

บทความปริทัศน์

## ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็ก

## Alternative Approaches in Pediatric Dental Caries Management

อาภา จันท์เทวี<sup>1</sup>

Apa Juntavee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen

### บทคัดย่อ

ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กมีเป้าหมายสำคัญในการจัดการรอยโรคฟันผุระยะแรกเริ่มด้วยการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุเพื่อป้องกันการลุกลามของโรค ในปัจจุบันการรักษาทางทันตกรรมได้มุ่งเน้นไปที่เทคโนโลยีทันสมัยสำหรับการคืนกลับแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันและการบูรณะฟันด้วยวิธีการหลีกเลี่ยงการกรอฟัน วัตถุประสงค์ของการทบทวนวรรณกรรมในครั้งนี้เพื่อรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัสดุที่ทันสมัยที่ใช้ในคลินิกเพื่อการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุรวมทั้งวิธีการกำจัดรอยโรคฟันผุที่เป็นโพรงในเชิงอนุรักษ์ด้วยวิธีที่ไม่รุกรานเพื่อคงสภาพโครงสร้างของฟันธรรมชาติไว้ให้แข็งแรงด้วยวิธีการเชิงกลเคมี การจัดการรอยโรคฟันผุด้วยวิธีการใหม่นอกจากจะช่วยลดปัญหาความกลัวและความวิตกกังวลในเด็ก ยังสามารถทำให้เกิดความร่วมมือและทัศนคติที่ดีของเด็กต่อการรักษาทางทันตกรรม อันจะส่งผลดีต่อการพัฒนาสุขภาพช่องปากของเด็กโดยรวมต่อไป

**คำสำคัญ:** รอยโรคฟันผุ, การส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุ, การกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยวิธีเชิงกลเคมี

### Abstract

New approaches in pediatric dental caries management aims to manage initial carious lesion by promoting remineralization to prevent the extension of the disease. At the present time, dental treatment has been focused on contemporary technologies for remineralization therapies on enamel surface and drill-less dentistry. The objectives of this review article are to make the summary of advanced materials for clinical approaches to carious lesion as well as minimal intervention to cavitated carious lesion in order to preserve tooth structure by chemomechanical therapeutics. New approaches in pediatric dental caries management not only reduce pain and anxiety during dental treatment but also enhance child cooperation and positive attitudes leads to long term successful in oral health development for children worldwide.

**Keywords:** Carious lesion, Remineralization, Chemomechanical caries removal

Received Date: Jan 26, 2017

Accepted Date: Mar 28, 2017

doi: 10.14456/jdat.2017.24

#### ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

อาภา จันท์เทวี ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 โทรศัพท์: 043-202405 ต่อ 45157 อีเมล: apa.edu@hotmail.com

#### Correspondence to:

Apa Juntavee. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002 Thailand. Tel: 043-202405 ext.45157 E-mail: apa.edu@hotmail.com

## บทนำ

ทางเลือกใหม่ในการกระบวนกรจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดการจัดการฟันผุในลักษณะของโรคติดเชื้อที่มีการดูแลทางชีวภาพ (biological approach) และมีการรักษาทางการแพทย์ (medical approach)<sup>1</sup> ร่วมด้วย โดยมีเป้าประสงค์ที่จะหลีกเลี่ยงการทำหัตถการออกไปให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ รวมทั้งทำการอนุรักษ์และเสริมสร้างความแข็งแรงของผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุแต่ยังไม่เป็นโพรงฟันไว้ให้สามารถทำหน้าที่ในการบดเคี้ยวหรือคงความสวยงามไว้ให้ได้นานที่สุด การจัดการกับรอยโรคฟันผุในเด็กได้มีการเปลี่ยนแปลงจากหลักการเดิมจากการขยายเพื่อการป้องกัน (extension for prevention) ไปสู่วิวัฒนาการของการรักษาแบบรุกรานน้อย (minimally invasive) ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องจากการพัฒนาวัสดุทันตกรรม สารยึดติดทางทันตกรรม รวมทั้งมีการพัฒนาองค์ความรู้ที่มากขึ้นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุและการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟัน<sup>2</sup> การดูแลทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยเด็กตามแนวคิดใหม่ประกอบไปด้วย การให้ความสำคัญกับงานทันตกรรมป้องกันด้วยยาว การรับการประเมินรอยโรคฟันผุในระยะเริ่มแรกร่วมกับการประเมินความเสี่ยงและจัดการผู้ป่วยตามระดับของความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้อย่างเหมาะสม เมื่อตรวจพบการสูญเสียแร่ธาตุ กระบวนการรักษาโรคจะเริ่มต้นโดยการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุของเคลือบฟัน หากพบยาสีฟันฟลูออไรด์จนเกิดเป็นโพรงฟัน (cavity) การบูรณะฟันทดแทนจะเป็นการบูรณะแบบสูญเสียเนื้อฟันน้อยที่สุดและเมื่อเกิดความไม่สมบูรณ์ของการบูรณะในภายหลัง จะพิจารณาซ่อมแซมวัสดุที่ถูกทำลายไปมากกว่าการทดแทนด้วยการรีดวัสดุทั้งหมดเนื่องจากการรีดทั้งหมดส่งผลกระทบต่อสูญเสียเนื้อ

ฟันที่มากขึ้น การรักษาแบบดั้งเดิมสำหรับฟันผุที่เป็นโพรงจะเกี่ยวข้องกับการกำจัด (excavation) โครงสร้างฟันที่มีการติดเชื้อและมีการสูญเสียแร่ธาตุกระบวนการรักษาส่วนใหญ่ใช้ดามกรอฟันแบบหมุน ซึ่งเป็นการกระตุ้นความกลัวและวิตกกังวลในเด็กอย่างมีนัยสำคัญ<sup>3</sup> ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลทางทันตกรรมและความเจ็บปวดที่ได้รับส่งผลให้เกิดวงจรอุบาทว์ (vicious cycle) ของการรักษาทางทันตกรรมสำหรับเด็กจะทำให้ผู้ป่วยและผู้ปกครองหลีกเลี่ยงการรักษาทางทันตกรรม จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างความกลัวทางทันตกรรมกับการมาพบทันตแพทย์และประสบการณ์การเกิดโรค เช่นเด็กที่มีความกลัวสูงจะมาพบทันตแพทย์น้อยกว่าและมีฟันผุ รวมทั้งฟันที่ถูกถอนไปมากกว่าเด็กที่ไม่กลัวการทำฟัน และจะมาพบทันตแพทย์ก็ต่อเมื่อมีปัญหาฉุกเฉิน เช่น ปวดฟัน มีตุ่มหนองเท่านั้น ทำให้ต้องได้รับการรักษาที่ยุ่ยยากและรุกรานมากขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดความวิตกกังวลความกลัวและการต่อสู้ขัดขืนขณะรับการรักษาที่มากขึ้น<sup>4</sup> การจัดการพฤติกรรมของผู้ป่วยเด็กเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับเด็ก เด็กจำนวนมากไม่สามารถให้ความร่วมมือได้เนื่องจากความกลัวที่แฝงอยู่ในใจ ส่งผลให้เป็นอุปสรรคในคุณภาพของการรักษาทางทันตกรรม<sup>5</sup> ส่งผลให้การรักษาที่สมบูรณ์ทำได้ยากขึ้น ดังเป็นที่ทราบดีว่าเชื้อก่อโรคฟันผุในชุดฟันน้ำนมสามารถก่อให้เกิดฟันผุในฟันแท้ได้ ดังนั้นการทำหัตถการเพื่อการรักษาฟันผุด้วยการกรอฟันน้ำนมสามารถก่อให้เกิดปัญหาความกลัวของเด็ก ทำให้เด็กปฏิเสธการมารับการรักษา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพองค์รวมของเด็กรวมทั้งเป็นสาเหตุที่สำคัญของความล้มเหลวในการลดอัตราการเกิดโรคฟันผุในเด็กอย่างทั่วถึงที่กำลังเผชิญกับปัญหาอยู่ในปัจจุบัน<sup>6</sup>

