

Measurement of Abrasivity of Pumiceous tuff - contained Toothpaste on Dentin by Surface Profile Method

Ruchiraporn Iamsri¹, Thitiwan Buranavichetkul²

¹ Rayong Hospital, Rayong province

² Department of Oral Medicine and Periodontology, Faculty of Dentistry Mahidol University

Objective: The purpose of this study was to compare the abrasivity of the pumiceous tuff – contained toothpaste with standard reference toothpaste on dentine by surface profile method according to the British Standards Institution (BSI)'s specification for toothpaste.

Materials and Methods: Sixteen specimens were made from 8 human premolars that divided into 2 pieces in mesio-distal direction and embedded in an epoxy resin block. Each specimen was tested under electric toothbrushing machine with standard , pumiceous tuff – contained and standard toothpaste respectively. Measurements of the abraded groove depth were recorded and analyzed according to the BSI method.

Results: The mean depth of abraded groove after brushing with pumiceous tuff – contained toothpaste and standard reference toothpaste were 19.57 ± 3.29 and $15.86 \pm 3.45 \mu\text{m}$, respectively. The mean depth of abraded groove caused by using pumiceous tuff–contained toothpaste was 1.2 times of abraded groove caused by using the standard reference toothpaste. And the ratio of the depth of abraded groove that differed from the standard value was 2.82. According to the BSI's specification, the mean depth of abraded groove caused by test toothpaste should not exceed 2 times compared to standard reference toothpaste. Additionally, the ratio of the depth of abraded groove that differed from the standard value should be a positive value and greater than t value from Student's t distribution table which was 1.75. Therefore, the abrasivity of pumiceous tuff–contained toothpaste was acceptable according to the BSI's specification.

Conclusion: The abrasivity on dentine caused by pumiceous tuff–contained toothpaste brushing was acceptable according to the BSI specification.

Key words: abrasivity, dentine, pumiceous tuff, toothpaste

How to cite: Iamsri R, Buranavichetkul T. Measurement of abrasivity of Pumiceous tuff-contained toothpaste on dentine by surface profile method. M Dent J 2018; 38: 229-238.

การวัดความสึกเสียดสีของยาสีฟันที่ผสมผงขัดพิวมิเซียสที่ฟันบนเนื้อฟันด้วยวิธีเซอร์เฟสโพรไฟล์

รุจิราภรณ์ เอี่ยมศรี, ท.บ.¹, จิตติวรรณ บุรณะวิเศษฐกุล, ท.บ., M.S.²

¹ โรงพยาบาลศูนย์ระยอง จังหวัดระยอง

² ภาควิชาเวชศาสตร์ช่องปากและปริทันต์วิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบความสึกเสียดสีที่เกิดจากยาสีฟันที่ผสมผงขัดพิวมิเซียสที่ฟันกับที่เกิดจากยาสีฟันมาตรฐานบนเนื้อฟันด้วยวิธีเซอร์เฟสโพรไฟล์ ตามข้อกำหนดของ British Standards Institution (BSI)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา: ทำขึ้นตัวอย่างจำนวน 16 ชิ้นจากฟันกรามน้อยของมนุษย์ 8 ซี่ โดยนำฟันมาแบ่งครึ่งในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง และฝังในบล็อกอีพอกซีเรซิน นำชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นไปเข้าเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าเพื่อทดสอบยาสีฟันตามลำดับคือ ยาสีฟันมาตรฐาน ยาสีฟันทดสอบและยาสีฟันมาตรฐานตามลำดับ วัดและบันทึกค่าความสึกรอยสึกที่เกิดขึ้นในแต่ละลำดับของการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ BSI กำหนด

ผลการศึกษา: ค่าเฉลี่ยความสึกรอยสึกจากการแปรงที่ใช้ยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสที่ฟันและยาสีฟันมาตรฐานคือ 19.57 ± 3.29 และ 15.86 ± 3.45 ไมโครเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยความสึกรอยสึกจากการแปรงฟันที่ใช้ยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสที่ฟัน มีค่าเป็น 1.2 เท่าของค่าเฉลี่ยความสึกรอยสึกจากการแปรงฟันที่ใช้ยาสีฟันมาตรฐาน และค่าสัดส่วนของความสึกรอยสึกที่ต่างไปจากค่ามาตรฐาน มีค่ากับ 2.82 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานตามที่ BSI กำหนดได้แก่ค่าเฉลี่ยความสึกรอยสึกจากการแปรงฟันด้วยยาสีฟันทดสอบไม่เกิน 2 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับยาสีฟันมาตรฐาน และมีค่าเป็นบวก รวมทั้งค่าสัดส่วนของความสึกรอยสึกที่ต่างไปจากค่ามาตรฐาน มีค่ามากกว่าค่า t จาก Student's t distribution ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.75 ดังนั้นค่าความสึกเสียดสีของยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสที่ฟันจึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ BSI

