

ผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่ต่อการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของรอยผุบนด้านประชิด: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

อณิพิชญ์ ทรงกิตติพิศาล¹ ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ²

Received: February 20, 2019

Revised: April 10, 2019

Accepted: April 24, 2019

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่ต่อการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของรอยผุบนด้านประชิด

วัสดุและวิธีการ: นำฟันกรามน้อยของมนุษย์จำนวน 96 ซี่ ที่มีรอยผุระยะเริ่มแรกทางด้านประชิดมาจำลองให้มีจุดสัมผัสระหว่างฟันแบ่งฟันเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว (FTP) กลุ่มที่ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน 2 ครั้ง/วัน (226 ppm FR), ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 900 ส่วนในล้านส่วน 1 ครั้ง/สัปดาห์ (900 ppm FR), และร่วมกับฟลูออไรด์วาร์นิช (FV) ฟันตัวอย่างถูกนำเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสเป็นเวลา 30 วัน วัดค่าความเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนส์ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟก่อนและหลังการทดลอง

ผลการศึกษา: กลุ่ม 226 ppm FR และกลุ่ม 900 ppm FR มีการเปลี่ยนแปลงของค่าร้อยละความต่างของฟลูออเรสเซนส์และค่าปริมาตรรอยผุน้อยกว่ากลุ่ม FV และ กลุ่ม FTP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และกลุ่ม 226 ppm FR มีขนาดพื้นที่ผิวรอยผุเพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุป: การใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน มีผลในการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุจากรอยผุระยะเริ่มแรกมากที่สุด

คำสำคัญ: การสูญเสียแร่ธาตุ; คิวแอลเอฟ; ฟลูออไรด์; รอยผุด้านประชิด

¹ นิสิตทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

² อาจารย์ คร. สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

บทนำ

โรคฟันผุเป็นโรคที่มีความชุกสูงทั้งในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยรวมและคุณภาพชีวิตของเด็ก¹ รอยผุเกิดจากการเสียสมดุล

ระหว่างกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) และกระบวนการคืนแร่ธาตุ (remineralization) ภายในช่องปาก โดยเมื่อเกิดการสูญเสียแร่ธาตุออกจากผิวฟันอย่างต่อเนื่องจะเกิดเป็น

รอยผุระยะเริ่มแรกที่ยังไม่เป็นโพรงรูขึ้น รอยผุระยะนี้สามารถถูกยับยั้งหรือผันกลับได้หากมีการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคืนแร่ธาตุ^{2,3} การจัดการรอยผุในปัจจุบันจึงเน้นการตรวจหารอยผุให้พบตั้งแต่ระยะเริ่มแรก ชะลอการสูญเสียแร่ธาตุ และกระตุ้นให้เกิดการคืนแร่ธาตุกลับเข้าสู่ผิวฟัน เพื่อหยุดยั้งไม่ให้รอยผุดำเนินต่อไปจนกระทั่งเกิดเป็นโพรงรูซึ่งจำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยการบูรณะ⁴

อย่างไรก็ตามการตรวจหารอยผุในระยะเริ่มแรกจะทำได้ยากในด้านประชิดของฟัน การตรวจทางคลินิกมักจะพบรอยผุด้านประชิดต่อเมื่อรอยโรคลุกลามจนกระทั่งเกิดการแตกของสันริมฟัน (marginal ridge) และเกิดเป็นโพรงรูขนาดใหญ่ขึ้น ตำแหน่งด้านประชิดยังเป็นบริเวณที่ทำความสะอาดได้ยาก เมื่อเกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ที่ได้ต่อจุดสัมผัสระหว่างฟัน เชื้อจุลินทรีย์จึงมีโอกาสเกาะติดได้นาน นอกจากนี้บริเวณด้านประชิดยังมีการสัมผัสกับน้ำลายซึ่งเป็นแหล่งของแร่ธาตุในการคืนแร่ธาตุได้น้อยกว่าผิวฟันบริเวณอื่นอีกด้วย^{5,6} ด้านประชิดของฟันจึงเป็นบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดรอยผุสูง

คิวแอลเอฟ (QLF; Quantitative light-induced fluorescence) เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจหาและติดตามการเปลี่ยนแปลงของรอยผุโดยอาศัยคุณสมบัติการเรืองแสงฟลูออเรสเซนส์ตามธรรมชาติของฟันมนุษย์เมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยแสงสีฟ้า⁷ เมื่อโครงสร้างฟันมีการสูญเสียแร่ธาตุออกไป บริเวณดังกล่าวจะเกิดเป็นช่องว่างขึ้นหรือถูกแทนที่ด้วยน้ำ ทำให้แสงที่ส่องผ่านลงไปเกิดการหักเหแตกต่างจากบริเวณผิวฟันปกติ

ส่งผลให้ปริมาณฟลูออเรสเซนส์ที่ถูกปลดปล่อยออกมามีค่าลดลง โดยหากบริเวณใดมีค่าของฟลูออเรสเซนส์ลดลงมากกว่าร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับบริเวณผิวฟันปกติ เครื่องคิวแอลเอฟจะพิจารณาว่าบริเวณนั้นมีการสูญเสียแร่ธาตุเกิดขึ้น และโปรแกรมจะแสดงผลออกมาเป็นค่าเชิงปริมาณ⁸ ปัจจุบันมีการศึกษาทั้งทางห้องปฏิบัติการและทางคลินิกที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องคิวแอลเอฟมีความไวและความจำเพาะที่ดีในการตรวจรอยผุนด้านผิวเรียบของฟัน^{9, 10}

