INFLUENCE OF DRINKING AND EATING AFTER FLUORIDE APPLICATION ON SALIVARY FLUORIDE LEVEL

Chonthicha JITONGART[1] and Siriporn SONGSIRIPRADUBBOON[1]

1 Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Thailand; siriporn.son@chula.ac.th (Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY

Received: 6 February 2026 **Revised:** 27 February 2026 **Published:** 13 March 2026

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of three different post-varnish instructions following fluoride varnish treatment on salivary fluoride concentration at 40 minutes, 1 hour, 2 hours, and 4 hours along with cumulative fluoride exposure. The protocols were as follows: Instruction A (Standard), allowing water and soft food 5 minutes post-application; Instruction B (NPO-30 mins), restricting intake for 30 minutes; and Instruction C (Refrain 4h), restricting food for 4 hours. All participants were permitted to consume hard food after 4 hours. The data were analyzed from 23 participants with a mean age of 25.53 years, all of whom had normal oral health and no dental caries. The results showed that 1) Salivary fluoride concentrations were significantly influenced by time and post-varnish instructions ($p < 0.05$), specifically resulting in lower concentrations for Group A at 2 and 4 hours compared to Groups B and C. and 2) Analysis of the area under the concentration-time curve revealed that the AUC of group A in the first 2 hours (AUC_{0-2h}) and 4 hours (AUC_{0-4h}) was significantly lower than that of groups B and C at a significance level of 0.05.

Keywords: Fluoride, Post Varnish Behavior, Fluoride Varnish

CITATION INFORMATION: Jitongart, C., & Songsiripradubboon, S. (2026). Influence of Drinking and Eating after Fluoride Application on Salivary Fluoride Level. *Procedia of Multidisciplinary Research, 4*(3), 11

อิทธิพลของการดื่มน้ำและรับประทานอาหารหลังการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิชต่อระดับฟลูออไรด์ในน้ำลาย

ชลธิชา จิตรองอาจ[1] และ ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ[1]

1 คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; siriporn.son@chula.ac.th (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาผลของคำแนะนำหลังการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิช 3 รูปแบบ ต่อความเข้มข้นฟลูออไรด์ในน้ำลาย ณ เวลา 40 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง และปริมาณการได้รับรวมในช่วง 4 ชั่วโมง ในอาสาสมัครสุขภาพช่องปากดี 23 ราย (อายุเฉลี่ย 25.53 ปี) โดยแบ่งกลุ่มคำแนะนำดังนี้: กลุ่ม A (มาตรฐาน) ดื่มน้ำ/อาหารอ่อนได้หลัง 5 นาที, กลุ่ม B (NPO-30) งดทุกชนิด 30 นาที และ กลุ่ม C (งดอาหาร 4 ชม.) งดอาหาร 4 ชั่วโมง โดยทุกกลุ่มทานอาหารแข็งได้หลังครบ 4 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า 1) คำแนะนำหลังการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิชและระยะเวลามีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยความเข้มข้นฟลูออไรด์ในน้ำลายของกลุ่ม A ต่ำกว่ากลุ่ม B และ C ณ เวลา 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) การวิเคราะห์พื้นที่ใต้กราฟความเข้มข้นของฟลูออไรด์พบว่าค่าพื้นที่ใต้กราฟของกลุ่ม A ต่ำกว่ากลุ่ม B และ C ในช่วง 2 และ 4 ชั่วโมงแรก (AUC_{0-2h} และ AUC_{0-4h}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สรุปได้ว่าการงดน้ำและอาหารอย่างน้อย 30 นาที หรือการงดอาหาร 4 ชั่วโมง ช่วยรักษาความเข้มข้นและปริมาณฟลูออไรด์สะสมในน้ำลายได้สูงกว่าการปฏิบัติตามคำแนะนำมาตรฐานเดิม

คำสำคัญ: ฟลูออไรด์, พฤติกรรมหลังการเคลือบฟลูออไรด์, ฟลูออไรด์วาร์นิช

ข้อมูลการอ้างอิง: ชลธิชา จิตรองอาจ และ ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ. (2569). อิทธิพลของการดื่มน้ำและรับประทานอาหารหลังการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิชต่อระดับฟลูออไรด์ในน้ำลาย. *Procedia of Multidisciplinary Research, 4*(3), 11

