

ผลต่อการดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันปกติและผิวฟันที่ จำลองสภาวะฟันผุภายหลังจากการใช้โซเดียมฟลูออไรด์เจลของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ณัฐธ แก้วสุทธา* สภาพร นิมกุลรัตน์**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในการดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟัน ภายหลังจากการใช้โซเดียมฟลูออไรด์เจลที่ผลิตจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ ร้อยละ 2 ในผิวเคลือบฟันปกติ และผิวเคลือบฟันที่จำลองสภาวะฟันผุ โดยเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดย คัดเลือกฟันกรามแท้ของมนุษย์ที่ไม่มีรอยผุจำนวน 20 ซี่ มาเป็นตัวอย่างในการทดสอบ แบ่งฟันเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย คือ กลุ่มที่บริเวณผิวเคลือบฟันปกติ และกลุ่มผิวเคลือบฟันที่มีการจำลองสภาวะฟันผุ ฟันในแต่ละกลุ่มจะถูกทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์เจล ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และร้อยละ 2 เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นจะนำฟันตัวอย่างมาทดสอบการดูดซับฟลูออไรด์ด้วยวิธีเอซิด-โบออพซี ทำการวัดปริมาณความเข้มข้น ของฟลูออไรด์และมวลแคลเซียมด้วยเครื่องวิเคราะห์ไอออนในสารละลาย และเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ชนิด วัดการดูดซับอะตอม บันทึกค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์และการดูดซับฟลูออไรด์ที่ผิวเคลือบฟัน วิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ และ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบแบบทูกีย์ (Tukey HSD) และการทดสอบที (t-test) ที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟัน หลังการทดสอบ ด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ทั้งความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ ร้อยละ 2 ทั้งในผิวเคลือบฟันปกติและผิวฟันที่จำลอง สภาวะฟันผุ มีค่าสูงขึ้นและแตกต่างจากความเข้มข้นของฟลูออไรด์เบื้องต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) นอกจากนี้ พบว่า การใช้โซเดียมฟลูออไรด์เจลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 นั้น ทำให้เกิดการดูดซับฟลูออไรด์ใน ผิวเคลือบฟันสูงกว่า โซเดียมฟลูออไรด์เจลความเข้มข้นร้อยละ 1.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และ การดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันที่มีการจำลองสภาวะฟันผุมีค่าสูงกว่าผิวฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

คำสำคัญ : โซเดียมฟลูออไรด์ การดูดซับฟลูออไรด์ การทดสอบเอซิด-โบออพซี

*อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 63 ถ.รังสิต-นครนายก อ.องครักษ์ นครนายก

Effects of Fluoride Uptake on Sound Enamel and Artificial Carious Lesions after Srinakharinwirot University Sodium Fluoride Gel Application

Nathawut Kaewsutha* Sathaporn Nimkulrat**

Abstract

The purpose of this study was to compare the fluoride uptake in enamel after using of 1.1% and 2.0% Srinakharinwirot University sodium fluoride (SWU-NaF) gel, on sound enamel surfaces and artificial carious surfaces. An in vitro study, 20 non-carious molar teeth were simple randomly divided into 2 groups according to the condition of enamel surface (sound enamel group and artificial carious group). Each group was treated with either 1.1% or 2.0% SWU NaF gel for 4 minutes. The fluoride uptake was measured using an acid etch biopsy technique. All specimens were measured by the ion analyzer and atomic absorption spectrophotometer. The fluoride concentration and fluoride uptake were also recorded. Statistic analysis were performed using 1-way ANOVA, 2-way ANOVA with repeated measurement, Tukey HSD and t-test at confident interval 95%.The results showed that, both sodium fluoride gels significantly increased fluoride concentration compared to baseline fluoride concentration ($p<0.001$). The fluoride uptake after treatment with 2.0% SWU NaF gel was statistically higher than the 1.1% SWU NaF gel ($p<0.001$). Moreover, the fluoride uptake on artificial carious surface was higher than on sound enamel surface ($p<0.001$).

Keywords : Sodium fluoride gel, Fluoride uptake, Acid-etch biopsy

*Lecturer, Department of Pedodontic and Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok,

**Assistant Professor, Pharmaceutical Technology Section, Faculty of Pharmacy, Srinakharinwirot University 63, Rungsit-Nakhon Nayok Road, Ongkarak, Nakhon Nayok