## การจัดการรอยโรคฟันผุแนวใหม่ภายใต้หลักการของการจัดการฟันผุแบบสากล (ICCMS™)

การแบ่งประเภทและการจัดการฟันผุแบบสากล (International Caries Classification and Management System: ICCMS™)7 มีจุดเริ่มต้นในปี ค.ศ.2002 เพื่อสร้างระบบการตรวจสอบและการประเมินฟันผุระหว่างประเทศ (International Caries Detection and Assessment System: ICDAS) รวมทั้งสร้างมาตรฐานในระดับนานาชาติในการวินิจฉัย ป้องกันและควบคุมโรคฟันผุแบบองค์รวมผ่านแผนการรักษาของผู้ป่วยเพื่อป้องกันการเกิดรอยโรคใหม่ ป้องกันการลุกลามของโรค และเพื่อรักษาโครงสร้างของเนื้อฟันปกติด้วยกระบวนการรักษาที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันมากเกินไป โดยครอบคลุมถึงการกำจัดปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคและติดตามผลการรักษาในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสม

การจัดการรอยโรคฟันผุแนวใหม่ภายใต้หลักการของการจัดการฟันผุแบบสากล มีเป้าหมายที่จะป้องกันไม่ให้เกิดโรคฟันผุและควบคุมการเกิดโรคโดยเน้นการปรับปรุงสุขภาพช่องปากตาม “วิถีชีวิตของผู้ป่วย” เพื่อการป้องกันโรคฟันผุและรักษาสุขภาพช่องปาก ที่มีความสำคัญอย่างมากในการป้องกันระดับปฐมภูมิอันเป็นการป้องกันลำดับแรกๆที่ยังไม่เกิดโรคและการป้องกันระดับทุติยภูมิที่จะป้องกันการลุกลามของโรคเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายและชีวิตของผู้ป่วย ICCMS™ มีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงในทางปฏิบัติและมีการปรับปรุงการบริหารความเสี่ยงทางคลินิกสำหรับผู้ป่วยเด็กแต่ละรายโดยยึดหลักตามความรุนแรงของกระบวนการเกิดโรคฟันผุและการดำเนินของโรคโดยมีเป้าหมายที่จะป้องกันไม่ให้เกิดการพัฒนาของโรคฟันผุใหม่และป้องกันโรคฟันผุที่อยู่ในระยะแรกเริ่มไม่ให้เกิดการลุกลาม โดยทำการกำจัดรอยโรคเฉพาะจุดที่จำเป็นและเก็บเนื้อฟันส่วนที่ดีไว้นอกจากนั้นยังให้ความสำคัญกับการติดตามดูแลผู้ป่วยตามสถานะความเสี่ยงของแต่ละรายที่มีความแตกต่างกัน

การจัดการรอยโรคฟันผุในระยะเริ่มแรกตามหลักการของ ICCMS™ จะพิจารณาเลือกแนวทางการคืนส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในรอยโรคฟันผุระยะเริ่มต้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับระยะของรอยโรค ขอบเขตของรอยโรคในภาพรังสี และสถานะเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุของผู้ป่วยซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่ารอยโรคจะมีโอกาสรุกรานจนก่อให้เกิดโพรงฟันได้มากน้อยเพียงใด ในปัจจุบันพบว่าความสนใจในกระบวนการป้องกันและวิธีการรักษาที่รุกรานน้อยที่สุดมีเพิ่มมากขึ้น วิธีการดูแลแบบไม่บุรณะ (non-operative care) หรือการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุในการดูแลรักษาโรคฟันผุระยะเริ่มต้นเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการความเสี่ยงของการ

เกิดโรคฟันผุในแนวทางของ ICCMS™<sup>8</sup> วิธีการแบบดั้งเดิมของการรักษาโรคฟันผุที่เป็นโพรงฟันทางทันตกรรมหัตถการคือ การกำจัดเนื้อฟันที่นิ่มและติดเชื้อมาก่อนแล้วอุดโพรงฟันด้วยวัสดุที่เหมาะสม จากหลักฐานในปัจจุบันนี้ยังคงเชื่อในหลักการนี้เพราะเนื้อฟันที่มีการติดเชื้อมาก่อนแล้วอุดโพรงฟันด้วยวัสดุที่ยังมีหลักฐานที่บ่งชี้ว่าไม่จำเป็นต้องมีการกำจัดเนื้อฟันที่นิ่มและติดเชื้อมาก่อนเสมอไป จากการศึกษาทางคลินิกของทันตกรรมอนุรักษ์เป็นระยะเวลา 10 ปีบ่งชี้ว่าบนเนื้อฟันที่มีการติดเชื้อหากมีการยึดอยู่ของวัสดุบูรณะชนิดเรซินที่แนบสนิทดี จะส่งผลให้เกิดฟันผุที่ไม่ลุกลามบนเนื้อฟันดังกล่าว หากมีการยึดอยู่ของวัสดุบูรณะชนิดเรซินที่แนบสนิทดีในรอยโรคที่เป็นโพรงฟันจำนวนแบคทีเรียและการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะลดลงตามระยะเวลา จากมุมมองทางด้านชีวภาพของการค้นพบนี้ได้เสนอความท้าทายอันน่าสนใจถึงความจำเป็นที่ต้องกำจัดเนื้อฟันที่ติดเชื้อมาก่อนการบูรณะฟันในขณะเดียวกันเนื้อฟันที่ไม่มีการติดเชื้อจะมีจำนวนแบคทีเรียที่ค่อนข้างต่ำและโครงสร้างเนื้อฟันยังคงสภาพคอลลาเจนที่เอื้อต่อการคืนกลับแร่ธาตุ จึงไม่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการกำจัดเนื้อฟันส่วนนั้นก่อนการบูรณะ<sup>9</sup>

## 1. ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กด้วยวัสดุที่ส่งเสริมการคืนกลับของแร่ธาตุนั่นคือฟัน

### 1.1 เทคโนโลยีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต (Amorphous calcium phosphate: ACP)

เทคโนโลยีอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต หรือเอซีพี ถูกพัฒนาโดย Dr.Ming S. Tung ในปี ค.ศ.1999 เอซีพี นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ยาสีฟันชื่อ Enamelon® และถูกนำกลับมาใช้อีกครั้งในปี ค.ศ.2004 เป็นยาสีฟัน Enamel Care® โดย Church และ Dwight<sup>10,11</sup> เทคโนโลยี เอซีพี ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน เพื่อเก็บส่วนที่เป็นแคลเซียมและฟอสฟอรัส ไม่ให้ทำปฏิกิริยากันก่อนที่จะใช้งาน โดยแหล่งของแคลเซียมและฟอสฟอรัสมาจากเกลือสองตัวคือ แคลเซียมซัลเฟต และไดโพแทสเซียมฟอสเฟต เมื่อเกลือสองตัวนี้ผสมกัน จะเกิดการปลดปล่อยแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออนออกมา<sup>12</sup> และเกิดเอซีพีอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถตกตะกอน (precipitate) เข้าไปในพื้นผิวฟันได้ ตะกอนเอซีพีสามารถแตกตัวในน้ำลายเพื่อเป็นไอออนอิสระที่จะช่วยในการสะสมแร่ธาตุสู่ผิวเคลือบฟันได้อย่างรวดเร็ว และสามารถคงอยู่เพื่อให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุของฟัน<sup>10</sup> เมื่อมี เอซีพี ร่วมกับฟลูออไรด์ไอออน จะเกิดเป็นอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟลูออไรด์ฟอสเฟต (ACFP) หรือเอซีเอฟพี โดยทั้ง เอซีพี และเอซีเอฟพี จะอยู่ในรูปที่ไม่เสถียรและจะเปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปที่เสถียรมากกว่าได้แก่สถานะผลึก คือ ไฮดรอก

