วยน้ำแล้วเป่าลมเป็นเวลา 5 วินาที ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ด้วยพู่กันขนาดเล็กเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นล้างน้ำ 30 วินาที ทาโฟแทสเซียมไฮโอไดด์ด้วยพู่กันขนาดเล็ก จะเกิดตะกอนสีเหลือง หากไม่เกิดตะกอนสีเหลืองขึ้นมาก็ใช้ใช้เวลา 5 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที (6) ทาสารยึดติดตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

กลุ่มที่ 4 บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Clearfil SE Bond

เตรียมผิวฟันและทาสารยึดติด Clearfil SE Bond ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

กลุ่มที่ 5 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 37 ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Clearfil SE Bond

เตรียมผิวฟันและทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์เหมือนในกลุ่มที่ 2 (7) ทาสารยึดติดตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

กลุ่มที่ 6 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 37 และโฟแทสเซียมไฮโอไดด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ก่อนทำการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตร่วมกับสารยึดติด Clearfil SE Bond

เตรียมผิวฟันและทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ร่วมกับโฟแทสเซียมไฮโอไดด์เหมือนในกลุ่มที่ 3 (6) ทาสารยึดติดตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

4. การบูรณะฟัน

การบูรณะผิวฟันในแต่ละกลุ่มจะบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต (Filtek Z350 XT สี A3.5, 3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA) โดยนำซิลิโคนชนิดพุดดีที่มีช่องว่างขนาด 4 x 4 x 4 ลูกบาศก์ มิลลิเมตร ความหนา 1.5 มิลลิเมตร และตัดให้มีช่องเปิดมาเป็นแบบในการบูรณะ วางชั้นซิลิโคนบนผิวฟันแล้วบูรณะเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนา 2 มิลลิเมตรให้ได้ความสูง 4 มิลลิเมตรแล้วฉายแสงชั้นละ 40 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดี (DemiPlus, Kerr, Orange, CA, USA) เมื่อบูรณะเสร็จให้นำชั้นซิลิโคนออกโดยเปิดจากช่องที่ตัดไว้จะได้ชิ้นงานที่มีวัสดุเรซินคอมโพสิตขนาด 4 x 4 x 4 ลูกบาศก์มิลลิเมตร นำฟันที่บูรณะแล้วไปแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. การตัดชิ้นทดสอบ

ทำการตัดชิ้นฟันออกจากพลาสติกเรซินและตัดชิ้นงานเป็นแท่งขนาดหน้าตัด 1 x 1 ตารางมิลลิเมตรด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (Slow speed cutting machine, Model Isomet 1000, Buehler, Lakebluff, IL, USA) โดยตัดจากวัสดุบูรณะไปหาเนื้อฟัน ชิ้นทดสอบ 1 ชิ้นจะตัดได้ชิ้นงาน 4 แท่ง หากชิ้นทดสอบมีการแตกหักจะต้องเพิ่มจำนวนชิ้นทดสอบให้ได้ 10 ชิ้นต่อกลุ่ม ดังนั้นในแต่ละกลุ่มทดสอบจะมีชิ้นงานทั้งหมด 40 แท่ง

6. การวัดค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาค

ยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัด (EZ-S, SHIMADZU, Japan) ด้วยกาวไซยาโนอะครีเลต (Model Repair II Blue, Dentsply-Sankin, Japan) โดยให้ทิศทางของแรงดึงตั้งฉากกับชั้นของสารยึดติด จากนั้นดึงชิ้นงานด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาทีจนชิ้นงานเกิดการแยกออก บันทึกแรงที่ใช้ในหน่วยเมกะปาสคาลจากสูตร

$$\text{แรง (หน่วยเป็นกิโลกรัม)} \times 9.8$$

$$\frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของผิวยึดติด}}$$

ชิ้นงานทั้ง 40 แท่งต่อกลุ่มจะถูกนำไปคำนวณทางสถิติต่อไป

นำชิ้นงานไปตรวจสอบความล้มเหลวด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (SZ61, Olympus, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย 40 เท่า บันทึกความล้มเหลวของแต่ละชิ้นงานเป็น