บทนำ

โรคฟันผุยังคงเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญระดับโลก โดยพบฟันผุในฟันแท้ที่ไม่ได้รักษาในประชากรมากกว่า 2 พันล้านคน ส่วนในฟันน้ำนมยังคงเป็นโรคเรื้อรังที่พบบ่อยที่สุดในเด็ก โดยกระทบถึง 514 ล้านคนทั่วโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชากรในวงกว้าง (Qin et al., 2022; WHO, 2022) การจัดการโรคฟันผุในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นการรักษาแบบไม่รุกล้ำ (Non-invasive treatment) ผ่านวิธีการป้องกันที่หลากหลาย เช่น การเคลือบหลุมร่องฟันและการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันฟันผุจะเกิดขึ้นเมื่อสามารถรักษาความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในช่องปากให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง (Margolis Hc Fau-Moreno et al., 1986) ในบรรดาสารป้องกันฟันผุ ฟลูออไรด์วาร์นิชมีข้อได้เปรียบเหนือฟลูออไรด์ชนิดอื่น เช่น ฟลูออไรด์เจล เนื่องจากฟลูออไรด์วาร์นิชจะอยู่ในรูปของโซเดียมฟลูออไรด์ที่กระจายตัวอยู่ในโครงสร้างโรซิน (Rosin) ซึ่งมีคุณสมบัติยึดเกาะและแข็งตัวบนผิวเคลือบฟันเมื่อสัมผัสกับน้ำลาย ส่งผลให้ระยะเวลาการทำงานของฟลูออไรด์บนผิวฟันยาวนานกว่า (Chu & Lo, 2006) กลไกนี้ช่วยให้เกิดการปลดปล่อยไอออนฟลูออไรด์อย่างช้าๆ และส่งเสริมการสร้างแหล่งกักเก็บแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2) บนผิวฟันเพื่อยับยั้งการลุกลามของรอยโรคระยะเริ่มต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2017) แม้การยึดติดของชั้นวาร์นิชบนผิวฟันจะเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดความต่อเนื่องในการปลดปล่อยฟลูออไรด์ แต่ในปัจจุบันผลกระทบของพฤติกรรมภายหลังการรักษาต่อการคงระดับฟลูออไรด์ในช่องปากยังไม่ได้รับการศึกษาอย่างแน่ชัด นอกจากนี้ แนวทางปฏิบัติหลังการรักษาโดยหน่วยงานระดับสากล อาทิ NHS, EAPD และ Queensland Health ยังมีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านระยะเวลาการงดดื่มน้ำและการบริโภคอาหาร ความคลุมเครือของแนวทางปฏิบัตินี้อาจนำไปสู่การหลุดลอกของชั้นฟิล์มวาร์นิชก่อนเวลาอันควร ซึ่งอาจลดทอนการปลดปล่อยฟลูออไรด์และส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการรักษาทางคลินิก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของคำแนะนำหลังการรักษาที่แตกต่างกัน ต่อระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำลายในช่วงเวลา 4 ชั่วโมง (ที่เวลาเริ่มต้น, 40 นาที, 1, 2 และ 4 ชั่วโมง) รวมถึงปริมาณการได้รับฟลูออไรด์รวมในช่วงเวลาที่ศึกษา เพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดของการใช้ฟลูออไรด์วาร์นิชในทางปฏิบัติ

การทบทวนวรรณกรรม

กลไกการป้องกันฟันผุของฟลูออไรด์เกิดจากผลเฉพาะที่ที่ปรับสมดุลระหว่างการสูญเสียและการคืนกลับแร่ธาตุที่ผิวเคลือบฟัน โดยรูปแบบการออกฤทธิ์ขึ้นกับระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในช่องปาก เมื่อมีการใช้ฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงกว่า 100 ppm จะเกิดการตกตะกอนของแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2-like deposits) ในคราบจุลินทรีย์และรูพรุนของเคลือบฟัน ทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บฟลูออไรด์ซึ่งปล่อยฟลูออไรด์ออกมาในสภาวะกรด เพื่อลดการละลายแร่ธาตุและสนับสนุนการเกิดผลึกฟลูออโรอะพาไทต์ที่ทนกรดได้ดีกว่าเดิม (Buzalaf et al., 2011; Featherstone, 1999) นอกจากนี้ ฟลูออไรด์ในระดับความเข้มข้นต่ำอย่างต่อเนื่องยังมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุและยับยั้งการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์ ทำให้ความเสถียรของสมดุลแร่ธาตุที่ผิวฟันดีขึ้นในระยะยาว (Featherstone et al., 1990; Van Loveren, 1990)

ฟลูออไรด์วาร์นิชถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มระยะเวลาการสัมผัสของฟลูออไรด์กับผิวฟัน โดยใช้เมทริกซ์ของโรซิน (colophony-based matrix) เป็นตัวกักอนุภาคโซเดียมฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูง เมื่อวาร์นิชสัมผัสน้ำลาย ตัวทำละลายจะระเหยออกและเกิดชั้นฟิล์มบางที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำเคลือบอยู่บนผิวฟัน ส่งผลให้อนุภาคฟลูออไรด์ในชั้นวาร์นิชค่อยๆ ละลายอย่างช้าๆ และปลดปล่อยฟลูออไรด์ไอออนออกมาสู่สภาพแวดล้อมในช่องปากอย่างต่อเนื่อง ทำให้ระดับฟลูออไรด์เหนือกว่าระดับพื้นฐานได้นานขึ้นและเอื้อต่อการสร้าง CaF_2-like reservoirs บนผิวฟัน (American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2017; Fernández et al., 2014) การศึกษาเชิงจลนศาสตร์ของฟลูออไรด์ในน้ำลายพบว่า หลังการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิช ระดับฟลูออไรด์จะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 5-15 นาทีแรก