ฟลูออไรด์เป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุและส่งเสริมการคืนแร่ธาตุเข้าสู่ผิวฟัน สามารถช่วยยับยั้งการลุกลามของรอยผุระยะเริ่มแรก¹¹ ส่งเสริมการคืนแร่ธาตุเข้าสู่รอยผุระยะเริ่มแรก^{12, 13} และมีผลเพิ่มความแข็งแรงของผิวเคลือบฟันได้¹⁴ ฟลูออไรด์จึงถูกนำมาใช้ในการป้องกันและรักษารอยผุระยะเริ่มแรกโดยอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เฉพาะที่ชนิดต่าง ๆ เช่น ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก เจล เป็นต้น การแปรงฟันโดยใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นการป้องกันฟันผุพื้นฐานที่แนะนำสำหรับประชากรไทยทุกช่วงวัย¹⁵ อย่างไรก็ตามการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ในรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มเติมจากการแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์จะมีความสำคัญในประชากรกลุ่มที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง เช่น ผู้ที่มีพฤติกรรมทานอาหารระหว่างมื้อมากกว่า 2 ครั้งต่อวัน ผู้ที่ใช้เครื่องมือจัดฟัน ผู้ที่มีภาวะน้ำลายหลั่งน้อย เป็นต้น การศึกษาที่พบว่าการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ร่วมกันมากกว่า 1 ชนิดมีผลช่วยเพิ่มการคืนแร่ธาตุสู่ผิวฟัน¹⁶

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เฉพาะที่ให้เลือกใช้หลากหลายรูปแบบ ฟลูออไรด์เฉพาะที่ชนิดใช้เองที่บ้านที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ น้ำยาบ้วนปาก ฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งแนะนำให้ใช้เป็นประจำทุกวันและมีวางขายทั่วไปในท้องตลาด นอกจากนี้ยังมีน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 900 ส่วนในล้านส่วน ที่ต้องสั่งจ่ายโดยทันตแพทย์และแนะนำให้ใช้เพียงสัปดาห์ละครั้งหรือสองสัปดาห์ต่อครั้ง ส่วนฟลูออไรด์เฉพาะที่ชนิดที่ทันตแพทย์ใช้ในคลินิกทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง ได้แก่ ฟลูออไรด์วาร์นิช ซึ่งมีฟลูออไรด์สูงถึง 22,600 ส่วนในล้านส่วน

อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของฟลูออไรด์เฉพาะที่แต่ละชนิดในการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิดยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด และยังไม่มีการศึกษาใดที่เปรียบเทียบผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่ชนิดต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของรอยผุที่เกิดขึ้นจริงในช่องปากบนด้านประชิดที่มีระดับความลึกอยู่ในชั้นเคลือบฟัน จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลทางห้องปฏิบัติการของน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 และ 900 ส่วนในล้านส่วน และฟลูออไรด์วาร์นิช ในการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิดที่มีระดับความลึกอยู่ในชั้นเคลือบฟัน เมื่อใช้เสริมกับการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน

วัตถุประสงค์และวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในห้องปฏิบัติการครั้งนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (หมายเลขพิจารณาจริยธรรม 2016-081)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ฟันกรามน้อยที่มีรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิด ซึ่งได้รับการถอนด้วยเหตุผลทางทันตกรรมจัดฟัน โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า : รอยผุบนด้านประชิดนั้นเมื่อตรวจด้วยสายตาพบว่าอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 ตามเกณฑ์ ICDAS II¹⁷

เกณฑ์การคัดออก : 1. ฟันที่มีความผิดปกติจากการสร้างฟัน มีรอยแตก ร้าว หรือเคยผ่านการบูรณะด้านประชิด รวมทั้งฟันที่มีรอยผุบริเวณอื่น ๆ ของตัวฟัน และ 2. เมื่อตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีชนิดไบทวิง (bitewing) พบว่ารอยผุมีความลึกเกินกว่าระดับรอยต่อของชั้นเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟัน (dentin-enamel junction)

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

นำฟันตัวอย่างมาทำความสะอาดโดยการขัดเศษเนื้อเยื่อต่าง ๆ ออกและขัดฟันด้วยผงขัดฟิวมิส (pumice) แล้วทาน้ำยาทาเลือบสีให้ทั่วพื้นผิวฟัน ยกเว้นผิวเคลือบฟันด้านที่มีรอยผุ นำฟันตัวอย่างแต่ละชิ้นมาฝังในซิลิโคนชนิดพุดดี (Exaflex®, GC America, USA) จัดให้มีการประชิดกับฟันอีกซี่หนึ่งที่

ไม่ใช่ฟันตัวอย่าง โดยจัดความสัมพันธ์ของสันริมฟันให้มีระดับเท่ากัน และให้จุดสัมผัสที่เกิดขึ้นนั้นตรงกับบริเวณรอยพระยะเริ่มแรกที่ตรวจพบเพื่อจำลองให้ใกล้เคียงกับสภาวะจริงในช่องปาก ฟันที่นำมาจำลองจุดสัมผัสนั้นเป็นฟันที่ไม่มีรอยโรคทางด้านประชิดของฟันและได้รับการทาน้ำยาทาเคลือบสีทั่วพื้นผิวฟันทุกด้าน รวบรวมฟันตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 96 ซี่ จากนั้นใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายเพื่อแบ่งตัวอย่างเข้ากลุ่มการทดลอง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 24 ซี่ ดังนี้

1. ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน ตามด้วยน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ 226 ส่วนในล้านส่วน 2 ครั้ง/วัน ทุกวัน (226 ppm FR)
2. ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน 2 ครั้ง/วัน และน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ 900 ส่วนในล้านส่วน สัปดาห์ละครั้ง (วันที่ 1, 8, 15, 22 และ 29) (900 ppm FR)
3. ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน 2 ครั้ง/วัน และได้รับการทาฟลูออไรด์วาร์นิชในวันแรกของการทดลอง (FV)
4. กลุ่มควบคุม ซึ่งจะได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน 2 ครั้ง/วัน (FTP)

การวัดค่าการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนส์ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี (Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital; QLF-D)

ฟันตัวอย่างทุกซี่จะได้รับการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนส์ของรอยผุทั้งก่อนและหลังเข้าสู่กระบวนการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้ ถ่ายภาพที่ห้องมืดโดยถอดฟันซี่ที่ประชิดออกแล้ว เช็ดฟันตัวอย่างให้แห้งด้วยก้อนสำลี ถ่ายภาพด้วยความเร็วชัตเตอร์ (shutter speed) 1/20 วินาที กำหนดค่ารูเปิดรับแสง (aperture value) อยู่ที่ 13.0 และมีค่าความไวแสง (ISO) อยู่ที่ 1600 โดยจัดให้มุมและระยะห่างของกล้องกับฟันตัวอย่างอยู่ในตำแหน่งเดียวกันในการถ่ายภาพทั้งสองครั้ง จากนั้นวิเคราะห์ภาพถ่ายด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนส์ด้วยเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี (QA2 v1.21, Inspektor Research System BV, Amsterdam, The Netherlands) เครื่องคิวแอลเอฟ-ดีจะแสดงค่าสำหรับฟันตัวอย่างแต่ละซี่จำนวน 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าร้อยละความต่างของฟลูออเรสเซนส์ (ΔF) ค่าปริมาตรรอยผุ (ΔQ) และค่าพื้นที่ผิวรอยผุ (area) ทำการวัดค่าสำหรับฟันตัวอย่างแต่ละซี่จำนวน 3 ครั้ง และแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสในช่องปาก (pH cycling)

