ว ทันต จุฬาฯ 2554;34:21-30
CU Dent J. 2011;34:21-30

บทวิทยาการ
Original Article

ผลของซีพีพี-เอซีพีเพสต์และฟลูออไรด์เจลต่อความแข็งระดับไมโครของผิวเคลือบฟันมนุษย์จากการสัมผัสกับเครื่องดื่มโคลา

อุษณีย์ กัลยาธิ ท.บ.[1]
มุรธา พานิช ท.บ., M.S.D., ABOD[2]
สุชิต พูลทอง ท.บ., ป.บัณฑิต (ทันตกรรมหัตถการ), M.Sc., PhD.[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลของซีพีพี-เอซีพีเพสต์และฟลูออไรด์เจลในการป้องกันความแข็งระดับไมโครของผิวเคลือบฟันจากการสึกกร่อนด้วยเครื่องดื่มโคลาและเพื่อเปรียบเทียบผลของน้ำลายเทียมร่วมกับซีพีพี-เอซีพีเพสต์หรือฟลูออไรด์เจลในการป้องกันความแข็งระดับไมโครของผิวเคลือบฟันจากการสึกกร่อนด้วยเครื่องดื่มโคลา

วัสดุและวิธีการ เตรียมชิ้นตัวอย่างจากฟันตัดล่างของมนุษย์ที่ถูกถอนจำนวน 60 ซี่ ทำการสุ่มตัวอย่างโดยแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มทดลองดังนี้ 1) ซีพีพี-เอซีพีเพสต์ร่วมกับน้ำปราศจากประจุ 2) ซีพีพี-เอซีพีเพสต์ร่วมกับน้ำลายเทียม 3) น้ำลายเทียม 4) ฟลูออไรด์เจลร่วมกับน้ำปราศจากประจุ 5) ฟลูออไรด์เจลร่วมกับน้ำลายเทียม และ 6) น้ำปราศจากประจุ วัดค่าความแข็งของผิวเคลือบฟันด้านริมฝีปาก โดยกำหนดระยะห่างของรอยกดเท่ากับ 120 ไมโครเมตร ทำการกดด้วยหัวกดวิคเกอร์ส จำนวน 5 รอยกดต่อการทดสอบแต่ละครั้ง โดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งระดับไมโคร ทำการกด 2 ช่วงเวลาต่อชิ้นตัวอย่าง คือ ก่อนการทดลองและหลังการสึกกร่อนด้วยเครื่องดื่มโคลา นำค่าความแข็งที่ได้มาทดสอบด้วยสถิติแพร์แซมเปิล ที เทสต์ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ผลการศึกษา หลังการสึกกร่อนด้วยเครื่องดื่มโคลา ค่าความแข็งของเคลือบฟันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยค่าความแข็งของเคลือบฟันของกลุ่มซีพีพี-เอซีพีเพสต์ร่วมกับน้ำลายเทียมและกลุ่มฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำลายเทียม มีค่ามากกว่าความแข็งของเคลือบฟันของกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

สรุป ซีพีพี-เอซีพีเพสต์และฟลูออไรด์เจลไม่สามารถป้องกันค่าความแข็งของเคลือบฟันจากการสัมผัสกับเครื่องดื่มโคลาได้ แต่ซีพีพี-เอซีพีร่วมกับน้ำลายเทียมและฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำลายเทียมสามารถลดความรุนแรงของการสูญเสียแร่ธาตุได้

(ว ทันต จุฬาฯ 2554;34:21-30)

คำสำคัญ: *ความแข็ง; เครื่องดื่มโคลา; เคลือบฟัน; ซีพีพี-เอซีพี; ฟลูออไรด์*

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว มีผลต่อสุขภาพช่องปาก โดยอาหารและเครื่องดื่มเหล่านี้นอกจากจะประกอบด้วยน้ำตาลซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดฟันผุแล้ว ยังมีฤทธิ์เป็นกรด ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุของฟัน (Demineralization) และมีผลทำให้เกิดการสึกกร่อนของฟัน ซึ่งเป็นปัญหาทางสุขภาพช่องปากที่พบมากขึ้นในปัจจุบัน[1-3] สาเหตุของการสึกกร่อนนั้นเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ ตัวฟัน ปัจจัยภายนอกร่างกาย ปัจจัยภายในร่างกายและเวลา[4] โดยที่อาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดนั้น เป็นปัจจัยภายนอกร่างกายซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสึกกร่อน หลายการศึกษาพบว่าเครื่องดื่มโคลาซึ่งเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยม มีผลทำให้เกิดการสึกกร่อนมาก[5-8]