บทนำ

ฟลูออไรด์เป็นสารที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าสามารถป้องกันฟันผุ และใช้จัดการฟันผุระยะเริ่มต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งโรคฟันผุถือเป็นปัญหาสุขภาพที่มีความสำคัญและมีความรุนแรงในหลาย ๆ ประเทศ โดยเฉพาะประเทศไทย จากรายงานผลการสำรวจสุขภาพช่องปากระดับประเทศ ครั้งที่ 6 พ.ศ. 2545-2550 [1] พบว่า ความชุกของโรคฟันผุในเด็กไทยอยู่ในเกณฑ์ที่ยังสูงอยู่มากเมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งจากการสำรวจดังกล่าวพบว่า ความชุกของโรคฟันผุในกลุ่มอายุ 3 ปี และ 12 ปีเป็นร้อยละ 61.37 และ 80.64 ตามลำดับ มาตรการป้องกันฟันผุที่สำคัญและมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันที่แนะนำ คือ การใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ ทั้งนี้การเคลือบฟลูออไรด์เฉพาะที่โดยทันตแพทย์เป็นรูปแบบหนึ่งของการให้ฟลูออไรด์เสริมเฉพาะที่ ซึ่งช่วยลดการเกิดฟันผุ โดยเฉพาะบริเวณผิวเรียบของฟัน [2,3] โดยพบว่าฟลูออไรด์เจลมีประโยชน์ในการป้องกัน หรือ ลดสถานะฟันผุ หรือ เสริมสร้างโครงสร้างของผิวเคลือบฟันที่มีสถานะฟันผุให้มีการสร้างแร่ธาตุใหม่ได้ [4-6] รูปแบบของฟลูออไรด์เฉพาะที่ ที่มีคุณสมบัติความเป็นกลาง และไม่มีการทำลายผิวเคลือบฟัน และมีประโยชน์ต่อการป้องกันการเกิดโรคฟันผุในกลุ่มประชากรที่ยังไม่เกิดการทำลายแร่ธาตุในผิวเคลือบฟัน คือ โซเดียมฟลูออไรด์ ซึ่งในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์เจลที่มีฤทธิ์เป็นกลางที่ใช้อยู่ จะเป็นโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่มีสารผสมโซเดียมฟลูออไรด์เจลความเข้มข้นที่สูงไม่มากนัก คือ ส่วนใหญ่จะมีความเข้มข้นร้อยละ 1 [7-8] ซึ่งในบางการศึกษามีการใช้สารโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่มีความเข้มข้นสูงกว่าในการควบคุมการเกิดฟันผุ โดยใช้โซเดียมฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 2 [9] อย่างไรก็ตามโซเดียมฟลูออไรด์เจลทั้งสองความเข้มข้นที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีนโยบายและมาตรการส่งเสริมพัฒนาเทคโนโลยี

ทางทันตกรรมเพื่อลดการนำเข้า ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายของประชาชนที่เข้ารับบริการทางทันตกรรม ดังนั้น ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จึงร่วมมือกับคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทดลองผลิตโซเดียมฟลูออไรด์เจลเพื่อใช้ในประเทศขึ้น 2 ความเข้มข้น ได้แก่ SWU NaF gel ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 เพื่อเป็นการพัฒนาและสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่ทดแทนการนำเข้าผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศและลดต้นทุนในการให้การรักษารักษาผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม ทางคณะผู้ผลิตจำเป็นต้องทำการทดสอบประสิทธิภาพของฟลูออไรด์เจลที่ผลิตขึ้นเองในด้านต่างๆ เพื่อให้ได้ฟลูออไรด์ที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ามาตรฐานสากลที่ทั่วโลกยอมรับ

สำหรับการทดสอบการดูดซับฟลูออไรด์ ถือเป็น การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของโซเดียมฟลูออไรด์ที่ผลิตขึ้น ซึ่งต้องทำการทดสอบดังกล่าว เพื่อให้ทราบความสามารถการดูดซับของฟลูออไรด์บนผิวเคลือบฟัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติในการป้องกัน หรือ ลดสถานะฟันผุ หรือ เสริมสร้างโครงสร้างของผิวเคลือบฟันที่มีสถานะฟันผุให้มีการสร้างแร่ธาตุใหม่ได้ [10-13] การวิจัยในครั้งนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อต้องการศึกษาถึงผลของความเข้มข้นของโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่แตกต่างกันต่อการดูดซับของฟลูออไรด์บนผิวเคลือบฟันในระหว่างผิวเคลือบฟันบริเวณฟันที่เริ่มเกิดรอยผุ กับ ผิวเคลือบฟันปกติ ว่าจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์โซเดียมฟลูออไรด์เจลที่คณะทันตแพทยศาสตร์จะผลิตขึ้นต่อไป

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการถูกดูดซับของฟลูออไรด์ จากโซเดียมฟลูออไรด์เจล ในสถานะเป็นกลางที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ ร้อยละ 2 ที่บริเวณผิวเคลือบฟันปกติ และผิวเคลือบฟันที่จำลองสถานะฟันผุ โดยวิธีเอซิดเอ็ช โบออปซี (Acid etch biopsy) ในห้องปฏิบัติการ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมและผลิตฟลูออไรด์ ทำการผลิตและปรับปรุงคุณลักษณะทางกายภาพ ของผลิตภัณฑ์โซเดียมฟลูออไรด์เจลให้เหมาะสม โดยร่วมมือกับคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการปรับปรุงตำรับฟลูออไรด์เจลให้มีคุณสมบัติ สี ความหนืด จนเป็นที่เหมาะสม ตามการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยาสีฟัน มาตรฐานเลขที่ มอก. 45-2549 [14] ทดสอบและปรับปรุงจนได้เป็นผลิตภัณฑ์โซเดียมฟลูออไรด์ 2 ตำรับความเข้มข้น คือ SWU NaF gel ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 โดยทั้งสองตำรับมีองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย โซเดียมฟลูออไรด์ ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส แซกคารีนโซเดียม และซอลบิทอล โดยความเข้มข้นร้อยละ 1.1 เป็นเจลใสสีแฉง รสหวาน กลิ่นเชอร์รี่ ส่วนความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเจลใสสีเหลือง รสหวาน กลิ่นราสเบอร์รี่ โดยทั้งสองตำรับมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 6.9 และความหนืด 35,200 Centipoise (cps) เนื่องจากเจลที่ผลิตมีลักษณะการไหลเป็นแบบคล้ายพลาสติก (pseudoplastic flow) ความหนืดจะไม่คงที่ ขึ้นกับอัตราแรงเฉือน (shear rate) ที่วัด ในการศึกษาครั้งนี้วัดที่ 30 รอบต่อนาที