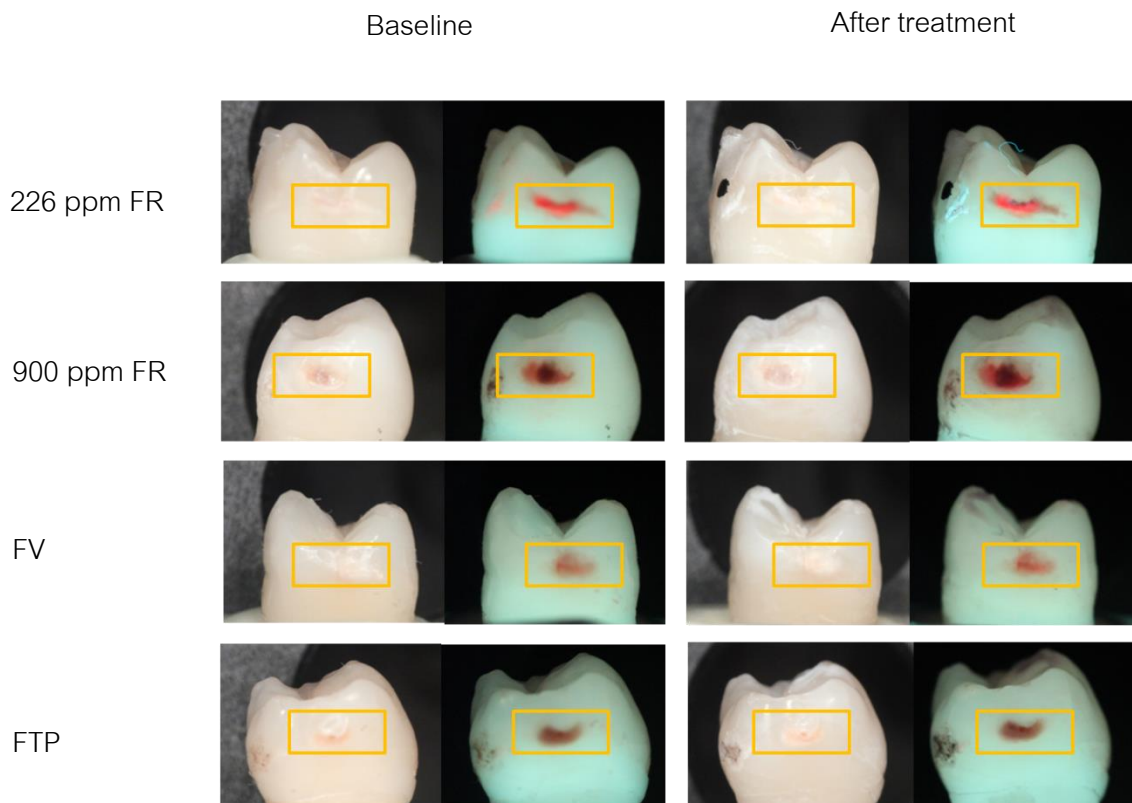
กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสในช่องปากในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 30 วัน ประกอบด้วย การแช่ฟัน

ตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 30 นาที สลับกับการแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนแร่ธาตุ 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 150 นาที สารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุที่ใช้มีค่า pH 4.4 ประกอบด้วย calcium 2.0 mmol/l $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 0.47 g/l, phosphate 2.0 mmol/l KH_2PO_4 : 0.27 g/l, acetic acid 75 mmol/l CH_3COOH : 4.50 g/l (ปรับปริมาตรด้วย 50% NaOH) และสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนแร่ธาตุที่ใช้มีค่า pH 7 ประกอบด้วย calcium 1.5 mmol/l $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 0.35 g/l, phosphate 0.9 mmol/l KH_2PO_4 : 0.12 g/l, KCl

130 mmol/l KCl: 9.69 g/l, PBS 100 ml/l (ปรับสารละลายด้วย HCl)¹⁸ ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการในแต่ละวัน ฟันตัวอย่างจะถูกเก็บไว้ในน้ำลายเทียมประกอบด้วย NaCl 0.84 g/l, KCl 1.2 g/l, MgCl_2 0.05 g/l, K_2HPO_4 0.34 g/l, CaCl_2 0.15 g/l, sodium carboxymethyl cellulose 10 g/l, D-sorbitol 30 g/l และน้ำกลั่น มีค่า pH 7¹⁹ จนกว่าจะเริ่มกระบวนการรอบใหม่ดังตารางที่ 1 และในระหว่างกระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสนี้ ฟันตัวอย่างแต่ละกลุ่มจะได้รับสิ่งแทรกแซงต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 2

รูปที่ 1 ภาพตัวอย่างของฟันแต่ละกลุ่มที่ถ่ายจากเครื่องคิวแอลเอฟ-ดีภายใต้แสงขาวและแสงฟลูออเรสเซนส์ก่อนและหลังผ่านกระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสในช่องปาก

Fig. 1 Example images from each group taken by QLF-D under white-light and fluorescence



ตารางที่ 1 ขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสในช่องปาก

Table. 1 Steps of pH-cycling model

Treatment	Time	
Rinse	20 s	
1 st fluoride toothpaste slurry treatment	2 min	
Rinse	20 s	
Demineralization	30 min	Repeat for 3 time/day for 30 days
Rinse	20 s	
Remineralization	150 min	
Rinse	20 s	
2 nd fluoride toothpaste slurry treatment	2 min	
Rinse	20 s	
Artificial saliva	overnight	

