

ผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลัγγีตติของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน : การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห่อภิมาณ

พรนลัท เหมไพบูลย์ ท.บ., ว.ท.(ทันตกรรมทั่วไป)¹ ธัญวรรณ์ เกตุศรี ท.บ., ว.ท.(ทันตกรรมทั่วไป)²

กลุ่มงานพัฒนาคุณภาพบริการและวิชาการทันตกรรม

การกิจด้านทันตกรรม โรงพยาบาลมหาราชนครศรีธรรมราช¹

กองทันตกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า²

Corresponding author, Email: phamepaiboon@gmail.com

(วันรับบทความ : 31 มีนาคม 2568, วันแก้ไขบทความ : 13 พฤษภาคม 2568, วันตอบรับบทความ : 10 มิถุนายน 2568)

บทคัดย่อ

บทนำ: วัสดุเรซินคอมโพสิตมีความไวต่อความชื้นเป็นอย่างมาก หากมีการปนเปื้อนของเลือดหรือของเหลว อาจทำให้แรงยึดติระหว่างเรซินคอมโพสิตและโครงสร้างฟันลดลง จึงมีการใช้สารห้ามเลือดเพื่อควบคุมเลือด ที่ออกบริเวณเหงือก และลดของเหลวในร่องเหงือก

วัตถุประสงค์: เพื่อทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์ห่อภิมาณหลักฐานทางวิชาการถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลัγγีตติของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน

วัสดุและวิธีการศึกษา: สืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบจากฐานข้อมูล PubMed และ Google scholar ร่วมกับการค้นหาด้วยมือ มีการสืบค้นวรรณกรรมจนถึงปี ค.ศ. 2024 นำมาเฉพาะบทความ ภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย และนำมาวิเคราะห์ห่อภิมาณผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลัγγีตติของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน จาก 18 บทความที่ได้รับการยอมรับ

ผลการศึกษา: ความทนแรงเฉือน ความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค และความทนแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่ามากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง

สรุป: การปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีผลเชิงลบต่อกำลัγγีตติของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน แต่เนื่องจากหลักฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดและมีจำนวนไม่มาก จึงมีความจำเป็นที่ควรมีการวิจัยที่มีคุณภาพสูงต่อไป

คำสำคัญ: สารห้ามเลือด กำลัγγีตติ เรซินคอมโพสิต เนื้อฟัน

Effect of Hemostatic Agent Contamination on Bond Strength of Composite Resin Restorations to Dentin: A Systematic Review and Meta-analysis

Phornnatat Hamepaiboon, DDS., Dip., Thai Board of General Dentistry¹

Thunwarut Ketsri, DDS., Dip., Thai Board of General Dentistry²

Division of Dental Service Quality Improvement and Academic Affairs, Dental Mission,

Maharaj Nakhon Si Thammarat Hospital¹

Department of Dentistry, Phramongkutklao Hospital²

Abstract

Background: Resin composite materials are highly sensitive to moisture. If contaminated by blood or fluids, the bond strength between the resin composite and tooth structure may decrease. Therefore, hemostatic agents are used to control bleeding in the gingival area and reduce fluids in the gingival sulcus, creating an optimal environment for the adhesion of restorative materials.

Objective: To synthesize research findings and a meta-analysis on the effects of hemostatic agent contamination on the bond strength of resin composite to dentin.

Material and Methods: Systematic searching for relevant research on PubMed and Google Scholar, as well as conducting manual searches, was done. The literature search was conducted until 2024. Only articles in English or Thai were taken. The meta-analysis of the effects of hemostatic agent contamination on the bond strength of resin composite to dentin was performed from 18 accepted publications.

Results: The shear bond strength, micro-shear bond strength, and micro-tensile bond strength of resin composite to dentin in the non-contaminated group were higher than in the hemostatic agent-contaminated group. However, a definitive conclusion cannot yet be drawn due to the high heterogeneity of the data.

Conclusions: Hemostatic agent contamination has a negative effect on the bond strength of resin composite to dentin. However, due to the current limitations and the limited number of available studies, further high-quality research is needed.

Keyword: Hemostatic Agent, Bond strength, Composite Resin, Dentin

บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการในการบูรณะฟันด้วยวัสดุที่มีความสวยงาม และมีสีเหมือนฟันธรรมชาติมีเพิ่มมากขึ้น วัสดุสีเหมือนฟันจึงนิยมถูกนำมาใช้บูรณะฟันทั้งการบูรณะทางตรง (direct restoration) และ การบูรณะทางอ้อม (indirect restoration) ซึ่งวัสดุที่นิยมนำมาใช้บูรณะฟันทางตรงได้แก่ วัสดุเรซินคอมโพสิต (composite resin)

ในการบูรณะฟันทางตรงจากหลักการในการบูรณะฟันแบบบอรักร์ (minimal invasive restoration) วัสดุเรซินคอมโพสิตถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางทั้งในการใช้ซ่อมแซมฟันที่แตกหรือบูรณะฟันที่ผุ จากงานวิจัยล่าสุดพบว่า การยึดติด (bond strength) ที่ดีระหว่างวัสดุบูรณะและโครงสร้างฟัน เกิดจากการยึดติดเชิงกลขนาดเล็ก (micro-mechanical retention) ร่วมกับการยึดติดทางเคมี (chemical bonding) ผ่านมอนอเมอร์ (monomer) ที่มีคุณสมบัติสามารถทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) เพื่อให้การบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตมีประสิทธิภาพสูงและมีอายุการใช้งานยาวนาน การยึดติดที่ดีต้องอาศัยเทคนิคที่ดี ซึ่งรวมถึงการเตรียมพื้นผิวฟันอย่างพิถีพิถัน การปรับสภาพพื้นผิว และการควบคุมสภาวะแวดล้อมในช่องปาก

วัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตมีความไวต่อความชื้นเป็นอย่างมาก หากมีการปนเปื้อนของเลือดหรือของเหลวจากร่องเหงือกซึมเข้าสู่บริเวณที่กำลังทำการบูรณะ อาจทำให้แรงยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตและโครงสร้างฟันลดลง โดยปกติทันตแพทย์มักใช้แผ่นยางกันน้ำลาย (rubber Dam) ช่วยให้เห็นบริเวณทำงานได้ชัดเจนขึ้น และช่วยควบคุมความชื้น แต่อย่างไรก็ตามการป้องกัน

การปนเปื้อนของน้ำลาย ของเหลวจากร่องเหงือก และเลือดอย่างสมบูรณ์อาจทำได้ยาก

การปนเปื้อนจากเลือด ซึ่งเลือดมีปริมาณโปรตีนสูง และมีโมเลกุลไฟบริโนเจนขนาดใหญ่ (fibrinogen macromolecules) ซึ่งสามารถก่อตัวเป็นชั้นบาง ๆ ขัดขวางการแทรกซึมของเรซินเข้าสู่โครงสร้างเนื้อฟัน และทำให้แรงยึดติดลดลงประมาณ 30-70 เปอร์เซ็นต์

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีการใช้สารห้ามเลือดเพื่อควบคุมเลือดที่ออกบริเวณเหงือก และลดของเหลวในร่องเหงือก (sulcular fluid) สารเหล่านี้มีอยู่ในรูปแบบต่างๆ และทำงานผ่านกลไกที่แตกต่างกัน เช่น อะลูมิเนียมคลอไรด์ สารประกอบเฟอร์ริกซัลเฟต และอีพีนเฟริน 0.1 เปอร์เซ็นต์⁽¹⁻³⁾

สารห้ามเลือด สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ ยาสมาน (astringents หรือ coagulative agents) และ สารหดหลอดเลือด (vasoconstrictors หรือ adrenergic agents) สารห้ามเลือดมีคุณสมบัติเป็นกรด โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 0.7 ถึง 3 ในปัจจุบันมีสารห้ามเลือดหลากหลายประเภทในตลาดทันตกรรม ได้แก่ อะลูมิเนียมคลอไรด์ (aluminum chloride) ซึ่งเป็นหนึ่งในสารห้ามเลือดที่ใช้บ่อยที่สุดในทางทันตกรรมมีความเข้มข้นตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำให้หลอดเลือดหดตัว โดยส่งผลกระทบต่อระบบร่างกายเพียงเล็กน้อย เช่น ViscoStat Clear® ซึ่งเป็นเจลอะลูมิเนียมคลอไรด์ 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถหยุดเลือดและลดของเหลวจากร่องเหงือก (Gingival Crevicular Fluid - GCF) ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อหรือทำให้เกิดการติดสี (staining) นอกจากนี้สารห้ามเลือดที่นิยมใช้ยังมีไอรอนซัลเฟต (iron sulfate) ที่มีความ

เข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ทำหน้าที่เป็นทั้งสารหล่อลื่นและสารต้านการแข็งตัวของเลือด (anticoagulant) โดยไฮรอนซิลเพตจะทำให้โปรตีนในเลือดตกตะกอนและก่อตัวเป็นโครงข่ายที่อุดกั้นเส้นเลือดฝอย ทำให้เลือดหยุดไหลแต่มีข้อด้อย คือทำให้เกิดการติดสีบริเวณเหงือกได้⁽⁴⁻⁶⁾

มีการศึกษาของ Kuphasuk และคณะ ในปี 2007⁽⁷⁾ การศึกษาของ Chaiyabutr Y และคณะ ในปี 2011⁽⁸⁾ การศึกษาของ Arslan S และคณะ ในปี 2012⁽⁹⁾ การศึกษาของ Ebrahimi และคณะ ในปี 2013⁽²⁾ และการศึกษาของ Bernades Kde O และคณะ ในปี 2014⁽¹⁰⁾ ที่พบว่า การปนเปื้อนของสารห้ามเลือดมีผลลดกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน ในทางกลับกันมีการศึกษาของ Kimmes NS และคณะ ในปี 2006⁽¹¹⁾ การศึกษาของ Kuphasuk และคณะ ในปี 2007⁽⁷⁾ และการศึกษาของ Mempel และคณะ ในปี 2022⁽¹²⁾ ที่พบว่า การปนเปื้อนของสารห้ามเลือดไม่มีผลต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ยังไม่มีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์ห่อภิณภพในเรื่องผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์ห่อภิณภพหลักฐานทางวิชาการถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน ได้แก่ ค่าความทน

แรงเฉือน (shear bond strength) ค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค (microshear bond strength) และ ความทนแรงดึงระดับจุลภาค (microtensile strength)

วัสดุและวิธีการศึกษา

1. การรวบรวมข้อมูล ได้รวบรวมบทความจากฐานข้อมูล PubMed โดยการสืบค้นอย่างเป็นระบบ ด้วยกลยุทธ์การสืบค้นข้อมูล (Search strategies) ดังนี้คือ "Dental bonding OR Bond strength OR Microtensile bond strength OR Shear bond strength OR Micro shear bond strength and Hemostatic agent OR Aluminum chloride OR Ferric sulfate and Dentine OR Dentin" ร่วมกับการสืบค้นจากฐานข้อมูล Google scholar โดยใช้ keywords ได้แก่ "Dental bonding OR Bond strength", "Hemostatic agent", "Dentin" มีการสืบค้นวรรณกรรมจนถึงปี ค.ศ. 2024 โดยนำมาเฉพาะบทความภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย และใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยเข้าการศึกษา (Inclusion criteria) คือ งานวิจัยเป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทยเท่านั้น งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน และงานวิจัยที่มีการระบุระเบียบวิธีการศึกษาชัดเจน กำหนดมาตรฐานในการเตรียมชิ้นงาน ระบุวิธีการวัดผลและระบุข้อมูลจำนวนวัสดุที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาชัดเจนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และงานวิจัยที่มีการแสดงผลการศึกษาชัดเจน ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกรายงานวิจัยออกจากการศึกษา (Exclusion criteria) คือ งานวิจัยที่ไม่สามารถหา