1. การหลุดระหว่างรอยต่อ (Adhesive failure = Ad)
2. การแตกหักในชั้นเรซินคอมโพสิต (Cohesive failure in resin composite = Co com)
3. การแตกหักในชั้นโครงสร้างฟัน (Cohesive failure in dentin = Co den)
4. การแตกหักแบบผสม (Mixed failure = Mix) ซึ่งมีการแตกหักมากกว่า 1 ประเภทร่วมกัน
7. การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope = SEM)

เตรียมผิวฟันให้ผิวเรียบและอยู่ในชั้นเนื้อฟัน 4 ชั้น และทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค จากนั้นเตรียมผิวฟัน โดย

ชั้นที่ 1 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ 3 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที

ชั้นที่ 2 ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ 3 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที แล้วทาโพแทสเซียมไฮโอไดด์ 5 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที

ชั้นที่ 3 แซ่ฟันในกรดซिटริกความเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นเวลา 1 นาที (9) จากนั้นทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ 3 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที

ชั้นที่ 4 แซ่ฟันในกรดซिटริกความเข้มข้นร้อยละ 6 เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ 3 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที แล้วทาโพแทสเซียมไฮโอไดด์ 5 นาที ล้างน้ำ 30 วินาที

หลังการเตรียมชิ้นงาน นำชิ้นงานไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JEOL, JSM-IT500HR)

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทดสอบการแจกแจงข้อมูลด้วยสถิติ โคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test) ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคระหว่างกลุ่มร่วมกับการเปรียบเทียบพหุคูณ (Tukey post hoc multiple comparison) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

โดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอสสำหรับวินโดว์เวอร์ชัน 22.0 (SPSS for windows version 22.0)

ผลการทดลอง (Results)

ค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟัน ดังตารางที่ 2

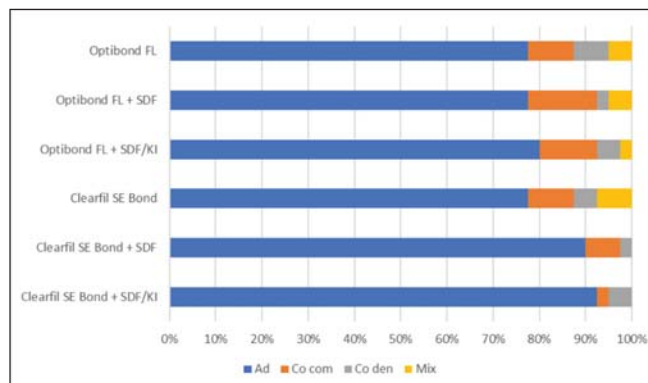
ตารางที่ 2 แสดงค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาค

Table 2. Means microtensile bond strength of resin composite and dentin. Same capital letter has no. statistically difference in means microtensile bond strength.

Study groups	Mean microtensile bond strength (MPa)
Optibond FL	55.72 ± 11.70 ^A
Optibond FL + SDF	53.91 ± 14.87 ^A
Optibond FL + SDF/KI	58.85 ± 9.73 ^A
Clearfil SE Bond	57.92 ± 8.30 ^A
Clearfil SE Bond + SDF	49.78 ± 10.74 ^A
Clearfil SE Bond + SDF/KI	50.01 ± 7.77 ^A

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ โคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟพบว่าข้อมูลแต่ละกลุ่มมีการกระจายตัวแบบปกติ (p > 0.05) การวิเคราะห์ข้อมูลจึงใช้สถิติแบบพารามेटริกชนิดการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) และพบว่า

ไม่พบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่มทดสอบ โดยมีค่าสูงสุดที่ 58.85 เมกะปาสคาล (กลุ่มที่ 3) และต่ำสุดที่ 49.78 เมกะปาสคาล (กลุ่มที่ 5)