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์และความถี่ที่ใช้ในการทดลอง

Table. 2 The compositions of testing products and the frequency of use

Products	Compositions	Frequency of use
1000 ppm fluoride toothpaste (Colgate Total® Advanced Fresh, Colgate-Palmolive, Thailand)	0.24% sodium fluoride, sorbital, hydrated silica, PVM/MA copolymer, sodium lauryl sulfate, flavor, carrageenan, sodium hydroxide, sodium saccharin, tricosan, water	Toothpaste slurry was made with one part of toothpaste to three parts of deionized water. Soaked twice a day for 2 min
226 ppm fluoride mouthrinse (Chulalongkorn university, Thailand)	0.05 % sodium fluoride, deionized water	Soaked twice a day for 1 min after 1 st and 2 nd toothpaste slurry treatment
900 ppm fluoride mouthrinse (Chulalongkorn university, Thailand)	0.2 % sodium fluoride, deionized water	Soaked once a week for 1 min after 1 st toothpaste slurry treatment
22,600 ppm fluoride varnish (Duraphat®, Colgate-Palmolive, Thailand)	5% sodium fluoride, colophonium, ethanol, saccharin, isoamyl acetate, water	Apply one time at the first day of the experiment

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสถิติเอสพีเอส เวอร์ชัน 22 (SPSS version 22.0, SPSS Inc., USA) ดังนี้ วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov และ วิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพารามิเตอร์ก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองด้วยสถิติ One-way ANOVA และทดสอบ multiple comparison โดยใช้สถิติ Tukey's test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.05 ($p < 0.05$)

ผลการศึกษา

พารามิเตอร์รอยผุทั้ง 3 ค่า ได้แก่ ค่า ΔF , ΔQ และค่าพื้นที่ผิวย่อยของฟันตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 3 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละพารามิเตอร์และค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ก่อนและหลังการทดลอง

Table. 3 Mean difference and percentage changes in ΔF , ΔQ , and lesion area between baseline and after treatment

Group	n	Mean difference between baseline and after treatment $\pm$ SE			Percentage changes		
		ΔF (%)	ΔQ (%pixels ²)	area (pixels ²)	ΔF	ΔQ	area
226 ppm FR	24	-0.57 $\pm$ 0.75 ^a	-870.38 $\pm$ 315.7 ^a	1.54 $\pm$ 10.76 ^a	-4.95 $\pm$ 3.70 ^a	-6.63 $\pm$ 7.14 ^a	0.07 $\pm$ 5.87 ^a
900 ppm FR	24	-0.83 $\pm$ 0.74 ^a	-3123.38 $\pm$ 853.53 ^a	64.12 $\pm$ 11.81 ^b	-5.88 $\pm$ 2.90 ^a	-14.75 $\pm$ 8.83 ^a	8.43 $\pm$ 6.57 ^b
FV	24	-2.38 $\pm$ 0.50 ^b	-4280.58 $\pm$ 163.21 ^b	78.33 $\pm$ 6.89 ^b	-15.10 $\pm$ 3.24 ^b	-28.29 $\pm$ 6.62 ^b	10.58 $\pm$ 3.95 ^b
FTP	24	-2.78 $\pm$ 0.50 ^b	-5035.13 $\pm$ 318.64 ^b	148.92 $\pm$ 13.99 ^c	-19.16 $\pm$ 3.68 ^b	-53.33 $\pm$ 17.54 ^b	25.20 $\pm$ 9.27 ^c

ตัวอักษร a,b,c แสดงการเปรียบเทียบทางสถิติภายในแต่ละคอลัมน์ โดยตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อทดสอบด้วยสถิติ one-way ANOVA และ multiple comparison โดยใช้สถิติ Tukey's test ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์รอยผุทั้ง 3 ค่า ภายหลังจากกระบวนการจำลองสถานะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสในช่องปาก แสดงผลดังตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่า ΔF และค่า ΔQ พบว่ากลุ่มที่ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 และ 900 ส่วนในล้านส่วน มีค่าการสูญเสียแร่ธาตุน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ร่วมกับฟลูออไรด์วาร์นิชและกลุ่มที่ได้รับยาสีฟันฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าพื้นที่ผิวย่อย พบว่ากลุ่มที่ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียวมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวย่อยมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของจำนวนฟันตัวอย่างตามทิศทางและร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่า ΔQ (ตารางที่ 4) พบว่า ในแต่ละกลุ่มมีทั้งฟันตัวอย่างที่เกิดการสูญเสียแร่ธาตุเพิ่มขึ้นและฟันตัวอย่างที่เกิดการคืนแร่ธาตุกลับ โดยในกลุ่มที่ได้รับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน มีฟันตัวอย่างจำนวนร้อยละ 54 และ 46 ที่เกิดการสูญเสียแร่

ธาตุและเกิดการคืนแร่ธาตุ ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มอื่น ๆ นั้นฟันตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 70 เกิดการสูญเสียแร่ธาตุเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว มีฟันตัวอย่างถึงร้อยละ 50 ที่เกิดการสูญเสียแร่ธาตุโดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่า ΔQ มากกว่าร้อยละ 40

ตารางที่ 4 จำนวนฟันตัวอย่างแต่ละกลุ่มแจกแจงตามร้อยละการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรรอยผุ

Percentage change of lesion volume (% ΔQ)	Number of samples (%)			
	226 ppm FR	900 ppm FR	FV	FTP
mineral gain > 20%	5 (20.8)	0	0	0
mineral gain 1-20%	6 (25.0)	7 (29.2)	3 (12.5)	4 (16.7)
mineral loss < 20%	7 (29.2)	7 (29.2)	10 (41.7)	4 (16.7)
mineral loss 21-40%	2 (8.3)	9 (37.5)	5 (20.8)	4 (16.7)
mineral loss 41-60%	2 (8.3)	1 (4.2)	3 (12.5)	5 (20.8)
mineral loss 61-80%	1 (4.2)	0	1 (4.2)	5 (20.8)
mineral loss 81-100%	1 (4.2)	0	2 (8.3)	2 (8.3)

วิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่ชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ร่วมกับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน ในการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของรอยผุในชั้นเคลือบฟันบนด้านประชิด โดยวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงของค่าฟลูออเรสเซนส์และขนาดของพื้นที่ผุรอยผุ