ซีอะพาไทต์และฟลูออไฮดรอกซีอะพาไทต์ แต่ก่อนที่มันจะเปลี่ยนสถานะ แคลเซียมและฟอสเฟตไอออนก็มีความสามารถชั่วคราวที่จะช่วยให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุของรอยโรคใต้พื้นผิวของเคลือบฟัน<sup>12</sup> สารประกอบเอซีพีที่ถูกพิจารณาว่าเป็นสารสำคัญที่ช่วยในการคืนกลับแร่ธาตุเนื่องจากคุณสมบัติที่มีการละลายสูง (high solubility) ภายใต้สภาวะในช่องปากและมีความสามารถที่จะเกิดเป็นอะพาไทต์ได้อย่างรวดเร็ว<sup>11</sup> อย่างไรก็ตามแม้ว่าเทคโนโลยี เอซีพี หรือ เอซีเอฟพี จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันการลุกลามของฟันผุ แต่อาจส่งผลให้เกิดหินน้ำลายได้<sup>12</sup> เอซีพี และฟลูออไรด์ถูกนำมาใช้ร่วมกันในวัสดุอุดฟันเรซินคอมโพสิตกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ วัสดุยึดติดทางทันตกรรมจัดฟัน วัสดุยึดติดครอบฟันและสะพานฟัน วัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน ยาสีฟันหมากฝรั่ง น้ำยาบ้วนปาก ผงขัด สารลดภาวะเสียวฟันและผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ฟันขาว<sup>13,14</sup> ยกตัวอย่างเช่น Discus Dental's Nite White Bleaching Gel® และ Premier Dental's Enamel Pro Polishing Paste® และ Aegis Pit and Fissure Sealant®<sup>10</sup>

## 1.2 เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต (Casein phosphopeptides-amorphous calcium phosphate: CPP-ACP)

เทคโนโลยีนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Eric Reynolds จากมหาวิทยาลัยเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต หรือซีพีพี-เอซีพี ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วน คือ เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ หรือซีพีพี และอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต หรือเอซีพี เคซีนฟอสโฟเพปไทด์เป็นฟอสโฟเพปไทด์ที่ได้จากการใช้เอนไซม์ทริปซิน (trypsin) ย่อยเคซีนในน้ำนมวัว ผลิตภัณฑ์จากนม และชีส<sup>15,16</sup> แล้วทำให้ตกตะกอนด้วยแคลเซียมฟอสเฟต และทำให้บริสุทธิ์ขึ้นด้วยการกรอง (ultrafiltration) ซีพีพี ประกอบด้วยกลุ่มของฟอสโฟเซรีล (phosphoserine cluster) ที่มีลำดับของกรดอะมิโนเป็น -Ser(P)-Ser(P)-Ser(P)-Glu-Glu- มีความสามารถในการคงสภาพแคลเซียมและฟอสเฟตไอออนโดยการปล่อยพันธะเพปไทด์เล็ก ๆ (CPPs) ผ่านการย่อยสลายเอนไซม์บางส่วนซึ่งจะนำไปสู่เทคโนโลยีการคืนกลับแร่ธาตุ<sup>17</sup> อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟตเป็นสารประกอบของแคลเซียมและฟอสเฟตที่มีลักษณะโครงสร้างคล้ายเจล ซึ่งมีความสามารถในการละลายสูง สามารถละลายได้อย่างรวดเร็วในช่องเหลวของร่างกายถูกพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1964 โดย Poster และ Tannenbaum จากความบังเอิญในการเตรียมอะพาไทต์ โดยการผสมแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงกับโซเดียมแอสไซด์ฟอสเฟตในสารละลายบัฟเฟอร์ แต่เมื่อนำสารที่ได้ไปทำการวิเคราะห์โครงสร้าง พบว่าสารที่ได้ไม่ใช่อะพาไทต์ และเมื่อนำสารที่ได้ไปทดสอบอีกครั้ง หลัง

เวลาผ่านไป 2-3 วัน กลับพบว่าสารที่ได้เป็นอะพาไทต์ที่มีลักษณะผลึกที่ไม่สมบูรณ์ จึงได้ทำการทดสอบอีกครั้งก็ได้ผลเช่นเดิม คือทันทีหลังจากผสม สารที่ได้จะเป็นสารที่ไม่มีรูปร่าง (amorphous) และหลังจากทิ้งไว้หลายชั่วโมง สารที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลึกที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเอซีพีสามารถเปลี่ยนไปเป็นอะพาไทต์ได้<sup>18</sup> เคซีนฟอสโฟเพปไทด์สามารถทำให้สารละลายแคลเซียมมีความคงทน เคซีนฟอสโฟเพปไทด์ 1 ไมเลกุลสามารถจับกับแคลเซียมได้มากที่สุด 24 ประจุ และฟอสเฟตได้ 16 ประจุ ในการทำปฏิกิริยาของเคซีนฟอสโฟเพปไทด์กับแคลเซียมฟอสเฟต ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นที่บริเวณกลุ่มฟอสโฟเซรีล ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับแคลเซียมฟอสเฟต โปรตีนจะทำหน้าที่ป้องกันการตกผลึกตามธรรมชาติของแคลเซียมฟอสเฟตในสารละลาย และเนื่องจากเคซีนฟอสโฟเพปไทด์ เป็นโปรตีนที่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับรูปร่างให้เข้ากับพื้นผิวต่าง ๆ ได้ง่าย ส่งผลช่วยให้อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟตมีความคงตัวป้องกันการเจริญเติบโตเพิ่มขนาดเป็นขนาดวิกฤตและป้องกันการตกผลึกตามธรรมชาติ<sup>15</sup> ซีพีพี-เอซีพี มีคุณสมบัติในการต้านฟันผุโดยซีพีพี-เอซีพี จะเป็นแหล่งสะสมของแคลเซียมฟอสเฟต ในสภาวะที่เป็นกรด ซีพีพี-เอซีพีจะปรับสภาพความเป็นกรดต่าง โดยปล่อยแคลเซียมไอออนและฟอสเฟตไอออนที่อยู่ในแผ่นฟิล์มชีวภาพออกมา และคงสภาพให้มีความอึดตัวของแคลเซียมและฟอสเฟต จากกระบวนการนี้ทำให้สามารถยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุและเพิ่มการคืนกลับแร่ธาตุได้<sup>19</sup> และนอกจากนี้ซีพีพี-เอซีพีมีผลที่คุณสมบัติและพฤติกรรมของแผ่นฟิล์มชีวภาพโดย (1) จับกับไมเลกุลที่ขี้นติดของ mutans streptococci ทำให้มันไม่สามารถรวมตัวกันเป็นแผ่นฟิล์มชีวภาพได้ (2) เพิ่มระดับแคลเซียมไอออนในแผ่นฟิล์มชีวภาพเพื่อยับยั้งการย่อยสลายของแผ่นฟิล์มชีวภาพ และ (3) เป็นตัวกลางระหว่างโปรตีนและฟอสเฟตในค่าความเป็นกรดต่าง เพื่อลดการเจริญเติบโตของเชื้อที่ทนต่อกรด เมื่อมีการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตมากเกินไป<sup>17</sup> ซีพีพี-เอซีพี สามารถทำปฏิกิริยากับฟลูออไรด์ไอออน ทำให้เกิดกลุ่มของแคลเซียม ฟลูออไรด์ และฟอสเฟตไอออนขึ้นมาใหม่ โดยฟลูออไรด์สามารถรวมเข้ากับเอซีพี ที่ถูกทำให้เสถียรโดยซีพีพี ได้เป็นอะมอร์ฟัสแคลเซียมฟลูออไรด์ฟอสเฟต (amorphous calcium fluoride phosphate : ACFP) ซีพีพี-เอซีพี และฟลูออไรด์จะเสริมฤทธิ์กัน (synergistic effect) ทำให้เพิ่มความสามารถในการต้านฟันผุได้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่มีซีพีพี-เอซีพีมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก ยามอม หมากฝรั่ง และทูมมูส (Tooth Mousse®) โดยได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกาแล้วว่าสามารถใช้ได้และมีความปลอดภัย<sup>11</sup>