การให้การรักษาทางทันตกรรมในผู้ป่วยที่มีฟันสึกกร่อนรุนแรงมักจะทำได้ค่อนข้างยากและมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการลดความรุนแรงของการสึกกร่อนโดยส่งเสริมการสะสมกลับของแร่ธาตุและการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุ น่าจะเป็นการจัดการปัญหาดังกล่าวได้ดีกว่าการรักษา ซึ่งมีหลายการศึกษาที่สนับสนุนการนำฟลูออไรด์[9] และซีพีพี-เอซีพี[6,8,10,11] มาใช้ช่วยในการสะสมกลับของแร่ธาตุของผิวฟัน หลังจากที่ฟันสัมผัสอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด โดยปกติฟันที่มีการสูญเสียแร่ธาตุจะมีการอ่อนตัวลงของผิวฟันและมีความต้านทานต่อการสึกกร่อนลดลง การนำสารดังกล่าวมาใช้ทาที่ฟันหลังจากสัมผัสกรดเพื่อช่วยการสะสมกลับของแร่ธาตุนั้นอาจเป็นการช่วยส่งเสริมการสะสมกลับของแร่ธาตุในฟันที่เกิดการสึกกร่อนไปแล้ว การใช้สารดังกล่าวมาเคลือบที่ฟันก่อนการสัมผัสกรดน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า โดยหวังผลการเกิดการสะสมกลับของแร่ธาตุทันทีหลังจากที่ฟันเริ่มมีการสูญเสียแร่ธาตุจากการสัมผัสกรด อันจะเป็นการป้องกันการลดลงของค่าความแข็งผิวเคลือบฟัน

เคซีนฟอสโฟเปปไทด์-อะมอร์ฟัสแคลเซียมฟอสเฟต (Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate, ซีพีพี-เอซีพี) เป็นสารประกอบของแคลเซียมและฟอสเฟตที่ได้รับความสนใจในการนำมาใช้เพื่อลดการสูญเสียแร่ธาตุของฟันและช่วยในการสะสมกลับของแร่ธาตุ ในการศึกษาประสิทธิผลทางคลินิกของอนุพันธ์ของเคซีน (Casein derivatives) พบว่าไม่มีหลักฐานการศึกษาทางคลินิกที่เพียงพอที่จะสรุปว่าอนุพันธ์ของเคซีนโดยเฉพาะอย่างยิ่งซีพีพี-เอซีพีมีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดฟันผุ การลดอาการเสียวฟัน หรือการลดอาการปากแห้ง[12] ส่วนการศึกษาในห้องปฏิบัติการนั้นพบว่าซีพีพี-เอซีพี มีผลในการสะสมกลับของแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันหลังการสัมผัสสารละลายที่มีความเป็นกรด ส่งผลให้ค่าความแข็งของผิวเคลือบฟันที่ลดลงกลับเพิ่มขึ้นมาเท่ากับความแข็งของผิวเคลือบฟันก่อนการสัมผัสกรดส่วนผลของการใช้ฟลูออไรด์เพื่อป้องกันและลดความรุนแรงของการสึกกร่อนนั้นมีทั้งการศึกษาที่สนับสนุน[13,14] และการศึกษาที่พบว่าฟลูออไรด์ไม่มีผลในการลดการสึกกร่อน[15,16] แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการศึกษาในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ศึกษาโดยใช้ผิวเคลือบฟันที่ผ่านการขัดผิวหน้าให้เรียบ[5-8,11,17-22] หรือตัดขวางเพื่อให้ได้พื้นที่เรียบของเคลือบฟันภายใน ซึ่งไม่ใช่พื้นผิวของเคลือบฟันที่แท้จริง[8]

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำน้ำลายเทียมมาใช้เป็นสารละลายที่ใช้แช่ฟันในขั้นตอนต่างๆ ในการทดลอง เพื่อควบคุมให้น้ำลายที่ใช้แช่มีองค์ประกอบของแร่ธาตุที่เหมือนกันในทุกกลุ่มตัวอย่าง และใช้น้ำปราศจากประจุเป็นสารละลายในกลุ่มควบคุมและในขั้นตอนต่างๆ ในการทดลอง เนื่องจากน้ำปราศจากประจุไม่มีผลต่อคุณสมบัติต่างๆ ของฟัน[23] และทดสอบความแข็งโดยการกด (Indentation test) ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการวัดการสูญเสียแร่ธาตุและการสึกของฟันในห้องปฏิบัติการเนื่องจากขั้นตอนและวิธีการทำไม่ยุ่งยาก ราคาถูก และสามารถทำซ้ำได้[24] ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ประเมินผลของซีพีพี-เอซีพีเพสต์และฟลูออไรด์เจลต่อความแข็งระดับไมโคร ของผิวเคลือบฟันมนุษย์ที่ไม่ผ่านการตัดและขัดจากขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่างจากการสัมผัสกับเครื่องดื่มโคลา

วัสดุและวิธีการ

ขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ 12/2009 ให้ใช้ฟันตัดล่างของมนุษย์จำนวน

