บทวิทยาการ

ผลของการเตรียมพื้นผิวเนื้อฟันผุในฟันแท้ต่อกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์

Effects of Carious Dentin Surface Preparation on Microtensile Bond Strength Following Silver Diamine Fluoride Application in Permanent Tooth

จิตรเรขา สัมพันธรัตน์[1], ณัฐพจี นรเศรษฐ์ตระกูล[2], ศรัณยา กลัดแก้ว[3]

Jitrekha Samphantharat[1], Natphajee Norasettrakoon[2], Sarunya Kladkaew[3]

[1]ฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลวังทอง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย

[1]Dental department, Wangthong Hospital, Phitsanulok, Thailand

[2]กลุ่มงานทันตกรรมหัตถการ สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จ.นนทบุรี ประเทศไทย

[2]Department of operative dentistry, Institute of dentistry, Department of medical services, Ministry of public health, Nonthaburi, Thailand

[3]กลุ่มงานทันตกรรมสำหรับเด็ก สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จ.นนทบุรี ประเทศไทย

[3]Department of pediatric dentistry, Institute of dentistry, Department of medical services, Ministry of public health, Nonthaburi, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตที่มีผลต่อกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างเนื้อฟันผุในฟันแท้ภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับวัสดุบูรณะฟัน การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้ฟันตัวอย่างจากฟันหลังแท้มนุษย์ที่มีรอยผุตามธรรมชาติถึงชั้นเนื้อฟันจำนวน 30 ซี่ฟันตัวอย่าง ทาด้วยซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 บนรอยผุ แล้วแช่ฟันตัวอย่างในน้ำลายเทียมเป็นเวลา 14 วัน และตัดฟันที่กึ่งกลางรอยผุแล้วสุ่มชิ้นฟันตัวอย่างเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 ชิ้นฟันตัวอย่าง กลุ่มควบคุมไม่มีการขัดพื้นผิวก่อนบูรณะฟัน กลุ่มทดลองมีการขัดพื้นผิวก่อนบูรณะฟันด้วยกระดาษซิลิคอนคาร์ไบด์ ชิ้นฟันตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการล้างน้ำและบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต จากนั้นเตรียมชิ้นตัวอย่างเป็นรูปแท่งขนาดหน้าตัด 1x1 ตารางมิลลิเมตร แล้วแช่ในน้ำลายเทียมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์และตรวจสอบรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเท่ากับ 13.29 ± 11.67 เมกะปาสคาล และ 17.80 ± 12.34 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.000) แสดงให้เห็นว่าการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตมีผลต่อกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างเนื้อฟันผุในฟันแท้ที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต

คำสำคัญ: กำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค, ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์, ฟันหลังแท้, เรซินคอมโพสิต, รอยผุตามธรรมชาติ

Abstract

The aim of this *in vitro* study was to investigate the effect of the surface preparation by polishing on the microtensile bond strength of resin composite to carious dentin treated with silver diamine fluoride. Thirty human posterior teeth with natural carious dentin were stored in artificial saliva for 14 days after application of 38 percent

silver diamine fluoride on the carious lesion. After 14 days, the samples were sectioned in half through the middle of the carious lesion and randomly assigned to either the test or the control group (n=30), with or without superficial dentin polishing by 600-grit silicon carbide paper. Rinsing the specimens were performed prior to the bonding with composite resin using universal adhesives in etch-and-rinse mode. Following the bonding, the specimens were sectioned perpendicularly to the interface to produce sticks (1 mm x 1 mm in dimensions) and submitted to the microtensile bond strength testing. The bond strength data were obtained after 24-hour water storage by a universal testing machine, followed by the failure mode assessment with a stereomicroscope and a scanning electron microscope. Data were analyzed by independent samples *T*-test. The mean and standard variations of microtensile bond strength in the control and the test group, superficial dentin polishing, were 13.29 ± 11.67 MPa and 17.80 ± 12.34 MPa, respectively (p=0.000). The superficial polishing prior to the bonding affects the bond strength of resin composite to carious dentin of permanent tooth treated with silver diamine fluoride and promisingly encourages the bonding efficacy.

Keyword: Microtensile bond strength, Natural carious dentin, Posterior permanent tooth, Resin composite, Silver diamine fluoride

Received Date: Jul 17, 2023 **Revised Date:** Aug 15, 2023 **Accepted Date:** Oct 24, 2023
doi: 10.14456/jdat.2024.3

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:
ศรัณยา กลัดแก้ว กลุ่มงานทันตกรรมสำหรับเด็ก สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จ.นนทบุรี 11000 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-1505787 อีเมล: dtsarunya@gmail.com
Correspondence to:
Sarunya Kladkaew, Department of pediatric dentistry, Institute of dentistry, Department of medical services, Ministry of public health, Nonthaburi, 11000, Thailand. Tel: 02-1505787, Email: dtsarunya@gmail.com

บทนำ

ฟันผุเกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน (Multifactorial) โดยสาเหตุหลักมาจากการเสียสมดุลของไบโอฟิล์ม (Biofilm) บนตัวฟันภายในช่องปากเป็นระยะเวลาที่นานเพียงพอ ซึ่งปกติในช่องปากมีกระบวนการแบบพลวัต (Dynamic process) เมื่อใดก็ตามที่มีกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ (Demineralization) เกิดขึ้นมากกว่ากระบวนการคืนกลับแร่ธาตุ (Remineralization) ย่อมนำไปสู่การเกิดฟันผุหรือการลุกลามของฟันผุ ในทางกลับกันหากมีการคืนกลับแร่ธาตุมากกว่าย่อมเกิดการหยุดยั้งการลุกลามของฟันผุได้[1]

ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งและส่งเสริมให้ฟันผุเกิดการลุกลามอันนำไปสู่การรักษาที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือการสูญเสียฟันในอนาคต มาจากการไม่ได้เข้ารับการรักษาทางทันตกรรมในระยะที่ฟันผุอยู่ในระดับที่ไม่รุนแรงหรือการไม่สามารถเข้าถึงการรักษาทางทันตกรรมได้เนื่องจากมีข้อจำกัด ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยติดบ้านหรือติดเตียง ผู้ต้องขังในเรือนจำ หรือในสภาวะที่มีสถานการณ์ไม่ปกติ เช่น สภาวะที่มีการระบาดใหญ่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Coronavirus disease-2019 pandemic; COVID-19)[2]