บทสรุป: ยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสที่ฟันทำให้เกิดค่าความสึกเสียดสีบนเนื้อฟันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามที่ BSI กำหนด

คำสำคัญ: ความสึกเสียดสี, เนื้อฟัน, พิวมิเซียสที่ฟัน, ยาสีฟัน

การอ้างอิง: รุจิราภรณ์ เอี่ยมศรี, จิตติวรรณ บุรณะวิเศษฐกุล. การวัดความสึกเสียดสีของยาสีฟันที่ผสมผงขัดพิวมิเซียสที่ฟันบนเนื้อฟันด้วยวิธีเซอร์เฟสโพรไฟล์. ว. ทันต มหิดล 2561; 38: 229-238.

บทนำ

จุลินทรีย์ที่พบภายในช่องปากมีความหลากหลายเป็นอย่างมาก [1] โดยพบว่าแบคทีเรียเป็นกลุ่มที่มีจำนวนมากที่สุด ถึงกว่า 500 สปีชีส์ [2] แบคทีเรียเหล่านี้มีความสามารถในการเกาะติดกับผิวของฟันได้ ซึ่งภายหลังจากเกิดการยึดเกาะแล้วจะมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนและสร้างเป็นโคโลนี จนกระทั่งพัฒนาเป็นแผ่นฟิล์มชีวภาพ (biofilm) ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์

ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันฝังอยู่ในเมทริกซ์ของโพลีเมอร์ที่มีต้นกำเนิดมาจากแบคทีเรียและน้ำตาล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือคราบจุลินทรีย์ (dental plaque) นั่นเอง [3] คราบจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นนั้นถือว่าเป็นสาเหตุหลักในการเกิดโรคปริทันต์ มีการศึกษาจำนวนมากที่แสดงถึงผลของคราบจุลินทรีย์เหนือเหงือกต่อการเกิดการอักเสบที่บริเวณขอบเหงือก [4, 5, 6, 7] และเมื่อมีการเติบโตของแบคทีเรียลงไปใต้เหงือก จนพัฒนาเป็นคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกก็พบว่าจะมีความสัมพันธ์กับ

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: จิตติวรรณ บุรณะวิเศษฐกุล

ภาควิชาเวชศาสตร์ช่องปากและปริทันต์วิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

6 ถ.โยธี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 02-2007841 โทรสาร: 02-2007840 E-mail: thitiwan.tep@mahidol.ac.th

วันรับเรื่อง : 30 กรกฎาคม 2561 วันยอมรับการตีพิมพ์ : 11 ตุลาคม 2561

การเกิดการทำลายของอวัยวะปริทันต์ [8] ดังนั้นการควบคุมคราบจุลินทรีย์จึงเป็นกระบวนการสำคัญในการป้องกันการเกิดโรคปริทันต์ LÖe และคณะ [9] ได้ทำการศึกษาโดยให้กลุ่มทดลองหยุดการทำความสะอาดช่องปากเป็นเวลา 10-21 วัน พบว่าเหงือกเริ่มมีการอักเสบ บวมแดง ซึ่งการอักเสบดังกล่าวสามารถกลับคืนสู่สภาวะปกติได้เมื่อให้กลุ่มทดลองกลับมาทำความสะอาดช่องปากอีกครั้งหนึ่ง

การแปรงฟันร่วมกับยาสีฟันเป็นวิธีการดูแลสุขภาพในช่องปากที่นิยมมากที่สุด [10] และเป็นวิธีที่ผู้ป่วยส่วนใหญ่ชอบเนื่องจากยาสีฟันให้ความสดชื่นและรสชาติที่ดีในการแปรงฟัน [11] นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ช่วยควบคุมคราบจุลินทรีย์และคราบสีที่เกิดจากภายนอกได้ มีการศึกษาที่พบว่า การแปรงฟันร่วมกับยาสีฟันสามารถลดคราบจุลินทรีย์ได้มากกว่าการแปรงฟันด้วยน้ำเปล่าถึง 45%-52% [12] โดยส่วนประกอบของยาสีฟันตามมาตรฐานนั้นจะประกอบด้วยสารขัดฟัน (abrasive) ซึ่งทำหน้าที่ในการกำจัดคราบจุลินทรีย์และคราบสีต่างๆ สารช่วยยัดเกาะ สารช่วยทำให้เกิดฟอง สารคงความชุ่มชื้น สารกันเสีย และย้อมสีแต่งรส กลิ่นและสีด้วย [13]