เพื่อให้ผลการศึกษาใกล้เคียงกับสภาวะการฉีกรังสีทางคลินิกมากที่สุด การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้ฟัน

ตัวอย่างที่มีรอยผุบนด้านประชิดที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมีระดับความลึกที่อ่านได้จากภาพถ่ายรังสีอยู่ในชั้นเคลือบฟัน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาอื่น ๆ ที่ผ่านมาที่จะศึกษาในรอยผุจำลองที่สร้างขึ้นและควบคุมให้มีระดับความลึกใกล้เคียงกันในฟันแต่ละซี่ รอยผุจำลองที่สร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่นั้นเกิดจากการแซะฟันในสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ ทำให้ได้รอยผุที่มีชั้นของการสูญเสียแร่ธาตุที่หนาสม่ำเสมอที่บริเวณผิวนอกสุดของเคลือบ

ฟัน²⁰ ซึ่งแตกต่างจากรอยฟันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งเป็นผลรวมจากทั้งกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุสลับกับการคืนแร่ธาตุ และเกิดเป็นรอยฟันที่ชั้นได้ผิวเคลือบฟันแบ่งออกเป็น 4 ชั้นที่มีปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ แตกต่างกันไปในแต่ละชั้น²¹ ความแตกต่างระหว่างรอยฟันจำลองที่สร้างขึ้นและรอยฟันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาตินี้อาจมีผลให้การคืนแร่ธาตุกลับจากการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่มีความแตกต่างกันออกไป²² การใช้รอยฟันตามธรรมชาติมาศึกษานั้นมีข้อจำกัดในเรื่องความแตกต่างกันของลักษณะรอยฟันเริ่มต้น เช่น ความลึกของรอยฟันขนาดพื้นที่ผิวของรอยฟัน และปริมาณแร่ธาตุที่สูญเสียไปของรอยฟัน เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้ใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อกระจายฟันตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอย่างเท่าเทียมกัน และเลือกใช้ฟันตัวอย่างที่มีค่า ΔF เริ่มต้น อยู่ในช่วง -15 ถึง -21 เนื่องจากเมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับรอยฟันจากภาพถ่ายจุลกายวิภาค²³ ค่า ΔF ของรอยฟันในชั้นเคลือบฟันจะอยู่ในช่วง -13.8 ถึง -28.3 หรืออยู่ในช่วง -17.9 ถึง -21.0 เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับรอยฟันจากภาพถ่ายรังสีไบเพ็กซ์²⁴ และมีการศึกษาพบว่าคิวแอลเอฟ-ดีจะมีประสิทธิภาพดีในการวัดค่ารอยฟันระยะเริ่มแรกที่มีความลึกน้อยกว่า 200 ไมครอน หรือเทียบเป็นค่า ΔF โดยประมาณเท่ากับ -19²⁵ และจากการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์รอยฟันทั้ง 3 ค่า ได้แก่ ΔF , ΔQ และค่าพื้นที่ผิวรอยฟันก่อนเริ่มการทดลอง พบว่า ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่าของทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน จึงน่าจะอนุมานได้ว่าฟันตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีลักษณะของรอยฟันเริ่มต้นที่ใกล้เคียงกัน

อย่างไรก็ตาม จากความแตกต่างตามธรรมชาติของรอยฟันที่นำมาใช้ศึกษา ส่งผลให้ผลการทดลองในครั้งนี้มีความแตกต่างกันค่อนข้างมากแม้ในตัวอย่างจากกลุ่มทดลองเดียวกัน โดยพบว่าในแต่ละกลุ่มทดลองมีทั้งฟันตัวอย่างที่เกิดการคืนแร่ธาตุและฟันตัวอย่างที่เกิดการสูญเสียแร่ธาตุโดยเกิดขึ้นในระดับมากน้อยแตกต่างกันออกไป (ดังตารางที่ 4) จึงอาจเป็นไปได้ว่าอาจมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเริ่มต้นของรอยฟันที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุของรอยฟันระยะเริ่มแรก เช่น ระดับความลึกของรอยฟันระหว่างรอยฟันที่จำกัดอยู่ในชั้นครึ่งนอกของเคลือบฟัน (outer half of enamel) กับรอยฟันที่ลุกลามเข้าสู่ครึ่งด้านในของเคลือบฟัน (inner half of enamel) หรือ ระดับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทั้งค่า ΔF , ΔQ และค่าพื้นที่ผิวรอยฟัน ระหว่างรอยฟันที่มีค่าเริ่มต้นต่ำกับรอยฟันที่มีค่าเริ่มต้นสูง เป็นต้น ซึ่งเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

กระบวนการจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสในช่องปากที่ใช้ในการศึกษานี้ ฟันตัวอย่างจะถูกแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุเป็นเวลา 30 นาที สลับกับการแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนแร่ธาตุเป็นเวลา 150 นาที จำนวน 3 รอบต่อวัน การศึกษาในครั้งนี้เลือกการจำลองสภาวะช่องปากรูปแบบนี้เพื่อจำลองสภาวะช่องปากของผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง ซึ่งเป็นผู้ป่วยกลุ่มที่ทันตแพทย์จะแนะนำให้ใช้ผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เฉพาะที่เสริมจากการแปรงฟันด้วยยาสีฟัน

ผสมฟลูออไรด์วันละ 2 ครั้ง¹⁶ ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ช่องปากจะอยู่ในสภาวะเป็นกรดและฟันเกิดการสูญเสียแร่ธาตุออกจากผิวฟันมากกว่าในคนทั่วไป จากผลการทดลอง พบว่า พารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่าของทุกกลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มไปในทิศทางที่เกิดการสูญเสียแร่ธาตุเพิ่มมากขึ้น คือ มีค่า ΔF และ ΔQ ติดลบมากขึ้น และมีค่าพื้นที่ผิวรอยผุเพิ่มขึ้น