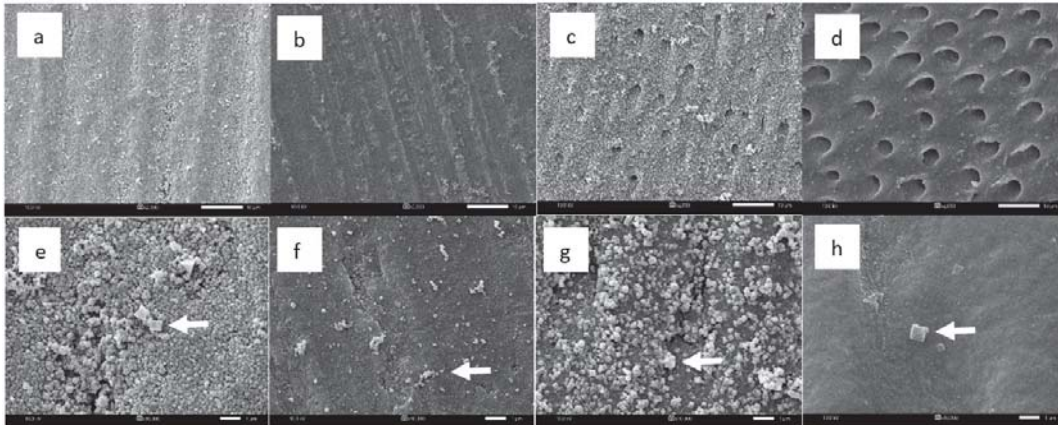
รูปที่ 1 ความล้มเหลวของชิ้นงานในแต่ละกลุ่ม

Fig. 1 Modes of failure.

ความล้มเหลวของชิ้นงานพบว่าในทุกกลุ่มจะเกิดความล้มเหลวแบบการหลุดบริเวณรอยต่อในปริมาณที่มากที่สุด รองลงมาเป็นการแตกหักในชั้นเรซินคอมโพสิต และไม่พบการแตกหักแบบผสมในกลุ่มที่ 5 และ 6

ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าการใช้กรดซิติริกจะช่วยกำจัดชั้นสเมียร์และ

เปิดท่อเนื้อฟัน การทาซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์จะเกิดตะกอนเกาะที่ผิวฟันและพบว่าเมื่อทาโพแทสเซียมไฮโอไดด์จะมีปริมาณตะกอนที่ผิวฟันลดลง ในกลุ่มที่ 3 และ 4 ซึ่งมีการเปิดท่อเนื้อฟันก่อนพบว่ายังคงเกิดตะกอนปิดท่อเนื้อฟันแต่พบไม่มากเท่าในกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งตะกอนอยู่ปะปนไปกับชั้นสเมียร์



รูปที่ 2 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบการตกตะกอนที่ผิวฟัน (ลูกศรสีขาว)

- (a.) ชั้นที่ 1 กำลังขยาย 2000 เท่า (b.) ชั้นที่ 2 กำลังขยาย 2000 เท่า (c.) ชั้นที่ 3 กำลังขยาย 2000 เท่า (d.) ชั้นที่ 4 กำลังขยาย 2000 เท่า (e.) ชั้นที่ 1 กำลังขยาย 10,000 เท่า (f.) ชั้นที่ 2 กำลังขยาย 10,000 เท่า (g.) ชั้นที่ 3 กำลังขยาย 10,000 เท่า (h.) ชั้นที่ 4 กำลังขยาย 10,000 เท่า

Fig. 2 Scanning electron micrograph show precipitated at tooth surface (white arrows)

- (a.) group 1 at 2000x, (b.) group 2 at 2000x, (c.) group 3 at 2000x, (d.) group 4 at 2000x, (e.) group 1 at 10,000x, (f.) group 2 at 10,000x, (g.) group 3 at 10,000x, (h.) group 4 at 10,000x.

