



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

ผลของฟลูออไรด์เฉพาะที่ต่อการคืนแร่ธาตุของรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิด: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

EFFECT OF TOPICAL FLUORIDE ON REMINERALIZATION OF INITIAL PROXIMAL CARIES: IN VITRO STUDY

อนิพิชญ์ ทรงกิตติพิศาล¹, ณัฐนันท์ โกวิทวัฒนา², ชุตติมา ไตรรัตน์วรกุล³, ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ²

¹นิสิตปริญญาโท สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²อาจารย์ ดร. สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ศาสตราจารย์พิเศษ สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนร่วมกับน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ต่อการคืนแร่ธาตุของรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิด การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยนำฟันกรามน้อยถาวรของมนุษย์จำนวน 48 ซี่ที่มีรอยผุที่ยังไม่เป็นโพรงบนด้านประชิดและมีระดับความลึกในภาพถ่ายภาพรังสีอยู่ในชั้นเคลือบฟันมาจำลองให้มีจุดสัมผัสระหว่างซี่ฟัน แบ่งฟันตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งฟันจะถูกแช่ในสารละลายยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ และกลุ่มควบคุมซึ่งฟันจะถูกแช่ในสารละลายยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว ฟันตัวอย่างจะถูกนำไปผ่านกระบวนการจำลองสภาวะการสูญเสียและคืนแร่ธาตุเป็นระยะเวลา 30 วัน วัดค่าความต่างของฟลูออเรสเซนส์ (ΔF) ด้วยเครื่องคิวเอลเอฟทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบว่าภายหลังผ่านกระบวนการจำลองสภาวะการสูญเสียและคืนแร่ธาตุ ค่าเฉลี่ย ΔF ของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มทดลอง ($p \geq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ΔF ($\Delta \Delta F$) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า $\Delta \Delta F$ ในรอยผุที่มีระดับความลึกเริ่มต้นที่ครึ่งด้านในของชั้นเคลือบฟัน ($p < 0.05$) ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ร่วมกับยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วนช่วยลดการสูญเสียแร่ธาตุออกจากผิวฟันของรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิด

คำสำคัญ: การคืนแร่ธาตุ, น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์, รอยผุด้านประชิด



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect 1000 ppm fluoride toothpaste and 0.05% sodium fluoride mouthrinse on remineralization of initial proximal caries. This in vitro study was conducted on 48 human premolar teeth which had non cavitated enamel proximal carious lesion. All teeth were mounted to simulate clinical proximal contact. Samples were randomly divided into 2 groups: test group (fluoride toothpaste and 0.05% sodium fluoride mouthrinse) and control group (fluoride toothpaste). All samples were subjected to pH cycling for 30 days. Fluorescence changes (ΔF) were measured by quantitative light-induced fluorescence. After the pH cycling, the mean ΔF had a significant increase in control group ($p < 0.05$) whereas no significant difference was found in test group ($p \geq 0.05$). Significant difference in $\Delta\Delta F$ between control and test group was observed in samples with inner enamel lesion ($p < 0.05$). In conclusion sodium fluoride mouthrinse adjunct with 1000 ppm fluoride toothpaste decreased demineralization of initial proximal caries.

Keywords: remineralization, sodium fluoride mouthrinse, proximal caries

บทนำ

โรคฟันผุเป็นโรคที่มีความชุกสูงทั้งในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยรวมและคุณภาพชีวิตของเด็ก รอยโรคฟันผุเกิดจากการเสียสมดุลระหว่างกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) และกระบวนการคืนแร่ธาตุ (remineralization) ภายในช่องปาก เมื่อเกิดการสูญเสียแร่ธาตุออกจากผิวฟันอย่างต่อเนื่องจะเกิดเป็นรอยผุระยะเริ่มแรกที่ยังไม่เป็นโพรงรูผุ รอยผุระยะนี้สามารถถูกยับยั้งหรือผันกลับได้หากมีการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคืนแร่ธาตุขึ้น (Featherstone 2008, ten Cate 2008) กระบวนการจัดการรอยโรคฟันผุในปัจจุบัน จึงเน้นการตรวจหาารอยผุให้พบตั้งแต่ระยะเริ่มแรกและกระตุ้นให้เกิดการคืนแร่ธาตุกลับเข้าสู่ผิวฟัน เพื่อหยุดยั้งไม่ให้รอยผุดำเนินต่อไปจนเกิดเป็นโพรงรูผุซึ่งจำเป็นต้องได้รับการบูรณะ (Zero 2006) อย่างไรก็ตามการตรวจหาารอยผุในระยะเริ่มแรกจะทำได้ยากในด้านประสิทธิภาพของการตรวจทางคลินิก มักจะพบรอยผุด้านประชิดต่อเมื่อรอยโรคลุกลามจนกระทั่งเกิดการแตกของสันริมฟัน (marginal ridge) และเกิดเป็นโพรงรูผุขนาดใหญ่ขึ้น ตำแหน่งด้านประชิดยังเป็นบริเวณที่ทำความสะอาดได้ยาก เมื่อเกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ที่ติดต่อกันระหว่างฟัน เชื้อจุลินทรีย์จึงมีโอกาสดูดซับได้นานและบริเวณนี้ยังมีการสัมผัสกับน้ำลายซึ่งเป็นแหล่งของแร่ธาตุในการคืนแร่ธาตุได้น้อยกว่าผิวฟันบริเวณอื่นอีกด้วย (Kidd และ