ซีพีพี-เอซีพี มีชื่อทางการค้าว่า รีคอลเดนท (Recaldent™) บรรจุลงไปในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น หมากฝรั่งที่ไม่มีน้ำตาลและลูกอม ในปัจจุบันมีครีมที่มีรีคอลเดนทผสมอยู่คือ GC Tooth Mousse® และ MI Paste®<sup>10</sup> การนำผลิตภัณฑ์ที่มีซีพีพี-เอซีพีไปใช้ในรอยโรคที่เป็นจุดสีขาวที่หยุดแล้ว (arrested white spot lesion) ควรจะมีการขัดฟันผิวก่อนที่จะทาผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดการคืนกลับแร่ธาตุ เนื่องจากการขัดฟันผิวจะเป็นการเปิดช่องทางของรอยโรคที่เคลือบฟันให้มีรูพรุนและมีการคืนกลับแร่ธาตุลงไปถึงชั้นใต้ฟันผิวได้<sup>20</sup>

### 1.3 ไตรแคลเซียมฟอสเฟต (Tricalcium phosphate)

ไตรแคลเซียมฟอสเฟต (Tricalcium phosphate) หรือ ทีซีพี มีสูตรทางเคมีเป็น  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  มี 2 รูปแบบ คือ แอลฟาทีซีพี (alpha TCP) ซึ่งถูกสร้างในเคลือบฟันของมนุษย์ และเบต้าทีซีพี (beta TCP) ที่สามารถสร้างจากการจับกันระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต และให้ความร้อนขณะผสมที่มากกว่า 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน มีลักษณะเป็นผงของผลึกที่แตกเป็นสะเก็ดแข็ง ขนาดของผลึกทีซีพีเฉลี่ยที่เกิดจากวิธีการบด (milling) ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 5 ไมครอน เบต้าทีซีพีมีคุณสมบัติในการละลายที่น้อยกว่าแอลฟาทีซีพี<sup>20</sup> ปัจจุบันมีการนำแคลเซียมฟอสเฟตและฟลูออไรด์มารวมอยู่ในผลิตภัณฑ์ยาสีฟัน เนื่องจากการศึกษาพบว่าการสะสมแร่ธาตุกลับที่เคลือบฟันเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟลูออไรด์หรือแคลเซียมฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการนำฟลูออไรด์และแคลเซียมมาอยู่รวมกันในการผลิตผลิตภัณฑ์เดียวกันทำให้เกิดแคลเซียมฟลูออไรด์จะไปส่งผลทำให้ลดประสิทธิภาพของฟลูออไรด์ลง จึงได้มีการคิดค้นสารที่ไม่ทำให้เกิดแคลเซียมฟลูออไรด์ขึ้นในผลิตภัณฑ์ที่มีแคลเซียมและฟลูออไรด์อยู่รวมกัน สารดังกล่าวเรียกว่า ฟังก์ชันนอลทีซีพี (functionalized  $\beta$ -TCP: fTCP)<sup>21</sup> โดยมีการนำเบต้าทีซีพีมาจับกับโซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium lauryl sulfate) หรือกรดฟิวมาริก (fumaric acid)<sup>11,17</sup> เพื่อป้องกันไม่ให้แคลเซียมที่อยู่ในเบต้าทีซีพีทำปฏิกิริยากับโซเดียมฟลูออไรด์ และเมื่อฟังก์ชันนอล ทีซีพี สัมผัสกับผิวฟันและมีความชื้นจากน้ำลาย แคลเซียม ฟอสเฟต และฟลูออไรด์ไอออนจะมาอยู่บริเวณผิวฟัน ฟลูออไรด์และแคลเซียมจะทำปฏิกิริยากับผิวเคลือบฟันทำให้เกิดการเพิ่มของแร่ธาตุเมื่อเทียบกับฟลูออไรด์เพียงอย่างเดียว<sup>17</sup> ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของฟลูออไรด์และฟังก์ชันนอล ทีซีพีได้แก่ Clinpro tooth crème ที่มีฟลูออไรด์ 850-950 ส่วนในล้านส่วน (Asia/Australia) ยาสีฟัน Clinpro™ 5000 ที่มีฟลูออไรด์ 5,000 ส่วนในล้านส่วน (USA) และฟลูออไรด์วาร์นิช Clinpro™ White Varnish ที่มีฟลูออไรด์ 26,000 ส่วนในล้านส่วน (USA/Asia/Australia)<sup>8</sup>

### 1.4 ซิลิทอล (Xylitol)

ซิลิทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 5 ตัว และไม่ทำให้เกิดฟันผุ สารชนิดนี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพืชและถูกใช้แทนน้ำตาล พบซิลิทอลในผลไม้ เบอร์รี่ เห็ด ผักกาดหอม ไม้เนื้อแข็งและซังข้าวโพด ความสำคัญทางทันตกรรมของซิลิทอลถูกค้นพบในฟินแลนด์ ในช่วงต้นปี ค.ศ.1970 ซิลิทอลถูกนำมาใช้หลายปี เพื่อเป็นสารให้ความหวานในหลายรูปแบบที่ไม่ทำให้เกิดกรด เนื่องจากแบคทีเรียที่อยู่ในแผ่นฟิล์มชีวภาพไม่สามารถย่อยสารซิลิทอลได้ ซิลิทอลทำงานโดยรบกวนการเผาผลาญ (metabolism) ของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุ ทำให้ผลิตพอลิแซคคาไรด์ที่ใช้จับกับแบคทีเรียอื่นได้ ส่งผลให้แผ่นฟิล์มชีวภาพลดลง นอกจากนั้นแล้วซิลิทอลยังกระตุ้นการไหลของน้ำลาย ให้ความชุ่มชื้นของคาร์บอเนตและฟอสเฟตสูงขึ้น น้ำลายที่ถูกกระตุ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างของแผ่นฟิล์มชีวภาพเพิ่มขึ้นป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของฟันได้<sup>10</sup> ซิลิทอลมีหลายรูปแบบ เช่น หมากฝรั่งเม็ดเคี้ยว ยอม ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น สมบัติทันตกรรมสำหรับเด็กแห่งสหรัฐอเมริกา สนับสนุนให้มีการใช้ซิลิทอลและน้ำตาลแอลกอฮอล์อื่น ๆ เพื่อใช้เป็นน้ำตาลทดแทนที่ไม่ทำให้เกิดฟันผุ<sup>22</sup> จากการศึกษาพบอุบัติการณ์การเกิดฟันผุลดลงเมื่อเคี้ยวหมากฝรั่งผสมซิลิทอล<sup>10</sup> อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะติดคอกหายใจไม่ออกในเด็กเล็ก จึงแนะนำให้เด็กที่อายุมากกว่า 5 ปีที่ไม่มีปัญหาทางสมองหรือปัญหาการกลืน การใช้ยอมหรือลูกอมที่มีซิลิทอลก็สามารถช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดฟันผุบริเวณตัวฟันได้ แม้จะมีหลักฐานไม่มากเมื่อเทียบกับการใช้หมากฝรั่ง โดยแนะนำให้มีการใช้ขนาด 5-8 กรัมต่อวัน อาจแบ่งเป็น 2-3 ครั้ง หลังอาหาร โดยควรมีการติดตามใกล้ชิดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลข้างเคียงต่อทางเดินอาหาร<sup>23</sup>