60 ซี่ ที่ถูกถอน โดยเป็นฟันที่ปราศจากรอยผุ อุด กร่อน สึก ร้าว หรือลักษณะที่ผิดปกติต่าง ๆ ฆ่าเชื้อฟันก่อนนำมาใช้งาน โดยแช่ในสารละลายฟอร์มาลินนิวทรัลบัฟเฟอร์ (Univar, Ajax Finechem, New Zealand) ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นเวลาอย่างน้อย 1 สัปดาห์ สุ่มแบ่งฟันออกเป็น 6 กลุ่ม การทดลองกลุ่มละ 10 ซี่ นำฟันมาตัดส่วนของรากฟันออกด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (ISOMET^{TM}1000, BUEHLER, USA) แล้วนำตัวฟันครึ่งด้านลิ้น (lingual) ไปฝังในเรซินหล่อใส (ศึกษาภัณฑ์พานิช, ประเทศไทย) ยึดชิ้นตัวอย่างบนเครื่องปรับระนาบของชิ้นตัวอย่าง พื้นที่สำหรับใช้ในการวัดความแข็งต้องได้ระนาบขนานกับพื้น ซึ่งสามารถหาพื้นที่ดังกล่าวได้โดยการใช้มาตรความขนาน ล้างชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำปราศจากประจุ (ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ปริมาตร 32.5 มิลลิลิตรและซับชิ้นงานด้วยกระดาษซับเป็นเวลา 30 วินาที และทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วินาที ทำการวัดความแข็งด้วยเครื่องทดสอบความแข็งระดับไมโคร (Micro-Hardness Tester, FM-700e TYPE D, FUTURE-TECH, Japan) ร่วมกับหัวกดวิคเกอร์ส วัดความแข็งก่อนการทดลอง โดยใช้น้ำหนักในการกด 100 กรัม และเวลาในการกด 15 วินาที ต่อ 1 รอยกด ทำการกด 5 รอยกด โดยแต่ละรอยกดมีระยะห่าง 120 ไมโครเมตรในแนวแกน Y[10] เฉลี่ยค่าความแข็งทั้ง 5 เป็นค่าความแข็งก่อนการทดลอง (Ho) กำหนดให้นำเฉพาะฟันที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งก่อนการทดลองมากกว่า 300 วีเอชเอ็น (VHN: Vickers Hardness Number) เท่านั้นมาใช้ในการศึกษา เก็บชิ้นตัวอย่างที่วัดความแข็งแล้วในน้ำลายเทียม (ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ปริมาตร 32.5 มิลลิลิตร ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (CONTHERM 160M, CONTHERM Scientific Ltd., New Zealand) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สุ่มแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้นตัวอย่างดังนี้

กลุ่มที่ 1 การป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุโดยการใช้ซีพีพี-เอซีพีเพสต์ร่วมกับน้ำปราศจากประจุ ใช้ซีพีพี-เอซีพีเพสต์น้ำหนัก 0.1 กรัมเคลือบบนเคลือบฟัน และแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำปราศจากประจุ

กลุ่มที่ 2 การป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุโดยการใช้ซีพีพี-เอซีพีเพสต์ร่วมกับน้ำลายเทียม ใช้ซีพีพี-เอซีพีเพสต์น้ำหนัก 0.1 กรัมเคลือบบนเคลือบฟัน และแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำลายเทียม

กลุ่มที่ 3 การป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุโดยการใช้น้ำลายเทียม แช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำลายเทียม

กลุ่มที่ 4 การป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุโดยการใช้ฟลูออไรด์เจลร่วมกับน้ำปราศจากประจุใช้ฟลูออไรด์เจลน้ำหนัก 0.1 กรัมเคลือบบนเคลือบฟัน และแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำปราศจากประจุ

กลุ่มที่ 5 การป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุโดยการใช้ฟลูออไรด์เจลร่วมกับน้ำลายเทียม ใช้ฟลูออไรด์เจลน้ำหนัก 0.1 กรัมเคลือบบนเคลือบฟัน และแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำลายเทียม

กลุ่มที่ 6 กลุ่มควบคุม โดยการแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำปราศจากประจุ

ในการเคลือบสารจะทำโดยเคลือบสารนั้นบนผิวเคลือบฟันและแช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายปริมาตร 32.5 มิลลิลิตรของแต่ละกลุ่มทันที เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยแช่เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนการทำให้เคลือบฟันสึกกร่อนด้วยเครื่องดื่มโคลา

จำลองการดื่มเครื่องดื่มโคลาจำนวน 3 กระป๋องต่อวัน[7,8,10] ใน 1 รอบการแช่ทำโดยแช่ชิ้นตัวอย่างในเครื่องดื่มโคลา (โค้ก: บริษัทไทยน้ำทิพย์ประเทศไทย จำกัด) ปริมาตร 32.5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 วินาที สลับกับน้ำลายเทียม ปริมาตร 32.5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 วินาที 10 ครั้ง ทำการแช่ 3 รอบ โดยในระหว่างรอบที่ 1-2 และรอบที่ 2-3 จะเก็บชิ้นตัวอย่างในน้ำลายเทียม ปริมาตร 32.5 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง หลังจากจำลองการดื่มเครื่องดื่มโคลาในรอบที่ 3 เสร็จจึงทำการทดสอบภายหลังการสึกกร่อน โดยกดต่อเป็นแถวสับหว่างกับรอยกดแรก ห่างจากรอยกดแรกในแนวแกน Y ระยะทาง 60 ไมโครเมตร รายละเอียดการทดสอบทำตามการวัดความแข็งก่อนการทดลองที่กล่าวมา เฉลี่ยค่าความแข็ง