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

Fejerskov 2004, Rayner และ Southam 1979) ปัจจุบันสารที่มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุและส่งเสริมการคืนแร่ธาตุ คือ ฟลูออไรด์ มีการศึกษาที่ชี้ชัดว่าฟลูออไรด์เฉพาะที่ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ สามารถช่วยยับยั้งการลุกลามของรอยผุระยะเริ่มแรก (Ferreira, Rodrigues, และคณะ 2005) ส่งเสริมการคืนแร่ธาตุเข้าสู่รอยผุระยะเริ่มแรก (Chow, Takagi, และคณะ 2000, O'reilly และ Featherstone 1987) และ มีผลเพิ่มความแข็งแรงของผิวเคลือบฟันได้ (Yu, Sipos, และคณะ 2004) ฟลูออไรด์จึงถูกนำมาใช้เป็นสารช่วยป้องกันและรักษารอยผุระยะเริ่มแรก โดยอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก เจล เป็นต้น

โดยทั่วไปจะแนะนำให้แปรงฟันร่วมกับการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วน เนื่องจากมีการศึกษาที่พบว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอในการป้องกันฟันผุ (Marinho, Higgins, และคณะ 2003) อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูง เช่น มีพฤติกรรมทานอาหารระหว่างมื้อมากกว่า 2 ครั้งต่อวัน การแปรงฟันด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าการใช้ฟลูออไรด์มากกว่า 1 ชนิดมีผลช่วยเพิ่มการคืนแร่ธาตุสู่ผิวฟันได้ (Marinho, Higgins, และคณะ 2004) ซึ่งในปัจจุบันผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์ที่ขายตามท้องตลาดคือ น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 อย่างไรก็ตามการศึกษา ส่วนใหญ่ศึกษาผลของน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เพียงอย่างเดียวไม่ได้ศึกษาผลรวมระหว่างยาสีฟันฟลูออไรด์และน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ และเป็นการศึกษาที่ทำในอดีตที่เครื่องมือและเกณฑ์ในการวัดรอยผุไม่ละเอียดเท่าในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และการใช้ยาสีฟันฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียวต่อการคืนแร่ธาตุของรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิด

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในห้องปฏิบัติการ โดยตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานำมาจากฟันกรามน้อยของมนุษย์ที่ถอนออกมา และมีรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิด นำมาผ่านกระบวนการจำลองสภาวะการสูญเสียและคืนแร่ธาตุ (pH cycling) เป็นระยะเวลา 30 วัน

การทบทวนวรรณกรรม

รอยผุด้านประชิด

ผิวฟันทางด้านประชิดเป็นบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดรอยโรคฟันผุ เนื่องจากเป็นบริเวณที่การแปรงฟันไม่สามารถเข้าไปช่วยกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้และไม่มีการทำความสะอาดด้วยตัวเอง (self-cleansing)



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

จากลิ้น กระพุ้งแก้ม หรือการเคี้ยวอาหาร ไบโอฟิล์ม (Biofilm) จึงเกิดขึ้น และเกาะติดอยู่ในบริเวณนี้ได้นาน (Kidd และ Fejerskov 2004) นอกจากนี้ด้านประชิดเป็นบริเวณที่น้ำลายซึ่งเป็นแหล่งของแร่ธาตุสำหรับกระบวนการคืนแร่ธาตุเข้าไปสัมผัสได้ยาก Mialhe (Mialhe, Pereira, และคณะ 2003) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของความลึกของรอยโรคฟันผุด้านประชิดในภาพรังสี กับการเกิดโพรงฟันผุบริเวณผิวเคลือบฟันในทางคลินิกในฟันกรามแท้ในเด็กอายุ 13-15 ปี พบว่าร้อยละ 6.94 ของรอยโรคที่มีความลึกไม่เกินครึ่งหนึ่งของชั้นเคลือบฟันในภาพรังสี, ร้อยละ 27 ของรอยโรคที่มีความลึกเกินครึ่งหนึ่งของชั้นเคลือบฟันในภาพรังสี, ร้อยละ 46.1 ของรอยโรคที่ลึกไม่เกินครึ่งหนึ่งของชั้นเนื้อฟันในภาพรังสี และร้อยละ 100 ของรอยโรคที่ลึกกว่าครึ่งหนึ่งของชั้นเนื้อฟัน พบฟันผุเป็นโพรงสอดคล้องกับการศึกษาของ Pitts และ Rimmer (Pitts และ Rimmer 1992) ที่เปรียบเทียบการตรวจทางภาพรังสีกับการตรวจทางคลินิกของฟันผุด้านประชิดของฟันหลังทั้งในฟันน้ำนมและฟันแท้ พบว่าร้อยละ 0 ของรอยโรคที่มีความลึกไม่เกินครึ่งหนึ่งของชั้นเคลือบฟันในภาพรังสี, ร้อยละ 10.5 ของรอยโรคที่มีความลึกเกินครึ่งหนึ่งของชั้นเคลือบฟันในภาพรังสี, ร้อยละ 40.9 ของรอยโรคที่ลึกไม่เกินครึ่งหนึ่งของชั้นเนื้อฟันในภาพรังสี และร้อยละ 100 ของรอยโรคที่ลึกกว่าครึ่งหนึ่งของชั้นเนื้อฟันในภาพรังสี พบฟันผุเป็นโพรงในทางคลินิก