บทวิจารณ์ (Discussion)

อาการเสียวฟันเกิดจากการที่ท่อเนื้อฟันเปิดสู่สภาวะในช่องปาก เมื่อมีสิ่งกระตุ้นมากระทำต่อฟันจะทำให้ของเหลวภายในท่อเนื้อฟันเคลื่อนที่และส่งสัญญาณประสาททำให้เกิดการเสียวฟันขึ้น (3) วิธีหนึ่งที่จะช่วยลดอาการเสียวฟันได้คือ การทำให้เนื้อฟันมีการซึมผ่านลดลงหรือทำให้มีการอุดตันของท่อเนื้อฟัน (10) มีการศึกษาที่พบว่าการใช้ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ช่วยลดอาการเสียวฟันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (11) แต่ข้อด้อยของซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์คือทำให้เกิดสีดำที่ผิวฟันและมีผลกับความสวยงามแม้จะเป็นเนื้อฟันที่

ไม่มีรอยผุ (12) จึงมีความพยายามที่จะลดการเกิดสีดำที่ตัวฟันโดยการใช้โพแทสเซียมไฮโอไดด์เพื่อดักจับซิลเวอร์ไอออนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาแล้วเปลี่ยนเป็นซิลเวอร์ไฮโอไดด์ซึ่งมีสีขาว (6)

จากการศึกษานี้พบว่าค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคในแต่ละกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานการวิจัยได้

ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์มีสูตรทางเคมีคือ $Ag(NH_3)_2F$ เป็นสารละลายใสไม่มีสี มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ประมาณ 8-9 การออกฤทธิ์ของซิลเวอร์

โดเอมีนฟลูออไรด์มาจากการทำงานร่วมกัน 2 ส่วน คือ จากซิลเวอร์และจากฟลูออไรด์ เมื่อทาซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ที่ฟันจะทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้เป็นแคลเซียมฟลูออไรด์และซิลเวอร์ฟอสเฟต(13) ซิลเวอร์และฟลูออไรด์ไอออนสามารถแทรกซึมเข้าไปในชั้นเคลือบฟันลึก 25 ไมครอน และฟลูออไรด์ไอออนแทรกซึมเข้าเนื้อฟันได้ 50-200 ไมครอน (14) ส่วนซิลเวอร์ไอออนแทรกซึมเข้าเนื้อฟันได้ 20-40 ไมครอน (15) มีการศึกษาเพื่อดูสารที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์โดยใช้เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคชัน (X-ray diffraction = XRD) ซึ่งพบว่าซิลเวอร์ฟอสเฟตและเกิดแคลเซียมฟลูออไรด์แต่มีการละลายตัวสูงเมื่อดำน้ำ ส่วนการทำปฏิกิริยากับโปรตีนจะพบเมทัลลิกซิลเวอร์ (16) อีกการศึกษามีการตรวจพบผลึกอะพาไทต์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น พบการเกิดฟลูออโรไฮดรอกซีอะพาไทต์และพบซิลเวอร์คลอไรด์ในเนื้อฟัน (17) ส่วนการใช้ซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไอโอไดด์มีการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและพบการตกตะกอนของสารภายในเนื้อฟัน (18) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดซึ่งดูรวมกับการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (Energy Dispersive x-ray spectroscopy = EDS) พบว่ามีสารตกผลึกที่ผิวฟันซึ่งวิเคราะห์ได้ว่าเป็นตะกอนที่มีซิลเวอร์เป็นส่วนประกอบ ภาพ 2e และ 2f พบซิลเวอร์อยู่ปะปนกับชั้นสเมียร์และจากภาพ 2g พบว่าเกิดผลึกของซิลเวอร์คลอไรด์อย่างชัดเจนที่ผิวฟันและบางส่วนของเนื้อฟัน กลุ่มที่ใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์จะทำให้เกิดตะกอนที่ผิวฟันลดลงซึ่งคาดว่าอาจเกิดจากการที่โพแทสเซียมไอโอไดด์จับกับซิลเวอร์แล้วเกิดซิลเวอร์ไอโอไดด์ที่สามารถล้างออกจากผิวฟันได้ (6) และมีการล้างน้ำซ้ำอีกทำให้เห็นว่ามิตะกอนของซิลเวอร์น้อยลง