คิวแอลเอฟ-ดีเป็นเครื่องมือที่ได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุและการคืนแร่ธาตุของรอยผุได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการติดตามการเปลี่ยนแปลงรอยผุได้เทียบเท่ากับเครื่อง transversal microradiography (TMR) ที่เป็นเครื่องมือมาตรฐานในงานวิจัยที่วัดการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุของรอยผุ²⁶⁻²⁸ คิวแอลเอฟ-ดีจะประเมินว่าบริเวณนั้นเป็นรอยผุเมื่อค่าฟลูออเรสเซนส์ของบริเวณนั้นมีค่าแตกต่างกับค่าฟลูออเรสเซนส์ของผิวฟันปกติเกินกว่าร้อยละ 5 โดยค่า ΔF ที่มีค่าลบมากแสดงถึงรอยโรคนั้นมีการสูญเสียแร่ธาตุมาก²⁷ คิวแอลเอฟ-ดี มีความไวเพียงพอที่จะตรวจหารอยผุระยะเริ่มต้น²⁹ แต่ไม่ได้แสดงระดับความลึกของรอยผุ อย่างไรก็ตาม ค่า ΔF มีความสัมพันธ์กับความลึกของรอยผุจำลอง^{30, 31} หลายการศึกษาจึงนิยมใช้ค่า ΔF ในการแปลผลการศึกษา^{19, 32, 33} สำหรับค่า ΔQ เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณของแร่ธาตุที่สูญเสียไปทั้งหมดของรอยผุ โดยเป็นค่าที่ได้จากผลคูณของค่า ΔF กับค่าพื้นที่ผิวรอยผุ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้รอยผุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติทำให้รอยผุมีขนาด

พื้นที่ผิวเริ่มต้นแตกต่างกันในแต่ละซี่ การศึกษาครั้งนี้จึงพิจารณาการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุทั้งจากค่า ΔF และค่า ΔQ จากการวิเคราะห์พบว่าทั้ง 2 พารามิเตอร์ให้ผลสอดคล้องไปในทางเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแร่ธาตุในรอยผุจากค่า ΔF และค่า ΔQ ก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน วันละ 2 ครั้ง ร่วมกับการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ppm มีการสูญเสียแร่ธาตุเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 900 ส่วนในล้านส่วน และกลุ่มที่ได้รับฟลูออไรด์วาร์นิชซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของค่า ΔF และค่า ΔQ ไม่ต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว จากแนวโน้มดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับฟลูออไรด์ด้วยความถี่สูงสุดจะมีผลยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุได้ดีที่สุด แม้ว่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ใช้จะต่ำที่สุดก็ตาม สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่แสดงให้เห็นว่าความถี่ในการใช้ฟลูออไรด์เป็นปัจจัยสำคัญต่อการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุในรอยผุในชั้นเคลือบฟัน โดยการศึกษาที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน วันละ 1 ครั้ง ร่วมกับการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ช่วยยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุและส่งเสริมการคืนแร่ธาตุ³⁴ เพิ่มปริมาณฟลูออไรด์บนผิวเคลือบฟัน³⁵ และเพิ่มความแข็งของผิวเคลือบฟันได้³⁶ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้

ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว และการศึกษาในรูปแบบ *in situ* ที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน ร่วมกับการแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ในการคืนแร่ธาตุของรอยผุจำลอง ที่ระยะเวลา 21 วันพบว่าการใช้ยาบ้วนปากฟลูออไรด์ที่ความถี่วันละ 2 ครั้ง มีผลเพิ่มการคืนแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ยาบ้วนปากฟลูออไรด์เพียงวันละครั้ง³⁷

ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ใช้เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสูญเสียและคืนแร่ธาตุสู่รอยผุ เมื่อเคลือบฟันอยู่ในสภาวะที่เป็นกรด การมีฟลูออไรด์อยู่ในช่องปากที่ความเข้มข้นต่ำเพียง 1 ส่วนในล้านส่วน จะสามารถป้องกันการละลายตัวของผิวเคลือบฟันได้ การใช้ยาบ้วนปากฟลูออไรด์เป็นประจำจะช่วยเพิ่มปริมาณตะกอนแคลเซียมฟลูออไรด์ที่ผิวฟัน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแหล่งสำรองของฟลูออไรด์ ที่จะแตกตัวและปลดปล่อยฟลูออไรด์ไอออนออกมาช่วยยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุเมื่อฟันอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดได้³⁸ การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ที่มีความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์ตกตะกอนบนผิวฟันหนาแน่นมากขึ้น^{38, 39} โดยระยะแรกหลังจากการใช้ จะเป็นการเร่งให้เกิดการสะสมแร่ธาตุขึ้นที่บริเวณผิวนอกสุดของรอยผุเกิดขึ้นที่ช่วยปิดกั้นรูพรุนของรอยโรคชั่วคราวไม่ให้กรดจากภายนอกซึมเข้าสู่ด้านในของฟันทำให้ลดการสูญเสียแร่ธาตุออกจากฟัน แต่ในขณะเดียวกันจะลด

การซึมผ่านของแร่ธาตุกลับเข้าสู่รอยผุ การคืนแร่ธาตุจึงเกิดขึ้นได้น้อยลง⁴⁰ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุไม่ได้สัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่สูงขึ้น แต่จะมีความสัมพันธ์ตามแบบลอการิทึม (logarithm) โดยฟลูออไรด์ความเข้มข้นประมาณ 200 ส่วนในล้านส่วน มีผลป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุได้สูงถึงร้อยละ 90⁴¹ และ การใช้ฟลูออไรด์ความเข้มข้นต่ำต่อเนื่องเป็นประจำจะช่วยให้เกิดการซึมผ่านของแร่ธาตุต่าง ๆ เข้าไปสะสมด้านในของรอยผุและเกิดการคืนแร่ธาตุได้ทั่วทั้งรอยผุ แต่กระบวนการดังกล่าวจะใช้เวลาที่นานกว่า^{40, 42} และจากการศึกษาลักษณะนี้แสดงให้เห็นว่าภายใต้สภาวะจำลองที่เอื้อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุเป็นเวลา 30 วัน การใช้ผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์ความเข้มข้นต่ำที่มีความถี่สูงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุมากกว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงแต่ความถี่ต่ำ