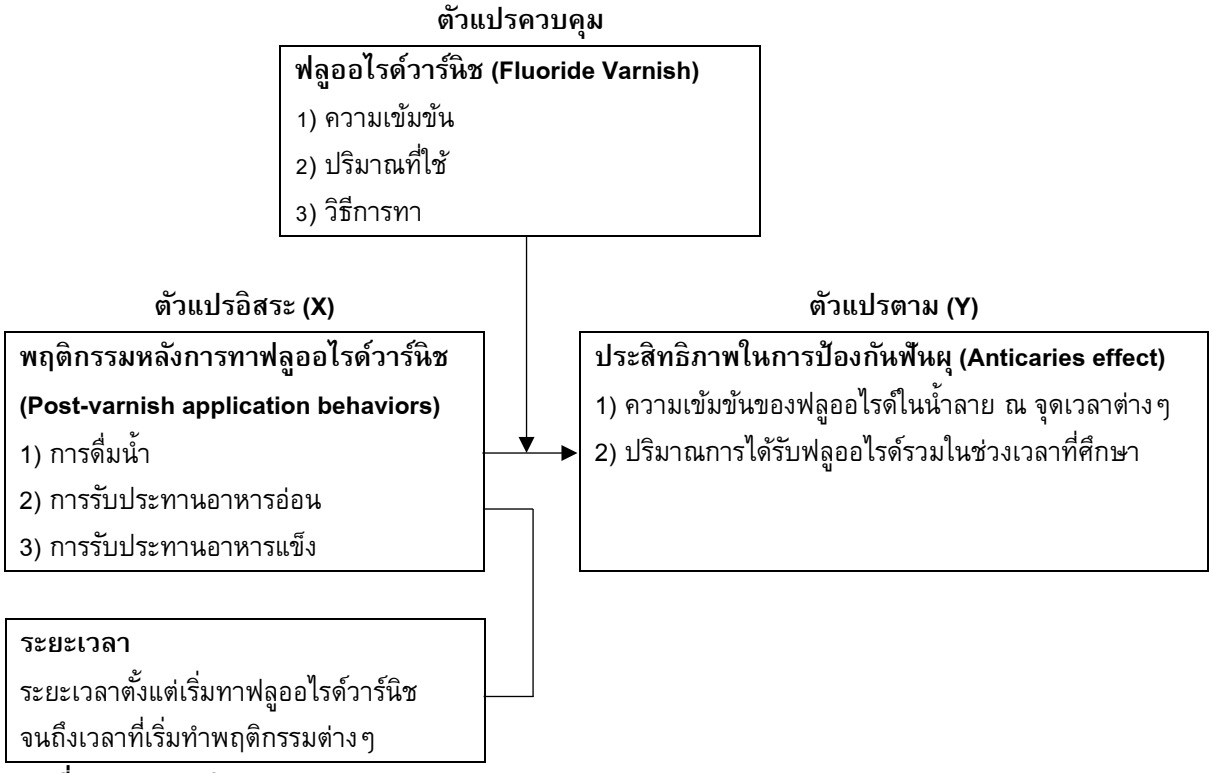
ก่อนจะลดลงอย่างรวดเร็วภายในชั่วโมงแรก แต่ยังคงสูงกว่าระดับพื้นฐานได้นานหลายชั่วโมงถึงหนึ่งวัน ขึ้นกับชนิดของวาร์นิชและองค์ประกอบของเมทริกซ์ที่ใช้ (Downey, 2013; Eakle et al., 2004; Pichaiaukrit et al., 2019) อย่างไรก็ตาม ระดับฟลูออไรด์ในน้ำลายหลังการเคลือบวาร์นิชไม่ได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวข้องกับความคงตัวของชั้นฟิล์มบนผิวฟัน เนื่องจากวาร์นิชไม่ได้ยึดติดกับเคลือบฟันอย่างถาวร พฤติกรรมภายหลังการรักษา เช่น การบดเคี้ยวอาหารหรือการแปรงฟัน อาจมีส่วนทำให้ชั้นวาร์นิชสูญเสียออกจากผิวฟันเร็วยิ่งขึ้นและลดระยะเวลาการปลดปล่อยฟลูออไรด์ลงได้ แนวทางปฏิบัติจากหลายหน่วยงานจึงแนะนำให้หลีกเลี่ยงอาหารแข็งและการแปรงฟันในช่วงชั่วโมงแรกหลังการรักษา เพื่อช่วยคงชั้นวาร์นิชบนผิวฟันให้นานที่สุด (Du et al., 2012; Marinho, 2009; Marinho et al., 2013) ถึงแม้ว่าหน่วยงานระดับสากล เช่น NHS, EAPD และ Queensland Health จะให้คำแนะนำหลังการเคลือบวาร์นิชที่มีจุดมุ่งหมายคล้ายกันในการลดการรบกวนทางกลของชั้นวาร์นิชในช่วงต้น แต่รายละเอียดของคำแนะนำ เช่น ระยะเวลาที่ควรงดดื่มน้ำหรือบริโภคอาหาร และชนิดอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง กลับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Queensland, 2023; Toumba et al., 2019)

สมมติฐานการวิจัย

1) ไม่มีความแตกต่างกันของความเข้มข้นฟลูออไรด์ในน้ำลาย ณ ช่วงเวลาต่างๆ ระหว่างคำแนะนำเรื่องการดื่มน้ำและรับประทานอาหารหลังการเคลือบฟลูออไรด์ที่ต่างกัน

2) ไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณการได้รับฟลูออไรด์รวมในช่วงเวลาที่ศึกษา ระหว่างคำแนะนำเรื่องการดื่มน้ำและรับประทานอาหารหลังการเคลือบฟลูออไรด์ที่ต่างกัน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองทางคลินิกแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมแบบไขว้กลุ่ม 3 ขา เพื่อประเมินการคงอยู่ของฟลูออไรด์ในน้ำลายภายหลังการทาฟลูออไรด์วาร์นิช ร้อยละ 5 โซเดียมฟลูออไรด์ (Duraphat®) ภายใต้คำแนะนำหลังการรักษาที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 23 คน อายุ 18-35 ปี อาศัยอยู่ใน

กรุงเทพมหานคร มีจำนวนฟันแท้และอัตราการไหลของน้ำลายตามเกณฑ์ที่กำหนด อาสาสมัครทุกคนได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยที่ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลข HREC-DCU 2024-036 ในระยะนำร่อง 7 วันก่อนเริ่มการทดลองและตลอดช่วงเวลาศึกษา อาสาสมัครทุกคนได้รับยาสีฟันมาตรฐานชนิดผสมฟลูออไรด์ (Colgate® Cavity Protection, 1450 ppm ฟลูออไรด์จากโซเดียมฟลูออไรด์; Colgate Palmolive, Thailand) และแปรงสีฟันขนนุ่ม พร้อมคำแนะนำให้แปรงฟันวันละสองครั้งในตอนเช้าและก่อนนอน โดยห้ามใช้ผลิตภัณฑ์ดูแลช่องปากอื่นที่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์เพิ่มเติม เช่น น้ำยาบ้วนปากหรือยาสีฟันชนิดอื่นตลอดระยะเวลาการศึกษา เพื่อจำกัดแหล่งฟลูออไรด์ภายนอกให้สม่ำเสมอมากที่สุด ในเช้าวันที่มีการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิช อาสาสมัครได้รับคำแนะนำไม่ให้แปรงฟัน (การแปรงฟันครั้งสุดท้ายเกิดขึ้นในคืนก่อนหน้าด้วยยาสีฟันมาตรฐานดังกล่าว) และให้งดใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีฟลูออไรด์หรือดื่มเครื่องดื่มที่มีฟลูออไรด์สูง เช่น ชา กาแฟ เป็นต้น อย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำลายที่จุดเวลาเริ่มต้น (Baseline) เพื่อลดความแปรปรวนของระดับฟลูออไรด์เริ่มต้นในแต่ละรอบการทดลอง ก่อนเริ่มแต่ละรอบ มีการทบทวนประวัติทางการแพทย์และตรวจสภาพช่องปากและเนื้อเยื่ออ่อนเพื่อยืนยันว่าไม่มีรอยโรคหรือความผิดปกติใหม่ที่อาจมีผลต่อการไหลของน้ำลายหรือเป็นข้อห้ามของการเคลือบฟลูออไรด์

อาสาสมัครแต่ละคนต้องเข้ารับการทดลองครบทั้ง 3 เงื่อนไขคำแนะนำ โดยลำดับการทดลองเป็นแบบสุ่มและมีระยะพัก (Washout period) 14 วัน ในแต่ละรอบการทดลองจะมีการทาฟลูออไรด์วาร์นิชปริมาณประมาณ 0.5 มิลลิลิตร บนผิวฟันทุกซี่ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยอาสาสมัครจะได้รับคำแนะนำหลังการรักษาที่ต่างกันใน 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) กลุ่มมาตรฐาน (A): อาสาสมัครสามารถดื่มน้ำและรับประทานอาหารอ่อนได้ตอน 5 นาทีหลังเคลือบฟลูออไรด์ 2) กลุ่มงดน้ำและอาหาร 30 นาที (B): อาสาสมัครเริ่มดื่มน้ำและอาหารอ่อนได้ตอน 30 นาที และ 3) กลุ่มงดอาหาร 4 ชั่วโมง (C): อาสาสมัครงดรับประทานจนถึง 4 ชั่วโมง โดยทุกกลุ่มจะได้รับอนุญาตให้รับประทานอาหารแข็งได้หลังจากผ่านไป 4 ชั่วโมง กระบวนการเก็บข้อมูลดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างน้ำลายขณะพักด้วยวิธี Passive drooling เป็นเวลา 5 นาที ณ จุดเวลาเริ่มต้นก่อนเคลือบฟลูออไรด์ (Baseline) และที่เวลา 40 นาที, 1, 2 และ 4 ชั่วโมงหลังการทา ตัวอย่างน้ำลายจะถูกนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ (ppmF) ด้วยเครื่องวัดไอออนจำเพาะฟลูออไรด์ (Fluoride Ion Selective Electrode) โดยทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลความเข้มข้นฟลูออไรด์จะถูกแปลงค่าเป็น Log-transformed เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ และวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ด้วย Mixed-effects Linear Regression โดยกำหนดให้อาสาสมัครเป็นตัวแปรสุ่ม (Random effect) พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบรายคู่ของค่า Estimated Marginal Means (EMMs) ด้วยวิธี Bonferroni ในขณะที่ปริมาณฟลูออไรด์สะสมในช่วงเวลาที่ศึกษาซึ่งแสดงในรูปแบบของพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) จะถูกเปรียบเทียบระหว่างเงื่อนไขด้วย Repeated Measures ANOVA โดยกำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีอาสาสมัครเข้าร่วมการทดลองจนเสร็จสิ้นกระบวนการรวมทั้งหมด 23 คน โดยไม่พบอาการไม่พึงประสงค์ใดๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ปริมาณของฟลูออไรด์วาร์นิชที่ทาไม่มีผลต่อระดับฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่ได้นำปัจจัยนี้มาพิจารณาในโมเดลการวิเคราะห์ขั้นต่อไป โดยผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุแสดงดังหัวข้อด้านล่าง