ซึ่งเมื่อปรับปรุงจนได้ลักษณะทางกายภาพตามที่ต้องการแล้ว นำเจลที่ได้ไปทดสอบการแตกตัวเป็นไอออนฟลูออไรด์ (Fluoride ion availability) ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขององค์การยาประเทศสหรัฐอเมริกา (The United State Pharmacopeia:USP) โดยไอออนที่วัดได้อยู่ในช่วงของร้อยละ 90.0-110.0 ของที่ระบุไว้บนฉลากเป็น 5,000 และ 9,040 พีพีเอ็ม (part per million, ppm) ตามลำดับ เจลทั้งสองตำรับที่ผลิตได้จะถูกเก็บรักษาในตู้เย็นที่มีการควบคุมอุณหภูมิคงที่ 4 องศาเซลเซียสโดยตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง

การเตรียมฟันตัวอย่าง

เลือกฟันกรามล่างแท้ของมนุษย์ที่ถูกถอนทิ้ง และเก็บในภาชนะที่ไม่สามารถระบุเจ้าของได้ และไม่มีรอยผุจำนวน 20 ซี่ โดยมีเกณฑ์การคัดฟันกลุ่ม

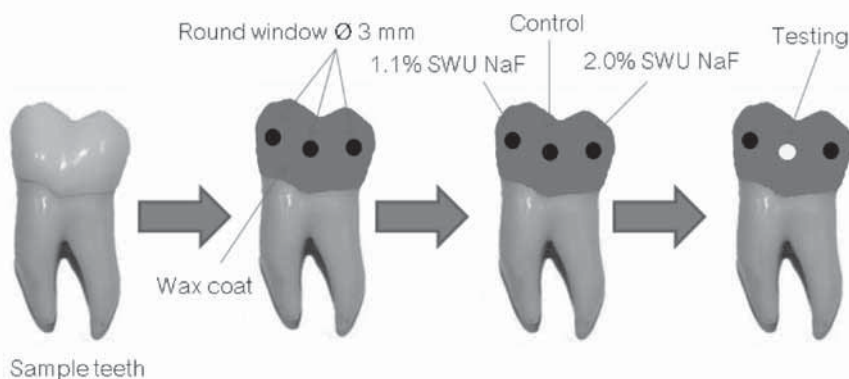
ตัวอย่างเข้า (inclusion criteria) จะต้องเป็นฟันที่ไม่มีลักษณะผิดปกติบนผิวเคลือบฟัน เช่น มีรอยร้าว มีวัสดุบูรณะฟันอยู่ และเป็นฟันที่ไม่มีคามผิดปกติของการพัฒนาการ เช่น enamel hypoplasia หรือเป็นฟันที่เคยได้รับการกัดด้วยกรดมาก่อน โดยฟันที่ผ่านเกณฑ์การคัดฟันกลุ่มตัวอย่างเข้าจะถูกรวบรวมทั้งหมด จะทำความสะอาดฟันด้วยหัวขัดจนผิวฟันสะอาดและเก็บรักษาไว้ในสารละลายโทมอลความเข้มข้นร้อยละ 1 (1% thymol solution) ในภาชนะขวดสีชา จากนั้นแบ่งฟันตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ซี่ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยมีวิธีในการเตรียมฟันในแต่ละกลุ่มดังต่อไปนี้

การเตรียมฟันกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ผิวเคลือบฟันปกติ (Sound Enamel) นำฟันที่คัดเลือกได้เป่าให้แห้งและตรวจสอบว่าไม่มีรอยผุบนผิวเคลือบฟัน โดยใช้การตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 10 เท่า ต้องไม่พบรอยขาวขุ่นบริเวณผิวเคลือบฟันที่จะทำการทดสอบ นำฟันที่เตรียมได้ไปแช่เก็บรักษาในภาชนะขวดสีชา ที่บรรจุสารละลายโทมอลความเข้มข้นร้อยละ 1

การเตรียมฟันกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีการจำลองรอยผุบนผิวเคลือบฟันโดยใช้วิธีสัมผัสเป็นวงจรกับสารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ (pH cycling) โดยแช่ฟันที่เตรียมไว้ในขวดพลาสติกที่มีฝาปิด ซึ่งมีสารสำหรับละลายเคลือบฟัน (demineralizing solution, 2mM CaCl₂, 2mM NaH₂PO₄, และ 50mM CH₃COOH ที่ระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.55) ปริมาณ 500 มล. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วเป่าให้แห้ง ทดสอบดูความขุ่นขาวบนผิวเคลือบฟัน เมื่อสังเกตเห็นว่า ผิวเคลือบฟันภายหลังจากการเป่าแห้งมีลักษณะขาวขุ่นแล้ว นำฟันที่เตรียมได้ไปแช่เก็บรักษาในภาชนะขวดสีชา ที่บรรจุสารละลายโทมอลความเข้มข้นร้อยละ 1 หลังทำการเตรียมฟันเรียบร้อยแล้วจึงนำฟันทั้งสองกลุ่มมาทำการเคลือบฟันผิวส่วนนอกด้วยซีฟิ่งที่ไม่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์ ยกเว้นในบริเวณที่ต้องการจะทดสอบ

ซึ่งจะเว้นที่ว่างเป็นรูปหน้าต่างวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. จำนวน 3 ตำแหน่ง บนบริเวณผิวฟันทางด้านข้างแก้ม (buccal surface) โดยกำหนดขนาดของหน้าต่างโดยใช้กระดาษทาบปิดบริเวณผิวเคลือบฟันในบริเวณที่ต้องการ โดยทำการเจาะกระดาษทาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. ด้วยเครื่องเจาะรู ACuPunch® ขนาด 3 มม. แล้วนำกระดาษทาบที่เจาะเป็นวงกลม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. ดังกล่าว มาติดบนบริเวณผิวฟันทางด้านข้างแก้ม (buccal surface) โดยตำแหน่งของขอบล่างหน้าต่างจะอยู่บนเส้นที่แบ่งระหว่างหนึ่งในสามด้านบดเคี้ยวต่อหนึ่งในสามตรงกลางฟัน จำนวน 3 บริเวณ ได้แก่บริเวณกึ่งกลางของฟัน (mid-buccal site) บริเวณไกลกลางของฟัน (distal site) และบริเวณใกล้กลางของฟัน (mesial site) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการเตรียมบริเวณทดสอบโดยการสร้างหน้าต่างและเคลือบซีฟิ่ง