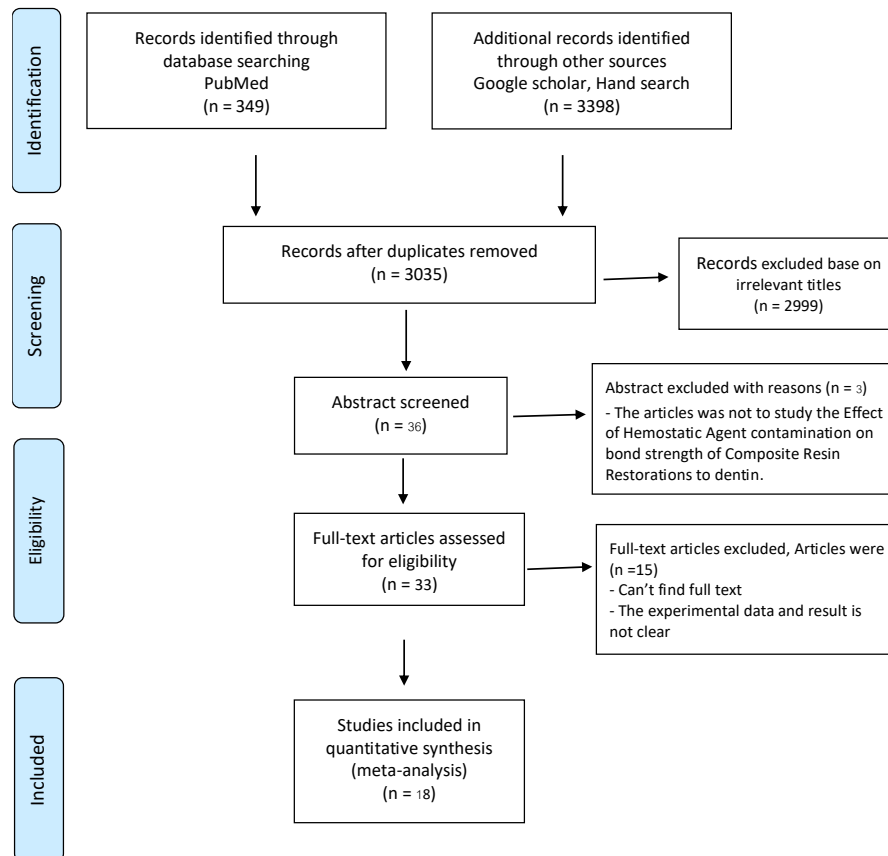
วัตถุประสงค์

เพื่อทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์ห่อภิณภพหลักฐานทางวิชาการถึงผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน ได้แก่ ค่าความทน

เอกสารฉบับเต็มได้ งานวิจัยที่ไม่ได้ศึกษาผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน และงานวิจัยที่ข้อมูลไม่ชัดเจน ได้แก่ ไม่ระบุลักษณะวัสดุซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ชัดเจน ไม่มีมาตรฐานในการเตรียมชิ้นงาน ไม่ระบุตัวชี้วัดที่แน่ชัด

2. การทบทวนบทความ ผู้ทบทวน (reviewer) 2 คน อ่านบทความอย่างเป็นอิสระต่อกัน (PH และ TK) ตั้งแต่ขั้นตอนคัดชื่อเรื่องและ

บทความที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจะถูกนำมาประเมินตามขั้นตอนการทำวิจารณ์ (critical appraisal) ซึ่งประกอบด้วยการทบทวนบทความ การดึงข้อมูลจากบทความ และการประเมินคุณภาพของบทความ โดยการคัดเลือกเป็นอิสระต่อกัน หากความคิดเห็นที่ขัดแย้งระหว่างผู้ทบทวน 2 คน จะถูกแก้ไขได้โดยการอภิปรายและตกลงกันเป็นเอกฉันท์ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการทบทวนอย่างเป็นระบบใน Prisma flow template

3. การดึงข้อมูลจากบทความ ใช้ผลลัพธ์จากการทดสอบผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน ได้แก่ ค่าความทนแรงเฉือน ค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค และค่าความทนแรงดึงระดับจุลภาค โดย

กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด ข้อมูลที่รวบรวมจะเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความทนแรงเฉือน ค่า

ความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค และค่าความทนแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุ

4. คุณภาพของบทความ การประเมินความเสี่ยงอคติของบทความที่ได้รับการยอมรับโดยผู้ทบทวนทั้งสองคน อย่างเป็นอิสระต่อกัน มีการ

ประเมินในแต่ละโดเมนที่กำหนดโดยเครื่องมือ RoBDEMAT⁽¹³⁾ ตามคำแนะนำของเครื่องมือ RoBDEMAT ซึ่งไม่แนะนำให้ใช้คะแนนสรุปรวมของความเสี่ยงของอคติ แต่ให้คงไว้ซึ่งรูปแบบรายการตรวจสอบพื้นฐานแทน

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินอคติงานวิจัย (RoBDEMAT)