ทั้งนี้ในสถานการณ์ระบาดใหญ่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้มีการเสนอแนวทางการจัดการฟันผุทั้งในฟันน้ำนมและฟันแท้ โดยให้พิจารณาการใช้หัตถการที่ไม่ก่อให้เกิดฝอยละออง (Non-aerosol-generating procedures) ได้แก่ การใช้ซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ (Silver diamine fluoride) และการรักษาเชิงบูรณะแบบไม่บาดเจ็บหรือเออาร์ที (Atraumatic restorative treatment; ART) เป็นต้น[3] โดยการรักษาเชิงบูรณะแบบไม่บาดเจ็บหรือเออาร์ทีเป็นแนวคิดทางทันตกรรมอนุรักษ์ (Minimally invasive dentistry) ได้รับการพิจารณาให้นำมาใช้ในการจัดการฟันผุกรณีที่มีความจำกัดของทรัพยากรหรือความจำกัดในการเข้าถึงการรักษา

ทางทันตกรรม[4,5] อย่างไรก็ตามการรักษาเชิงบูรณะแบบไม่บาดเจ็บเป็นวิธีการรักษาที่มีการใช้เครื่องมือ ได้แก่ ช้อนขูดโพรงฟัน (Spoon excavator) เพื่อกำจัดรอยผุออกทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการรักษาที่ยาวนานขึ้น ซึ่งเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อจึงอาจไม่เหมาะสมกับในสถานการณ์ระบาดใหญ่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ต้องจำกัดระยะเวลาของการทำหัตถการทางทันตกรรม

สำหรับซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ นอกจากจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งฟันผุแล้ว[6,7] ยังมีราคาถูก มีความคุ้มค่าของราคาต่อการจัดการฟันผุ มีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อระหว่างกันต่ำเนื่องจากไม่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝอยละออง และยังได้รับการแนะนำให้ใช้ควบคุมฟันผุในกลุ่มผู้ป่วยที่มีความต้องการพิเศษ (Special health care need)[8] รวมถึงสามารถใช้ได้ในผู้ป่วยที่มีข้อจำกัดในการเข้าถึงการรักษาทางทันตกรรมหรือใช้ในสถานการณ์ที่มีการระบาดใหญ่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ดังที่ได้มีการกำหนดแนวทางไว้ด้วย[3]

ทั้งนี้สิ่งที่ควรคำนึงถึงในกรณีที่ผู้ป่วยมีโอกาสกลับเข้ามารับการบูรณะฟันในภายหลัง ได้แก่ การยึดติดของโพรงฟันที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต (Resin composite) ซึ่งเป็นวัสดุบูรณะฟันถาวรที่นิยม ใช้ในฟันแท้ การศึกษาเกี่ยวกับการยึดติดโดยวัดจากค่ากำลังแรงยึดระหว่างเนื้อฟันที่ทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตยังมีอยู่ไม่มากในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่ทำการศึกษาในเนื้อฟันปกติ (Sound dentin)[9-14] หรือเนื้อฟันผุแบบจำลอง (Artificial caries)[11,15,16] ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากฟันผุจริงตามธรรมชาติ ถึงแม้มีการศึกษาหนึ่งที่ทดสอบในฟันผุจริงตามธรรมชาติแต่เป็นการทดสอบด้วยการวัดค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนระดับจุลภาค (Microshear bond strength)[17] ซึ่งทำการทดสอบได้ง่ายกว่าแต่แรงจากการทดสอบเกิดขึ้นที่ขอบของบริเวณที่มีการยึดติดจึงมีการกระจายแรงไม่สม่ำเสมอและค่ากำลังแรงยึดที่วัดได้น้อยกว่าการทดสอบด้วยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค (Microtensile bond strength)[18] ดังนั้นการทดสอบด้วยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคจึงสามารถนำมาใช้ในการบอกความแตกต่างของค่ากำลังแรงยึดของการทดสอบได้ดีกว่า อีกทั้งการศึกษาดังกล่าวยังมีลำดับขั้นตอนการทดสอบที่ไม่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงในคลินิก

การทำวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตโดยการวัดค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างเนื้อฟันแท้ที่ผุจริงตามธรรมชาติภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์เพื่อยับยั้งการลุกลามของฟันผุ อีกทั้งยังเป็นข้อมูลเพื่อให้ทันตแพทย์ที่สนใจนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยทางคลินิกต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ผ่านการรับรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย โครงการวิจัย รหัสโครงการ 4/2565 จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยสถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้ฟันตัวอย่างจากฟันหลังแท้มนุษย์ที่มีรอยผุตามธรรมชาติถึงชั้นเนื้อฟัน จำนวน 30 ซี่ฟันตัวอย่าง ซึ่งเป็นฟันที่ได้รับการถอนฟันไม่เกิน 6 เดือนด้วยเหตุผลทางทันตกรรมและเก็บในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (0.1% Thymol solution) การคัดเลือกฟันตัวอย่างใช้เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) คือ ฟันหลังแท้มนุษย์ที่มีรอยผุด้านบดเคี้ยว และ/หรือ ด้านประชิด ด้านแก้ม ด้านลิ้น โดยมีเนื้อฟันเหลืออยู่ตั้งแต่สองด้านขึ้นไป ความลึกรอยผุอยู่ในชั้นเนื้อฟันตามเกณฑ์การแบ่งประเภทรอยผุแบบสากล (International caries detection and assessment system; ICDAS)[19] ระดับที่ 4-6 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการใช้สารละลายซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์เพื่อยับยั้งรอยผุ และเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) คือ ฟันน้ำนม ฟันหน้าแท้ ฟันที่ได้รับการบูรณะแล้ว ฟันที่มีรอยผุหยุดยั้ง (arrested caries) ฟันที่มีรอยผุในชั้นเคลือบฟัน และเนื้อฟันที่มีรอยผุทะลุโพรงประสาทฟัน