ขั้นตอนการทดสอบการดูดซับโซเดียมฟลูออไรด์ เจล (Fluoride Treatment) เมื่อได้ผิวเคลือบฟันที่มีการปิดหน้าต่างโดยใช้กระดาษทาบปิดบริเวณผิวเคลือบฟันในบริเวณที่ต้องการและเคลือบฟันผิวส่วนนอกด้วยซีฟิ่งที่ไม่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์แล้ว จะทำการทดสอบการดูดซับฟลูออไรด์ โดยจะทำการเปิดหน้าต่าง ทำการลอกกระดาษทาบเฉพาะในด้านที่ต้องการทดสอบ และดูดโซเดียมฟลูออไรด์ปริมาณ 0.5 มล. มาหยดในหน้าต่างที่เปิดไว้เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นใช้น้ำปราศจากไอออน (deionized water) ล้างโซเดียมฟลูออไรด์ที่ตกค้างอยู่เป็นเวลา 1 นาที แล้วทำการปิดหน้าต่างอีกครั้งภายหลังการทดสอบด้วยกระดาษทาบขนาดเดิมเพื่อป้องกันไม่ให้ฟลูออไรด์สัมผัสกับอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่ใกล้เคียงกันในการทดสอบครั้งต่อไป แต่ละหน้าต่างจะถูกทดสอบด้วยฟลูออไรด์ความเข้มข้นเดียว แล้วจึงนำฟันที่ผ่านการทดสอบด้วยฟลูออไรด์แล้วเข้าสู่กระบวนการสกัดฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับในผิวเคลือบฟันโดยใช้วิธีเอซิดเอ็ช ไบออปซี ต่อไป

ขั้นตอนการสกัดฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันด้วยวิธีเอซิดเอ็ช ไบออปซี (Acid-etch biopsy) เพื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับในผิวเคลือบฟัน ทำได้โดยนำฟันที่ทดสอบมาเปิดหน้าต่างผิวเคลือบฟันที่จะทำการทดสอบ ทำการหยดกรดเปอร์คลอริก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ (1M HClO₄) ปริมาณ 10 ไมโครลิตร เพื่อกัดผิวฟันบริเวณด้านควบคุม (control) หรือด้านทดสอบเป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นดูดสารละลายทั้งหมดกลับ ใส่หลอดทดลองขนาด 1 มิลลิลิตร ที่บรรจุสารละลายน้ำกลั่นปราศจากไอออนปริมาณ 1470 ไมโครลิตร ทำการล้างผิวฟัน ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ (0.5M NaOH) ปริมาณ 10 ไมโครลิตร จำนวน 2 ครั้ง เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นดูดสารละลายทั้งหมดกลับใส่หลอดทดลองเดิม จะได้สารละลายทั้งหมด 1500 ไมโครลิตร

สารละลายที่เก็บได้จากผิวเคลือบฟันในด้านควบคุม จะใช้เป็นข้อมูลความเข้มข้นของฟลูออไรด์เบื้องต้น (baseline fluoride concentration) และสารละลายที่เก็บได้จากผิวเคลือบฟันด้านทดสอบ จะเป็นข้อมูลความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันภายหลังการทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์เจลาความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

การวัดปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับในผิวเคลือบฟันแบ่งสารละลายปริมาณ 1000 ไมโครลิตร มาวัดปริมาณมวลฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันในสารละลายที่เก็บได้ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ไอออนในสารละลาย (expandable ion analyzer EA940, Analytical technology Inc. Orion®, USA) และฟลูออไรด์อิเล็กโทรด (fluoride electrode) ในการวัดปริมาณมวลฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟัน และใช้สารละลายส่วนที่เหลือปริมาณ 500 ไมโครลิตร ที่แยกออกมาทำการวัดปริมาณธาตุแคลเซียมที่อยู่ในสารละลาย โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ชนิดวัดการดูดซับอะตอม (Atomic absorption spectrophotometer) ในการวัดปริมาณมวลแคลเซียม จากนั้นทำการคำนวณเปรียบเทียบองค์ประกอบแร่ธาตุในผิวเคลือบฟัน จะได้ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ (fluoride concentration) ในผิวเคลือบฟันบนผิวฟันด้านควบคุมและด้านทดสอบ