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำลาย

จากตารางที่ 1 พบว่า 1) รูปแบบคำแนะนำหลังการทาฟลูออไรด์วาร์นิช และเวลา มีผลต่อระดับฟลูออไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) จากตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1 พบว่า 2) ระดับความเข้มข้นเริ่มต้น (Baseline) ของทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน และภายหลังการเคลือบฟลูออไรด์ ระดับฟลูออไรด์ในน้ำลายพุ่งสูงขึ้นและแตะระดับสูงสุดที่เวลา

40 นาที ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน และค่อยๆ ลดระดับลงตามลำดับเวลา โดยที่เวลา 2 และ 4 ชั่วโมง กลุ่มคำแนะนำ B และ C มีระดับฟลูออไรด์สูงกว่ากลุ่มคำแนะนำ A อย่างมีนัยสำคัญ

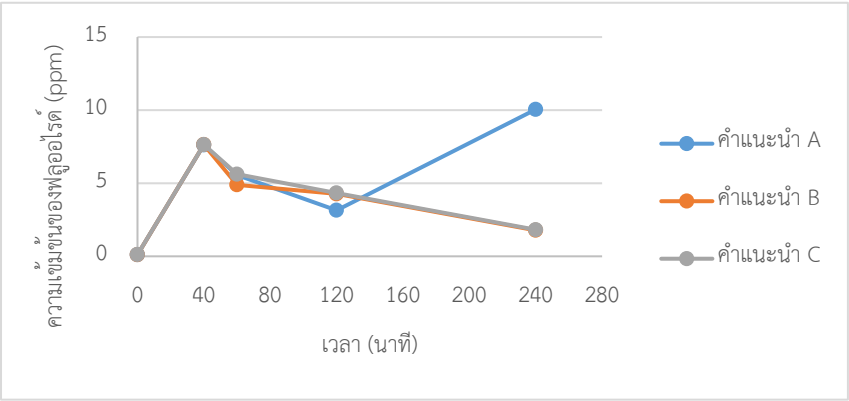
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำลาย (Mixed-effects Analysis)

ตัวประมาณการ	df	F	p-value
ค่าคงที่	1 / 527	0.125	0.724
คำแนะนำหลังการทาฟลูออไรด์วาร์นิช	2 / 507.28	15.444	<0.001
ปริมาณฟลูออไรด์ที่ใช้	1 / 520.988	0.185	0.667
ปัจจัยเวลา	7 / 505.152	2255.1	<0.001
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคำแนะนำและเวลา (treatment * time_fac)	14 / 505.152	4.749	<0.001

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยประมาณ (estimated marginal mean; EMM) ของความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำลาย ณ จุดเวลาต่างๆ

คำแนะนำ	เวลา				
	Baseline	40 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
A (มาตรฐาน)	0.11^{A}	7.62^{A}	5.55^{A}	3.15^{A}	10.05^{A}
B (งดน้ำ/ อาหาร 30 นาที)	0.11^{A}	7.64^{A}	4.89^{A}	4.27^{B}	1.78^{B}
C (งดอาหาร 4 ชั่วโมง)	0.12^{A}	7.64^{A}	5.62^{A}	4.33^{B}	1.82^{B}
P-value	1	1	ns	<0.001	<0.001

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$), ns = ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความเข้มข้นฟลูออไรด์เฉลี่ยประมาณในน้ำลาย สำหรับคำแนะนำหลังการทาฟลูออไรด์ทั้งสามแบบ (A, B และ C) ที่ Baseline (0 นาที) และที่ 40 นาที, 1, 2 และ 4 ชั่วโมงหลังการทา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการได้รับฟลูออไรด์สะสม (Area Under the Curve: AUC)

จากตารางที่ 3 พบว่า 1) ค่าพื้นที่ใต้กราฟในช่วง 0-2 ชั่วโมง ($AUC_{0\text{-}2h}$) ของกลุ่มคำแนะนำ C (79.36 ± 6.24) มีค่าสูงกว่ากลุ่มคำแนะนำ A (72.99 ± 8.71) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.038$) 2) เมื่อพิจารณาค่าพื้นที่ใต้กราฟในช่วงเวลา $AUC_{0\text{-}4h}$ พบว่ากลุ่มคำแนะนำ B และ C มีค่าสูงกว่ากลุ่มคำแนะนำ A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มคำแนะนำ B และ C ในทุกช่วงเวลาที่ศึกษา ซึ่งแสดงให้

เห็นว่ารูปแบบคำแนะนำที่เข้มงวดกว่า (B และ C) ช่วยให้ได้รับปริมาณฟลูออไรด์สะสมในน้ำลายได้มากกว่าคำแนะนำมาตรฐาน (A) ในช่วง 4 ชั่วโมงแรกหลังการรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 พื้นที่ใต้กราฟความเข้มข้นฟลูออไรด์-เวลา (Area Under the Curve: AUC)