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการทดสอบที่ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน จึงคำนวณขนาดตัวอย่างในการศึกษาโดยใช้ผลจากการศึกษานำร่อง (Pilot study) กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่ยอมรับสมมติฐานเป็นจริง (Type I error, α) เท่ากับ 0.05 และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับสมมติฐานที่ไม่เป็นจริง (Type II error, β) เท่ากับ 0.2 เมื่อนำผลของกลุ่มที่ไม่มีการขัดพื้นโพรงฟันและกลุ่มที่มีการขัดพื้นโพรงฟันจากการศึกษานำร่องมาคำนวณขนาดตัวอย่างได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่อกลุ่มเท่ากับ 30 ดังนั้นจึงกำหนดจำนวนตัวอย่างกลุ่มละ 30 ชิ้นในการศึกษานี้

เตรียมฟันตัวอย่างด้วยการทาสารละลายซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 38 (38% Silver diamine fluoride; Topamine™ Dental life, Australia) ลงบนรอยผุ โดยเป่าฟันและรอยผุให้แห้ง ใช้ฟองน้ำขนาดเล็กขนาด 2 มิลลิเมตร จุ่มสารละลายซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และทาถูบนรอยผุ 1 นาที แล้วใช้ผ้าก๊อซเช็ดส่วนเกินออก ปริมาณการทาสารละลายกำหนดจากระดับการเกิดรอยผุตามเกณฑ์การแบ่งรอยผุแบบสากลสากล เพื่อให้พื้นผิวของ

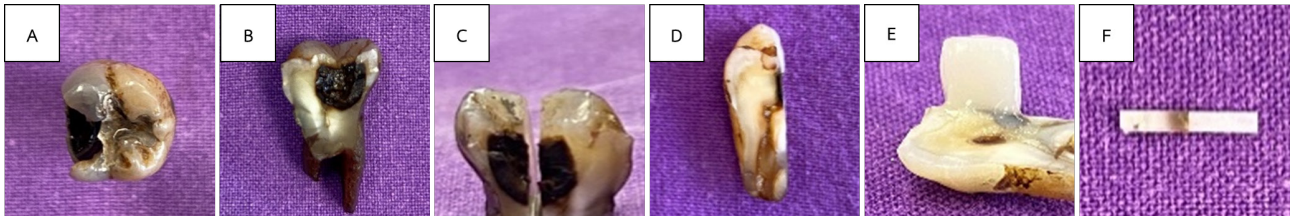
รอยผุได้สัมผัสกับสารละลายอย่างทั่วถึง โดยระดับ ICDAS 4 ทาสารละลาย 1 ครั้ง รอยผุระดับ ICDAS 5 ทาสารละลาย 2 ครั้ง และรอยผุระดับ ICDAS 6 ทาสารละลาย 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนฟองน้ำขนาดเล็กทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนชี่ฟัน จากนั้นแช่ฟันตัวอย่างไว้ในน้ำลายเทียมและเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

นำฟันตัวอย่าง (Tooth sample) มากรอตัดถึงพื้นโพรงฟันของรอยผุให้เป็นระนาบเรียบด้วยเข็มกรอฟันกากเพชร (Diamond bur) ตัดฟันตัวอย่างให้ผ่านกึ่งกลางของรอยผุตามแนวยาวแกนฟันตั้งฉากพื้นโพรงฟันของรอยผุให้ได้เป็นชิ้นฟันตัวอย่าง (Specimen) ที่มีรอยผุขนาดเท่ากันสองชิ้นด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (Low speed saw; Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, Illinois, USA) (รูปที่ 1) แล้วใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) เพื่อสุ่มชิ้นฟันตัวอย่างสองชิ้นที่ได้จากการตัดกึ่งกลางรอยผุเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเพื่อให้ได้รอยผุของชิ้นฟันตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในทั้งสองกลุ่ม ทำซ้ำบนฟันตัวอย่างทั้ง 30 ซี่ จนได้ชิ้นฟันตัวอย่างกลุ่มละ 30 ชิ้นเท่ากัน จากนั้นเตรียมโพรงฟันโดยกลุ่มควบคุมให้ล้างด้วยน้ำเพียงอย่างเดียวก่อนการบูรณะฟัน ส่วนกลุ่มทดลองให้ขัดพื้นผิวส่วนบน (Superficial surface) ด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (Polishing machine; PRESI รุ่น MINITECH, France) ร่วมกับกระดาษซิลิคอนคาร์ไบด์เบอร์ 600 (600-grit silicon carbide paper) แผ่นเดียว จำนวน 50 รอบ หากรอยผุหมดภายหลังการขัดพิจารณาให้คัดชิ้นฟันตัวอย่างดังกล่าวออกจากการวิจัย