หลังการสึกกร่อนด้วยโคลาเป็นค่าความแข็งหลังการสึกกร่อน (Hd)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS Version 13.0) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยกำหนดค่านัยสำคัญที่ 0.05 ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) ในการทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติของปัจจัยทั้งสองในการศึกษาต่อค่าความแข็งผิวเคลือบฟัน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความแข็งผิวเคลือบฟันระหว่างกลุ่มสารละลายที่ใช้แช่ชิ้นตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ร่วมกับการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparisons) แบบเชฟเฟ่ (Scheffe) และเปรียบเทียบค่าความแข็งผิวเคลือบฟันก่อนการทดลองและหลังการสึกกร่อนของแต่ละกลุ่มด้วยสถิติแพร์แซมเปิล ที เทสต์ (Paired Sample T-Test)

ผลการศึกษา

จากตารางที่ 1 ค่าความแข็งก่อนการทดลองของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ภายหลังการเคลือบผิวเคลือบฟันด้วยสารต่าง ๆ และแช่ชิ้นตัวอย่างในเครื่องดื่มโคลา พบว่าค่าความแข็งของเคลือบฟันหลังการสึกกร่อนในทุกกลุ่มมีค่าน้อยกว่าค่าความแข็งของเคลือบฟันก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยที่ค่าความแข็งของเคลือบฟันหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 (ซีพีพี-เอซีพีร่วมกับน้ำปราศจากประจุ) กลุ่มที่ 3 (น้ำลายเทียม) กลุ่มที่ 4 (ฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำปราศจากประจุ) และกลุ่ม 6 (น้ำปราศจากประจุ) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ค่าความแข็งของเคลือบฟันหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 (ซีพีพี-เอซีพีร่วมกับน้ำลายเทียม) และกลุ่ม 5 (ฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำลายเทียม) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าค่าความแข็งของเคลือบฟันหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 3 4 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (VHN) ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งของเคลือบฟันก่อนการทดลอง (Ho) และค่าความแข็งของเคลือบฟันหลังการสึกกร่อน (Hd)

Table 1 The mean (VHN) ± standard deviation of enamel hardness before treatment (Ho) and after erosion (Hd).

Group (n=10)	*Ho (VHN)*	*Hd (VHN)*
1 (CPP-ACP with deionized water)	344.20 ± 12.4^{A}	303.25 ± 15.8^{B}
2 (CPP-ACP with artificial saliva)	343.60 ± 11.7^{A}	332.18 ± 15.1^{C}
3 (Artificial saliva)	343.24 ± 10.6^{A}	301.296 ± 9.2^{B}
4 (Fluoride with deionized water)	344.11 ± 8.1^{A}	298.44 ± 18.9^{B}
5 (Fluoride with artificial saliva)	343.91 ± 10.1^{A}	334.48 ± 10.9^{C}
6 (deionized water)	342.68 ± 7.4^{A}	288.28 ± 11.4^{B}

Same superscript letter indicates no significant difference ($p > 0.05$)

วิจารณ์

เพื่อให้สามารถจำลองสภาพในช่องปากจริง ในปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับบริเวณที่ฟันสัมผัสกับเครื่องดื่ม ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ผิวฟันธรรมชาติที่ไม่ผ่านการตัดและขัด ซึ่งแตกต่างจากการทดลองอื่นที่ส่วนใหญ่จะใช้ผิวเคลือบฟันที่ตัดและขัดเพื่อให้ได้ระนาบและง่ายต่อการต่อการวัดความแข็ง และในการทดลองนี้ได้เลือกใช้ฟันตัดล่างของมนุษย์ที่ถูกถอน โดยไม่ผ่านการตัดหรือขัดในขั้นตอนของการเตรียมชิ้นตัวอย่าง ทั้งนี้เนื่องจากฟันตัดล่างมีผิวด้านริมฝีปากที่มีลักษณะทางกายวิภาคที่ค่อนข้างเรียบแบน จึงมีพื้นที่ที่เรียบและได้ระนาบพื้นที่ขนาดเล็ก ๆ แต่ใหญ่เพียงพอที่จะใช้สำหรับการวัดความแข็งระดับไมโครพื้นที่เล็ก ๆ ที่ได้เป็นการจำกัดบริเวณของเคลือบฟันที่ใช้ทดสอบให้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด นอกจากนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความแปรปรวนของค่าความแข็งก่อนการทดลองของฟันที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้นำเฉพาะฟันที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งก่อนการทดลองมากกว่า 300 วีเอชเอ็น เท่านั้นมาใช้ในการศึกษา เป็นผลให้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งก่อนการทดลองมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน

การวัดความแข็งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการวัดบนผิวเคลือบฟันที่ไม่ผ่านการตัดหรือขัด พบว่าค่าความแข็งเคลือบฟันก่อนการทดลองซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 342.68-344.20 วีเอชเอ็น มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Panich และ Poolthong[10] ที่มีการวัดความแข็งของเคลือบฟันที่ไม่ผ่านการตัดหรือขัดเช่นกัน โดยได้ค่าความแข็งเคลือบฟันก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 330.067-345.736 วีเอชเอ็น แต่เมื่อเทียบค่าความแข็งเคลือบฟันก่อนการทดลองครั้งนี้กับหลายการศึกษาที่ผ่านมาที่มีการขัดผิวหน้าของเคลือบฟันหรือการตัดขวางตัวฟันและทดสอบเคลือบฟันด้านใน[6-8,22] พบว่ามีค่าความแข็งสูงกว่า ค่าความแข็งของเคลือบฟันที่วัดหลังผ่านการตัดหรือขัดมีค่าน้อยกว่าการวัดโดยไม่ผ่านการตัดหรือขัดนั้นเนื่องจากความแข็งและมอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นบริเวณผิวเคลือบฟันด้านนอกจะมีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับด้านใน และจะลดลงเมื่อเข้าสู่รอยต่อเนื้อฟัน-เคลือบฟัน[17] การตัดหรือขัดเคลือบฟันนั้นส่งผลให้เกิดการสูญเสียผิวเคลือบฟันอปริซมาติกชั้นนอกสุดซึ่งมีความแข็งแรงและทนทานต่อกรดมากที่สุดออกไปและเปิดรอยต่อระหว่างผลึกไฮดรอกซีอะพาไทท์ส่งผลให้ความสามารถในการถูกละลายของผลึกเพิ่มมากขึ้น

น้ำลายมีบทบาทสำคัญหลายประการในการช่วยป้องกันการละลายของแร่ธาตุออกจากเคลือบฟันและซ่อมแซมโครงสร้างของฟันตามธรรมชาติ[1,15] มีหลายการศึกษาที่พบว่า น้ำลายมีส่วนช่วยให้เคลือบฟันที่ถูกสึกกร่อนมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น[25,26] นอกจากนี้ยังมีหลายการศึกษาที่พบว่าน้ำลายเทียมมีส่วนช่วยให้เคลือบฟันที่ถูกสึกกร่อนมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน[27-30] ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำน้ำลายเทียมซึ่งเป็นสูตรเดียวกับการศึกษาของ Sukasame และคณะ[8] และ Panich และ Poolthong[10] มาใช้เป็นสารละลายที่ใช้แช่ฟันในขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดลอง เพื่อควบคุมให้น้ำลายที่ใช้แช่มีองค์ประกอบของแร่ธาตุที่เหมือนกันในทุกกลุ่มตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม ในการทดลองครั้งนี้พบว่าน้ำลายเทียมเพียงอย่างเดียวไม่มีส่วนช่วยในการลดการสูญเสียแร่ธาตุของเคลือบฟันจากการสัมผัสกับเครื่องดื่มโคลาได้ ซึ่งอาจมีส่วนมาจากความแตกต่างของน้ำลายเทียมกับน้ำลายมนุษย์ คือ น้ำลายเทียมไม่สามารถสร้างเพลลิเคิลซึ่งมีความสำคัญในการป้องกันฟันจากการสึกกร่อน[31-33] และมีความสามารถในการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างไม่เท่าเทียมกับน้ำลายธรรมชาติ[1,15]

ในการนำฟลูออไรด์มาใช้เพื่อช่วยในการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุนั้น มีหลายการศึกษาที่พบว่าฟลูออไรด์มีผลในการช่วยลดการสึกกร่อนได้[13,34-37] เมื่อใช้ฟลูออไรด์ความเข้มข้นสูงมากกว่า 1,000 พีพีเอ็ม เคลือบบนฟัน จะเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างฟลูออไรด์และแคลเซียม เกิดเป็นชั้นของแคลเซียม-ฟลูออไรด์เคลือบบนผิวฟันและแผ่นคราบจุลินทรีย์[16,38] ชั้นของแคลเซียม-ฟลูออไรด์นี้จะคงทนอยู่บนผิวฟันนานหลายสัปดาห์ นอกจากนั้นยังไม่ละลายในน้ำลายและสภาวะที่เป็นกลาง เมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด ชั้นของแคลเซียมฟลูออไรด์นี้จะแตกตัวปลดปล่อยฟลูออไรด์อิออนและแคลเซียมอิออนออกมา เป็นการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุและช่วยในการสะสมกลับของแร่ธาตุได้ นอกจากนั้น หากชั้นของแคลเซียมและฟลูออไรด์มีความหนามาก ก็จะช่วยป้องกันการซึมผ่านของกรดไปยังผิวฟันได้[38] อย่างไรก็ตาม มีหลายการศึกษาที่พบว่าฟลูออไรด์ไม่มีความสามารถป้องกันการสึกกร่อนของฟัน จากเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดได้[16,39,40] ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าฟลูออไรด์ไม่สามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของฟันจากการสัมผัสเครื่องดื่มโคลาได้ แต่ฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำลายเทียมสามารถลดความรุนแรงของการ