### 1.5 นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Nanohydroxyapatite)

นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Nanohydroxyapatite) คือผลึกในขนาดนาโนเมตรของสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) ซึ่งเป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติของกระดูกและฟัน มีสูตรทางเคมี คือ  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ <sup>24</sup> ไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีโครงสร้างในระดับนาโนเมตรจะมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างจากไฮดรอกซีอะพาไทต์โครงสร้างปกติ เช่น มีความแข็งแรงสูง มีอัตราการสึกต่อน้อย พื้นผิวสูงมาก ทำให้มันมีความสามารถในการแทรกตัวเข้าไปในพื้นผิวที่มีการสูญเสียแร่ธาตุได้ดี<sup>25</sup> เนื่องจากพื้นผิวจะตอมมีพันธะทางเคมีที่ไม่อิ่มตัว นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์มีปฏิกิริยาทางชีวภาพสูง (bioactivity) จึงเป็นตัวเร่งการสร้างกระดูกในระยะเริ่มต้น (early stage bone growth) และการหายของเนื้อเยื่อ (tissue healing)<sup>26</sup> นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์เป็นหนึ่งในวัสดุที่มีความเข้ากันได้ทาง

ชีวภาพและใช้ในงานทางทันตกรรมมาเป็นเวลาหลายปี มีหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่านาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์มีคุณสมบัติช่วยในการซ่อมแซมผิวเคลือบฟัน แต่ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับรอยโรคในชั้นเนื้อฟัน<sup>27</sup> นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ถือเป็นแหล่งที่ดีของแคลเซียมอิสระ และเป็นกุญแจสำคัญในการเกิดการคืนกลับแร่ธาตุ การป้องกันฟันผุและฟันกร่อน<sup>28</sup> นาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์จะทำงานโดยการเติมปิดรูในรอยโรคฟันผุระยะเริ่มต้นโดยตรงและจะเป็นแม่แบบในกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุโดยการดึงดูดประจุแคลเซียมและฟอสเฟตมากมายจากสารคัดหลั่งในช่องปากเข้าสู่บริเวณรอยโรคซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผลึกเติบโต<sup>29</sup> ผลึกขนาดนาโนเมตรจะรวมกลุ่มกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นกลุ่มขนาดไมโครเมตร (microcluster) และเกิดเป็นชั้นอะพาไทต์บนพื้นผิวที่มีการสูญเสียแร่ธาตุ ซึ่งต่อไปจะถูกปกคลุมด้วยโครงสร้างที่เหมือนเคลือบฟัน<sup>25</sup> ยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนประกอบที่เป็นนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ผลิตจากสองบริษัทคือ บริษัท Sangi จากกรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น และ บริษัท Periproducts Ltd. จากเมือง Middlesex ประเทศอังกฤษ โดยนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ในยาสีฟันยี่ห้อ Apagard™ และครีมยี่ห้อ Renamel™ ของบริษัท Sangi จะมีความเข้มข้นระหว่างร้อยละ 5-20 ขึ้นอยู่กับบริเวณที่ต้องการให้ออกฤทธิ์ (target function), กระบวนการคืนกลับแร่ธาตุหรือการป้องกันฟันผุ ในขณะที่ยาสีฟัน (UltraDex® calcifying) และน้ำยาบ้วนปาก (UltraDex® daily rinse) ของบริษัท Periproducts จะประกอบด้วยนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์และฟลูออไรด์ เพื่อให้เกิดกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุและช่วยในการป้องกันฟันผุ<sup>3</sup>

## 2. ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุชนิดโพรงฟันด้วยการหลีกเลี่ยงการกรอฟันในเด็ก: วิธีเชิงกลเคมี

โรคฟันผุเป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียฟันในเด็ก โดยเริ่มตั้งแต่ชุดฟันน้ำนม<sup>29</sup> ได้แก่ โรคฟันผุในเด็กปฐมวัย ซึ่งเป็นโรคฟันผุที่เกิดขึ้นกับฟันน้ำนมในเด็กอายุไม่เกิน 71 เดือนที่มีทั้งรอยผุชนิดที่เป็นหรือไม่เป็นโพรง<sup>30</sup> ความจำเป็นในการรักษาโรคฟันผุของเด็กก่อนวัยเรียนในเด็กอายุ 3 ปี และ 5 ปี โดยที่การรักษาที่เด็กต้องการมากที่สุด คือการบูรณะฟัน และจากการศึกษาของ Rao, Sequeira และ Peter<sup>31</sup> พบว่า ความรู้สึกกลัวการทำฟันเป็นปัญหาที่พบบ่อยที่สุดอันจะนำไปสู่การหลีกเลี่ยงที่จะมาพบทันตแพทย์ และมีผลต่อพฤติกรรมระหว่างการรักษา แม้ว่าจะมีการพัฒนาด้านทันตวัสดุและาระบบความรู้สึกละเอียดมากขึ้นก็ตามก็ยังเป็นที่ยอมรับกันว่าขั้นตอนในการกำจัดฟันผุยังคงทำให้เด็กส่วนใหญ่รู้สึกไม่สบายและหวาดกลัวต่อความเจ็บปวดระหว่าง

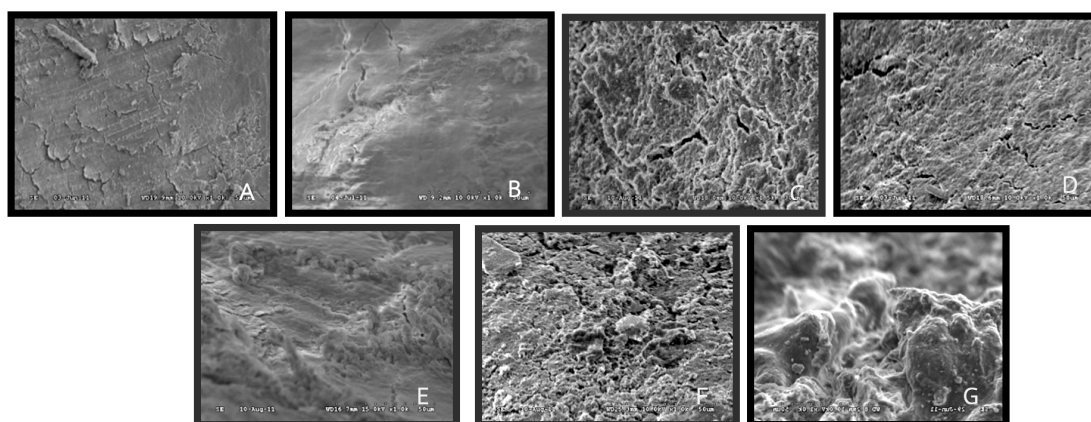
การทำฟันด้วยการฉีดยาและการใช้การกรอ<sup>32</sup> เนื่องจากการกำจัดฟันผุด้วยวิธีดังกล่าวทำให้เกิดเสียงดังกระทบโสตประสาทรวมทั้งอาจส่งผลบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อในโพรงฟันอันเนื่องมาจากแรงกด อุณหภูมิ และการสั่นสะเทือน<sup>33,34</sup> รวมทั้งการใช้หัวกรอช้าและหัวกรอเร็ว ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟันส่วนที่ดีไปด้วย<sup>35</sup>

การกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมี (Chemomechanical caries removal: CMCR) เป็นการรักษาทันตกรรมใหม่ที่มีการสูญเสียเนื้อฟันน้อยกว่าการกำจัดฟันผุด้วยเทคนิคดั้งเดิมเนื่องจากวิธีการดังกล่าวจะเป็นวิธีการใช้เจลกำจัดรอยโรคฟันผุใสในโพรงฟันร่วมกับการใช้ขี้ผึ้งเนื้อที่ฟันที่ผุออกไปโดยไม่ก่อให้เกิดเสียงดังหรือแรงสั่นสะเทือน วิธีการดังกล่าวนี้ไม่จำเป็นต้องใช้การฉีดยาจึงเป็นวิธีที่สามารถช่วยลดความกลัวการทำฟันในเด็กและไม่ทำให้เด็กต้องผ่านประสบการณ์ความเจ็บปวดตั้งแต่เริ่มแรกของการทำหัตถการ<sup>36,48</sup>

จากการศึกษาของ Bussadori SK และคณะในกลุ่มประชากรชาวบราซิล<sup>37,38</sup> พบว่า มีการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีอย่างแพร่หลายในสถานพยาบาลของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งผลิตภัณฑ์เคมีที่ใช้ดังกล่าวเป็นที่รู้จักในชื่อทางการค้าว่า ปาปาแคร์รี่ส์ (Papacaries®, Brazil) มีคุณสมบัติในการกำจัดเนื้อฟันส่วนที่มีการติดเชื้อ<sup>37</sup> ปาปาแคร์รี่ส์มีส่วนประกอบของปาเปนเอนไซม์ (Papain enzyme) ที่สกัดได้จากยางมะละกอ มีคุณสมบัติในการย่อยสลายโปรตีน ฆ่าเชื้อ ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียบางชนิด และลดการอักเสบได้<sup>39</sup> ปัจจุบันยังคงมีราคาสูงและต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศรวมทั้งมีองค์ประกอบของสารเคมีที่เป็นพิษต่อร่างกายได้แก่สารคลอรามินที (Chloramine-T) คณะทันตแพทยศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงได้มีความพยายามที่คิดค้นสารสกัดจากธรรมชาติที่ใช้ในการกำจัดรอยโรคฟันผุ และมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคฟันผุได้มีชื่อเรียกว่าอะพาแคร์รี่ส์เจล (Apacaries Gel, อนุสิทธิบัตรจากกรมทรัพย์สินทางปัญญาเลขที่ 9384)<sup>40</sup> อะพาแคร์รี่ส์เจล เป็นสารที่มีส่วนประกอบของปาเปนเอนไซม์ และสารสกัดจากเปลือกมังคุดซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์ (Streptococcus mutans) ได้<sup>41</sup> ผลการทำวิจัยเพื่อศึกษาคุณสมบัติของอะพาแคร์รี่ส์เจลต่อการกำจัดรอยโรคฟันผุในฟันน้ำนม<sup>42</sup> โดยทำการเปรียบเทียบโครงสร้างระดับจุลภาคของเนื้อฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 1,000 เท่าภายหลังการกำจัดรอยผุด้วยอะพาแคร์รี่ส์เจลกับเทคนิคดั้งเดิมที่มีการกำจัดรอยผุเชิงกลโดยใช้หัวกรอ และการกำจัดรอยผุเชิงกลเคมีด้วยการใช้ปาปาแคร์รี่ส์และปาเปนเจล พบว่าชั้นฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยวิธีดั้งเดิมด้วยหัวกรอจะมีลักษณะเรียบ พบชั้นเสมียร์กระจาย

ทั่วไป ไม่พบรูเปิดเนื้อฟันจากการอุดฟัน (รูป 1A), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยวิธีใช้ซ็อนดักโดยไม่มีเจลร่วม จะมีลักษณะขรุขระ พบชั้นเสมียร์ พบรูเปิดเนื้อฟันประปราย (รูป 1B), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยอะพาแครี่สเจล พบว่าจะมีลักษณะขรุขระ เป็นสะเก็ดแผ่น ๆ กระจายโดยทั่วไป และพบรูเปิดเนื้อฟัน (รูป 1C), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยปาเปนเจล จะมีลักษณะขรุขระ พบรูเปิดเนื้อฟัน (รูป 1D), ซึ้นฟันที่ได้รับการกำจัด

รอยผุด้วยปาปาแครี่ส จะมีลักษณะขรุขระ เป็นสะเก็ดแผ่น ๆ พบรูเปิดเนื้อฟันเป็นจำนวนมาก (รูป 1E), เนื้อฟันที่ได้รับการกำจัดรอยผุด้วยเจลฟันจะมีลักษณะขรุขระ พบรูเปิดเนื้อฟันโดยทั่วไป (รูป 1F) ส่วนเนื้อฟันที่ไม่ได้กำจัดรอยผุ (รูป 1G) จะมีลักษณะพื้นผิวขรุขระอย่างชัดเจน และซึ่งเกิดจากการทำลายเนื้อฟันของรอยผุ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1 ลักษณะผิวเคลือบฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

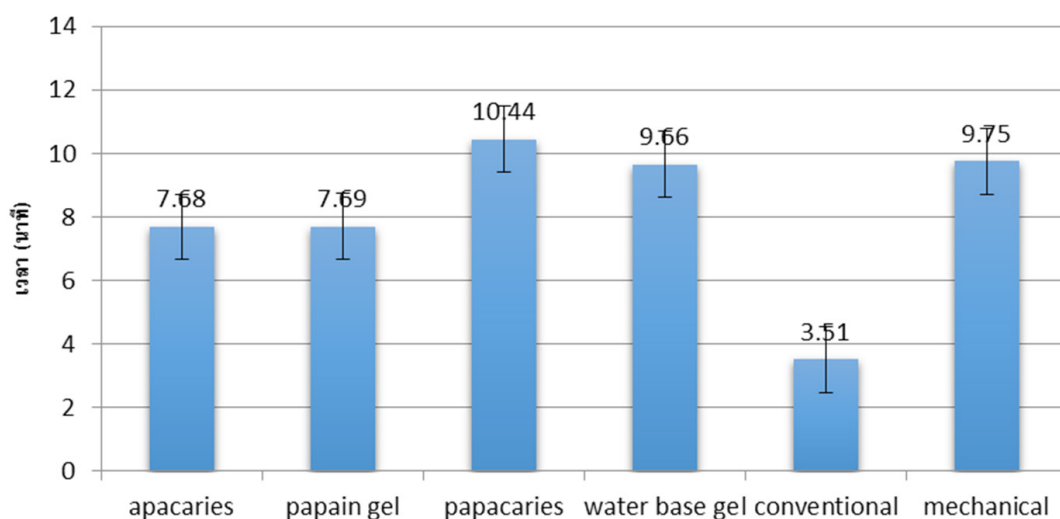
Figure 1 Enamel surfaces under various caries removal techniques under 1000X magnification of scanning electron microscope.