การศึกษาที่ทดสอบค่าความแข็งแรงดึงฟันระยะดึงระดับจุลภาคในฟันที่ไม่ได้ใช้กรดซिटริกเพื่อเปิดท่อเนื้อฟันเนื่องจากต้องการจำลองสภาพฟันที่ผ่านการกรอฟันและเกิดชั้นสเมียร์ขึ้นซึ่งเป็นสภาพที่พบได้หลังจากการเตรียมเนื้อฟันเพื่อบูรณะในทางคลินิก การใช้

กรดซिटริกเพื่อเตรียมผิวฟันก่อนการทาสารเพื่อต้องการดูว่าเมื่อมีการเปิดท่อเนื้อฟันแล้ว การใช้ซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไอโอไดด์จะเกิดการอุดตันท่อเนื้อฟันเพื่อลดอาการเสียวฟันได้จริงหรือไม่ซึ่งก็พบว่าเกิดตะกอนภายในเนื้อฟันจริงแต่การอุดตันมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้กรดซिटริกซึ่งยังมีชั้นสเมียร์ปะปนอยู่

มีการศึกษาโดย Craig และคณะ ปี 2012 (19) ซึ่งใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ร่วมกับซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์แล้วพบว่าการใช้ซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไอโอไดด์ช่วยลดอาการเสียวฟันได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับการใช้กรดออกซาลิกซึ่งคาดว่าเกิดจากการตกตะกอนของแคลเซียมฟลูออไรด์ (20) และเกิดซิลเวอร์ไอโอไดด์ไปอุดตันท่อเนื้อฟัน (19)

เมื่อดูผลการศึกษากการยึดติดของเนื้อฟันกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์พบว่าซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ไม่ส่งผลต่อค่าแรงยึดติด (21-24) แต่เมื่อศึกษาการใช้เรซินซีเมนต์ Soeno และคณะในปี 2001 ได้ทดสอบการใช้ซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์เป็นสารลดอาการเสียวฟันก่อนการใช้เรซินซีเมนต์แล้ววัดค่าแรงยึดติดกับเนื้อฟัน จากการทดลองพบว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) และกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) เตรียมผิวฟันหลังจากใช้ซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์จะไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงดึงของเรซินซีเมนต์เนื่องจากต้องมีการล้างหลายขั้นตอนและจะล้างซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ออกจากผิวฟันจนหมด แต่ในกลุ่มที่ไม่ได้ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์และกรดฟอสฟอริกพบว่าค่าความแข็งแรงดึงจะลดลงเนื่องจากซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ที่เหลืออยู่จะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมและโปรตีนที่ผิวฟันและขัดขวางการแทรกซึมของเรซินซีเมนต์ (25)

การทดสอบผลของซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ต่อค่าความแข็งแรงดึงระดับจุลภาคของเนื้อฟันกับวัสดุเรซินคอมโพสิตแต่ละการศึกษาที่มีความขัดแย้งกันอยู่ มีทั้งการศึกษาที่พบว่าการใช้ซิลเวอร์โดเอมีนฟลูออไรด์ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงดึงระดับจุลภาคไม่ว่าจะใช้สารยึดติดในระบบโททอล