การศึกษาลักษณะนี้ทดสอบผลของฟลูออไรด์วานิชซึ่งเป็นฟลูออไรด์เฉพาะที่ชนิดที่ใช้โดยทันตแพทย์ (Professional use) ที่มีความเข้มข้นสูงถึง 22,600 ppm และถูกนำมาใช้ในผู้ป่วยที่มีรอยผุระยะเริ่มแรกในช่องปาก เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้เกิดการสะสมแร่ธาตุกลับสู่รอยผุระยะเริ่มแรกได้⁴³ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาลักษณะนี้ พบว่า ฟลูออไรด์วานิชมีผลยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุออกจากรอยผุน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับยาบ้วนปากฟลูออไรด์ และมีค่า

ΔF และค่า ΔQ ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม เหตุผลที่อาจเป็นไปได้นอกเหนือจากปัจจัยเรื่องความถี่ของการได้รับฟลูออไรด์ คือ การศึกษาครั้งนี้จำลองให้เกิดชอกฟันบริเวณด้านประชิดขึ้นโดยการนำฟันตัวอย่างมาวางประชิดกับฟันอีกซี่หนึ่ง น้ำยาบ้วนปากซึ่งเป็นของเหลวอาจจะแทรกซึมเข้าสู่บริเวณชอกฟันและสัมผัสกับรอยผุได้ดีกว่าฟลูออไรด์วาร์นิชซึ่งมีความหนืดมากกว่า และการใช้แปรงขนขนาดเล็กในการทาฟลูออไรด์วาร์นิชจากด้านใกล้เกินไปด้านใกล้ลิ้น อาจมีผลต่อการสัมผัสของสารกับผิวรอยผุ ดังนั้นในสถานการณ์ทางคลินิกซึ่งทันตแพทย์ตรวจพบรอยผุระยะเริ่มแรกในด้านประชิดจากภาพถ่ายรังสีแล้วพิจารณาทาฟลูออไรด์วาร์นิชบริเวณชอกฟัน อาจจะหวังผลให้เกิดการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุได้ไม่เต็มที่เท่าที่ควรบนด้านอื่น ๆ ของตัวฟัน ในกรณีดังกล่าวอาจพิจารณาแยกฟันด้วยยางจัดฟันเป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อให้สามารถทาฟลูออไรด์วาร์นิชลงบนผิวรอยผุได้โดยตรง

สรุป

การศึกษานี้สรุปได้ว่า รอยผุระยะเริ่มแรกสัมผัสกับน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 226 ส่วนในล้านส่วน 2 ครั้ง/วัน เกิดการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุออกจากรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิดสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่สัมผัสน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ความเข้มข้น 900 ส่วนในล้านส่วน 1 ครั้ง/สัปดาห์ และกลุ่มที่ได้รับการทาฟลูออไรด์วาร์นิช

ความเข้มข้น 22,600 ส่วนในล้านส่วน 1 ครั้งก่อนเริ่มการทดลอง ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต บัณฑิตวิทยาลัย และทุนวิจัยสำหรับคณาจารย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการศึกษา และขอขอบคุณบริษัทได้ออน (ประเทศไทย) จำกัด ที่อนุเคราะห์การใช้งานเครื่องคิวแอลเอฟ-ดี

เอกสารอ้างอิง

1. Sheiham A. Dental caries affects body weight, growth and quality of life in pre-school children. Br Dent J. 2006;201(10):625-6.
2. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. Aust Dent J. 2008;53(3):286-91.
3. ten Cate JM, Larsen, M. J., Pearce, E. I. F., & Fejerskov, O. Chemical interactions between the tooth and oral fluids. In: Fejerskov O, Kidd E, editors. Dental caries: the disease and its clinical management. Copenhagen, Blackwell Munksgaard: John Wiley & Sons; 2008. p. 209-31.
4. Zero DT. Dentifrices, mouthwashes, and remineralization/caries arrestment strategies. BMC Oral Health. 2006;6(1):1-13.
5. Rayner JA, Southam JC. Pulp changes in deciduous teeth associated with deep carious dentine. J Dent. 1979;7(1):39-42.
6. Kidd E, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic

- biofilms. *J Dent Res.* 2004;83(suppl 1):C35-C8.
7. Sundstrom F, Fredriksson K, Montan S, Haftstrom-Bjorkman U, Strom J. Laser-induced Fluorescence From Sound and Carious Tooth Substance-Spectroscopic Studies. *Swed Dent J.* 1985;9(2):71-80.
8. De Josselin de Jong E, Sundström F, Westerling H, Tranaeus S, Ten Bosch J, Angmar-Månsson B. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res.* 1995;29(1):2-7.
9. Al-Khateeb S, Forsberg CM, de Josselin de Jong E, Angmar-Mansson B. A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesions in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(6):595-602.
10. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Mansson B. Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries Res.* 2001;35(1):21-6.
11. Ferreira MÂF, Rodrigues CS, Lima KC. Effect of regular fluoride gel application on incipient carious lesions. *Oral Health Prev Dent.* 2005;3(3):141-9.
12. Chow LC, Takagi S, Carey CM, Sieck BA. Remineralization effects of a two-solution fluoride mouthrinse: an in situ study. *J Dent Res.* 2000;79(4):991-5.
13. O'reilly M, Featherstone J. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;92(1):33-40.
14. Yu D, Sipos T, Wu MM, Bilbault T, Lynch MC, Naleway C. Effect of fluoride/essential oils-containing mouthrinse on the microhardness of demineralized bovine enamel. *Am J Dent.* 2004;17(3):216-8.
15. The Dental Association Of Thailand. Guideline on Fluoride Therapy in children 2017 [cited 2018 Feb 14]. Available from: <http://www.thaidental.net/web/component/download/load-file-document-20170115235027.pdf>.
16. Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels, varnishes) versus single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004(1):Cd002781.
17. Banting D, Eggertsson H, Ekstrand KR, Ferreira-Zandoná A, Ismail AI, Longbottom C, et al. Rationale and evidence for the international caries detection and assessment system (ICDAS II). *Ann Arbor.* 2005;1001:48109-1078.
18. Stookey GK. The Featherstone laboratory pH cycling model: a prospective, multi-site validation exercise. *Am J Dent.* 2011;24(5):322-8.
19. Jo S-Y, Chong H-J, Lee E-H, Chang N-Y, Chae J-M, Cho J-H, et al. Effects of various toothpastes on remineralization of white spot lesions. *Korean J Orthod.* 2014;44(3):113-8.
20. Rana R, Itthagarun A, King N. Effects of dentifrices on artificial caries like lesions: an in vitro pH cycling study. *Int Dent J.* 2007;57(4):243-8.
21. Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management: John Wiley & Sons; 2009.
22. Arends J, Christoffersen J. Invited review article: the nature of early caries lesions in enamel. *J Dent Res.* 1986;65(1):2-11.
23. Ko H-Y, Kang S-M, Kim HE, Kwon H-K, Kim B-I. Validation of quantitative light-induced fluorescence-digital (QLF-D) for the detection of approximal caries in vitro. *J Dent.* 2015;43(5):568-75.
24. Yoon H-I, Yoo M-J, Park E-J. Detection of proximal caries using quantitative light-induced fluorescence-digital and laser fluorescence: a comparative study. *J Adv Prosthodont.* 2017;9(6):432-8.
25. Kim H-E, Kim B-I. Early caries detection methods according to the depth of the lesion: An in vitro comparison. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018.
26. Cochrane N, Walker G, Manton D, Reynolds E. Comparison of quantitative light-induced fluorescence, digital photography and transverse microradiography for quantification