- A. กำจัดรอยผุด้วยวิธีดั้งเดิมด้วยหัวกรอ (Caries removal with dental bur)
- B. กำจัดรอยผุด้วยวิธีใช้ซ็อนดัก (Caries removal with spoon)
- C. กำจัดรอยผุด้วยอะพาแครี่สเจล (Caries removal with Apacaries gel)
- D. กำจัดรอยผุด้วยปาเปนเจล (Caries removal with papain gel)
- E. กำจัดรอยผุด้วยปาปาแครี่สเจล (Caries removal with papacaries gel)
- F. กำจัดรอยผุด้วยเจลฟัน (Caries removal with based gel)
- G. เนื้อฟันที่ไม่ได้กำจัดรอยผุ (No caries removal)

จากการศึกษาพบว่า การกำจัดรอยผุด้วยเทคนิคดั้งเดิมด้วยหัวกรอนั้นจะพบผิวฟันที่มีลักษณะเรียบ ไม่พบรูเปิดเนื้อฟันต่างจากการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีที่จะพบว่าพื้นผิวมีลักษณะขรุขระ และพบรูเปิดเนื้อฟันโดยทั่วไปซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการยึดติดในการบูรณะฟันด้วยวัสดุอุดฟันชนิดคอมโพสิตเรซิน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nor JE และคณะ ในปี ค.ศ.1997 ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลต่อการยึดติดของสารยึดติดในลักษณะ

ผิวเนื้อฟันที่แตกต่างกันภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด<sup>43</sup>

จากการศึกษาเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดฟันผุตั้งแต่เริ่มต้นกำจัดฟันผุจนกระทั่งกำจัดรอยผุเสร็จสมบูรณ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาของการกำจัดรอยผุโดยวิธีดั้งเดิม มีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือวิธีการกำจัดรอยผุโดยอะพาแครี่สและปาเปนเจล และการกำจัดรอยผุโดยใช้ปาปาแครี่สเจลจะใช้เวลาในการกำจัดรอยผุมากที่สุดคือ  $10.44 \pm 2.25$  นาที แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการกำจัดรอยผุด้วยเทคนิคที่แตกต่างกัน  
Figure 2 Average time spending among different caries removal techniques.

ผลการจับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีด้วยสารต่างชนิดกันมีค่าเฉลี่ยเวลาเท่ากับ 7- 10 นาที ซึ่งนานกว่าการกำจัดรอยผุด้วยวิธีดั้งเดิมประมาณ 5 นาที สอดคล้องกับการวิจัยของ Lingstrom และคณะ ทั้งใน ปี 1998 และ 1999<sup>44</sup> ที่พบว่าเวลาเฉลี่ยของการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลเคมี มีค่า  $6.8 \pm 2.8$  นาที และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pandit และคณะ ในปี ค.ศ.2007<sup>45</sup> การกำจัดรอยผุโดยอะพาแครีส์และปาเปนเจล มีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการกำจัดรอยผุมากกว่าการกำจัดรอยผุด้วยวิธีดั้งเดิมที่ใช้หัวกรอเนื่องมาจากต้องใช้เวลาในการรอให้สารเชิงกลเคมีทำปฏิกิริยากับเนื้อฟันผุ อย่างไรก็ตามระยะเวลาดังกล่าวจะน้อยกว่าการกำจัดรอยผุด้วยวิธีเชิงกลที่ไม่มีส่วนประกอบของปาเปนช่วยในการทำให้เนื้อฟันที่มีการผุและติดเชื้ออ่อนตัวลง ส่วนของการกำจัดรอยผุโดยใช้ปาปาแครีส์จากประเทศบราซิลใช้เวลาเฉลี่ยในการกำจัดรอยผุมากกว่าสารเชิงกลเคมีอื่น ๆ อาจเป็นผลมาจากมีส่วนประกอบหรือความเข้มข้นของปาเปนเอนไซม์ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้ใช้เวลาในการกำจัดรอยผุนานมากกว่า อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยเวลาในการกำจัดรอยผุโดยปาปาแครีส์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jawa และคณะ 2010<sup>46</sup> แม้ว่าวิธีการกำจัดรอยโรคฟันผุเชิงกลเคมีจะใช้เวลาในการทำหัตถการเพิ่มขึ้นแต่ก็สามารถลดการเกิดเสียงดังและแรงสั่นสะเทือนและการสูญเสียเนื้อฟันส่วนที่ตึงได้<sup>32-35</sup> จากการศึกษาเปรียบเทียบการเกิดรอยซึมเล็ก (microleakage) ที่เกิดขึ้นภายหลังการบูรณะฟันน้ำนมที่ผ่านการกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยวิธีเชิงกลเคมีด้วยแก้วไอโอโนเมอร์เปรียบเทียบกับวิธีการกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยการใช้เออร์เบียม

แกลเลเซอร์พบว่ารอยซึมเล็กที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุแก้วไอโอโนเมอร์กับผิวฟันน้ำนมที่มีการกำจัดรอยโรคด้วยวิธีการใช้เออร์เบียมแกลเลเซอร์เกิดขึ้นมากกว่าการกำจัดรอยโรคด้วยวิธีเชิงกลเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ<sup>47</sup> ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดในการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ในการกำจัดรอยโรคด้วยวิธีเชิงกลเคมีทดแทนวิธีการปฏิบัติเดิมที่มีความไม่สบายระหว่างการทำการหัตถการในเด็กมากกว่าโดยจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการรักษารอยโรคฟันผุชนิดมีโพรงในเด็กวัยก่อนเรียนรวมทั้งจะเป็นวิธีการรักษาทางเลือกใหม่สำหรับงานหัตถการทางทันตกรรมสำหรับเด็กที่จะช่วยลดการสูญเสียเนื้อฟันเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยวิธีการดั้งเดิมที่ต้องมีการกรอฟัน

## บทสรุป

ทางเลือกใหม่ในการจัดการรอยโรคฟันผุในเด็กทั้งวิธีการส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุของผิวฟันและการกำจัดรอยโรคฟันผุด้วยการหลีกเลี่ยงการกรอฟันในเด็กจึงเป็นวิธีการที่สามารถช่วยลดความกลัวการทำฟันในเด็กเนื่องจากไม่ทำให้เด็กต้องผ่านประสบการณ์ความเจ็บปวดโดยไม่จำเป็น อันจะส่งเสริมให้เด็กและผู้ปกครองมีความเครียดลดลงขณะที่มารับการรักษา มีความพอใจต่อการมารับการรักษามากขึ้นเป็นการแก้ไขวงจรชั่วร้าย (vicious cycle) ที่เกิดขึ้น ส่งผลถึงความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาสุขภาพช่องปากในเด็กได้อย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณในความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์  
ทันตแพทย์ ดร. วีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง ในการตรวจสอบ แก้ไข  
และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการนิพนธ์บทความในครั้งนี้  
มา ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