Author	D1: Bias in planning and allocation			D2: Bias in specimen preparation		D3: Bias in outcome assessment		D4: Bias in data treatment and reporting	
	Control group	Randomization of samples	Sample size	Standardization of samples and material	Identical experimental Conditions across groups	Adequate and standardized testing procedures and outcomes	Blinding of The test operator	Statistical analysis	Reporting study outcomes
Kuphasuk,2007	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Insufficiently reported
Ebrahimi,2012	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Ulusoy,2013	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Reported	Insufficiently reported	Reported
Ajami,2014	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Karaman,2015	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported
Unlu,2015	Reported	Not Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Tuncer,2015	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Sharafeddin,2015	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Insufficiently reported
Dey,2016	Reported	Not Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Melkumyan,2018	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Hoorizad,2019	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Faisal,2020	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Khamverdi,2021	Reported	Reported	Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Bahari,2021	Reported	Not Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Sonkaya,2021	Reported	Not Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Mempel,2022	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Insufficiently reported	Reported
Kim,2023	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported
Abu-Nawarag ,2024	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported	Reported	Not Reported	Reported	Reported

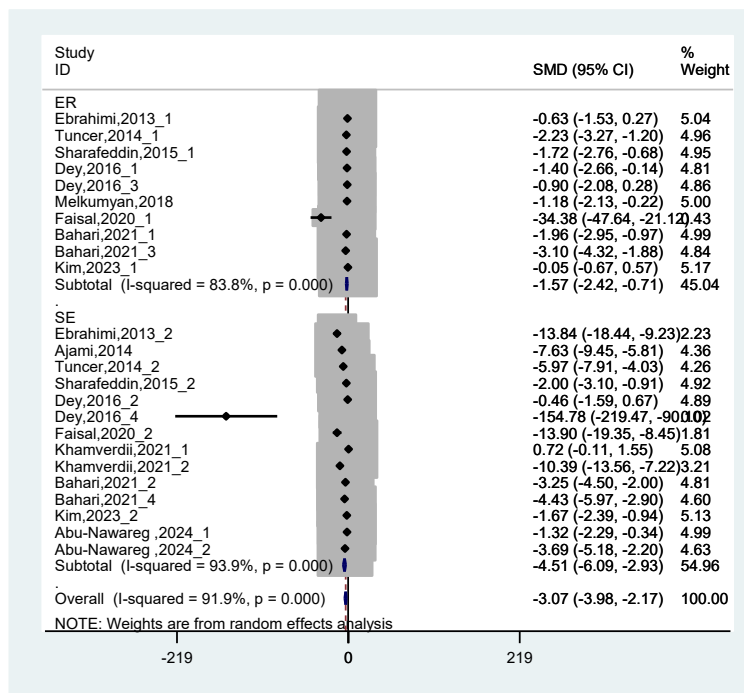
5. สถิติที่ใช้ การศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลที่ได้เป็นผลจากการศึกษานอกกายอยู่ในรูปตัวแปรต่อเนื่อง และรายงานเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิต การแสดงผลการวิเคราะห์อภิมานถูกนำมาคำนวณ pooled differential variation ของผลของการปนเปื้อนสารห้ามเลือด

ต่อกำลังยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิต ได้แก่ ค่าความทนแรงเฉือน ค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค และค่าความทนแรงดึงระดับจุลภาค โดยคำนวณ standard mean difference (SMD) ที่ระดับความเชื่อมั่น (confidence interval) เท่ากับร้อยละ 95 ใช้ random effects models นำเสนอผลการรวมข้อมูล (pooled estimate) ในรูปกราฟ

การตรวจสอบอคติจากการตีพิมพ์ พบว่า การทดสอบด้วย Begg's test ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.000 แปลความหมายเบื้องต้นได้ว่ามีหลักฐานของอคติจากการตีพิมพ์ ส่วนผลจากการทดสอบด้วย Egger's test ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.000 แปลความหมายเบื้องต้นได้ว่า มีหลักฐานของอิทธิพลของการศึกษาที่มีกลุ่มตัวอย่างน้อย (small study effect) ต่อผลรวมของการศึกษา

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลแยกเป็นรายกลุ่ม (subgroup analysis) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองคือกลุ่มที่ใช้สารยัดติดระบบเอทซ์แอนด์รีนส์ (Etch and rinse) 8 การศึกษา ($I^2=83.8\%$, $p<0.001$) และกลุ่มที่ใช้สารยัดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ (Self-etch) 10 การศึกษา ($I^2=93.9\%$, $p<0.001$) พบว่าการศึกษาที่นำมารวมกันนั้นมี

ความต่างแบบปรากฏอย่างชัดเจน เมื่อดูผลรวมของขนาดอิทธิพลในกลุ่มที่ใช้สารยัดติดระบบเอทซ์แอนด์รีนส์ และกลุ่มที่ใช้สารยัดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ พบว่ามีค่าผลต่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานเท่ากับ -1.565 และ -4.508 ตามลำดับ แปลผลได้ว่าค่าความทนแรงเฉือนของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการบิ่นแป้นสารห้ามเลือดมีค่าความทนแรงเฉือนมากกว่ากลุ่มที่มีการบิ่นแป้นสารห้ามเลือดทั้งกลุ่มที่ใช้สารยัดติดระบบเอทซ์แอนด์รีนส์ และกลุ่มที่ใช้สารยัดติดระบบเซลฟ์เอทซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง และการศึกษายังไม่มากพอ ($I^2=91.9\%$) (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 Forest plot ผลต่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานของค่าความทนแรงเฉือน (การวิเคราะห์ผลแยกเป็นรายกลุ่ม)

ความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค

ค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ 3 บทความที่ศึกษาค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค ของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน เมื่อดูค่า $I^2=96.6\%$ และ $p<0.001$ แปลผลได้ว่าการศึกษานี้สามารถรวมกันนั้นมีความต่างแบบปรากฏอย่างชัดเจน เมื่อดูผลรวมของขนาดอิทธิพล (effect size) ค่าผลต่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานมีค่าเท่ากับ -2.767 (95% CI -5.770 – 0.237, $p=0.071$) แปลผลได้ว่า ค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค มากกว่ากลุ่มที่มี