ล้างชิ้นฟันตัวอย่างทุกชิ้น จากนั้นเตรียมบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตเฉพาะบนรอยผุของชิ้นฟันตัวอย่างที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์และผ่านการเตรียมโพรงฟันตามวิธีของแต่ละกลุ่มโดยใช้สารยึดติดระบบเอทช์แอนด์รินซ์สองขั้นตอน (Two-step etch-and-rinse adhesive system) ทากรดฟอสฟอริก (Scotchbond™ Universal Etchant Etching Gel, 3M ESPE, USA) บนบริเวณทดสอบ 15 วินาที แล้วล้างน้ำออกด้วยหัวฉีดเป่าลมน้ำ 10 วินาที เป่าลม จากนั้นทาสารยึดติด (Single Bond Universal adhesive, 3M ESPE, Germany) และถู 20 วินาที เป่าลม 5 วินาที ฉายแสง 10 วินาที แล้วบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต (Filtek™ Z350 XT Universal Restorative, 3M, USA; A1 Body shade) ทีละชั้น ชั้นละ 2 มิลลิเมตร ฉายแสง 10 วินาที บูรณะให้ได้ความหนา 4 มิลลิเมตร โดยฉายแสงสารยึดติดและวัสดุบูรณะฟันแต่ละชั้นด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (Elipar™ DeepCure LED curing light, 3M ESPE, USA; Wavelength 430-480 nm, Light intensity 1470 mW/cm^2) ควบคุมขั้นตอนการบูรณะชิ้นฟันตัวอย่างทุกชิ้นตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต จากนั้นเก็บชิ้นฟันตัวอย่างที่ได้รับการบูรณะแล้วในน้ำลายเทียมในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เตรียมชิ้นฟันตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคโดยตัดชิ้นฟันตัวอย่างที่ตำแหน่งที่มีการบูรณะบนรอยผุที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำให้เป็นแท่งชิ้นตัวอย่าง (Stick) ที่มีหน้าตัดขนาด 1x1 ตารางมิลลิเมตร (รูปที่ 1) ชิ้นฟันตัวอย่างหนึ่งชิ้นได้แท่งชิ้นตัวอย่าง 2-5 ชิ้น แล้วทดสอบหาค่ากำลังแรงยึดด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine; Shimadzu รุ่น EZ-S, Japan) ที่ความเร็วหัวกด 1 มิลลิเมตรต่อนาที จากนั้นตรวจสอบรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติด (Mode of failure) ของแท่งชิ้นตัวอย่างที่แตกภายหลังจากการทดสอบกำลังแรงยึดด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereomicroscope; Olympus รุ่น SZ 61, Japan) ที่กำลังขยาย 45 เท่า และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope (SEM); JEOL รุ่น JSM-6610LV, Japan) ที่กำลังขยาย 100 เท่า (ตรวจสอบพื้นผิวหน้าตัดบริเวณรอยแตกหักของแท่งชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นว่ามีหน้าตัดเป็นรอยผุเต็มทั้งหน้าตัดจากรูปของกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ หากมีแท่งชิ้นตัวอย่างที่มีรอยผุไม่เต็มหน้าตัดพิจารณาให้คัดชิ้นตัวอย่างดังกล่าวออกจากการวิจัย) บันทึกรูปแบบความล้มเหลวบริเวณรอยแตกหักที่เกิดขึ้นเป็นร้อยละ โดยใช้เกณฑ์กำหนดรูปแบบของความล้มเหลวตามการแบ่งของ Münchow และคณะ[18] ได้แก่ การแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติดฟัน (Adhesive failure; AD) การแตกหักในชั้นของสารยึดติดและ/หรือวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต (Cohesive failure in resin; CR) การแตกหักในชั้นของเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin; CD) และการแตกหักแบบผสม (Mixed failure; MF) ซึ่งเป็นรูปแบบที่บริเวณแตกหักมีรูปแบบของความล้มเหลวที่แตกต่างกันอย่างน้อยร้อยละ 25

เก็บรวบรวมข้อมูลค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของแท่งชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นที่ได้จากชิ้นฟันตัวอย่างเดียวกัน แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้น แล้วนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 26 (SPSS version 26.0, SPSS Inc, USA) ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent samples *T*-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 1 *รูปการเตรียมฟันตัวอย่าง*
(คำอธิบาย: รูป A; ฟันตัวอย่างที่ได้รับการทาสารละลายซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ลงบนรอยผุ, รูป B; ฟันตัวอย่างที่ได้รับการกรอตัดให้เป็นระนาบเรียบถึงพื้นโพรงฟัน, รูป C; ฟันตัวอย่างที่ได้รับการตัดแบ่งกึ่งกลางรอยผุตามแนวยาวแกนฟันได้เป็นชิ้นฟันตัวอย่างสองส่วนที่เท่ากัน, รูป D; ชิ้นฟันตัวอย่างของกลุ่มทดลองที่ได้รับการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวส่วนบน, รูป E; ชิ้นฟันตัวอย่างที่ได้รับการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตที่บนรอยผุ, รูป F; แท่งชิ้นตัวอย่างขนาดหน้าตัด 1x1 ตารางมิลลิเมตรที่ได้จากการตัดชิ้นฟันตัวอย่างเพื่อเตรียมทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค)

Figure 1 *Tooth sample preparation*
(A; Human posterior tooth was applied with 38 percent silver diamine fluoride on carious dentin lesion. B, C; Specimens was performed by sectioning sample tooth in half through middle of the carious lesion. D; Specimen in the test group was polished superficial dentin. E; Carious dentin surface on the specimen was bonded with composite resin, F; Stick (1 mm x 1 mm in dimensions) was produced for microtensile bond strength test by sectioning the interface of specimen perpendicularly.)

ผลการศึกษา

ภายหลังจากการทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของแท่งชิ้นตัวอย่างจากชิ้นฟันตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 30 ชิ้นฟันตัวอย่าง พบว่าเกิดความล้มเหลวก่อนการทดสอบ (Pre-testing failure) ในทั้งกลุ่มควบคุม (12 แท่งชิ้นตัวอย่างจาก 78 แท่งชิ้นตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 15.4) และกลุ่มทดลอง (8 แท่งชิ้นตัวอย่างจาก 71 แท่งชิ้นตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11.3) ซึ่งได้บันทึกค่ากำลังแรงยึดของแท่งชิ้นตัวอย่างที่เกิดความล้มเหลวก่อนการทดสอบเท่ากับ 0 และนำมาคำนวณในการหาค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดของแต่ละกลุ่มเพื่อลดอคติในการทดลอง เมื่อนำค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าข้อมูลมีการกระจายปกติ (normal distribution) และเมื่อทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent samples *T*-test พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p=0.000) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 *ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง*

Table 1 *Means microtensile bond strength (MPa) and standard deviations*

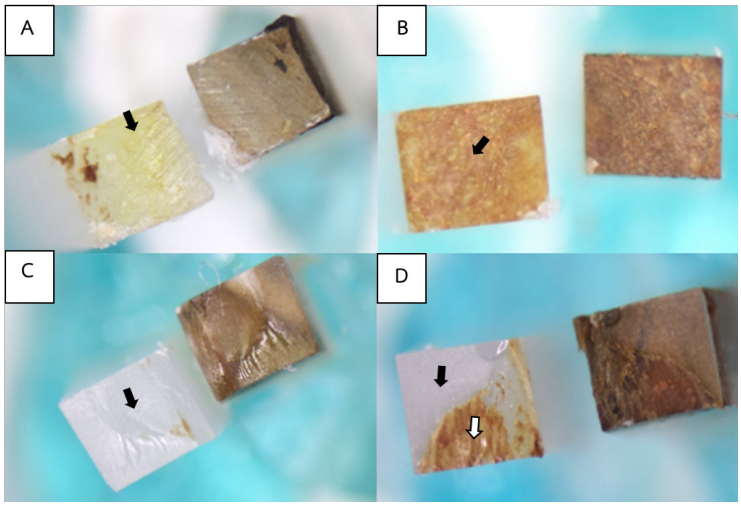
กลุ่ม	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมกะปาสคาล)	*P*-value
กลุ่มควบคุม (ไม่ขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะ)	13.29 ± 11.67[a]	0.000
กลุ่มทดลอง (ขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะ)	17.80 ± 12.34[b]	