คำแนะนำ	AUC_{0-1h}	AUC_{0-2h}	AUC_{0-4h}
A	35.68 ± 4.42[1]	72.99 ± 8.71[1]	104.23 ± 28.43[1]
B	36.85 ± 3.19[1]	76.43 ± 6.75[12]	129.29 ± 190.04[2]
C	37.81 ± 30.03[1]	79.36 ± 6.24[2]	1330.03 ± 17.87[2]
P value	ns	0.038	<0.001

หมายเหตุ: ตัวเลขตัวยกที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$), ns = ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบคำแนะนำหลังการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิชและปัจจัยด้านเวลามีอิทธิพลร่วมกันต่อระดับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยก่อนทาฟลูออไรด์วาร์นิช (Baseline) ทุกกลุ่มมีระดับฟลูออไรด์ใกล้เคียงกัน แต่ภายหลังการเคลือบจะพบการเพิ่มขึ้นของฟลูออไรด์อย่างรวดเร็วและแตะระดับสูงสุดที่เวลา 40 นาทีในทุกกลุ่มคำแนะนำ ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐานของการปลดปล่อยฟลูออไรด์ในน้ำลายหลังการใช้ฟลูออไรด์วาร์นิช (Downey, 2013; Eakle et al., 2004) แม้ระดับฟลูออไรด์จะค่อยๆ ลดลงตามลำดับเวลาในทุกกลุ่มคำแนะนำ แต่อย่างไรก็ตาม ณ ชั่วโมงที่ 2 และ 4 กลุ่มที่ได้รับคำแนะนำให้งดน้ำและอาหาร 30 นาที (กลุ่ม B) และกลุ่มที่งดอาหาร 4 ชั่วโมง (กลุ่ม C) สามารถคงระดับฟลูออไรด์ในน้ำลายได้สูงกว่ากลุ่มคำแนะนำมาตรฐานที่รับประทานได้ทันที (กลุ่ม A) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zero et al. (1992) และ Sjögren & Birkhed (1993) ที่พบว่า การรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำทันทีหลังการใช้ฟลูออไรด์จะเร่งอัตราการกำจัดฟลูออไรด์ออกจากช่องปาก (Fluoride clearance) ผ่านการกลืนและการชะล้างด้วยน้ำลาย รวมถึงการเสียดสีทางกล (Mechanical removal) ซึ่งส่งผลให้ฟลูออไรด์วาร์นิชหลุดลอกก่อนกำหนด (Sjögren & Birkhed, 1994; Zero et al., 1992) ดังนั้นความเข้มงวดของคำแนะนำในการปฏิบัติตัวจึงมีผลต่อการคงอยู่ของฟลูออไรด์ในช่องปาก ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุตามแนวคิดของ Featherstone (1999) และ Cury and Tenuta (2008) ที่ระบุว่าประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุของฟลูออไรด์ขึ้นอยู่กับการรักษาความเข้มข้นในสภาวะของเหลวรอบผิวฟันไว้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งฟลูออไรด์อิสระเหล่านี้ได้รับแรงขับเคลื่อนจากการปลดปล่อยของแหล่งกักเก็บ (Reservoirs) ในไบโอฟิล์มและบนผิวเคลือบฟัน มากกว่าผลจากการพุ่งสูงขึ้นของระดับฟลูออไรด์เพียงชั่วคราวในช่วงแรก (Cury & Tenuta, 2008; Featherstone, 1999)

ปริมาณการได้รับฟลูออไรด์สะสม (Area Under the Curve: AUC) ในช่วง 4 ชั่วโมงแรก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามรูปแบบคำแนะนำ ($p < 0.05$) โดยกลุ่ม B และ C มีค่า AUC สูงกว่ากลุ่ม A สะท้อนให้เห็นว่า การจำกัดพฤติกรรมการบริโภคช่วยเพิ่มระดับฟลูออไรด์ในช่องปาก (Bioavailability) อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่พบว่า กลุ่ม C (งดอาหาร 4 ชั่วโมง) มีค่า AUC_{0-2h} สูงที่สุด (79.36 ±6.24) เมื่อเทียบกับกลุ่มมาตรฐาน (72.99 ±8.71) ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้ตามแนวคิดของ Rølla and Saxegaard (1990) และ Tenuta et al. (2008) ที่อธิบายว่า การปล่อยให้ชั้นวาร์นิชยึดเกาะกับผิวฟันได้นานขึ้นจะส่งเสริมการสร้างแหล่งกักเก็บลักษณะคล้ายแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2-like reservoirs) ทั้งบนเคลือบฟันและในคราบจุลินทรีย์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นคลังสำรองที่คอยปลดปล่อยฟลูออไรด์อิสระออกมาในน้ำลายอย่างต่อเนื่อง (Rölla & Saxegaard, 1990; Tenuta et al., 2008)