เอทซ์หรือเซลฟ์เอทซ์ (7) รวมถึงในฟันน้ำนมด้วย (26) และมีการศึกษาที่พบว่าซิลเวอร์ไดออกไซด์ทำให้ค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคในสารยึดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ลดลง (27) ส่วนการใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตที่มีการศึกษาที่พบว่าค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคมีค่าลดลง (28) การที่ค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคมีค่าลดลงโดยเฉพาะในกลุ่มเซลฟ์เอทซ์เกิดจากการที่ไม่สามารถกำจัดตะกอนของซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์และโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตที่ตกค้างอยู่ที่ผิวฟันได้หมดและการที่มี pH ที่สูงก็ส่งผลกับการทำงานของสารโพแทสเซียมฟอสเฟต แต่ในกลุ่มโททอลเอทซ์มีการใช้กรดฟอสฟอริกเพื่อเตรียมผิวฟันซึ่งสามารถกำจัดตะกอนที่เกิดขึ้นได้มากกว่าทำให้มีค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคที่มากกว่ากลุ่มเซลฟ์เอทซ์ (28) และการล้างจะเป็นการกำจัดเอาซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ที่ผิวออกเท่านั้น ในส่วนลึกของเนื้อฟันยังคงมีซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์หลงเหลืออยู่ (27) มีรายงานที่พบว่าซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์สามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อฟันได้ถึง 200 ไมโครเมตรในฟันน้ำนม (14) และ 450 ไมโครเมตรในฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุบางส่วน จึงทำให้ยังคงมีผลในการรักษาอยู่แม้จะมีการล้างสารที่เกิดที่ผิวแล้วก็ตาม (29) ดังนั้น วิธีการเตรียมผิวฟันและการล้างน้ำเพื่อกำจัดตะกอนก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อค่าแรงยึดติด และมีการศึกษาเพื่อดูผลของซิลเวอร์นาโนพาร์ติเคิลต่อค่าแรงยึดติดแล้วพบว่าค่าแรงยึดติดแบบเฉือนไม่ลดลง (30) การศึกษานี้ทำการล้างผิวฟันหลังจากทาซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์หรือซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นเวลา 30 วินาทีซึ่งใช้เวลาล้างมากกว่าการศึกษาอื่น (27-28) บริเวณผิวฟันชั้นนอกสุดจะมีปริมาณตะกอนเกิดขึ้นมากที่สุดและส่งผลกระทบต่อค่าแรงยึดติดมากที่สุด (27) การใช้เวลาล้างเพิ่มขึ้นจะช่วยล้างตะกอนที่เกิดขึ้นได้มากขึ้นซึ่งจะไปลดการขัดขวางการยึดติดจึงอาจส่งผลให้ค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคแต่ละกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติสอดคล้องกับการศึกษาของ Quock และคณะ ปี 2012 ที่ใช้เวลาในการล้าง 30 วินาทีและไม่พบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงพันธะ

แรงดึงระดับจุลภาคระหว่างกลุ่มเช่นกัน (7) ส่วนความล้มเหลวที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นความล้มเหลวในชั้นสารยึดติดซึ่งรูปแบบของความล้มเหลวจะขึ้นกับค่าแรงยึดติดถ้าค่าแรงยึดติดมีค่ามากก็จะพบความล้มเหลวที่ไม่ได้เกิดในชั้นสารยึดติดมากขึ้น (31)

Vasquez และคณะในปี 2012 ได้ศึกษาถึงปริมาณซิลเวอร์ไอออนและฟลูออไรด์ไอออนในเซรัม (serum) หลังจากทาซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 พบว่าความเข้มข้นสูงสุดของซิลเวอร์ไอออนที่พบในเซรัมอยู่ที่ 206 นาโนโมลต่อลิตรในเวลา 2.5 ชั่วโมง และพบความเข้มข้นสูงสุดของฟลูออไรด์ไอออนในเซรัมอยู่ที่ 1.86 ไมโครโมลต่อลิตรในเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งปริมาณไอออนที่พบในเซรัมนี้ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดพิษต่อร่างกาย (32) มีรายงานว่าอาจพบการระคายเคืองที่เหงือกแบบชั่วคราวแต่ไม่เกิดอันตรายต่อโพรงประสาทฟัน (33) มีการทดลองใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ในกลุ่มเด็กอายุ 6 ปี จำนวน 225 คนในประเทศคิวบา พบเด็ก 3 คนมีรอยสีขาวบนเนื้อเยื่อในช่องปากและมีอาการแสบเล็กน้อย แต่อาการสามารถหายได้เองภายใน 48 ชั่วโมง (34) ส่วนการใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตที่มีรายงานพบว่าเนื้อเยื่อเหงือกลอกเป็นบางบริเวณที่สัมผัสกับโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตซึ่งสามารถป้องกันได้ด้วยการทาปิโตรเลียมเจลลี่บนเนื้อเยื่อเหงือกก่อนการสัมผัสสาร (35)