การจัดการรอยผุด้วยฟลูออไรด์

ปัจจุบันแนวทางในการจัดการกับรอยโรคฟันผุนั้น เปลี่ยนไปสู่แนวทางเพื่อการป้องกันและให้การรักษาระดับต่ำ (minimal intervention) โดยหลักการนี้จะให้การรักษารอยโรคฟันผุที่ยังไม่ลุกลามเป็นโพรง รุผุด้วยวิธี Nonsurgical management โดยมุ่งเน้นการหยุดยั้งการดำเนินไปของรอยโรคฟันผุระยะเริ่มแรก ด้วยการสร้างสภาวะแวดล้อมที่ทำให้เกิดสมดุลในช่องปากขึ้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยจึงจะมุ่งเน้นพัฒนาวิธีการตรวจหารอยโรคให้พบตั้งแต่ในระยะเริ่มต้นเพื่อพบรอยผุให้เร็วที่สุด รวมถึงพัฒนาวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคืนแร่ธาตุสู่บริเวณที่เกิดรอยโรคเพื่อเป็นการหยุดยั้งรอยโรคฟันผุที่เกิดขึ้น (Zero 2006) ป้องกันการเกิดโพรงรุผุ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการบูรณะ

ฟลูออไรด์ถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันฟันผุในวงการทันตแพทย์มานานกว่า 70 ปี และได้รับการยอมรับเป็นวิธีที่ช่วยในกระบวนการป้องกันฟันผุได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ten Cate และ Featherstone 1991) กลไกในการป้องกันฟันผุของฟลูออไรด์นั้นเกิดจากกระบวนการแบบเฉพาะที่ กล่าวคือมีความเข้มข้นฟลูออไรด์ในระดับต่ำๆ ในสารละลายในช่องปากจะช่วยควบคุมการลุกลามของรอยโรคฟันผุและกระตุ้นการสะสมแร่ธาตุกลับสู่ผิวฟันได้ (Fejerskov และ Kidd 2009) สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์นั้นมีมาตั้งแต่ช่วงค.ศ. 1960 เป็นต้นมา มีการตีพิมพ์ผลของการลดการเกิดฟันผุของน้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์ออกมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน Heifetz และคณะ ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ในการป้องกันการเกิดฟันผุ ในกลุ่มเด็กนักเรียนที่อาศัยในพื้นที่ที่มีระดับฟลูออไรด์ในน้ำดื่มน้อยกว่า 0.03 ส่วนในล้านส่วน จำนวนทั้งหมด 1,238 คน ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำยาบ้วน



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

ปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นประจำทุกวันกับการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 ปี โดยติดตามผลการศึกษาค่าฟันผุนุด (DMFT) พบว่าการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นประจำทุกวัน และการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ทุกสัปดาห์ สามารถช่วยป้องกันฟันผุบริเวณด้านประชิดได้เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Heifetz, Meyers, และคณะ 1981) Ögaard และคณะ ศึกษาการดูดซับฟลูออไรด์ของผิวเคลือบฟัน ภายหลังการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 วันละครั้ง มีฟลูออไรด์เพิ่มขึ้นในผิวเคลือบฟันร้อยละ 15.9 (Ogaard, Rolla, และคณะ 1983) สอดคล้องกับการศึกษาของ Ripa พบว่าการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 วันละครั้ง สามารถลดการเกิดฟันผุได้เฉลี่ยร้อยละ 28

Quantitative light-induced fluorescence (QLF)