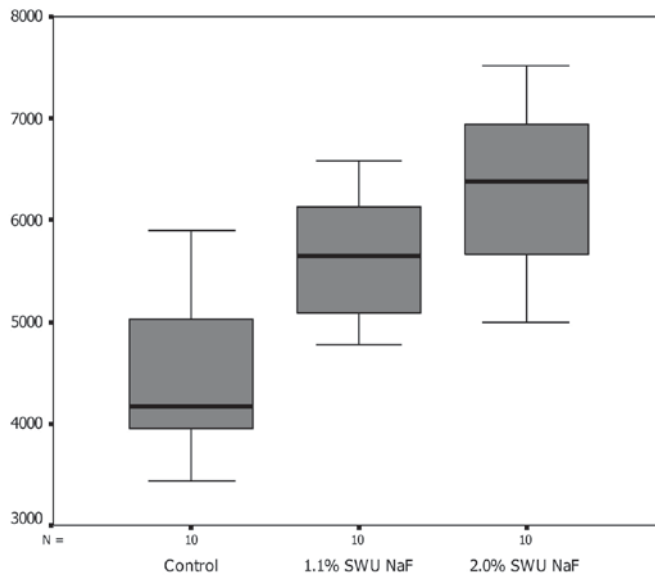
จากนั้นนำไปคำนวณปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับในผิวเคลือบฟัน (fluoride uptake) โดยคำนวณได้จากความแตกต่างของความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ผิวเคลือบฟันที่วัดได้หลังจากการทาด้วยฟลูออไรด์เจลทั้ง 2 ชนิดกับความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่ผิวเคลือบฟันด้านควบคุมของฟันแต่ละซี่ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร ฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับ = ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ด้านทดสอบ - ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ด้านควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเอสพีเอสเอสเวอร์ชัน 16 (SPSS for window version 16) นำค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ของแต่ละกลุ่มมาตรวจทดสอบความปกติในการแจกแจงข้อมูล (normality test) ด้วยวิธีแชปป์โร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) และ

ทดสอบความเหมือนของค่าความแปรปรวน (Test of homogeneity of variance) ของแต่ละกลุ่มด้วยวิธีลีเวน (Levene test) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟัน (fluoride concentration) ระหว่างความเข้มข้นของฟลูออไรด์บนผิวเคลือบฟันเบื้องต้น กับความเข้มข้นฟลูออไรด์บนผิวเคลือบฟันภายหลังการทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และร้อยละ 2 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบแบบทูกีย์ (Tukey HSD) และวิเคราะห์ผลของชนิดของผิวเคลือบฟันและชนิดของโซเดียมฟลูออไรด์ต่อการดูดซับฟลูออไรด์ที่ผิวเคลือบฟันด้วยการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (two-way ANOVA with repeated measurement) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบที (t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง

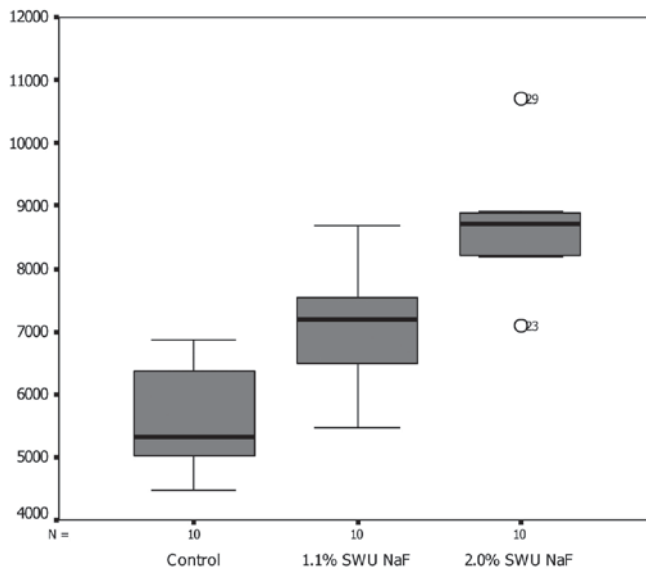
ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของฟลูออไรด์ (Fluoride concentration) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ ภายหลังการทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และร้อยละ 2 บนผิวฟันปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในด้านที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีค่า 6317.3 ± 821.3 พีพีเอ็ม มีค่าสูงกว่าความเข้มข้นร้อยละ 1.1 ซึ่งมีค่า 5661.8 ± 664.9 พีพีเอ็ม และทั้งสองความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าด้านควบคุม ที่มีค่า 4455.1 ± 820.3 พีพีเอ็ม จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีทูกีย์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฟลูออไรด์ด้านที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 สูงกว่าจากด้านควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.005$ และ $p<0.01$ ตามลำดับ) แต่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฟลูออไรด์ระหว่างด้านที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มข้นฟลูออไรด์ ภายหลังจากทดสอบด้วย SWU NaF ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 เป็นเวลา 4 นาที บนผิวฟันปกติ

ในขณะที่การทดสอบบนผิวฟันที่จำลองสภาวะฟันผุ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในด้านที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีค่า 8366.4 ± 1536.6 พีพีเอ็ม มีค่าสูงกว่าความเข้มข้นร้อยละ 1.1 ที่มีค่า 7415.5 ± 874.4 พีพีเอ็ม และทั้งสองความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าด้านควบคุม ที่มีค่า 5565.4 ± 830.7 พีพีเอ็ม จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีทีชกี๊ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น

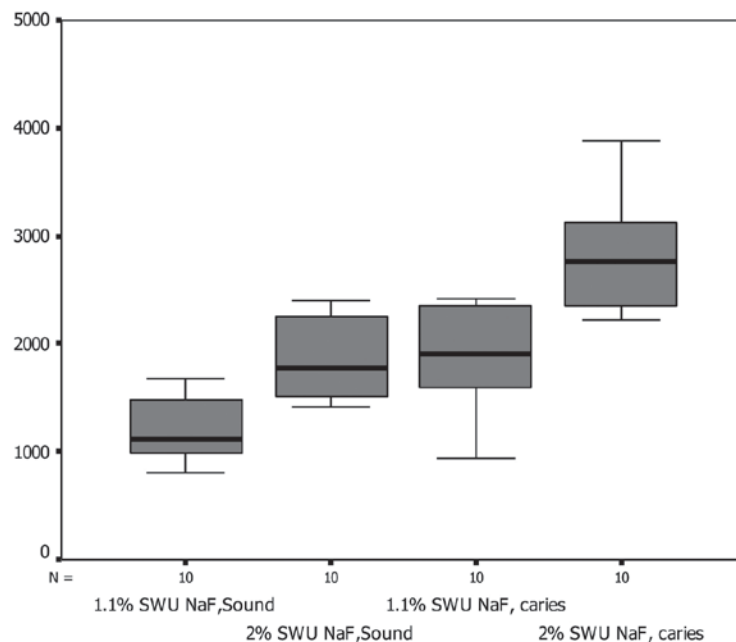
ของฟลูออไรด์ด้านที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 มีค่าสูงกว่าด้านควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$ และ $p<0.01$ ตามลำดับ) และพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฟลูออไรด์ระหว่างด้านที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 สูงกว่าความเข้มข้นร้อยละ 1.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มข้นฟลูออไรด์ ภายหลังจากทดสอบด้วย SWU NaF ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 เป็นเวลา 4 นาที บนผิวเคลือบฟันที่จำลองสภาวะฟันผุ