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่สามารถจำลองสภาวะจริงที่เกิดขึ้นในทางคลินิกได้ทั้งหมดและไม่มีการจำลองสภาวะในช่องปาก อีกทั้งการทดลองนี้ทำการทดสอบเพียงแค่ว่าเนื้อฟันเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีชั้นเคลือบฟันมาเกี่ยวข้องด้วย จึงควรมีการทดลองต่อไปในอนาคตเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการใช้งานทางคลินิกต่อไปและเพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมหากต้องการบูรณะฟันภายหลังจากการทาซิลเวอร์ไดออกไซด์ฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต

บทสรุป

จากการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า การใช้ซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ร่วมกับโพแทสเซียมไฮโอไดด์ก่อนการบูรณะฟันที่บริเวณเนื้อฟันมีค่าความแข็งแรงพันธะแรงดึงระดับจุลภาคไม่ต่างกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ใช้เพียงซิลเวอร์ไดอามีนฟลูออไรด์ทั้งในสารยึดติดระบบโททอลเอทซ์และระบบเซลฟ์เอทซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Bissada NF. Symptomatology and clinical features of hypersensitive teeth. *Arch Oral Biol.* 1994;39(Suppl):31S-2S.
2. Brannstrom M, Astrom A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *Int Dent J.* 1972;22(2):219-27.
3. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod.* 1986;12(10):453-7.
4. Bartold PM. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dent J.* 2006;51(3):212-8; quiz 276.
5. Shah S, Bhaskar V, Venkatraghavan K, Choudhary P, Ganesh M, Trivedi K. Silver diamine fluoride: a review and current applications. *J Adv Dent Res.* 2014;5(1):25-35.
6. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani. Ion uptake into demineralized dentine from glass ionomer cement following pretreatment with silver fluoride and potassium iodide. *Aust Dent J.* 2006;51(3):237-41.
7. Quock RL, Barros JA, Yang SW, Patel SA. Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. *Oper Dent.* 2012;37(6): 610-6.
8. Nguyen V, Neill C, Felsenfeld J, Primus C. Potassium Iodide. The Solution to Silver Diamine Fluoride Discoloration? *Adv Dent Oral Health.* 2017;5(1):5555655.
9. Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X, et al. Effect of desensitising tooth-pastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *J Dent.* 2010;38(5):400-10.
10. Vieira AH, Santiago SL. Management of dentinal hypersensitivity. *Gen Dent.* 2009;57(2): 120-6.
11. Castillo JL, Rivera S, Aparicio T, Lazo R, Aw TC, Mancl LL, et al. The short-term effects of diammine silver fluoride on tooth sensitivity: a randomized controlled trial. *J Dent Res.* 2011; 90(2):203-8.
12. Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications and Consent. *J Calif Dent Assoc.* 2016;44(1):16-28.
13. Rosenblatt A, Stamford TC, Niederman R. Silver diamine fluoride: a caries "silver-fluoride bullet". *J Dent Res.* 2009;88(2):116-25.
14. Chu CH, Lo EC. Microhardness of dentine in primary teeth after topical fluoride applications. *J Dent.* 2008;36(6):387-91.
15. Willershausen I, Schulte D, Azaripour A, Weyer V, Briseno B, Willershausen B. Penetration Potential of a Silver Diamine Fluoride Solution on Dentin Surfaces. An Ex Vivo Study. *Clin Lab.* 2015;61(11):1695-701.
16. Lou YL, Botelho MG, Darvell BW. Reaction of silver diamine fluoride with hydroxy-apatite and protein. *J Dent.* 2011;39(9):612-8.