QLF เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจหารอยโรคฟันผุระยะเริ่มแรก โดยการใช้แสงที่ตามองเห็น (visible light) หรือแสงที่มีความยาวคลื่นใกล้แสงเหนือม่วง (ultraviolet) ในการกระตุ้นให้ส่วนประกอบของฟันมีการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนส์ตามธรรมชาติออกมาเมื่อการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุของเคลือบฟันจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟลูออเรสเซนส์ในบริเวณนั้นขึ้น โดยฟลูออเรสเซนส์ที่สะท้อนออกมาจะมีปริมาณลดลงเมื่อเกิดการสูญเสียแร่ธาตุของเคลือบฟันบริเวณนั้น สาเหตุที่ทำให้เกิดการลดลงของฟลูออเรสเซนส์เนื่องจากสาเหตุสองประการคือ หนึ่งเมื่อแสงผ่านบริเวณรอยผุระยะเริ่มต้นจะเกิดการกระเจิงของแสงกระตุ้นที่ให้ ทำให้แสงที่จะผ่านลงไปสู่รอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันเหลือน้อยลง อีกสาเหตุหนึ่งคือฟลูออเรสเซนส์ที่สะท้อนกลับมาจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟัน เกิดการกระเจิงเมื่อผ่านบริเวณที่มีการสูญเสียแร่ธาตุจากทั้งสองสาเหตุทำให้การตรวจจับพบฟลูออเรสเซนส์จากบริเวณนั้นน้อยลง (Pretty 2006) การประมวลผลของเครื่องคิวแอลเอฟจะใช้โปรแกรมเปรียบเทียบค่าฟลูออเรสเซนส์ หากพบว่าเคลือบฟันบริเวณใดที่มีค่าลดลงของฟลูออเรสเซนส์มากกว่าร้อยละ 5 จะพิจารณาว่าเกิดการสูญเสียแร่ธาตุในบริเวณนั้นแล้ว (De Josselin de Jong, Sundström, และคณะ 1995) โดยโปรแกรมดังกล่าวจะแสดงค่าออกมาเป็นค่าร้อยละความต่างของฟลูออเรสเซนส์ (ΔF) และพื้นที่ทั้งหมดของการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุเป็นตารางมิลลิเมตร เมื่อนำทั้งสองค่ามาคูณกันจะเกิดเป็นค่าปริมาตรของเคลือบฟันที่สูญเสียแร่ธาตุ (ΔQ) ปัจจุบัน QLF ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของการสูญเสียแร่ธาตุของเคลือบฟัน โดยมักถูกนำมาใช้ในการศึกษาผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ผลต่อรอยโรคฟันผุที่เฝ้าระวังเครื่องมือจัดฟันในช่องปากปฏิบัติการ (Gokce, Savas, และคณะ 2017, Sudjalim, Woods, และคณะ 2007)

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ฟันกรามน้อยที่มีรอยโรคฟันผุระยะเริ่มต้นบนด้านประชิด ซึ่งได้รับการถอนด้วยเหตุผลทางทันตกรรม โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า : ฟันกรามน้อยที่ได้รับการตรวจรอยผุบนด้านประชิดด้วยสายตาตามเกณฑ์ ICDA II อยู่ในระดับ 1 หรือ 2, และเมื่อพิจารณาจากภาพถ่ายรังสีแล้ว พบเงาดำลึกไม่เกินครึ่งนอกของความหนาของเคลือบฟัน (D1) หรือเงาดำลึกมากกว่าครึ่งหนึ่งของความหนาของเคลือบฟันแต่ไม่เกินรอยต่อระหว่างเคลือบฟันกับเนื้อฟัน (D2)

เกณฑ์การคัดออก : พื้นที่ที่มีความผิดปกติจากการสร้างฟัน มีรอยแตก ร้าว หรือเคยผ่านการบูรณะด้าน
ประชิด รวมทั้งฟันที่มีรอยผบริเวณอื่นๆ ของตัวฟัน

รวบรวมพันธุ์อย่างที่จะระดับความลึกละ 24 ซี (D1 จำนวน 24 ซี และ D2 จำนวน 24 ซี) นำพันธุ์แต่ละ
ขึ้นมาทาน้ำยาทาเล็บสีใสให้ทั่วพื้นผิวพื้น ยกเว้นผิวเคลือบพื้นด้านที่มีรอยผุ นำพันธุ์อย่างแต่ละขึ้นมาฝังใน
ซิลิโคนชนิดพุดดี โดยจัดให้มีการประชิดกับพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่พันธุ์อย่างและเป็นพันธุ์ที่ไม่มีรอยโรคทางด้าน
ประชิดของพันธุ์ที่ได้รับการทาน้ำยาทาเล็บสีใสทั่วพื้นผิวพื้นทุกด้าน จัดความสัมพันธ์ของสันริมพันธุ์ให้มีระดับ
เท่ากัน และให้จุดสัมผัสที่เกิดขึ้นนั้นตรงกับบริเวณรอยผุระยะเริ่มแรกที่ตรวจพบเพื่อจำลองให้ใกล้เคียงกับ
สภาวะจริงในช่องปาก แบ่งพันธุ์อย่างตามระดับความลึกเข้ากลุ่มการทดลองอย่างสุ่มโดยการจับสลาก
แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 ตัวอย่าง

กลุ่มการทดลอง : แซในสารละลายยาสีฟีนผสมฟลูออไรด์ 1000 ppm ร่วมกับการใช้น้ำยาบ้วนปาก
โซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05

กลุ่มควบคุม : แช่ในสารละลายยาสีฟันทสมฟลออไรด์ 1000 ppm เพียงอย่างเดียว

วัดค่าเริ่มต้นก่อนการเข้าสู่กระบวนการจำลองสภาวะการสูญเสียและคืนแร่ธาตุ (pH cycling) โดยวัดค่าร้อยละความต่างของฟลูออเรสเซนส์ (ΔF) ด้วยเครื่อง QLF-D (Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, The Netherlands) โดยทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