สูญเสียแร่ธาตุได้ การที่จะเกิดแคลเซียม-ฟลูออไรด์ได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของฟลูออไรด์และการละลายของแคลเซียมจากเคลือบฟันที่จะเป็นแหล่งของแคลเซียมที่จะมาทำปฏิกิริยากับฟลูออไรด์ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อฟลูออไรด์ที่ใช้เคลือบฟันนั้นมีความเป็นกรด หรือเกิดสภาวะความเป็นกรดขึ้นบริเวณที่ผิวฟันจากสาเหตุอะไรก็ตาม แต่ในการศึกษาครั้งนี้ใช้โซเดียมฟลูออไรด์ความเข้มข้น 5,000 พีพีเอ็ม และค่าความเป็นกรดเท่ากับ 7.0 จึงอาจทำให้ไม่มีการละลายของแคลเซียมออกจากเคลือบฟัน แคลเซียมที่จะมาทำปฏิกิริยากับฟลูออไรด์นั้นน่าจะมาจากน้ำลายเทียมที่มีปริมาณของแคลเซียมคลอไรด์ บีพี 0.165 กรัม ดังนั้นชั้นของแคลเซียมฟลูออไรด์ที่เกิดขึ้นอาจจะมีความหนาไม่มากพอที่จะป้องกันการซึมผ่านของกรดไปสู่ผิวฟัน และปริมาณของแคลเซียมฟลูออไรด์ที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นแหล่งสำรองของแคลเซียมและฟลูออไรด์ที่ไม่เพียงพอสำหรับการป้องกันการเกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุได้ โดยเฉพาะต้องมาเจอกับความเป็นกรดที่สูงของเครื่องดื่มโคลา

ส่วนการนำซีพีพี-เอซีพีมาใช้เพื่อช่วยการสะสมกลับของแร่ธาตุของฟันนั้น มีการศึกษาที่พบว่าซีพีพี-เอซีพีหากทาหลังจากการแช่ในเครื่องดื่มโคลา จะส่งเสริมการคืนกลับของความแข็งได้[8,10] ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ที่ทำการทาซีพีพี-เอซีพีก่อน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะป้องกันการลดลงของความแข็งของเคลือบฟัน แต่พบว่าซีพีพี-เอซีพีไม่สามารถป้องกันการลดลงของค่าความแข็งผิวเคลือบฟันได้ และพบว่าซีพีพี-เอซีพีเพียงแค่ลดความรุนแรงของการลดลงของค่าความแข็งผิวเคลือบฟัน ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การศึกษาครั้งนี้ทำในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่มีแผ่นคราบจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้อง ซีพีพี-เอซีพีจึงอยู่เฉพาะบนเคลือบฟัน ซึ่งอาจมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะช่วยในการสะเทินความเป็นกรดและคงสภาพความอิ่มตัวยิ่งยวดของแคลเซียมและฟอสเฟต จึงไม่สามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของฟันได้

ในการศึกษานี้ได้ใช้น้ำปราศจากประจุในกลุ่มควบคุม เนื่องจากน้ำปราศจากประจุไม่มีผลต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของฟัน และมีความเป็นกรดด่างเป็นกลาง ค่อนข้างใกล้เคียงกับน้ำลายเทียมซึ่งเป็นสารละลายในกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตามสารละลายทั้งสองมีความแตกต่างกันในแง่ความข้นหนืด (Viscosity) ความตึงผิว (Surface tension) และการละลายตัว เมื่อนำชิ้นตัวอย่างไปดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ กลุ่มที่แช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำลายเทียม จะพบว่ามีการหลงเหลือของสารที่ทาบนผิวบ้าง การตกค้างของสารบนผิวเคลือบฟันนี้อาจจะช่วยเสริมและป้องกันการกัดกร่อนโดยเครื่องดื่มโคลาได้มากขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การวัดความแข็งระดับไมโครของเคลือบฟันเป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง ข้อพิจารณาในการใช้แรงกดนั้น หากไม่มีข้อจำกัดใด ๆ บริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้แรงกดมากที่สุด เพื่อที่จะได้รอยกดที่มีขนาดใหญ่ ง่ายต่อการวัดด้วยสายตา ในการศึกษานี้จึงใช้แรงในการกด 100 กรัมเช่นเดียวกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา[8,10,31,41] โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาของ Panich และ Poolthong[10] ที่มีการวัดความแข็งของเคลือบฟันตัดของมนุษย์ที่ไม่ผ่านการตัดหรือขัดเหมือนกัน ขนาดเส้นทแยงมุมของรอยกดที่วัดได้จากการศึกษานี้มีค่าในช่วงประมาณ 21-28 ไมโครเมตร และความลึกที่เกิดจากการกดมีค่าประมาณ 3-4 ไมโครเมตร ซึ่งมีค่าประมาณ 1/7 ของค่าความยาวเส้นทแยงมุม ข้อสังเกตประการหนึ่งคือ ความลึกที่เกิดจากการกดโดยใช้แรง 100 กรัม อาจวัดเข้าไปในส่วนที่ไม่มีผลกระทบโดยกรดส่งผลให้ค่าความแข็งที่ได้มากเกินความเป็นจริง หากใช้เครื่องวัดความแข็งระดับนาโนซึ่งสามารถกำหนดให้ความลึกของการกดอยู่เฉพาะในความลึกที่มีผลกระทบจากกรดเท่านั้น อาจจะพบค่าความแข็งน้อยกว่าค่ารวมกับส่วนที่ไม่มีผลกระทบจากกรด และทำให้เห็นความแตกต่างมากขึ้นระหว่างกลุ่ม ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปน่าจะลองใช้เครื่องวัดความแข็งระดับนาโนที่สามารถใช้แรงกดที่น้อยกว่านี้มาก ความลึกในการวัดจึงอยู่ในความลึกที่มีผลกระทบจากกรดจริงเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยใช้น้ำลายเทียมซึ่งไม่สามารถสร้างเพลลิเคิลได้ ในอนาคตอาจทำการศึกษาโดยการสร้างเพลลิเคิลด้วยน้ำลายก่อนที่จะทำให้เคลือบฟันสึกกร่อนเพื่อจำลองสภาวะจริงในช่องปากหรืออาจทำการศึกษาแบบอิน ซิทู (*in situ*) เพื่อให้สามารถจำลองสภาวะจริงในช่องปากได้ดียิ่งขึ้น