17. Mei ML, Nudelman F, Marzec B, Walker JM, Lo ECM, Walls AW, et al. Formation of Fluorohydroxyapatite with Silver Diamine Fluoride. *J Dent Res.* 2017;96(10):1122-8.
18. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS, Gully NJ. Differences between normal and demineralized dentine pretreated with silver fluoride and potassium iodide after an in vitro challenge by *Streptococcus mutans*. *Aus Dent J.* 2007;52(1):16-21.
19. Craig GG, Knight GM, McIntyre JM. Clinical evaluation of diamine silver fluoride/potassium iodide as a dentine desensitizing agent. A pilot study. *Aus Dent J.* 2012;57(3):308-11.
20. Thrash WJ, Jones DL, Dodds WJ. Effect of a fluoride solution on dentinal hypersensitivity. *Am J Dent.* 1992;5(6):299-302.
21. Gotjamanos T. Pulp response in primary teeth with deep residual caries treated with silver fluoride and glass ionomer cement ('atraumatic' technique). *Aus Dent J.* 1996;41(5):328-34.
22. Yamaga M, Koide T, Hieda T. Adhesiveness of glass ionomer cement containing tannin-fluoride preparation (HY agent) to dentin-an evaluation of adding various ratios of HY agent and combination with application diammine silver fluoride. *Dent Mater J.* 1993;12(1):36-44.
23. Knight GM, McIntyre JM, Mulyani. The effect of silver fluoride and potassium iodide on the bond strength of auto cure glass ionomer cement to dentine. *Aus Dent J.* 2006;51(1):42-5.
24. Wang AS, Botelho MG, Tsoi JK, Matinlinna JP. Effects of silver diammine fluoride on microtensile bond strength of GIC to dentine. *Int J Adhes Adhes.* 2016;70:196-203.
25. Soeno K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of desensitizers on bond strength of adhesive luting agents to dentin. *J Oral Rehabil.* 2001;28(12):1122-8.
26. Wu DI, Velamakanni S, Denisson J, Yaman P, Boynton JR, Papagerakis P. Effect of Silver Diamine Fluoride (SDF) Application on Microtensile Bonding Strength of Dentin in Primary Teeth. *Pediatr Dent.* 2016;38(2):148-53.
27. Lutgen P, Chan D, Sadr A. Effects of silver diammine fluoride on bond strength of adhesives to sound dentin. *Dent Mater J.* 2018;37(6):1003-9.
28. Koizumi H, Hamama HH, Burrow MF. Effect of a silver diamine fluoride and potassium iodide-based desensitizing and cavity cleaning agent on bond strength to dentine. *Int J Adhes Adhes.* 2016;68:54-61.
29. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS, Gully NJ. Inability to form a biofilm of *Streptococcus mutans* on silver fluoride- and potassium iodide-treated demineralized dentin. *Quintessence Int.* 2009;40(2):155-61.
30. Fatemeh K, Mohammad Javad M, Samaneh K. The effect of silver nanoparticles on composite shear bond strength to dentin with different adhesion protocols. *J Appl Oral Sci.* 2017;25(4):367-73.
31. Craig RG, Powers JM. *Craig's restorative dental materials*, 11th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p. 256-9.
32. Vasquez E, Zegarra G, Chirinos E, Castillo JL, Taves DR, Watson GE, et al. Short term serum pharmacokinetics of diammine silver fluoride after oral application. *BMC Oral Health.* 2012;12:60. doi: 10.1186/1472-6831-12-60.

33. Chu CH, Lo EC. Promoting caries arrest in children with silver diamine fluoride: a review. *Oral Health Prev Dent.* 2008;6(4):315-21.

34. Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M. Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of school children: 36-month clinical trial. *J Dent Res.* 2005;84(8):721-4.

35. Garg S, Sadr A, Chan D. Potassium Iodide Reversal of Silver Diamine Fluoride Staining: A Case Report *Oper Dent.* 2019;44(3):221-6.

ติดต่อบทความ:

ทพญ.โชษิตา บรรณเกียรติกุล

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์

แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 086 900 6617

อีเมล: tangmo32@gmail.com

Corresponding Author:

Dr. Chosita Bannakiatkul

Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University 34 Henri-Dunant Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand.

Tel: (668) 6900 6617

E-mail: tangmo32@gmail.com

Received Date: Nov 25, 2020

Revised Date: Dec 04, 2020

Accepted Date: Jan 26, 2020