## เอกสารอ้างอิง

1. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review: report of a FDI task group. *Int Dent J* 2012;62:223-43.
2. Murdoch-Kinch CA, McLEAN ME. Minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc* 2003;134:87-95.
3. Quock RL, Patel SA, Falcao AF, Barros JA. Is a drill-less dental filling possible? *Med Hypotheses* 2011;77:315-17.
4. Armfield JM, Stewart JF, Spencer AJ. The vicious cycle of dental fear: exploring the interplay between oral health, service utilization and dental fear. *BMC Oral health* 2007;7:1
5. Singh H, Rehman R, Kadtane S, Dalai DR, Jain CD. Techniques for the behaviors management in pediatric dentistry. *Int J Sci Stud* 2014;2:269-72.
6. Larmas M, Makinen KK. Dental Caries Prevalence and Incidence in Pediatric Dentistry. *J Compr Ped.* 2015;6.
7. Pitts NB, Ismail AI, and Douglas GV. *ICCMS™ Guide for Practitioners and Educators*. Full guide 2014.
8. Amaechi BT. Remineralization Therapies for Initial Caries Lesions. *Curr Oral Health Rep* 2015;2:95-101.
9. Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair FM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: Results at year 10. *J Am Dent Assoc* 1998; 129:55-66
10. Goswami M, Saha S, Chaitra TR, Latest developments in non-fluoridated remineralizing technologies. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2012;30:2-6.
11. Kalra DD, Kalra RD, Kini PV, Prabhu CRA. Nonfluoride remineralization: An evidence-based review of contemporary technologies. *J Dent Allied Sci* 2014;3:24-33.
12. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds

EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *J Dent Res* 2010;89:1187-97.

13. Choudhary P, Tandon S, Ganesh M, Mehra A. Evaluation of the remineralization potential of amorphous calcium phosphate and fluoride containing pit and fissure sealants using scanning electron microscopy. *IJDR* 2012;23:157-63.
14. Shah MA. Remineralize with Calcium-Based Therapies. *Dimensions of Dental Hygiene* 2013;11:30,32,35.
15. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Spec Care Dentist* 1998;18:8-16.
16. Azarpazhooh A, and Limeback H. Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc* 2008;139:915-24.
17. Tyagi SP, Garg P, Sinha DJ, Singh UP. An update on remineralizing agents. *J Interdiscip Dentistry* 2013;3:151-58
18. Termine J, Peckauskas R, Posner A. Calcium phosphate formation in vitro: II. Effects of environment on amorphous-crystalline transformation. *Arch Biochem Biophys* 1970;140:318-25.
19. Reynolds E. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res* 1997;76:1587-95.
20. Walsh LJ. Contemporary technologies for remineralization therapies: A review. *Int Dent SA* 2009;11:6-16.
21. Karlinsey RL, Mackey AC. Solid-state preparation and dental application of an organically modified calcium phosphate. *J Mater Sci* 2009;44:346-9.
22. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Xylitol Use in Caries Prevention. AAPD. *Clinical Guidelines* 2012/2013;34:166-9
23. Bowen DM., Non-fluoride caries-preventive agents. *J Dent Hyg* 2012;86:163-7.
24. Cheung, Y. (2006). Effects of a hydroxyapatitecontaining dentifrice on artificial caries-like lesions in vitro. (Thesis). University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong SAR. Retrieved from [http://dx.doi.org/10.5353/th\\_b3976612](http://dx.doi.org/10.5353/th_b3976612)
25. Swarup JS, Rao A. Enamel surface remineralization: Using synthetic nanohydroxyapatite. *Contemp Clin Dent* 2012;3:433-6.

26. Zhang Z OJ, Yang Y. Nanohydroxyapatite for Biomedical Applications. *Tissue Engineering and Artificial Organs*. Bronzino JD, Editor 2006: Farmington, Connecticut, USA.
27. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent* 2011;39:430-7.
28. Pepla E, Besharat KL, Palaia G, Tenore G, Migliau G. Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. *Ann Stomatol (Roma)* 2014;5:108-14.
29. Dental Health Division. The 7th National Dental Health Survey of Thailand Report 2008-2012. Nonthaburi: Department of Health, Ministry of Public Health, 2013.
30. AAPD, Guideline on infant oral health care. *Pediatr Dent* 2005;27:68-71.
31. Weiner MF, Land M. Psychiatry, psychosomatics and dentistry. *Psychosomatics* 1967;8:338-41.
32. Berggren U, Meynert G. Dental fear and avoidance: causes, symptoms, and consequences. *J Am Dent Assoc* 1984;109:247-51.
33. Stanley HR Jr, Swerdlow H. Reaction of the human pulp to cavity preparation: results produced by eight different operative grinding technics. *J Am Dent Assoc* 1959;58:49-59.
34. Shovelton DS. The maintenance of pulp vitality. *Br Dent J* 1972;133:95-101.
35. Fusayama T. The problems preventing progress in adhesive restorative dentistry. *Adv Dent Res* 1988;2:158-61.
36. Akbay Oba A, Dulgergil CT, Sonmez IS. Prevalence of dental anxiety in 7- to 11-year-old children and its relationship to dental caries. *Med Princ Pract* 2009;18:453-7.
37. Bussadori SK, Castro LC, and Galvao AC. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent* 2005;30:115-9.
38. Bussadori SK, Guedes CC, Hermida B.ML, Ram D. Chemo-mechanical removal of caries in an adolescent patient using a papain gel: case report. *J Clin Pediatr Dent* 2008. 32:177-80.
39. Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Peterson L. Autologous chondrocyte implantation of the talus. *Arthroscopy* 2003;19:129-37.
40. Kohli A, Sahani S. Chemicomechanical Caries Removal; A Promising Revolution: Say No to Dental Drills. *Int J DentMed Res* 2015;1:158-161.
41. Torrungruang K, Vichienroj P, Chutimaworapan S. Antibacterial activity of mangosteen pericarp extract against cariogenic *Streptococcus mutans*. *CU Dent J* 2007;30:1-10.
42. Juntavee A, Peerapattana J, Nualkaew N, Juntavee N, Chatrchaiwiwatana S, Kaewgham S, *et al*. Comparison of efficacy of Apacaries gel with various caries removal techniques. *KKU Res J* 2012;17:990-1002.
43. Jacques EN, Robert JF, Joseph BD, Edwards AC. Dentin bonding: SEM comparison of the dentin surface in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent* 1997;19:246-52.
44. Fure S, Lingstrom P, Birkhed D. Evaluation of Carisolv for the chemo-mechanical removal of primary root caries in vivo. *Caries Res* 2000;34:275-80.
45. Pandit IK, Srivastava N, Gujani N, Gupta M, Verma L. Various methods of caries removal in children: a comparative clinical study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2007;25:93-6.
46. Jawa D, Singh S, Somani R, Jaidka S, Sirkar K, Jaidka R. Comparative evaluation of the efficacy of chemomechanical caries removal agent (Papacarie) and conventional method of caries removal: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2010;28:73-7.
47. Juntavee A, Juntavee N, Peerapattana J, Nualkaew N, Sutthisawat S. Comparison of marginal microleakage of glass ionomer restorations in primary molars prepared by chemo-mechanical caries removal (CMCR), Erbium: Yttrium Aluminum-Garnet (Er: YAG) laser and atraumatic restorative technique (ART). *Int J Clin Pediatr Dent* 2013;6:75.
48. Chowdhry S, Saha S, Samadi F, Jaiswal JN, Garg A, Chowdhry P. Recent vs Conventional Methods of Caries Removal: A Comparative in vivo Study in Pediatric Patients. *Int J Clin Pediatr Dent* 2015;8:6-11.