การปนเปื้อนสารห้ามเลือดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง ($I^2=96.6\%$) และการศึกษายังมีไม่มากพอ

การตรวจสอบอคติจากการตีพิมพ์ พบว่าการทดสอบด้วย Begg's test ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.327 แปลความหมายเบื้องต้นได้ว่าไม่มีหลักฐานของอคติจากการตีพิมพ์ ส่วนผลจากการทดสอบด้วย Egger's test ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.252 แปลความหมายเบื้องต้นได้ว่า ไม่มีหลักฐานของอิทธิพลของการศึกษาที่มีกลุ่มตัวอย่างน้อย (small study effect) ต่อผลรวมของการศึกษา

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาที่เข้าเกณฑ์วิเคราะห์ห่อหุ้มความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค

ลำดับ	ผู้แต่ง/ปีตีพิมพ์	ชนิดการศึกษา	ชนิดกลุ่มตัวอย่าง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	สารห้ามเลือด		เวลาในการปนเปื้อน	สารยึดติด		การวิเคราะห์ทางสถิติ	ผลลัพธ์ (MPa)
					ชื่อการค้า	ชนิด		ชื่อการค้า	ระบบ		
1	Kuphasuk,2007	In vitro	Human molar	6	control	-	-	Excite (EX)	Etch&Rinse	Mean Two-way ANOVA and multiple comparisons	18.42 ± 2.28
								Clearfil SE Bond 20 seconds primer (CB20)	Self-etch		36.59 ± 5.94
								Clearfil SE Bond 40 seconds primer (CB40)			36.59 ± 5.94
								Excite (EX)	Etch&Rinse		22.49 ± 5.89
								Clearfil SE Bond 20 seconds primer (CB20)	Self-etch		19.35 ± 6.05
								Clearfil SE Bond 40 seconds primer (CB40)			29.09 ± 6.93
				6	Racestypine	AlCl ₃	120s	Excite (EX)	Etch&Rinse	Mean Two-way ANOVA and multiple comparisons	22.49 ± 5.89
								Clearfil SE Bond 20 seconds primer (CB20)	Self-etch		19.35 ± 6.05
								Clearfil SE Bond 40 seconds primer (CB40)			29.09 ± 6.93
								Excite (EX)	Etch&Rinse		22.49 ± 5.89
								Clearfil SE Bond 20 seconds primer (CB20)	Self-etch		19.35 ± 6.05
2	Hoorizad,2019	In vitro	Human molar	24	control	-	-	Scotchbond Multi-Purpose	Etch&rinse	Mean Shapiro-Wilk test, three-way ANOVA, one-way ANOVA, Tukey's test	24H: 19.42±2.42 3m: 18.90±1.81
								Adper Single Bond			24H: 22.69±2.11 3m: 13.41±1.53
								Clearfil SE Bond	Self-etch		24H: 26.31±2.80 3m: 20.41±1.43
								Single Bond Universal			24H: 25.47±1.96 3m: 25.23±2.37
								Scotchbond Multi-Purpose	Etch&rinse		24H: 18.77±2.56 3m: 18.58±1.88
								Adper Single Bond			24H: 21.58±2.42 3m: 13.41±1.53
								Clearfil SE Bond	Self-etch		24H: 18.41±1.21 3m: 15.45±1.16
				24	Astringent	FeSO ₄	60s	Scotchbond Multi-Purpose	Etch&rinse	Mean Shapiro-Wilk test, three-way ANOVA, one-way ANOVA, Tukey's test	24H: 18.77±2.56 3m: 18.58±1.88
								Adper Single Bond			24H: 21.58±2.42 3m: 13.41±1.53
								Clearfil SE Bond	Self-etch		24H: 18.41±1.21 3m: 15.45±1.16
								Single Bond Universal			24H: 22.54±2.49 3m: 16.02±1.39
								Scotchbond Multi-Purpose	Etch&rinse		24H: 18.77±2.56 3m: 18.58±1.88
								Adper Single Bond			24H: 21.58±2.42 3m: 13.41±1.53
								Clearfil SE Bond	Self-etch		24H: 18.41±1.21 3m: 15.45±1.16
3	Sonkaya,2021	In vitro	Human molar	10	control	-	-	OptiBond All - In - One	Self-etch	Mean one-way ANOVA, multiple comparison tests, Tukey	19.41 ± 6.53
								OptiBond All - In - One	Self-etch		21.89 ± 12.43
								OptiBond Universal	Etch&rinse		26.15 ± 22.79

ความทนแรงดึงระดับจุลภาค

ค่าความทนแรงดึงระดับจุลภาค (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ 4 บทความที่ศึกษาค่าความทนแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน เมื่อดูค่า $I^2=97.7\%$ และ $p<0.001$ แปลผลได้ว่าการศึกษานำมารวมกันนั้นมีความต่างแบบปรากฏอย่างชัดเจน เมื่อดูผลรวมของขนาดอิทธิพล (effect size) ค่าผลต่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานมีค่าเท่ากับ -1.722 (95% CI -2.064 – -1.381, $p<0.001$) แปลผลได้ว่า ค่าความทนแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าความทนแรงดึงระดับ

จุลภาค มากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง ($I^2=97.7\%$) และการศึกษายังมีไม่มากพอ

การตรวจสอบอคติจากการตีพิมพ์ พบว่าการทดสอบด้วย Begg's test ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.013 แปลความหมายเบื้องต้นได้ว่ามีหลักฐานของอคติจากการตีพิมพ์ ส่วนผลจากการทดสอบด้วย Egger's test ได้ค่า p-value เท่ากับ 0.017 แปลความหมายเบื้องต้นได้ว่า มีหลักฐานของอิทธิพลของการศึกษาที่มีกลุ่มตัวอย่างน้อย (small study effect) ต่อผลรวมของการศึกษา