สรุป

ซีพีพี-เอซีพีเพสต์และฟลูออไรด์เจลไม่สามารถป้องกันการลดลงของค่าความแข็งของเคลือบฟันจากการสัมผัสกับ

เครื่องดื่มโคลาได้ แต่ซีพีพี-เอซีพีร่วมกับน้ำลายเทียมและฟลูออไรด์ร่วมกับน้ำลายเทียมสามารถลดการสูญเสียแร่ธาตุได้เมื่อเทียบกับการไม่มีซีพีพี-เอซีพีและฟลูออไรด์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้คำปรึกษาด้านสถิติ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุ และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

1. Zero DT. Etiology of dental erosion--extrinsic factors. Eur J Oral Sci. 1996;104:162-77.
2. Jarvinen VK, Rytomaa, II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. J Dent Res. 1991;70:942-7.
3. Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. Caries Res. 2004;38 Suppl 1:34-44.
4. Shaw L. Tooth wear: aetiology, prevention, clinical implication. In: John JM, June HN, James GS, editors. Prevention of oral disease. 4th ed. New York: Oxford 2003. 115-22.
5. Devlin H, Bassiouny MA, Boston D. Hardness of enamel exposed to Coca-Cola and artificial saliva. J Oral Rehabil. 2006;33:26-30.
6. Tantbirojn D, Huang A, Ericson MD, Poolthong S. Change in surface hardness of enamel by a cola drink and a CPP-ACP paste. J Dent. 2008;36:74-9.
7. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. J Dent. 2006;34:214-20.
8. Sukasame H, Panich M, Poolthong S. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on hardness of enamel eroded by a cola drink. CU Dent J. 2006;29:183-94.
9. Gedalia I, Braustein E, Lewinstein I, Shapira L, Ever-Hadani P, Sela M. Fluoride and hard cheese exposure on etched enamel in neck-irradiated patients in situ. J Dent. 1996;24:365-8.
10. Panich M, Poolthong S. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and a cola soft drink on in vitro enamel hardness. J Am Dent Assoc. 2009;140:455-60.
11. Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Inage H, Moore BK. Effect of CPP-ACP paste on mechanical properties of bovine enamel as determined by an ultrasonic device. J Dent. 2006; 34:230-6.
12. Azarpazhooh A, Limeback H. Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. J Am Dent Assoc. 2008;139:915-24.
13. Sorvari R, Meurman JH, Alakuijala P, Frank RM. Effect of fluoride varnish and solution on enamel erosion in vitro. Caries Res. 1994;28:227-32.
14. Imfeld T. Prevention of progression of dental erosion by professional and individual prophylactic measures. Eur J Oral Sci. 1996;104:215-20.
15. Meurman JH, ten Cate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. Eur J Oral Sci. 1996;104:199-206.
16. Larsen MJ. Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by soft drinks and orange juice. Caries Res. 2001;35:229-34.
17. Cuy JL, Mann AB, Livi KJ, Teaford MF, Weihs TP. Nanoindentation mapping of the mechanical properties of human molar tooth enamel. Arch Oral Biol. 2002;47:281-91.
18. Lippert F, Parker DM, Jandt KD. Susceptibility of deciduous and permanent enamel to dietary acid-induced erosion studied with atomic force microscopy nanoindentation. Eur J Oral Sci. 2004; 112:61-6.