จากนั้นนำตัวอย่างเข้ากระบวนการ pH cycling โดยขึ้นงานตัวอย่างแต่ละชิ้นจะได้รับการแช่ในสารละลายยาสีฟีนเป็นเวลา 2 นาที ก่อนและหลังผ่านกระบวนการ pH cycling สำหรับกลุ่มทดลองจะมีการแช่ชิ้นฟีนตัวอย่างลงในน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 0.05 เป็นเวลา 1 นาที หลังจากแช่ในสารละลายยาสีฟีนช่วงก่อนที่จะเข้ากระบวนการ pH cycling เป็นประจำทุกวัน เมื่อครบระยะเวลา 30 วัน วัดค่า ΔF ด้วยเครื่อง QLF-D ภายหลังการทดลอง



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

นำค่า ΔF มาวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และใช้สถิติ pair t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณแร่ธาตุก่อนและหลังการให้สิ่งแทรกแซง ใช้สถิติ t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างของการคืนแร่ธาตุของแต่ละกลุ่มการทดลอง โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยเริ่มต้นระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในแต่ละระดับความลึกไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละความต่างของฟลูออเรสเซนส์ (ΔF) ก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างแต่ละกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียวมีค่า ΔF ภายหลังกระบวนการเลียนแบบสภาวะการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสในช่องปากเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งตัวอย่างที่มีระดับความลึกเริ่มต้นที่ D1 และ D2 ส่วนกลุ่มที่ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ร่วมกับการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ พบว่า เฉพาะตัวอย่างที่มีระดับความลึกเริ่มต้นที่ D1 เท่านั้นที่มีค่า ΔF ภายหลังการทดลองเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าความต่างของฟลูออเรสเซนส์ก่อนและหลังการทดลอง ($\Delta \Delta F$) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ร่วมกับการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ มีค่า $\Delta \Delta F$ น้อยกว่ากลุ่มที่ใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในกลุ่มรอยโรคที่มีระดับความลึกเริ่มต้นที่ D2

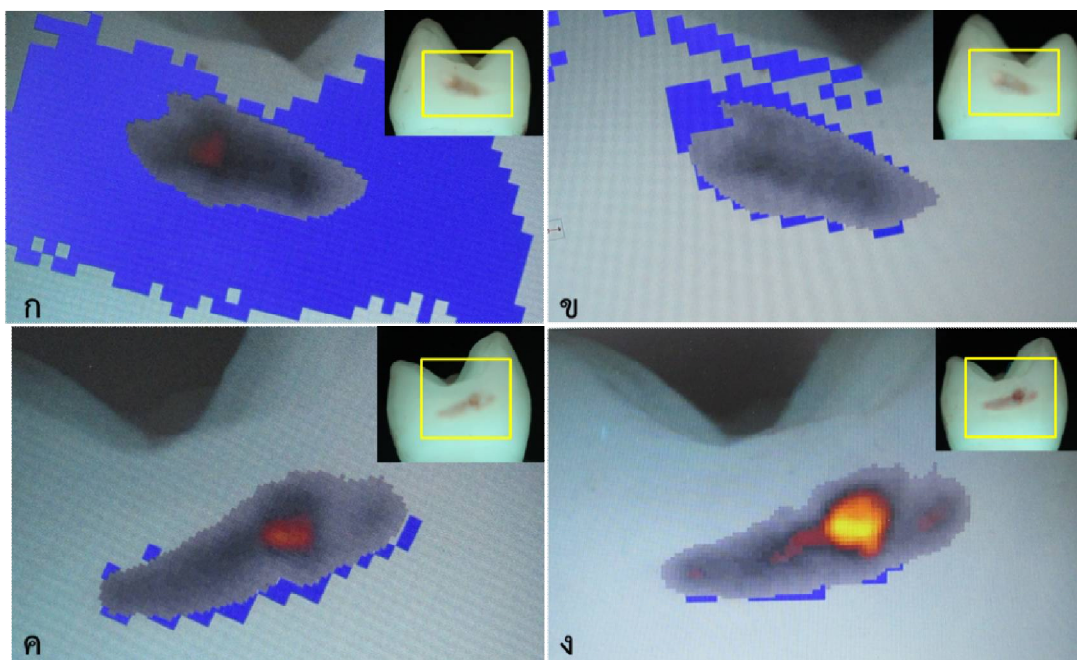
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของร้อยละความต่างของฟลูออเรสเซนส์

กลุ่ม	D1+D2 (N=48)			D1 (N=24)			D2 (N=24)		
	ΔF ก่อน(%)	ΔF หลัง(%)	$\Delta \Delta F$	ΔF ก่อน(%)	ΔF หลัง(%)	$\Delta \Delta F$	ΔF ก่อน(%)	ΔF หลัง(%)	$\Delta \Delta F$
TP+MR 0.05%	-18.32±6.86	-19.39±5.99	-1.06±3.85	-16.21±5.37	-19.26±7.03 ^a	-3.05±3.30	-20.29±7.44	-19.50±5.13	0.79±3.45
TP	-17.91±8.43 ^a	-20.28±8.63 ^a	-2.36±2.67	-15.37±5.62	-18.12±5.97 ^a	-2.75±2.57	-20.27±9.65	-22.29±10.36 ^a	-2.00±2.80