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาที่เข้าเกณฑ์วิเคราะห์ห่อถักความทนแรงดึงระดับจุลภาค

ลำดับ	ผู้แต่ง/ปีตีพิมพ์	ชนิดการศึกษา	ชนิดกลุ่มตัวอย่าง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	สารห้ามเลือด			เวลาในการปนเปื้อน	สารยึดติด		การวิเคราะห์ทางสถิติ	ผลลัพธ์ (MPa)
					ชื่อการค้า	ชนิด			ชื่อการค้า	ระบบ		
1	Ulusoy,2013	In vitro	Human molar	12	control	-	-		Clearfil S3	Self-etch	Mean 1-way Anova, post hoc, Tamhane test	25.38±2.35
					Prime&Bond NT				Etch&Rinse			25.09 ±2.67
				12	Ankaferd Blood Stopper (ABS)	Natural plant extract	10s		Clearfil S3	Self-etch		18.18±5.90
									Prime&Bond NT	Etch&Rinse		21.64±2.67
2	Unlu,2015	In vitro	Human molar	15	control	-	-		Clearfil SE	Self-etch	Mean 1-way Anova, post hoc Tukey	14.88±4.40
					ViscoStat Clear	AlCl ₃	60s					12.52±5.80
					Astringedent	FeSO ₄						9.98±2.55
				15	Astringedent X	FeSO ₄						10.37±4.22
					Ankaferd Blood Stopper	Natural plant extract						26.36±11.03
3	Karaman,2015	In vitro	Human molar	10	control	-	-		Futurabond DC	Self-etch	Mean one-way Anova, Tukey's post hoc test	19.06 ± 1.56
				10	Ankaferd Blood Stopper	Natural plant extract	20s					9.88 ± 1.04
4	Mempel,2022	In vitro	Human molar	45	control	-	-		Scotchbond Universal Adhesive (SBU)	Self-etch	mean Welch's ANOVA Games-Howell post-hoc test	23.7±11.2
					Prime & Bond Active (PBA)							16.0±10.6
				45	ViscoStat	FeSO ₄	120s		Scotchbond Universal Adhesive (SBU)			33.1±6.5
									Prime & Bond Active (PBA)			21.9±8.1
				45	ViscoStat Clear	AlCl ₃	120s		Scotchbond Universal Adhesive (SBU)			23.2±9.5
									Prime & Bond Active (PBA)			16.8±9.6

วิจารณ์

จากการวิเคราะห์ห่อภิมาณครั้งนี้ เมื่อพิจารณาค่าความทนแรงเฉือนแล้วนั้น พบว่ากลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าความทนแรงเฉือนของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันมากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบโดย Bernades และคณะ ในปี ค.ศ. 2014⁽¹⁰⁾ ที่พบว่า การปนเปื้อนสารห้ามเลือด ส่งผลให้ความแข็งแรงของการยึดติด (bond strength) ได้แก่ ความทนแรงเฉือน ความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค และความทนแรงดึงระดับจุลภาค ระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารห้ามเลือดที่นิยมถูกนำมาศึกษา ได้แก่ อะลูมิเนียมคลอไรด์ และเพอร์ริกซัลเฟต มีการรายงานว่าการปนเปื้อนสารห้ามเลือดที่มีอะลูมิเนียมคลอไรด์ส่งผลกระทบต่อเทคนิคการยึดติด (adhesive techniques) โดยชั้นเนื้อฟัน (dentin) และชั้นเคลือบฟัน (enamel) มีไฮดรอกซีอะพาไทต์ (HAP) เป็นองค์ประกอบหลัก มีการศึกษาที่พบว่าอะลูมิเนียมที่ตกค้างบนผิวเคลือบฟัน สามารถทำให้เคลือบฟันดูดซับอะลูมิเนียมจากสารละลายได้ ส่งผลให้เกิดสารประกอบ $Al(OH)_2H_2PO_4$ ซึ่งไม่ละลายน้ำและสามารถยับยั้งการเกิดภาวะสูญเสียแร่ธาตุของไฮดรอกซีอะพาไทต์ จึงเป็นไปได้ว่าอะลูมิเนียมคลอไรด์อาจมีผลต่อเนื้อฟันในลักษณะเดียวกับที่มีต่อเคลือบฟัน ส่งผลกระทบต่อเทคนิคการยึดติด⁽¹⁴⁾ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า การใช้เพอร์ริกซัลเฟตอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐาน (morphology) และคุณสมบัติของเนื้อฟันและชั้นสเมียร์ (smear layer) เพอร์ริกซัลเฟตมีค่า pH เท่ากับ 1 ซึ่งสามารถกัดกร่อนพื้นผิวเนื้อฟันได้

ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวเนื้อฟัน มีการอุดกั้นของท่อเนื้อฟัน (dental tubules) บางส่วน ส่งผลเชิงลบต่อความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน^(4, 15) โดยคุณภาพของแรงยึดติดระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันที่ลดลง ส่งผลให้มีความต้านทานต่อแรงดึงแยก (debonding stresses) ที่ต่ำ ทำให้การยึดติดของเรซินคอมโพสิตไม่ดี ซึ่งมักนำไปสู่การเกิดการรั่ว (microleakage) ตามแนวรอยต่อระหว่างฟันและวัสดุคอมโพสิต เกิดการผุซ้ำ และความล้มเหลวในการรักษา^(5, 16) ดังนั้นจึงมีความพยายามในการหาแนวทางในการทำความสะอาดทางกายภาพและทางเคมีหลายแนวทางเพื่อกำจัดสารห้ามเลือดออกจากพื้นผิวฟัน ได้แก่ การกำจัดสารห้ามเลือดโดยใช้สารต่างๆ เช่น คลอเฮกซิดีน (Chlorhexidine) กรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระแอสติก (Ethylenediaminetetraacetic acid) การขัดผิวฟันด้วยผงพัมมิช (pumice paste) การใช้เครื่องมือ เช่น ช้อนขูด (excavator) และการพ่นทราย (sandblast) ด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ในขนาดต่างๆ และการล้างน้ำ อย่างไรก็ตามข้อมูลในวรรณกรรมที่มีอยู่ในหัวข้อนี้ยังคงไม่เป็นข้อสรุป^(5, 12, 14) จึงเป็นที่น่าสนใจและในอนาคตควรจะต้องมีการรวบรวมผลการศึกษาเพื่อสรุปแนวทางในการทำความสะอาดทางกายภาพและทางเคมีเพื่อกำจัดสารห้ามเลือดออกจากพื้นผิวฟันต่อไป