19. Mahoney E, Holt A, Swain M, Kilpatrick N. The hardness and modulus of elasticity of primary molar teeth: an ultra-micro-indentation study. J Dent. 2000;28:589-94.
20. Ramalingam L, Messer LB, Reynolds EC. Adding casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to sports drinks to eliminate in vitro erosion. Pediatr Dent. 2005;27:61-7.
21. Rees J, Loyn T, Chadwick B. Pronamel and tooth mousse: an initial assessment of erosion prevention in vitro. J Dent. 2007;35:355-7.
22. Seow WK, Thong KM. Erosive effects of common beverages on extracted premolar teeth. Aust Dent J. 2005;50:173-8.
23. Poolthong S, Mori T, Swain MV. Determination of elastic modulus of dentin by small spherical diamond indenters. Dent Mater J. 2001;20:227-36.
24. Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. J Dent. 2004;32:591-602.
25. Lewinstein I, Ofek L, Gedalia I. Enamel rehardening by soft cheeses. Am J Dent. 1993;6:46-8.
26. Gedalia I, Dakuar A, Shapira L, Lewinstein I, Goultschin J, Rahamim E. Enamel softening with Coca-Cola and rehardening with milk or saliva. Am J Dent. 1991;4:120-2.
27. Eisenburger M, Addy M, Hughes JA, Shellis RP. Effect of time on the remineralisation of enamel by synthetic saliva after citric acid erosion. Caries Res. 2001;35:211-5.
28. Kim JW, Jang KT, Lee SH, Kim CC, Hahn SH, Garcia-Godoy F. In vivo rehardening of enamel eroded by a cola drink. ASDC J Dent Child. 2001;68:122-4, 42.
29. Rahiotis C, Vougiouklakis G. Effect of a CPP-ACP agent on the demineralization and remineralization of dentine in vitro. J Dent. 2007;35:695-8.
30. Gelhard TB, Fidler V, s-Gravenmade EJ, Vissink A. Remineralization of softened human enamel in mucin-or CMC-containing artificial salivas. J Oral Pathol. 1983;12:336-41.
31. Maupome G, Aguilar-Avila M, Medrano-Ugalde H, Borges-Yanez A. In vitro quantitative microhardness assessment of enamel with early salivary pellicles after exposure to an eroding cola drink. Caries Res. 1999;33:140-7.
32. Hannig M, Balz M. Influence of in vivo formed salivary pellicle on enamel erosion. Caries Res. 1999;33:372-9.
33. Nekrashevych Y, Stosser L. Protective influence of experimentally formed salivary pellicle on enamel erosion. An in vitro study. Caries Res. 2003;37:225-31.
34. Schlueter N, Ganss C, Mueller U, Klimek J. Effect of titanium tetrafluoride and sodium fluoride on erosion progression in enamel and dentine in vitro. Caries Res. 2007;41:141-5.
35. Vieira A, Ruben JL, Huysmans MC. Effect of titanium tetrafluoride, amine fluoride and fluoride varnish on enamel erosion in vitro. Caries Res. 2005;39:371-9.
36. van Rijkom H, Ruben J, Vieira A, Huysmans MC, Truin GJ, Mulder J. Erosion-inhibiting effect of sodium fluoride and titanium tetrafluoride treatment in vitro. Eur J Oral Sci. 2003;111:253-7.
37. Vieira A, Jager DH, Ruben JL, Huysmans MC. Inhibition of erosive wear by fluoride varnish. Caries Res. 2007;41:61-7.
38. Ogaard B. CaF(2) formation: cariostatic properties and factors of enhancing the effect. Caries Res. 2001;35 Suppl 1:40-4.
39. Larsen MJ, Richards A. Fluoride is unable to

reduce dental erosion from soft drinks. Caries Res. 2002;36:75-80.

40. Chunmuang S, Jitpukdeebodintra S, Chuenarrom C, Benjakul P. Effect of xylitol and fluorde on enamel erosion in vitro. J Oral Sci. 2007;49:293-7.

41. Maupome G, Diez-de-Bonilla J, Torres-Villasenor G, Andrade-Delgado LC, Castano VM. In vitro quantitative assessment of enamel microhardness after exposure to eroding immersion in a cola drink. Caries Res. 1998;32:148-53.

Effect of CPP-ACP paste and fluoride gel on microhardness of human enamel surface exposed to a cola drink

Usanee Kallayathi D.D.S.[1]
Muratha Panich D.D.S., M.S.D., ABOD[2]
Suchit Poolthong D.D.S., Grad. Dip. (Operative Dentistry), M.Sc., PhD.[2]

[1]Graduate student, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstracts

Objective The present study aimed to compare protective effects of CPP-ACP paste and fluoride gel on microhardness of enamel surface eroded by a cola drink and to compare effect of artificial saliva with CPP-ACP paste or fluoride gel on protective effect of microhardness of enamel surface eroded by a cola drink

Materials and methods The specimens were prepared from 60 extracted human lower incisors, randomly divided into 6 groups; 1) CPP-ACP with deionized water 2) CPP-ACP paste with artificial saliva 3) artificial saliva 4) fluoride gel with deionized water 5) fluoride gel with artificial saliva and 6) deionized water. The microhardness of labial enamel surface of the six groups were measured by a Vickers microhardness tester with five indentations and interval of 120 μm. Surface microhardness readings were performed at baseline and after erosion by a cola drink. Data were analyzed by Paired-Sample T-Test, Two Way ANOVA and One Way ANOVA.

Results After eroded by a cola drink, the enamel hardness significantly decreased in all groups studied. The hardness values of CPP-ACP paste with artificial saliva group and fluoride gel with artificial saliva group were higher than others significantly.

Conclusion CPP-ACP paste and fluoride gel can not protect hardness of enamel after eroded by a cola drink, but CPP-ACP paste with artificial saliva and fluoride gel with artificial saliva can reduce the degree of demineralization.

(CU Dent J. 2011;34:21-30)

***Key words**: cola drink; CPP-ACP; enamel; fluoride; hardness*