- of enamel remineralization. *Aust Dent J*. 2012;57(3):271-6.
27. Ando M, Hall AF, Eckert GJ, Schemehorn BR, Analoui M, Stookey GK. Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitate early mineral loss in vitro. *Caries Res*. 1997;31(2):125-31.
28. al-Khateeb S, ten Cate JM, Angmar-Mansson B, de Josselin de Jong E, Sundstrom G, Exterkate RA, et al. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Adv Dent Res*. 1997;11(4):502-6.
29. Van der Veen M, De Josselin de Jong E. Application of quantitative light-induced fluorescence for assessing early caries lesions. *Assessment of Oral Health*. 17: Karger Publishers; 2000. p. 144-62.
30. Wu J, Donly ZR, Donly KJ, Hackmyer S. Demineralization Depth Using QLF and a Novel Image Processing Software. *Int J Dent*. 2010;2010:1-7.
31. Nakata K, Nikaido T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Relationship between fluorescence loss of QLF and depth of demineralization in an enamel erosion model. *Dent Mater J*. 2009;28(5):523-9.
32. Oliveira GM, Ritter AV, Heymann HO, Swift E, Jr., Donovan T, Brock G, et al. Remineralization effect of CPP-ACP and fluoride for white spot lesions in vitro. *J Dent*. 2014;42(12):1592-602.
33. Tranæus S, Al-Khateeb S, Björkman S, Twetman S, Angmar-Månsson B. Application of quantitative light-induced fluorescence to monitor incipient lesions in caries-active children. A comparative study of remineralisation by fluoride varnish and professional cleaning. *Eur J Oral Sci*. 2001;109(2):71-5.
34. Souza DC, Hashizume LN, Eidelwein M, Maltz M. Effect of different frequencies of fluoride dentifrice and mouthrinse administration: an in situ study. *Braz Oral Res*. 2010;24(4):388-93.
35. Parkinson CR, Hara AT, Nehme M, Lippert F, Zero DT. A randomised clinical evaluation of a fluoride mouthrinse and dentifrice in an in situ caries model. *J Dent*. 2018;70:59-66.
36. Haghighi R, Rezvani MB, Zeinabadi MS. Comparison of nano-hydroxyapatite and sodium fluoride mouthrinse for remineralization of incipient carious lesions. *J Dent (Teh Ir)*. 2014;11(4):406-10.
37. Songsiripradubboon S, Hamba H, Trairatvorakul C, Tagami J. Sodium fluoride mouthrinse used twice daily increased incipient caries lesion remineralization in an in situ model. *J Dent*. 2014;42(3):271-8.
38. Saxegaard E, Rolla G. Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application in vitro. *Scand J Dent Res*. 1988;96(6):523-35.
39. Buzalaf MA, Pessan JP, Honorio HM, ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:97-114.
40. ten Cate JM, Jongebloed WL, Arends J. Remineralization of artificial enamel lesions in vitro. IV. Influence of fluorides and diphosphonates on short- and long-term remineralization. *Caries Res*. 1981;15(1):60-9.
41. Featherstone J, Glena R, Shariati M, Shields C. Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res*. 1990;69(2_suppl):620-5.
42. ten Cate JM. Remineralization of deep enamel dentine caries lesions. *Aust Dent J*. 2008;53(3):281-5.
43. He T, Li X, Dong Y, Zhang N, Zhong Y, Yin W, et al. Comparative assessment of fluoride varnish and fluoride film for remineralization of postorthodontic white spot lesions in adolescents and adults over a 6-month period: A single-center, randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016;149(6):810-9.

ผู้รับผิดชอบบทความ

อ.ทพญ.ดร.ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ

ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทร. 02-2188906

มือถือ: 089-7991939

E-mail: Siriporn.Son@chula.ac.th

Effect of topical fluoride on inhibition of demineralization of proximal caries: in vitro study

Anipit Songkitipisal¹ Siriporn Songsiripradubboon²

Abstract

Objectives: To investigate the effect of topical fluorides (F) on inhibition of demineralization of proximal caries.

Material and methods: Ninety-six premolar teeth which had non-cavitated proximal caries were mounted to simulate proximal contact. Samples were randomly divided into 4 groups; 1) F toothpaste (FTP) 2) FTP + 226 ppm F mouthrinse (226 ppm FR) 3) FTP + 900 ppm F mouthrinse (900 ppm FR) 4) FTP + F varnish (FV). All samples were subjected to pH cycling for 30 days. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) was used to measure change in fluorescence before and after experiment.

Result: Mean difference of fluorescence loss and lesion volume in 226 ppm FR and 900 ppm FR groups were statistically significant lesser than those in FV and FTP groups. Based on lesion area, 226 ppm FR group exhibited less demineralization than other groups ($p < 0.05$).

Conclusion: The combination use of fluoride toothpaste and 226 ppm fluoride mouthrinse demonstrated the greatest demineralization inhibition of non-cavitated proximal caries.

Keywords: Demineralization; Fluoride; Proximal caries; QLF

¹Residency Training of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Pathumwan Bangkok 10330, Thailand.

²Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Pathumwan Bangkok 10330, Thailand.