นอกจากนี้ การที่ผลการวิจัยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม B และ C ในทุกช่วงเวลาที่ศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Naumova et al. (2016) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า หากชั้นวาร์นิชสามารถผ่านช่วงเวลาสำคัญของการยึดเกาะในระยะแรกไปได้ ปริมาณฟลูออไรด์จะเข้าสู่จุดอิ่มตัวในแหล่งกักเก็บและมีระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งส่งผลให้การปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาสู่น้ำลายมีปริมาณไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษานี้จึงยืนยันได้ว่าพฤติกรรมหลังการรักษา โดยเฉพาะในช่วง 30 นาทีแรก เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรักษาความเข้มข้นของฟลูออไรด์ให้อยู่ในระดับที่ยับยั้งการละลายตัวของแร่ธาตุ (0.03-0.05 ppm) ได้ยาวนานขึ้น ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จทางคลินิกของการรักษาด้วยฟลูออไรด์วาร์นิช

นอกจากนี้ การที่ไม่พบความแตกต่างของระดับฟลูออไรด์ระหว่างกลุ่ม B และ C ในทุกช่วงเวลาที่ศึกษา อาจสะท้อนว่าการงดน้ำและอาหารเพียง 30 นาทีเพียงพอให้วาร์นิชยึดเกาะและสร้างแหล่งกักเก็บฟลูออไรด์ลักษณะคล้าย CaF_2 บนผิวฟันและในคราบจุลินทรีย์จนถึงระดับใกล้อิ่มตัวแล้ว หลังจากผ่านระยะวิกฤตนี้การปลดปล่อยฟลูออไรด์จากแหล่งกักเก็บจะเกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปและค่อนข้างคงที่ ทำให้การยืดระยะเวลางดอาหารออกไปถึง 4 ชั่วโมงไม่ได้เพิ่มระดับฟลูออไรด์ในน้ำลายอย่างมีนัยสำคัญเพิ่มเติม แนวโน้มนี้สอดคล้องกับรายงานของ Naumova et al. ที่แสดงว่าหลังผ่านระยะเริ่มต้นไปแล้ว ระดับฟลูออไรด์จากวาร์นิชมีรูปแบบการปลดปล่อยที่ค่อนข้างคงที่ (Naumova et al., 2016) และสนับสนุนผลการศึกษาของ Watson และคณะซึ่งชี้ให้เห็นว่าการแทรกซึมของฟลูออไรด์เข้าสู่ biofilm ชั้นลึกต้องอาศัยระยะเวลาสัมผัสอย่างน้อยประมาณ 30 นาที เพื่อให้เกิดการกระจายตัวอย่างทั่วถึงภายในไบโอฟิล์ม (Watson et al., 2005)

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการวิจัย

จากผลการศึกษาปัจจัยรูปแบบคำแนะนำหลังการรักษาที่มีผลต่อความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในน้ำลายภายหลังการทาฟลูออไรด์วาร์นิช ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ควรแนะนำให้ผู้ป่วยงดน้ำและอาหารอย่างน้อย 30 นาที หลังการเคลือบฟลูออไรด์วาร์นิชแทนการอนุญาตให้รับประทานได้ทันที เพื่อรักษาความเข้มข้นของฟลูออไรด์ให้สูงเพียงพอต่อการยับยั้งการละลายตัวของแร่ธาตุ

2) ควรเน้นย้ำการหลีกเลี่ยงอาหารแข็งหรือกิจกรรมที่เกิดการเสียดสีทางกล (เช่น การแปรงฟัน) ในช่วง 4 ชั่วโมงแรก เพื่อส่งเสริมการสร้างแหล่งกักเก็บฟลูออไรด์ (CaF_2-like reservoirs) และเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุระยะยาว

3) สำหรับผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อฟันผุสูง (High caries risk) การแนะนำให้งดอาหารแข็งหรืออาหารที่อาจทำให้วาร์นิชหลุด เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (โดยยังสามารถจิบน้ำได้หลัง 30 นาที) อาจเป็นทางเลือกที่ช่วยเพิ่มค่าความเข้มข้นสะสม (AUC) ของฟลูออไรด์ให้สูงสุดตามผลการทดลองในกลุ่ม C

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในอนาคตควรศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อฟันผุสูง เช่น เด็กปฐมวัย หรือผู้ที่มีภาวะปากแห้ง (Xerostomia) เพื่อประเมินว่าความแตกต่างของปริมาณน้ำลายและสภาพแวดล้อมในช่องปาก ส่งผลต่ออัตราการชะล้างฟลูออไรด์และประสิทธิภาพของคำแนะนำอย่างไร นอกจากนี้ ควรเพิ่มการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออไรด์ในคราบจุลินทรีย์ (Biofilm) และบนผิวฟันในช่วงเวลาที่นานขึ้น (เช่น 1-2 สัปดาห์) เพื่อยืนยันผลกระทบของพฤติกรรมการบริโภคช่วง 4 ชั่วโมงแรก ที่มีต่อความคงตัวของแหล่งกักเก็บฟลูออไรด์ (Fluoride reservoirs) ในระยะยาว

อีกทั้ง การศึกษาระดับฟลูออไรด์ในน้ำลายและในคราบจุลินทรีย์ในระยะต้นภายหลังการเคลือบวาร์นิช (ประมาณ 5-15 นาทีแรก) ควบคู่กับการประเมินการชะล้างของฟลูออไรด์จากน้ำลาย อาจช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของความเข้มข้นฟลูออไรด์ในน้ำลายกับปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกกักเก็บไว้ในคราบจุลินทรีย์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจมีความสำคัญต่อการอธิบายศักยภาพการป้องกันฟันผุในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

American Dental Association Council on Scientific Affairs. (2017). *Professionally applied topical fluoride: Evidence-based clinical recommendations. Fluoride varnish and SDF background report*. Retrieved from https://www.ada.org/-/media/project/ada-organization/ada/ada-org/files/resources/research/ppr_varnishsdf_nov2017.pdf.