ค่าเฉลี่ยของฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับ (Fluoride uptake) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับที่ผิวเคลือบฟันที่จำลองสภาวะฟันผุ และผิวฟันปกติภายหลังการทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับบนผิวฟันที่จำลองสภาวะฟันผุที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 2 มีค่ามากที่สุด คือ 2810.0 ± 525.3 พีพีเอ็ม คิดเป็นฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้นร้อยละ 50.5 รองลงมาคือ ในกลุ่มผิวเคลือบฟันปกติที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ที่ความ

เข้มข้นร้อยละ 2 มีค่า 1862.2 ± 395.0 พีพีเอ็ม คิดเป็นฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้นร้อยละ 41.8 และ กลุ่มที่จำลองสภาวะฟันผุที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 มีค่า 1850.1 ± 523.9 พีพีเอ็ม คิดเป็นฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้นร้อยละ 33.2 ส่วนกลุ่มผิวเคลือบฟันปกติที่ทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 มีค่าน้อยที่สุด มีค่า 1206.7 ± 303.0 พีพีเอ็ม คิดเป็นฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.1 แสดงไว้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟลูออไรด์ดูดซับที่ผิวเคลือบฟันที่จำลองสภาวะฟันผุและผิวฟันปกติภายหลังการทดสอบด้วย SWU NaF ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 เป็นเวลา 4 นาที

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางแบบวัดซ้ำ พบว่า ชนิดของผิวเคลือบฟัน และชนิดของโซเดียมฟลูออไรด์ ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับที่ผิวเคลือบฟันอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$, $p < 0.001$ ตามลำดับ) โดยปัจจัยเรื่องชนิดของโซเดียมฟลูออไรด์มีผลมากกว่าชนิดของผิวเคลือบฟัน

บทวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งเหมาะสมกับการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันฟันผุ เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยและเลือกวิธีวัดรอยผุที่เหมาะสมโดยไม่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อฟันจากผลการศึกษาที่พบว่า ความเข้มข้นฟลูออไรด์ที่อยู่ในผิวเคลือบฟัน ภายหลังจากการทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ทั้งความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 ทำให้เกิดการสะสมของฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันที่สูงขึ้นกว่าปริมาณฟลูออไรด์ที่อยู่ในผิวฟันเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า โซเดียมฟลูออไรด์ที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (SWU NaF) ผลิตขึ้นนั้น สามารถถูกดูดซับลงไปผิวเคลือบฟันได้ โดยการที่พบว่าการใช้โซเดียมฟลูออไรด์เจลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 นั้นทำให้เกิดการดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันสูงกว่าโซเดียมฟลูออไรด์เจลความเข้มข้นร้อยละ 1.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีการแตกตัวเป็นฟลูออไรด์ไอออนสูงกว่าความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และผลการศึกษาที่พบว่า การดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันที่จำลองสภาวะฟันผุดีกว่าผิวฟันปกติ นั้น อาจมีสาเหตุมาจากในผิวเคลือบฟันที่จำลองสภาวะฟันผุนั้นมีรูพรุนมากกว่าในผิวเคลือบฟันปกติ ทำให้ฟลูออไรด์ไอออนดูดซับลงไปได้ง่ายกว่า

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันปกติครั้งนี้ ภายหลังจากการใช้โซเดียมฟลูออไรด์เจลทั้ง 2 ความเข้มข้น กับการศึกษาที่ผ่าน ๆ มา พบว่า มีค่าการดูดซับฟลูออไรด์ที่ค่อนข้างใกล้เคียงเมื่อเทียบกับการศึกษาต่าง ๆ ที่ผ่านมา เช่น การศึกษาของ Eronat C และคณะ [17] พบว่า ที่ความลึกที่บริเวณที่ถูกกรดเปอร์คลอริกเป็นเวลา 30 วินาที มีค่าฟลูออไรด์ดูดซับเมื่อทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น ร้อยละ 2 เป็น 2251 ± 488 พีพีเอ็ม และที่ความลึกที่บริเวณที่ถูกกรดเปอร์คลอริก เป็นเวลา 60 วินาที มีค่าฟลูออไรด์ดูดซับเมื่อทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็น 462 ± 187 พีพีเอ็ม

ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งพบว่าค่าฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับในผิวเคลือบฟันปกติที่ถูกทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์เจล ความเข้มข้นร้อยละ 2 ในบริเวณความลึกที่บริเวณที่ถูกกรดเปอร์คลอริกเป็นเวลา 15 วินาที มีค่า 1862.2 ± 395.0 พีพีเอ็ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับที่ความลึกที่ระยะเวลาการถูกกรด 30 วินาทีของการศึกษาของ Eronat C และคณะ [17] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่ใช้กรดกัด มีผลต่อความลึกของชั้นเคลือบฟันที่ทดสอบและจะส่งผลต่อการวัดค่าการดูดซับของฟลูออไรด์ได้และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Kohli K และคณะ [18] ที่ทำการทดสอบการดูดซับของฟลูออไรด์ภายหลังจากการใช้สารละลายโซเดียมฟลูออไรด์เจลความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 4 นาที โดยสัมผัสกับหน้าต่างทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. ก่อนนำไปแช่ในสารละลายน้ำลายเทียมเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและทดสอบปริมาณฟลูออไรด์ที่ดูดซับโดยใช้กรดเปอร์คลอริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ($0.1M HClO_4$) ซึ่งพบว่า มีค่าการดูดซับฟลูออไรด์เพียง 587 พีพีเอ็ม ซึ่งน้อยกว่าการศึกษาครั้งนี้ที่วัดค่าฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับได้ 1862.2 ± 395.0 พีพีเอ็ม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโซเดียมฟลูออไรด์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะที่เป็นเจลและพื้นที่บริเวณที่ทำการทดสอบซึ่งเป็นผิวเคลือบฟันที่สัมผัสกับโซเดียมฟลูออไรด์ในการศึกษาครั้งนี้มีมากกว่าคือมีพื้นที่ในการสัมผัสเป็นหน้าต่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. และการการทำเอซิดเอ็ช โบออฟซีในการวิจัยในครั้งนี้ใช้กรดเปอร์คลอริกความเข้มข้นสูงกว่า คือ ใช้กรดเปอร์คลอริก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ($1M HClO_4$) ในการทำเอซิดเอ็ช โบออฟซี ซึ่งขนาดของบริเวณที่สัมผัสกับโซเดียมฟลูออไรด์ ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการสกัด และลักษณะรูปแบบผลิตภัณฑ์โซเดียมฟลูออไรด์ที่แตกต่างกันดังกล่าว อาจส่งผลให้ค่าฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับมีค่าแตกต่างกันได้สำหรับการดูดซับฟลูออไรด์ของโซเดียมฟลูออไรด์เจลความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่ผลิตขึ้นเองนี้ซึ่งมีค่า 1206.7 ± 303.0

พีพีเอ็ม พบว่า ไม่แตกต่างจากการศึกษาครั้งก่อนๆ มากนัก โดยเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Retief DH [19] ที่ทำการทดสอบการดูดซับของฟลูออไรด์ภายหลังการใช้สารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ว่านิชความเข้มข้นร้อยละ 1 พบว่ามีค่าการดูดซับฟลูออไรด์ที่วัดทันทีเป็น 949 ± 116 พีพีเอ็ม และที่ทำการทดสอบภายหลังการแช่ในสารละลายน้ำลายเทียม 24 ชั่วโมงมีค่าเป็น 629 ± 119 พีพีเอ็ม ซึ่งจากการเปรียบเทียบดังกล่าว แสดงว่าระยะเวลาในการวัดปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับมีผลต่อค่าที่วัดได้ โดยค่าการดูดซับจะลดลงเมื่อระยะเวลาสัมผัสกับน้ำลายเทียมมากขึ้น กล่าวโดยสรุปแล้วมีหลายปัจจัยที่ส่งผลทำให้การวัดฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับมีค่าแตกต่างกันได้ซึ่งอาจเป็นผลมาจากตำรับโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่มีองค์ประกอบและส่วนผสมที่แตกต่างกัน รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำเอซิดเอ็ชไบออปซี ตลอดจนความเข้มข้นและชนิดของกรดที่ใช้ในการสกัดที่มีความแตกต่างกันในแต่ละการศึกษา อย่างไรก็ตาม จากการที่ปริมาณของฟลูออไรด์ที่ถูกดูดซับในการศึกษาครั้งนี้ที่อยู่ระหว่าง 1206.7 ± 2810.0 พีพีเอ็ม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่ายาสีฟันทั่วไป ดังนั้น ควรมีการใช้งานโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒนี้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะในเด็กเล็ก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลข้างเคียงของฟลูออไรด์ โดยเฉพาะอาจจะทำให้เกิดฟันตกกระ (dental fluorosis) ในเด็กเล็กได้ ซึ่งจากการประชุม Effective Use of Fluoride in Asia ที่ประเทศไทยใน พ.ศ. 2554 [20] ได้แนะนำว่าในการใช้สารฟลูออไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 1500 พีพีเอ็ม ทันตแพทย์ควรมีการควบคุมปริมาณและความถี่ในการใช้งานฟลูออไรด์เจลในแต่ละครั้งให้เหมาะสมกับผู้ป่วย เพื่อไม่ให้เกิดพิษของฟลูออไรด์ดังกล่าว

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการยืนยันมาตรฐานและประสิทธิภาพในการป้องกันฟันผุของโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่ผลิตจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ได้เพียงในระดับหนึ่ง เนื่องจากการทดสอบการดูดซับฟลูออไรด์ ซึ่งเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งหากจะมีการนำโซเดียมฟลูออไรด์เจลที่ผลิตจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒไปใช้จริงในทางคลินิกให้แก่ผู้ป่วย จำเป็นต้องมีการทดสอบคุณสมบัติอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยเฉพาะการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เช่น การทดสอบสารปนเปื้อนที่มีอยู่ การทดสอบเสถียรภาพต่อการเก็บโดยวิธีเร่งภาวะ สี กลิ่น รส และ ความพอใจของผู้ป่วย เป็นต้น รวมถึงการทดสอบทางคลินิกอื่น ๆ เพื่อให้โซเดียมฟลูออไรด์เจลที่ผลิตจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีประสิทธิภาพสูงสุดและปลอดภัยสำหรับผู้ป่วย ซึ่งหากทดสอบจนสำเร็จแล้วจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ และลดต้นทุนในการรักษาสำหรับผู้ป่วย โดยจากการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตฟลูออไรด์เจลในครั้งนี้ พบว่ามีราคาต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ฟลูออไรด์นำเข้าประมาณ 4-5 เท่า ซึ่งหากมีการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไปก็จะส่งผลดีต่อผู้ป่วยในด้านค่ารักษาพยาบาล และ เศรษฐกิจของประเทศในภาพรวมต่อไปได้