TP=fluoride toothpaste, MR=fluoride mouthrinse

a แสดงถึงกลุ่มข้อมูลที่มีค่า ΔF ก่อนและหลังการทดลองต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* แสดงถึงกลุ่มข้อมูลที่มีค่า $\Delta \Delta F$ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



รูปที่ 1 ภาพถ่ายจากเครื่อง QLF ก-ข: ภาพถ่ายก่อน (ก) และหลังการทดลอง (ข) แสดงให้เห็นถึงการคืนแร่ธาตุ (ฟันตัวอย่างจากกลุ่มทดลองที่ระดับความลึก D2), ค-ง: ภาพถ่ายก่อน (ค) และหลังการทดลอง (ง) แสดงให้เห็นถึงการสูญเสียแร่ธาตุ (ฟันตัวอย่างจากกลุ่มควบคุมที่ระดับความลึก D1)

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ส่วนในล้านส่วนร่วมกับการใช้น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ในความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ต่อการคืนแร่ธาตุของรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านประชิด โดยวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความแตกต่างของฟลูออเรสเซนส์ (ΔF) ของผิวฟัน เมื่อพิจารณาฟันตัวอย่างในกลุ่มควบคุมซึ่งผ่านการสัมผัสกับสารละลายยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ 1000 ppm พบว่าค่าเฉลี่ยของ ΔF สูงขึ้น แสดงว่ารอยโรคมักมีการสูญเสียแร่ธาตุออกไปเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่ากระบวนการจำลองสภาวะการสูญเสียและคืนแร่ธาตุ (pH cycling) ที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ใกล้เคียงการจำลองสภาวะช่องปากของผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดฟันผุ ซึ่งช่องปากจะอยู่ในสภาวะเป็นกรดบ่อยกว่าบุคคลทั่วไปและมีผลรวมของการสูญเสียแร่ธาตุมากกว่าการคืนแร่ธาตุ โดยผู้ป่วยกลุ่มที่มีความเสี่ยงในการเกิดฟันผุสูงจะเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่ทันตแพทย์จะพิจารณาสั่งจ่ายน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ให้ใช้ (Marinho, Higgins, และคณะ 2003) ในระหว่างกระบวนการจะแช่ฟันตัวอย่างในสารละลายที่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ ซึ่งมีค่าความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 4.4 เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำฟันตัวอย่างล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนแล้วนำไปแช่ในสารละลายที่ทำให้เกิดการคืนแร่ธาตุซึ่งมีค่าความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 7



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยใน 1 วันจะทำกระบวนการดังกล่าว 3 รอบ เสร็จแล้วจะแช่ฟันตัวอย่างในน้ำลายเทียมตลอดคืนและเริ่มกระบวนการใหม่ในวันรุ่งขึ้น โดยฟันตัวอย่างจะถูกแช่ลงในสารละลายยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ เป็นเวลา 2 นาทีก่อนและหลังเริ่มกระบวนการ และฟันตัวอย่างกลุ่มทดลองจะถูกนำไปแช่ในน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์เป็นเวลา 1 นาทีหลังการแช่ในสารละลายยาสีฟันในช่วงก่อนการเริ่มกระบวนการในทุกวัน

ผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า กลุ่มที่สัมผัสกับน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ร้อยละ 0.05 มีค่า ΔF ไม่แตกต่างจากก่อนการทดลอง ซึ่งหมายความว่าปริมาณแร่ธาตุของบริเวณรอยโรคมีปริมาณใกล้เคียงกับก่อนที่รอยโรคจะผ่านกระบวนการ pH cycling กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การใช้ยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 0.05 ร่วมกับการใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ สามารถช่วยลดอัตราการสูญเสียแร่ธาตุออกจากรอยผุได้ อย่างไรก็ตามหากวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงแยกตามระดับความลึก ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างของค่า ΔF ก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง พบว่ากลุ่มที่มีระดับความลึกที่ D1 มีค่า ΔF หลังการทดลองที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่มีระดับความลึกที่ D2 มีค่า ΔF ที่ไม่แตกต่างจากก่อนเริ่มการทดลอง แสดงให้เห็นว่าผลของน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ต่อการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุให้ผลที่แตกต่างกันเมื่อรอยโรคในชั้นเคลือบฟันมีระดับความลึกเริ่มต้นแตกต่างกัน การศึกษาผลการคืนแร่ธาตุของผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์ที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะศึกษาในรอยผุจำลองที่กำหนดให้มีความลึกเดียวกัน ยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการศึกษาผลของน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ต่อรอยผุที่ระดับความลึกต่างๆ การศึกษาถึงผลของปริมาณเริ่มต้นของรอยผุต่อประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุด้วยน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์จะทำให้เข้าใจถึงกลไกการทำงานของผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์แต่ละรูปแบบมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิกในการส่งจ่ายผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์แต่ละชนิดในกรณีที่ตรวจพบรอยผุด้านประชิดที่มีความลึกต่างๆ แม้ว่าการใช้รอยผุที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติจะใกล้เคียงสภาวะทางคลินิกมากกว่า แต่การนำมาใช้ก็มีข้อจำกัด คือไม่สามารถควบคุมขนาดความลึกและคุณภาพเริ่มต้นของรอยผุให้เท่ากันทุกกลุ่มได้