Buzalaf, M. A. R., Pessan, J. P., Honório, H. M., & ten Cate, J. M. (2011). Mechanisms of action of fluoride for caries control. In *Monographs in Oral Science* (Vol. 22, pp. 97-114).

Chu, C. H., & Lo, E. C. (2006). *A review of sodium fluoride varnish*. (0363-6771 (Print)).

Cury, J. A., & Tenuta, L. M. A. (2008). How to maintain a cariostatic fluoride concentration in the oral environment. *Advances in Dental Research, 20*(1), 13-16.

Downey, D. L. (2013). *Fluoride levels in unstimulated whole saliva following clinical application of different 5% NaF varnishes University of Michigan*.

Du, M., Cheng, N., Tai, B., Jiang, H., Li, J., & Bian, Z. (2012). Randomized controlled trial on fluoride varnish application for treatment of white spot lesion after fixed orthodontic treatment. *Clin Oral Investig, 16*(2), 463-468.

Eakle, W. S., Featherstone, J. D. B., Shariati, M., & Billings, R. J. (2004). Salivary fluoride levels following application of fluoride varnish or fluoride rinse. *Community Dentistry and Oral Epidemiology, 32*(6), 462-469.

Featherstone, J. D. (1999). Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol, 27*(1), 31-40.

Featherstone, J. D., Glena, R., Shariati, M., & Shields, C. P. (1990). Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res, 69 Spec No, 620-625*; discussion 634-626.

Fernández, C. E., Tenuta, L. M., Zárate, P., & Cury, J. A. (2014). Insoluble NaF in Duraphat® may prolong fluoride reactivity of varnish retained on dental surfaces. *Braz Dent J, 25*(2), 160-164.

Margolis Hc Fau-Moreno, E. C., Moreno Ec Fau-Murphy, B. J., & Murphy, B. J. (1986). *Effect of low levels of fluoride in solution on enamel demineralization in vitro*. (0022-0345 (Print)).

Marinho, V. C. (2009). Cochrane reviews of randomized trials of fluoride therapies for preventing dental caries. *European Archives of Paediatric Dentistry, 10*(3), 183-191.

Marinho, V. C., Worthington, H. V., Walsh, T., & Clarkson, J. E. (2013). Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7), CD002279.

Naumova, E. A., Kjellberg, A., Gaengler, P., Zimmer, S., Arnold, W. H., & Deusch, O. (2016). Dynamics of fluoride bioavailability in the biofilms of different oral surfaces after amine fluoride and sodium fluoride application. *Scientific Reports, 6*, 18729.

Pichaiaukrit, W., Thamrongananskul, N., Siralertmukul, K., & Swasdison, S. (2019). *Fluoride varnish containing chitosan demonstrated sustained fluoride release*. (1881-1361 (Electronic)).

Qin, X., Zi, H., & Zeng, X. (2022). Changes in the global burden of untreated dental caries from 1990 to 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease study. *Heliyon, 8*(9), e10714.

Queensland, H. (2023). *Fluoride varnish: guideline for use in Queensland Health facilities*. Retrieved from https://www.health.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0027/147663/qh-gdl-410.pdf.

Rölla, G., & Saxegaard, E. (1990). Role of calcium fluoride in caries inhibition. *Journal of Dental Research, 69*(Spec Iss), 780-785.

Sjögren, K., & Birkhed, D. (1994). Effect of various post-brushing activities on salivary fluoride concentration after toothbrushing with a sodium fluoride dentifrice. *Caries Research, 28*(2), 127-131.

Tenuta, L. M. A., Cerezetti, R. V., Del Bel Cury, A. A., Tabchoury, C. P. M., & Cury, J. A. (2008). Fluoride release from CaF_2 and enamel demineralization. *Journal of Dental Research, 87*(11), 1032-1036.

Toumba, K. J., Twetman, S., Splieth, C., Parnell, C., van Loveren, C., & Lygidakis, N. (2019). Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent, 20*(6), 507-516.

Van Loveren, C. (1990). The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition. *J Dent Res, 69 Spec No, 676-681*; discussion 682-673.

Watson, P. S., Pontefract, H. A., Devine, D. A., Shore, R. C., Nattress, B. R., Kirkham, J., & Robinson, C. (2005). Penetration of Fluoride into Natural Plaque Biofilms. *Journal of Dental Research, 84*(5), 451-455.

WHO. (2022). *Global oral health status report: Towards universal health coverage for oral health by 2030*. Retrieved from https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484

Zero, D. T., Fu, J., Espeland, M. A., & Featherstone, J. D. B. (1992). Fluoride concentrations in plaque, whole saliva, and ductal saliva after application of home-use topical fluorides. *Journal of Dental Research, 71*(11), 1768-1775.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Copyright: © 2026 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).