เมื่อพิจารณาค่าความทนแรงเฉือนโดยวิเคราะห์ผลแยกเป็นรายกลุ่ม โดยแยกเป็นกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเอทซ์แอนด์รีนส์ และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ เนื่องจากมีหลายการศึกษาพบว่าเทคนิคการยึดติดส่งผลต่อค่าความทนแรงเฉือนของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน^(7-9, 11, 17, 18) พบว่าค่าความทนแรงเฉือนของวัสดุเรซินคอมโพสิต

กับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด มีค่าความทนแรงเฉือนมากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดทั้งกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเอพท์แอนด์รีนส์ และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอพท์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง โดยจากการวิเคราะห์กลุ่มย่อยโดยแยกเป็นกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเอพท์แอนด์รีนส์ และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอพท์ พบว่าข้อมูลยังคงขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง อาจแสดงถึงความต่างแบบกันนั้นเกิดจากปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสนใจว่าเมื่อพิจารณาค่าความทนแรงเฉือนโดยวิเคราะห์ผลแยกเป็นรายกลุ่ม โดยแยกเป็นกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเอพท์แอนด์รีนส์ และกลุ่มที่ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอพท์ พบว่าผลต่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานของค่าความทนแรงเฉือนในกลุ่มใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอพท์ ในการศึกษาของ Dey และคณะในปี ค.ศ.2016 มีค่าผลต่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานของค่าความทนแรงเฉือนแตกต่างจากการศึกษาอื่น ซึ่งการศึกษาของ Dey และคณะในปี ค.ศ.2016 มีการใช้สารห้ามเลือดกลุ่มอะลูมิเนียมคลอไรด์ ใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์เอพท์ ซึ่งมีการอธิบายไว้ว่า การปนเปื้อนผิวเนื้อฟันด้วยสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ ทำให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากมีการยับยั้งกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุของไฮดรอกซีอะพาไทต์ ซึ่งโดยปกติแล้วในกระบวนการยึดติด การละลายแร่ธาตุบางส่วนของชั้นเนื้อฟันเพื่อเปิดเผยโครงสร้างคอลลาเจนและปรับเปลี่ยนชั้นสเมียร์ แต่หากเนื้อฟันถูกปนเปื้อนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์กระบวนการละลายแร่ธาตุจะถูกยับยั้ง ทำให้มีการละลายแร่ธาตุน้อยลง คอลลาเจนถูกเปิดเผยน้อยลง ส่งผลให้เรซินแทรกซึมได้ไม่ดี และทำให้ความแข็งแรง

ของการยึดติดลดลง และเนื่องจาก Clearfil SE primer ที่ใช้ในการศึกษานี้มีความเป็นกรดอ่อน (พีเอช (pH) ประมาณ 2) การปนเปื้อนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ทำให้พื้นผิวเนื้อฟันมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ไม่ตอบสนองต่อกรดใน primer เท่าที่ควร ทำให้ลดประสิทธิภาพการยึดติดของสารยึดติดระบบเซลฟ์เอพท์⁽³⁾ นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างจากการศึกษาอื่นในส่วนของเวลาที่มีการปนเปื้อนของสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ ซึ่งมีระยะเวลา 60 วินาที ในขณะที่การศึกษาอื่นมีการปนเปื้อนสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ 120 วินาที^(19, 20) และ 15 วินาที⁽²¹⁾ จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลให้ผลต่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานของค่าความทนแรงเฉือนการศึกษาของ Dey และคณะในปี ค.ศ.2016 ต่างจากการศึกษาอื่น

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลแยกเป็นรายกลุ่มของค่าความทนแรงเฉือน โดยแยกกลุ่มสารห้ามเลือดเป็นกลุ่มที่ใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ และเฟอร์ริกซิลเฟต พบว่าค่าความทนแรงเฉือนของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าความทนแรงเฉือนมากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดทั้งกลุ่มที่ใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ และเฟอร์ริกซิลเฟต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง อาจแสดงถึงความต่างแบบกันนั้นเกิดจากปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย

ข้อจำกัดเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลในครั้งนี้ ได้แก่ บทความที่ได้มาจาก PubMed, Google scholar เท่านั้น การศึกษาที่นำมาวิเคราะห์ห่อหุ้มเป็นการศึกษาแบบนอกกายทั้งหมด ซึ่งเป็นการศึกษาที่ทำในห้องทดลอง เป็นการทดสอบโดยไม่มีการใช้สัตว์หรือสิ่งมีชีวิต และยังมีอคติจากการศึกษา โดยในการศึกษานี้มีเพียง 18 บทความที่ครอบคลุมเกณฑ์

ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยเข้าการศึกษา เกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยออกจากการศึกษา และยอมรับตามเกณฑ์เป็นเอกฉันท์จากผู้ทบทวน

สรุป

จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิเคราะห์อภิमान พบว่าความทนแรงเฉือน และความทนแรงดึงระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าความทนแรงเฉือน และความทนแรงดึงระดับจุลภาคมากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง และ