รอยโรคฟันผุระยะเริ่มแรกจะมีเคลือบฟันชั้นนอกพรุนมากกว่าปกติ เพราะและแตกหักได้ง่ายและมีการสูญเสียลักษณะกึ่งโปร่งแสง (translucency) จึงเห็นเป็นลักษณะรอยโรคจุดขาว (Featherstone 2008) นอกจากนี้ความหนาแน่นแร่ธาตุของชั้นใต้ผิวที่ลดลง ทำให้มีลักษณะโปร่งรังสีทางภาพถ่ายรังสี สำหรับเครื่องมือตรวจหารอยผุที่เป็นวิธีเชิงแสงในปัจจุบันมีหลายชนิด รวมถึงเครื่อง QLF ด้วย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับการพัฒนามาเพื่อใช้ในการตรวจหาและวัดการสูญเสียแร่ธาตุของเคลือบฟันเชิงปริมาณที่มีอำนาจในการทำงานสูง (Aljehani, Tranaeus, และคณะ 2004) จุดเด่นของเครื่อง QLF คือเป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจหาการคืนแร่ธาตุและการสูญเสียแร่ธาตุโดยที่ไม่มีการทำลายชิ้นฟันตัวอย่างเทียบกับการใช้ transversal microradiography (TMR) ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานในการวัดการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุของเคลือบฟันแต่เป็นวิธีที่ต้องตัดชิ้นฟันตัวอย่างในระหว่างการอ่านค่า ทำให้ไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของรอยโรคเมื่อผ่าน



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

สภาวะต่างๆ ได้ จากการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ของการใช้เครื่องมือทั้งสองชนิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันมีค่า r เท่ากับ 0.82 เครื่อง QLF จึงได้รับการยอมรับให้นำมาใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแร่ธาตุของเคลือบฟันทางห้องปฏิบัติการได้ (Gmur, Giertsen, และคณะ 2006) ต่อมาได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เครื่อง QLF กับ optical coherence tomography (OCT) และ surface microhardness พบว่า QLF และ OCT ตรวจพบการสูญเสียแร่ธาตุนบนผิวฟันได้ไม่ต่างกัน และสามารถใช้ในการติดตามการดำเนินไปของการสูญเสียแร่ธาตุของเคลือบฟันในห้องปฏิบัติการได้ (Chew, Zakian, และคณะ 2014) และได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เครื่อง QLF กับการตรวจด้วยสายตาร่วมกับการถ่ายภาพรังสีดิจิทัลในการตรวจหารอยผุทางด้านประชิดในห้องปฏิบัติการพบว่าเครื่อง QLF สามารถตรวจพบฟันผุทางด้านประชิดได้และมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการตรวจด้วยสายตาร่วมกับการถ่ายภาพรังสีดิจิทัล (Ko, Kang, และคณะ 2015)

จากการศึกษาคุณสมบัติความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) และความสามารถในการให้ผลซ้ำ (Reproducibility) ของเครื่อง QLF ในการตรวจรอยผุระยะเริ่มแรกบนด้านเรียบของฟันโดย พบว่า เมื่อนำข้อมูลที่ได้อ่านหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงของผู้ประเมิน (intra-examiner reliability) มีค่าอยู่ที่ 0.93-0.99 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (extra-examiner reliability) อยู่ที่ 0.95-0.99 แสดงให้เห็นว่าเครื่อง QLF มีความสามารถในการวัดซ้ำและการให้ผลซ้ำได้เป็นอย่างดี (Tranaeus, Shi, และคณะ 2000) โดยมีค่าความไว (sensitivity) อยู่ที่ 0.83 และค่าความจำเพาะ (specificity) อยู่ที่ 0.98 (Shi, Tranaeus, และคณะ 2001)

การใช้เครื่อง QLF ในการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดคือ ผู้วิจัยไม่สามารถจัดตำแหน่งฟันตัวอย่างโดยให้ผิวรอยโรคขนานกับเครื่อง QLF เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้รอยผุจริงจากฟันธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ใช้ที่จับยึดฟันที่สามารถถอดและใส่ฟันกลับเข้าตำแหน่งเดิมได้ จึงสามารถวัดค่าความต่างของฟลูออเรสเซนส์ของฟันแต่ละซี่ได้ที่ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการวัดและเปรียบเทียบค่าของฟันตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ศึกษาถึงผลของผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เฉพาะที่เพียงชนิดเดียวคือ น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 0.05 อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เฉพาะที่อีกหลายชนิด เช่น น้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 0.2 ฟลูออไรด์วานิช ฟลูออไรด์เจล ซึ่งน่าสนใจนำมาศึกษาเพิ่มเติม และหากมีการศึกษาต่อในอนาคตควรมีการจำลองคราบจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ และอุณหภูมิ เพื่อให้คล้ายสภาวะในช่องปากมากที่สุด