[a,b] แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p<0.05))

การตรวจสอบรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดได้มีการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 45 เท่าที่บริเวณรอยแตกของแท่งชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค (รูปที่ 2) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (รูปที่ 3)

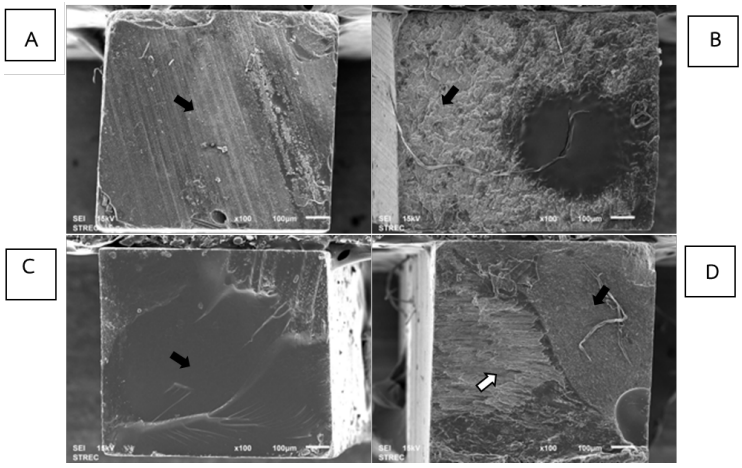
โดยกลุ่มควบคุมพบว่ามีรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติด (Adhesive failure) มากที่สุด ขณะที่ในกลุ่มทดลองมีรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดในชั้นเรซิน (Cohesive failure in resin) มากที่สุด อีกทั้งในกลุ่มทดลองไม่พบว่ามีรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดในเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin) ดังที่พบในกลุ่มควบคุม (รูปที่ 4)

ทั้งนี้ก่อนการบันทึกรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดของแต่ละกลุ่มได้มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-examiner reliability) และระหว่างผู้เชี่ยวชาญ (Inter-examiner reliability) พบว่ามีค่ามากกว่า 0.8 ซึ่งจัดอยู่ในระดับมีความสอดคล้องดีมาก (Almost perfect) ตามเกณฑ์การพิจารณาระดับความสอดคล้องของสถิติแคปปา[20]



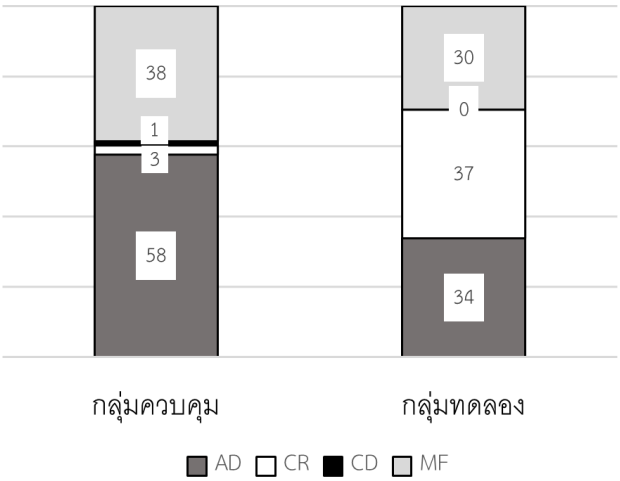
รูปที่ 2 *รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอกำลังขยาย 45 เท่า*
(คำอธิบาย: รูปหน้าตัดบริเวณที่มีการแตกหักภายหลังการทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค โดยรูปด้านขวาเป็นฝั่งแท่งชิ้นตัวอย่างที่มีรอยผุเต็มหน้าตัดและรูปด้านซ้ายเป็นฝั่งวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต, รูป A; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติด (Adhesive failure) ลูกศรชี้สารยึดติด, รูป B; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดในชั้นเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin) ลูกศรชี้เนื้อฟันผุ, รูป C; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดในชั้นเรซิน (Cohesive failure in resin) ลูกศรชี้วัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต, รูป D; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดแบบผสม (Mixed failure) ลูกศรทึบชี้วัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต ลูกศรโปร่งชี้เนื้อฟันผุ)

Figure 2 *The stereomicroscope micrographs of failure mode at 45x magnification*
(Four micrographs of failure mode showed interfaces of sticks. Right interface of each micrograph represented carious dentin side and left interface represented resin composite side. A; Adhesive failure mode was observed showing adhesive on the surface (black arrow), B; Cohesive failure mode in dentin was observed showing carious dentin on the surface (black arrow), C; Cohesive failure mode in resin was observed showing resin composite layer on the surface (black arrow), D; Mixed failure mode was observed showing resin composite layer (black arrow) and carious dentin (white arrow))



รูปที่ 3 *รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 100 เท่า*
(คำอธิบาย: รูป A; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติด (Adhesive failure) ลูกศรชี้สารยึดติด, รูป B; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดในชั้นเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin) ลูกศรชี้เนื้อฟันผุ, รูป C; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดในชั้นเรซิน (Cohesive failure in resin) ลูกศรชี้วัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต, รูป D; รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดแบบผสม (Mixed failure) ลูกศรทึบชี้วัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต ลูกศรโปร่งชี้เนื้อฟันผุ)

Figure 3 *The scanning electron microscope (SEM) micrographs of failure mode at 100x magnification*
(A; Adhesive failure mode was observed showing adhesive on the surface (black arrow), B; Cohesive failure mode in dentin was observed showing carious dentin on the surface (black arrow), C; Cohesive failure mode in resin was observed showing resin composite layer on the surface (black arrow), D; Mixed failure mode was observed showing resin composite layer (black arrow) and carious dentin (white arrow))