ความทนแรงเฉือนระดับจุลภาคของวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันในกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดมีค่าความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค มากกว่ากลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลขาดความเป็นเนื้อเดียวกันสูง แต่อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้ จึงควรมีการรวบรวมผลการศึกษาที่หลากหลายประเภทมากขึ้น เพื่อหาผลสรุปของค่าความทนแรงเฉือน ความทนแรงเฉือนระดับจุลภาค และความทนแรงดึงระดับจุลภาคระหว่างวัสดุเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือด และกลุ่มที่มีการปนเปื้อนสารห้ามเลือดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Abu-Nawareg MM, Hajjaj MS, AbuHaimed TS, Ajaj RA, Abuljadayel R, AlNowailaty Y, et al. The effect of hemostatic agents and dentin cleansing protocols on shear bond strength of resin composite using universal adhesive: an in vitro study. BMC Oral Health. 2024;24(1):1413.
2. Ebrahimi SF, Shadman N, Abrishami A. Effect of ferric sulfate contamination on the bonding effectiveness of etch-and-rinse and self-etch adhesives to superficial dentin. J Conserv Dent. 2013;16(2):126-30.
3. Dey S, Shenoy A, Kundapur SS, Das M, Gunwal M, Bhattacharya R. Evaluation of the effect of different contaminants on the shear bond strength of a two-step self-etch adhesive system, one-step, self-etch adhesive system and a total-etch adhesive system. J Int Oral Health. 2016;8(3):378-84.
4. Khamverdi Z, Karimian N, Farhadian M, Gheitouli H. Effect of contamination with hemostatic agent on shear bond strength of composite to dentin using g-premio and single bond universal adhesives. Front Dent. 2021;18:27.

5. Saati K, Tabatabaei SF, Etemadian D, Sadaghiani M. Effect of Different Cleansing Protocols on Bond Strength of Composite Resin to Dentin Contaminated with Hemostatic Agent: An In Vitro Study. *Front Dent.* 2020;17:31.
6. Tarighi P, Khoroushi M. A review on common chemical hemostatic agents in restorative dentistry. *Dent Res J (Isfahan).* 2014;11:423-8.
7. Kuphasuk W, Harnirattisai C, Senawongse P, Tagami J. Bond strengths of two adhesive systems to dentin contaminated with a hemostatic agent. *Oper Dent.* 2007;32(4):399-405.
8. Chaiyabutr Y, Kois JC. The effect of tooth-preparation cleansing protocol on the bond strength of self-adhesive resin cement to dentin contaminated with a hemostatic agent. *Oper Dent.* 2011;36(1):18-26.
9. Arslan S, Ertaş H, Zorba YO. Influence of Ankaferd Blood Stopper on shear bond strength of bonding systems. *Dent Mater J.* 2012;31(2):226-31.
10. Bernades Kde O, Hilgert LA, Ribeiro AP, Garcia FC, Pereira PN. The influence of hemostatic agents on dentin and enamel surfaces and dental bonding: a systematic review. *J Am Dent Assoc.* 2014;145(11):1120-8.
11. Kimmes NS, Olson TL, Shaddy RS, Latta MA. Effect of ViscoStat and ViscoStat Plus on composite shear bond strength in the presence and absence of blood. *J Adhes Dent.* 2006;8(6):363-6.
12. Mempel CA, Jacker-Guhr S, Luhrs AK. Contamination of Dentin with Hemostatic Agents - Is EDTA a Valuable Decontaminant before Using a Self-etch Universal Adhesive? *J Adhes Dent.* 2022;24:345-54.
13. Delgado AH, Sauro S, Lima AF, Loguercio AD, Della Bona A, Mazzoni A, et al. RoBDEMAT: A risk of bias tool and guideline to support reporting of pre-clinical dental materials research and assessment of systematic reviews. *J Dent.* 2022;127:104350.
14. Ajami AA, Kahnamoii MA, Kimyai S, Oskoe SS, Pournaghi-Azar F, Bahari M, et al. Effect of three different contamination removal methods on bond strength of a self-etching adhesive to dentin contaminated with an aluminum chloride hemostatic agent. *J Contemp Dent Pract.* 2013;14(1):26.

15. Hoorizad M, Heshmat H, Hosseini TA, Kazemi SS, Tabatabaei SF. Effect of hemostatic agent on microshear bond strength of total-etch and self-etch adhesive systems. *Dent Res J (Isfahan)*. 2019;16(6):361-5.
16. Melkumyan TV, Dadamova AD, Kamilov KP. The influence of a hemostatic agent on adhesion strength and microleakage of composite resin restorations. *Int J Biomed*. 2018;8:355-7.
17. Noppawong S, Pratabsingha J, Thamsoonthorn C, Vichathai W, Saikaew P. Bond Strengths of Universal Adhesives to Dentin Contaminated with a Hemostatic Agent. *J Adhes Dent*. 2022;24:421-6.
18. Pucci CR, Araujo RM, Lacerda AJ, Souza MA, Huhtala MF, Feitosa FA. Effects of Contamination by Hemostatic Agents and Use of Cleaning Agent on Etch-and-Rinse Dentin Bond Strength. *Braz Dent J*. 2016;27(6):688-92.
19. Sharafeddin F, Farhadpour H. Evaluation of shear bond strength of total-and self-etching adhesive systems after application of chlorhexidine to dentin contaminated with a hemostatic agent. *J Dent*. 2015;16(3):175.
20. Kim S, Choi Y, Park S. Effect of an aluminum chloride hemostatic agent on the dentin shear bond strength of a universal adhesive. *Restor Dent Endod*. 2023;48(2):e14.
21. Tuncer D, Başaran S, Halacoglu DM, Yamanel K, Celik C, Arhun N. Effect of haemostatic agent application on the shear bond strength of contemporary/multi-mode adhesive systems. *Oral Health Dent Manag*. 2014;13(1):103-6.