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

"Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions"

เอกสารอ้างอิง

- Aljehani A., Tranaeus S., Forsberg C.M., Angmar-Mansson B., Shi X.Q. (2004). In vitro quantification of white spot enamel lesions adjacent to fixed orthodontic appliances using quantitative light-induced fluorescence and DIAGNOdent. *Acta odontologica Scandinavica*;62(6):313-8.
- Chew H.P., Zakian C.M., Pretty I.A., Ellwood R.P. (2014). Measuring initial enamel erosion with quantitative light-induced fluorescence and optical coherence tomography: an in vitro validation study. *Caries research*;48(3):254-62.
- Chow L.C., Takagi S., Carey C.M., Sieck B.A. (2000). Remineralization effects of a two-solution fluoride mouthrinse: an in situ study. *Journal of dental research*;79(4):991-5.
- De Josselin de Jong E., Sundström F., Westerling H., Tranaeus S., Ten Bosch J., Angmar-Mansson B. (1995). A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries research*;29(1):2-7.
- Featherstone J.D.B. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *Australian Dental Journal*;53(3):286-91.
- Fejerskov O., Kidd E. (2009). *Dental caries: the disease and its clinical management*: John Wiley & Sons.
- Ferreira M.Â.F., Rodrigues C.S., Lima K.C. (2005). Effect of regular fluoride gel application on incipient carious lesions. *Oral health & preventive dentistry*;3(3).
- Gmur R., Giertsen E., van der Veen M.H., de Josselin de Jong E., ten Cate J.M., Guggenheim B. (2006). In vitro quantitative light-induced fluorescence to measure changes in enamel mineralization. *Clinical oral investigations*;10(3):187-95.
- Gokce G., Savas S., Kucukyilmaz E., Veli I. (2017). Effects of toothpastes on white spot lesions around orthodontic brackets using quantitative light-induced fluorescence (QLF) : An in vitro study. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie : Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*;78(6):480-6.
- Heifetz S.B., Meyers R., Kingman A. (1981). A comparison of the anticaries effectiveness of daily and weekly rinsing with sodium fluoride solutions: findings after two years. *Pediatric dentistry*;3(1):17-20.



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

"Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions"

- Kidd E., Fejerskov O. (2004). What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of dental research*;83(suppl 1):C35-C8.
- Ko H.-Y., Kang S.-M., Kim H.E., Kwon H.-K., Kim B.-I. (2015). Validation of quantitative light-induced fluorescence-digital (QLF-D) for the detection of approximal caries in vitro. *Journal of dentistry*;43(5):568-75.
- Marinho V.C., Higgins J.P., Logan S., Sheiham A. (2003). Topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels or varnishes) for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*(4):Cd002782.
- Marinho V.C., Higgins J.P., Sheiham A., Logan S. (2003). Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*(1):Cd002278.
- Marinho V.C., Higgins J.P., Sheiham A., Logan S. (2004). Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels, varnishes) versus single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*(1):Cd002781.
- Mialhe F.L., Pereira A.C., Pardi V., de Castro Meneghim M. (2003). Comparison of three methods for detection of carious lesions in proximal surfaces versus direct visual examination after tooth separation. *The Journal of clinical pediatric dentistry*;28(1):59-62.
- O'reilly M., Featherstone J. (1987). Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*;92(1):33-40.
- Ogaard B., Rolla G., Helgeland K. (1983). Uptake and retention of alkali-soluble and alkali-insoluble fluoride in sound enamel in vivo after mouthrinses with 0.05% or 0.2% NaF. *Caries research*;17(6):520-4.
- Pitts N.B., Rimmer P.A. (1992). An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries research*;26(2):146-52.
- Pretty I.A. (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies. *Journal of dentistry*;34(10):727-39.



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9

“Local & Global Sustainability: Meeting the Challenges & Sharing the Solutions”

- Rayner J.A., Southam J.C. (1979). Pulp changes in deciduous teeth associated with deep carious dentine. *Journal of dentistry*;7(1):39-42.
- Shi X.Q., Tranaeus S., Angmar-Mansson B. (2001). Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries research*;35(1):21-6.
- Sudjalim T.R., Woods M.G., Manton D.J., Reynolds E.C. (2007). Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*;131(6):705.e1-9.
- ten Cate J.M., Featherstone J.D. (1991). Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists*;2(3):283-96.
- ten Cate J.M., 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.
- Tranaeus S., Shi X.-Q., Trollsas K., Lindgren L.-E., Angmar-Mansson B., editors. In-vivo quantification of natural incipient caries lesions using the quantitative light-induced fluorescence method: a reproducibility study 2000.
- Yu D., Sipos T., Wu M.M., Bilbault T., Lynch M.C., Naleway C. (2004). Effect of fluoride/essential oils-containing mouthrinse on the microhardness of demineralized bovine enamel. *American journal of dentistry*;17(3):216-8.
- Zero D.T. (2006). Dentifrices, mouthwashes, and remineralization/caries arrestment strategies. *BMC Oral health*;6(1):1.