รูปที่ 4 *ร้อยละของรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติด*
(คำย่อ: AD; Adhesive failure, CR; Cohesive failure in resin, CD; Cohesive failure in dentin, MF; Mixed failure)

Figure 4 *Percentage of failure mode*
(AD; Adhesive failure, CR; Cohesive failure in resin, CD; Cohesive failure in dentin, MF; Mixed failure)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตโดยการวัดค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างเนื้อฟันผุในฟันแท้ภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมที่เตรียมโพรงฟันโดยไม่ขัดพื้นผิวก่อนบูรณะฟันกับกลุ่มทดลองที่ขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะฟัน การศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดของกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ในการศึกษานี้ได้ใช้ฟันแท้ที่มีเนื้อฟันผุจริงตามธรรมชาติเพื่อให้มีลักษณะใกล้เคียงกับในช่องปากมากที่สุดและเป็นฟันที่ได้รับการถอนไม่เกิน 6 เดือนเพื่อให้มีสภาพของเนื้อฟันเหมาะสมต่อการนำมาทดสอบตามคำแนะนำของ ISO[21] ลักษณะของฟันผุเป็นฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุทำให้เกิดรูพรุนจำนวนมาก มีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างคอลลาเจน (Collagen) ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักในการยึดเกาะของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) จึงทำให้เนื้อฟันผุมีคุณสมบัติเชิงกลลดลงอย่างชัดเจน[15,22] เมื่อเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งและป้องกันฟันผุ เนื้อฟันผุจะมีการสร้างและสะสมแร่ธาตุที่ไม่ละลายน้ำบนพื้นผิวเนื้อฟันจึงช่วยลดการสูญเสียแร่ธาตุ[22] อย่างไรก็ตามที่บริเวณรูเปิดท่อเนื้อฟัน (Dentinal tubule) พบว่ามีการอุดตันของแร่ธาตุซิลเวอร์ (Silver) และฟอสฟอรัส (Phosphorus) ค่อนข้างสูง[22] จึงอาจขัดขวางการแทรกซึมของสารยึดติดเข้าสู่ชั้นเนื้อฟันส่งผลให้ค่ากำลังแรงยึดลดลง จึงได้มีการแนะนำการเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดโดยการกำจัดชั้นที่มีการสะสมแร่ธาตุอย่างหนาแน่นที่พื้นผิวนี้ออก[10,12]

จากผลของการศึกษานี้สอดคล้องกับผลเรื่องประสิทธิภาพของการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะฟันบนเนื้อฟันที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ในการศึกษาก่อนหน้านี้[12,23] ที่พบว่าการขัดพื้นผิวก่อนบูรณะฟันให้ผลในเชิงบวก จึงเป็นไปได้ว่าตะกอนของแร่ธาตุที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับไฮดรอกซีอะพาไทต์ในเนื้อฟันมีการสะสมอย่างหนาแน่นที่บริเวณพื้นผิวเนื้อฟันผุเมื่อได้รับการขัดพื้นผิวซึ่งเป็นบริเวณที่สำคัญของการยึดติดในการแทรกซึมของสารยึดติดเข้าสู่ท่อเนื้อฟันเพื่อสร้างเรซินแทก (Resin tag) จึงส่งเสริมให้มีการยึดติดของวัสดุบูรณะฟัน ดังที่มีการศึกษาลักษณะของพื้นผิวเนื้อฟันภายหลังการได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope; SEM) พบว่ามีชั้นหนาของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ที่พื้นผิวเนื้อฟันรวมถึงระยะ 20 ไมครอนภายในท่อเนื้อฟัน[12] ถึงแม้ว่าตะกอนของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์บนพื้นผิวได้ถูกขัดออกไป แต่ยังมีอนุภาคขนาดเล็กของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์หลงเหลืออยู่บ้างในชั้นที่ลึกขึ้นของเนื้อฟัน ส่งผลให้การจัดการรอยผุ (Therapeutic effect) ของซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ซึ่งช่วยฆ่าและยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย และยับยั้งการดำเนินไปของฟันผุจากการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มยังคงอยู่ต่อไป[6,12] นอกจากนี้คุณสมบัติของซิลเวอร์

ไดเอมีนฟลูออไรด์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เมทริกเมทัลโลโปรติเนส (Matrix metalloproteinases ; MMP) อาจมีส่วนช่วยเพิ่มการยึดติดในระยะยาว เนื่องจากเอนไซม์ชนิดนี้เป็นเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีน มีบทบาททำให้คอลลาเจนในเนื้อฟันเสื่อมสลายและเกิดช่องว่างขนาดไมโคร (Microgap) ระหว่างฟันและวัสดุบูรณะเกิดเป็นความล้มเหลวของการบูรณะฟันได้[24] ซึ่งอาจต้องอาศัยการศึกษาที่มีการติดตามผลในระยะยาวต่อไป

ปัจจุบันการศึกษาถึงวิธีการเตรียมโพรงฟันก่อนการบูรณะบนเนื้อฟันผุภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ยังมีจำนวนน้อยมาก วิธีที่มีการแนะนำในปัจจุบัน ได้แก่ การล้างน้ำเพื่อกำจัดซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ส่วนเกินออกจากพื้นผิว การขัดพื้นผิวด้วยเข็มกรอฟันกากเพชร และการใช้กรดฟอสฟอริกเพื่อกำจัดตะกอนจากซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ เป็นต้น[10,12,16] โดยการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ศึกษาถึงผลของการขัดพื้นผิวเนื้อฟันที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ก่อนการบูรณะมีเพียงสองการศึกษา[12,23] ซึ่งการศึกษานี้ถือเป็นการศึกษาแรกที่ศึกษาผลของการขัดพื้นผิวในฟันแท้ที่มีรอยผุจริงตามธรรมชาติ

วิธีการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวด้วยเข็มกรอฟันถือว่าเป็นวิธีจำลองการใช้งานที่ใกล้เคียงทางคลินิกมากที่สุด อย่างไรก็ตามกลุ่มทดลองในการศึกษานี้ได้ใช้กระดาษซิลิคอนคาร์ไบด์เบอร์ 600 เพื่อจำลองการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะ โดยความละเอียด 600 กริต (600-grit) เป็นขนาดที่แนะนำโดย ISO/DTS 11405 เพื่อทดสอบการยึดติดโดยตรง (Direct bonding)[25] และการขัดพื้นผิวด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในหลายการศึกษาที่ทำการศึกษาในห้องทดลอง อีกทั้งมีวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ใช้เวลาไม่มากและสามารถควบคุมมาตรฐานระหว่างแท่งชิ้นตัวอย่างได้ ซึ่งแตกต่างจากการใช้เข็มกรอฟันที่จำเป็นต้องมีการใช้อุปกรณ์พิเศษเพื่อให้การขัดพื้นผิวสามารถควบคุมมาตรฐานได้[26]

ทั้งนี้วิธีการขัดพื้นผิวทั้งสองวิธีมีผลต่อพื้นผิวเนื้อฟัน (Dentin surface) และการสร้างชั้นสเมียร์ (Smear layer) ที่แตกต่างกัน การขัดพื้นผิวด้วยกระดาษซิลิคอนคาร์ไบด์ทำให้เกิดการสร้างชั้นสเมียร์ที่หนาและหลวมกว่าการใช้เข็มกรอฟัน อีกทั้งยังทำให้เกิดความขรุขระที่พื้นผิวเนื้อฟัน ขณะที่การใช้เข็มกรอฟันสร้างชั้นสเมียร์ที่มีความหนาแน่นมากกว่าซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของการยึดติดกับสารยึดติดโดยเฉพาะระบบเซลฟ์เอทช์ (Self-etching adhesive system)[26,27] อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ได้ใช้สารยึดติดระบบเอทช์แอนด์รินซ์ซึ่งมีการศึกษาพบว่าวิธีการขัดพื้นผิวที่แตกต่างกันโดยเฉพาะวิธีการขัดด้วยกระดาษซิลิคอนคาร์ไบด์และเข็มกรอฟันไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติดในการใช้สารยึดติดระบบเอทช์แอนด์รินซ์เนื่องจากกรดฟอสฟอริกที่ใช้ในระบบนี้สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์ทำให้ผลการขัดพื้นผิวทั้งสองวิธีให้ผลการยึดติดไม่แตกต่างกัน[26,28] อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อไปในทางคลินิกทั้งในฟันเพื่อให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นจากการทดสอบในสภาวะการใช้งานจริงของในช่องปาก

ถึงแม้ว่าการศึกษานี้เป็นการทดลองที่ทำในห้องปฏิบัติการไม่สามารถยืนยันผลในการนำไปใช้ทางคลินิกได้ แต่ผลของการศึกษานี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางปฏิบัติของการเตรียมโพรงฟันในทางคลินิกโดยการขัดพื้นผิวเนื้อฟันก่อนการบูรณะฟันแท้ด้วยวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตภายหลังการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์เพื่อยับยั้งการลุกลามของฟันผุ โดยเฉพาะในกรณีผู้ป่วยที่มีฟันผุหลายซี่แต่ไม่สามารถทำการรักษาให้เสร็จได้ในครั้งเดียว หรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถเข้าถึงการรักษาทางทันตกรรมได้สะดวก เช่น ผู้ป่วยกลุ่มที่มีความต้องการพิเศษ ผู้ป่วยติดบ้านหรือติดเตียง ผู้ต้องขังในเรือนจำ หรือประชาชนทั่วไปที่อยู่ในสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น สถานการณ์การระบาดใหญ่ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้มีการเปรียบเทียบผลกับกลุ่มตัวอย่างที่กำจัดเนื้อฟันผุออกทั้งหมดจึงไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยึดติดระหว่างวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตบนเนื้อฟันผุที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับเนื้อฟันผุที่ได้รับการกำจัดรอยผุแล้วดังที่มีการเปรียบเทียบในการศึกษาอื่นได้ ดังนั้นในการศึกษาต่อไปควรมีการเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการกำจัดเนื้อฟันผุออกทั้งหมดเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบ อีกทั้งหากมีการศึกษาเพิ่มเติมในห้องปฏิบัติการในอนาคตควรมีการเพิ่มจำนวนชิ้นฟันตัวอย่างให้มากขึ้น หรือมีการเพิ่มระยะเวลาของการทดสอบให้ยาวนานขึ้นด้วยการทำเทอร์โมไซคลิง (Thermocycling) เพื่อให้ใกล้เคียงกับการใช้งานในช่องปาก

สำหรับรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มพบว่ามีรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มควบคุมมีรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติดมากที่สุด และในกลุ่มทดลองมีรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดในชั้นเรซินมากที่สุด ขณะที่การศึกษาส่วนใหญ่มักพบรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติดเนื้อฟันในการทดสอบบนเนื้อฟันปกติ[9,10,13,14] หรือเนื้อฟันผุ[16,17] ที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์ มีเพียงการศึกษาเดียวที่พบว่ากลุ่มที่มีการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะมีรูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดส่วนใหญ่เป็นแบบผสม[12] ทั้งนี้รูปแบบความล้มเหลวของการยึดติดสามารถบอกถึงส่วนที่อ่อนแอที่สุดของบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติด รวมถึงบอกการกระจายของแรงที่กระทำบนชิ้นตัวอย่างขณะทดสอบกำลังแรงยึดได้[14] อย่างไรก็ตามในการศึกษาของ Wu และคณะ[29] ได้อธิบายถึงรูปแบบของความล้มเหลวของการยึดติดว่าการประเมินรูปแบบ

ของการยึดติดและการทดสอบกำลังแรงยึดไม่ได้ขึ้นกับคุณสมบัติของพื้นผิวเพียงอย่างเดียวแต่ยังรวมถึงตำหนิภายในวัสดุ รูปร่างและการเตรียมชิ้นตัวอย่าง คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทดสอบ และวิธีในการทดสอบด้วย ดังนั้นจึงอาจยังสรุปไม่ได้ว่าในการศึกษานี้มีรูปแบบของความล้มเหลวเกิดขึ้นที่บริเวณที่มีการยึดติดอ่อนแอที่สุดหรือไม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนอกเหนือรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและสารยึดติดอาจเป็นผลจากวัสดุหรือเนื้อฟันที่มีความเปราะหลุดง่าย ซึ่งในการศึกษานี้อาจเป็นการหลุดจากในชั้นของเนื้อฟันที่ผุ