บทสรุป

ค่าความเข้มข้นของฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันหลังการทดสอบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ทั้งความเข้มข้นร้อยละ 1.1 และ 2 ทั้งในผิวเคลือบฟันปกติและผิวฟันที่จำลองสภาวะฟันผุ มีค่าสูงขึ้นและแตกต่างจากความเข้มข้นของฟลูออไรด์เบื้องต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) นอกจากนี้ พบว่าการใช้โซเดียมฟลูออไรด์เจลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 นั้น ทำให้เกิดการดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันสูงกว่าโซเดียมฟลูออไรด์เจล ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และการดูดซับฟลูออไรด์ในผิวเคลือบฟันที่มีการจำลองสภาวะฟันผุมีค่าสูงกว่าผิวฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจาก เงิน
รายได้มหาวิทยาลัย (คณะทันตแพทยศาสตร์) ประจำปี
2550

เอกสารอ้างอิง

1. กองทันตสาธารณสุข, กรมอนามัย,
กระทรวงสาธารณสุข. รายงานผลการสำรวจสภาวะ
ทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 6 พ.ศ. 2545-2550.
กรุงเทพมหานคร.ประเทศไทย: โรงพิมพ์ทหารผ่านศึก
จำกัด; 2551

2. The American Dental Association.
Interim Guidance on Fluoride intake for infant
and young Children. (serial online) 2006 (cited 2006
November). Available from: URL: <http://www.ada.org/ebd>

3. The American Dental Association.
Professionally Applied Topical Fluoride Executive
Summary of Evidence-Based Clinical Recom-
mendations. J Am Dent Assoc 2006; 137: 1151-
1159.

4. Whiteford GM. Intake and Metaboirsm
of Fluoride. Adv Dent Res 1994; 8(1): 5-14.

5. Adair SM. Evidence-based use of
fluoride in contemporary pediatric dental practice.
Pediatric dentistry 2006; 28: 133-142.

6. Ripa LW. An evaluation of the use of
Professional (Operator – applied) topical fluorides.
J dent Res 1990; 69: 786-796.

7. Chadwick BL, Roy J, Knox J , Treasure
ET. The effect of topical fluorides on decalcification
in patients with fixed orthodontic appliances:
a systemic review. Am J Orthod Dentofacial
Orthop 2005; 128(5): 601-6.

8. O'Reilly MM, Featherstone JD. Demin-
eralization and remineralization around orthodontic
appliances : an in vivo study. Am J Orthod
Dentofacial Orthop 1987; 92(1): 33-40.

9. Mukai Y, Lagerweij MD, ten Cate JM.
Effect of a solution with high fluoride concentration
on remineralization of shallow and deep root surface
caries in vitro. Caries Res 2001; 35: 317-324.

10. Ogaard B , Seppa L, Rolla G. Professional
topical fluoride applications clinical efficacy and
mechanism of action. Adv Dent Res 1994; 8(2):
190-201.

11. Adrends J, Nelson DGA, Dijkman AG,
Jongebloed WL. Effect of various fluorides on
enamel structure and chemistry. Cariology Today.
Int. Congr. Zurich 1983; 245-258.

12. Boyd RL. Comparison of three self-
applied topical fluoride preparations for control
of decalcification. Angle Orthod 1993; 63(1):
25-30.

13. O'Reilly MM, Featherstone JD.
Demineralization and remineralization around
orthodontic appliances : an in vivo study. Am
J Orthod Dentofacial Orthop 1987; 92(1): 33-40.

14. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม
ยาสีฟัน มอก 45-2540 ISBN 974-607-716-3; 2540.

15. The United State Pharmacopeia.
Approved drug products and legal requirements.
USP DI. 20th ed. United States: Pharmacopeial
Convention, Inc; 2000.

16. The United State Pharmacopeia. (2000).The United State Pharmacopeia and the national formulary.USP 24 NF 19. United States.: Pharmacopeial Convention, Inc; 2000.

17. Eronat C, Eronat N, Alpoz AR. Fluoride Uptake by enamel in vitro following application of various topical fluoride preparations. J Clinical Pediatr Dent 1993; 17(4): 227-230.

18. Kohli K, Houpt M, Shey Z. Fluoride uptake by proximal surfaces from professionally applied fluoride : An in vitro study. J Dent Child 1997; 64: 28-31.

19. Retief DH, Sorvas PG, Bradley EL, Taylor RE, Walker AR. In vitro Fluoride Uptake, Distribution and Retention by Human Enamel After 1- and 24- Hour Application of Various Topical Fluoride Agents. J Dent Res 1980; 59(3): 573-582.

20. Petersen PE, Phantumvanit P. Perspectives in the Effective Use of Fluoride in Asia. J Dent Res 2012; 91: 119.

ติดต่อบทความ :

ทันตแพทย์ณัฐวุธ แก้วสุทธา

ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ : 02-649-5000 ต่อ 15081

โทรสาร : 02-664-1882

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ballswu@gmail.com

Nathawut Kaewsutha

Department of Pedodontic and Preventive
Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot
University, Sukhumvit 23,Wattana,Bangkok,10110

Tel: 02-649-5000 ext 15081 Fax : 02-664-1882

E-mail : ballswu@gmail.com