บทสรุป

จากการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างเนื้อฟันผุในฟันแท้ที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตในกลุ่มที่ได้มีการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้มีการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการเตรียมโพรงฟันโดยการขัดพื้นผิวก่อนการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิตมีผลต่อกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างเนื้อฟันผุในฟันแท้ที่ได้รับการทาซิลเวอร์ไดเอมีนฟลูออไรด์กับวัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ในการจัดหาฟันตัวอย่างเพื่อใช้ในงานวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

เอกสารอ้างอิง

1. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, *et al.* Dental caries. ***Nat Rev Dis Primers*** 2017;3(1):1-16.

2. Al-Halabi M, Salami A, Alnuaimi E, Kowash M, Hussein I. Assessment of paediatric dental guidelines and caries management alternatives in the post COVID-19 period. A critical review and clinical recommendations. ***Eur Arch Paediatr Dent*** 2020;21(5):543-56.

3. Faculty of Dental Surgery. Recommendations for Paediatric Dentistry during the recovery phase of the COVID-19 pandemic. London: RCS; 2020.

4. Alvear Fa B, Jew J, Wong A, Young D. Silver Modified Atraumatic Restorative Technique (SMART): an alternative caries prevention tool. ***Stoma Edu J*** 2016;3(2):18-24.

5. Seifo N, Robertson M, MacLean J, Blain K, Grosse S, Milne R, *et al.* The use of silver diamine fluoride (SDF) in dental practice. ***Br Dent J*** 2020;228(2):75-81.

6. Rosenblatt A, Stamford TC, Niederman R. Silver diamine fluoride: a caries "silver-fluoride bullet". ***J Dent Res*** 2009;88(2):116-25.

7. Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, Burrow MF, Duangthip D, Mei ML, *et al.* Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. ***Int Dent J*** 2018;68(2):67-76.

8. Crystal YO, Marghalani AA, Ureles SD, Wright JT, Sulyanto R, Divaris K, *et al.* Use of silver diamine fluoride for dental caries management in children and adolescents, including those with special health care needs. ***Pediatr Dent*** 2017;39(5):135-45.

9. Ko AK, Matsui N, Nakamoto A, Ikeda M, Nikaido T, Burrow MF, *et al.* Effect of silver diammine fluoride application on dentin bonding performance. ***Dent Mater J*** 2020;39(3):407-14.

10. 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*** 2016;68:54-61.

11. Kucukyilmaz E, Savas S, Akcay M, Bolukbasi B. Effect of silver diamine fluoride and ammonium hexafluorosilicate applications with and without Er: YAG laser irradiation on the microtensile bond strength in sound and caries-affected dentin. ***Lasers Surg Med*** 2016;48(1):62-9.

12. 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.

13. Quock R, Barros J, Yang S, Patel S. Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. ***Oper Dent*** 2012;37(6):610-6.

14. Selvaraj K, Sampath V, Sujatha V, Mahalaxmi S. Evaluation of microshear bond strength and nanoleakage of etch-and-rinse and self-etch adhesives to dentin pretreated with silver diamine fluoride/potassium iodide: An in vitro study. ***Indian J Dent Res*** 2016;27(4):421-5.

15. de Siqueira FSF, Morales LAR, Granja MCP, de Melo BdO, Monteiro-Neto V, Reis A, *et al.* Effect of Silver Diamine Fluoride on the Bonding Properties to Caries-affected Dentin. ***J Adhes Dent*** 2020;22(2):161-72.

16. Van Duker M, Hayashi J, Chan DC, Tagami J, Sadr A. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on bonding to demineralized dentin. ***Am J Dent*** 2019;32(3):143-6.

17. Firouzmandi M, Mohaghegh M, Jafarpisheh M. Effect of silver diamine fluoride on the bond durability of normal and carious dentin. ***J Clin Exp Dent*** 2020;12(5):e468-73.

18. Münchow EA, Bossardi M, Priebe TC, Valente LL, Zanchi CH, Ogliari FA, *et al.* Microtensile versus microshear bond strength between dental adhesives and the dentin substrate. ***Int J Adhes*** 2013;46:95-9.

19. Pitts NB, Ekstrand KR, Foundation I. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International

Caries Classification and Management System (ICCMS)–methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. ***Community Dent Oral Epidemiol*** 2013;41(1):e41-e52.
20. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. ***Biometrics*** 1977;33(1):159-74.
21. International Organization for Standardization. ISO/TR 11405 Dental materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva: ISO; 2015.
22. Mei ML, Li Q-l, Chu C-H, Lo E-M, Samaranayake LP. Antibacterial effects of silver diamine fluoride on multi-species cariogenic biofilm on caries. ***Ann Clin Microbiol Antimicrob*** 2013;12(1):1-7.
23. Puwanawiroj A, Trairatvorakul C, Dasanayake AP, Auychai P. Microtensile bond strength between glass ionomer cement and silver diamine fluoride-treated carious primary dentin. ***Pediatr Dent*** 2018;40(4):291-5.
24. Greenwall-Cohen J, Greenwall L, Barry S. Silver diamine fluoride-an overview of the literature and current clinical techniques. ***Br Dent J*** 2020;228(11):831-8.
25. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on *in vitro* testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μTBS) approach. ***Dent Mate***r 2017;33(2):133-43.
26. Sattabanasuk V, Vachiramon V, Qian F, Armstrong SR. Resin–dentin bond strength as related to different surface preparation methods. ***J Dent*** 2007;35(6):467-75.
27. Saikaew P, Sattabanasuk V, Harnirattisai C, Chowdhury AFMA, Carvalho R, Sano H. Role of the smear layer in adhesive dentistry and the clinical applications to improve bonding performance. ***Jpn Dent Sci Rev*** 2022;58:59-66.
28. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall Jr GW. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. ***Dent Mater*** 2003;19(8):758-67.
29. 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.