การสึกของฟันเป็นปัญหาที่เกิดได้จากหลายปัจจัย การแปรงฟันไม่ว่าจะเป็นการแปรงที่ผิดวิธี การแปรงที่ใช้แรงมากเกินไปด้วยยาสีฟันที่ผสมผงขัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการสึกที่บริเวณคอฟันที่พบบ่อยซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออาการเสียวฟัน [14] ผงขัดที่ใช้ในการผลิตยาสีฟันนั้นมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับสูตรของแต่ละบริษัทที่ผลิต เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) ไดแคลเซียมฟอสเฟตไดไฮเดรต (dicalcium phosphate dihydrate) อะลูมิเนียมออกไซด์ไตรไฮเดรต (aluminium oxide trihydrate) เป็นต้น [13] โดยสูตรของยาสีฟันที่ใช้ส่วนใหญ่ จะมีสารขัดฟันหรือผงขัดเป็นส่วนประกอบหลักถึงร้อยละ 40-50 และไม่ใช่เพียงแต่ปริมาณของผงขัดเท่านั้นที่สำคัญ ชนิด ขนาดและพื้นผิวของผงขัดก็มีผลต่อการสึกของฟันเช่นกัน มีการศึกษาที่พบว่าขนาดของผงขัดที่มีขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการสึกของคอฟันมากกว่าผงขัดที่มีขนาดเล็ก [15] นอกจากนี้

ผลทางเคมีของสารประกอบอื่น เช่น โซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium lauryl sulphate) ซึ่งเป็นสารช่วยทำให้เกิดฟอง (detergents) ก็มีผลสำคัญต่อปริมาณการสึกของฟันเช่นกัน [16] ดังนั้นปัจจุบันจึงมีแนวโน้มที่จะลดความสึกเสียดสีที่เกิดจากยาสีฟัน ด้วยการพัฒนาวัสดุที่จะนำมาใช้สำหรับเป็นผงขัดในยาสีฟัน แต่ก็ยังคงคำนึงถึงความสมดุลของผลต่อสุขภาพช่องปากและผลของการทำลายฟันและเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากด้วย [16]

หินพิวมิเซียสทัฟฟ์ (pumiceous tuff) เป็นวัสดุหนึ่งที่มีความน่าสนใจเนื่องจากเป็นหินกลุ่มเดียวกับพิวมิส (pumice) ซึ่งใช้เป็นสารสำหรับขัดฟันในการให้การรักษาทางทันตกรรมโดยทันตแพทย์ แต่หินพิวมิเซียสทัฟฟ์นั้นจะมีผลึกที่ขนาดเล็กกว่า แหล่งของหินพิวมิเซียสทัฟฟ์คือจังหวัดลพบุรี ในปัจจุบันมีการนำมาทำผลิตภัณฑ์ประเภทโคลนพอกและผลิตภัณฑ์ขัดผิว เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นผงขัดแบบอ่อน แต่ยังไม่พบว่ามีการนำหินชนิดนี้มาใช้ในผลิตภัณฑ์สำหรับดูแลสุขภาพช่องปาก เนื่องจากแต่ละชั้นของหินพิวมิเซียสทัฟฟ์นั้นมีปริมาณและขนาดผลึกของแก้วภูเขาไฟแตกต่างกัน ดังนั้นหินเฉพาะในชั้นที่มีแก้วภูเขาไฟเปอร์เซ็นต์ต่ำ มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นซิลิกอนไดออกไซด์ ประมาณร้อยละ 70 ซึ่งผ่านการผุพังมาบ้างแล้วทำให้มีขนาดผลึกที่เล็กประมาณ 61 ไมครอน และมีความแข็งตาม Mohr scale ที่ลดลง (5.5-6) [17] จึงน่าจะเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นผงขัดในยาสีฟัน

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ มอก. ได้กำหนดมาตรฐานของยาสีฟันที่ผลิตในประเทศไทย [13] จำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบคุณสมบัติตามที่ British standards institution (BSI) [18] ได้กำหนดเอาไว้ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนประกอบของยาสีฟัน ความเป็นพิษ การเจือปนของสารตะกั่ว ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความสึกเสียดสี ความชื้นเหนียว การไหลออกจากหลอดยาสีฟัน เสถียรภาพ และบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสึกเสียดสีเป็นคุณสมบัติข้อหนึ่งของยาสีฟันที่ต้องมีการทดสอบเพื่อผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับได้

BSI ได้กำหนดวิธีการทดสอบความสึกเสียดสีของยาสีฟันไว้ 2 วิธี คือวิธีเรดิโอเทรซเซอร์ (radiotracer method) โดยจะนำฟันที่ทดสอบอบด้วยรังสีนิวตรอนเพื่อให้ได้ฟอสฟอรัส³² (³²P) แล้วนำไปแปรงด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้า พร้อมกับยาสีฟันที่ต้องการทดสอบ จากนั้นนำไปวัดปริมาณรังสีเบต้าที่แปลงจากฟอสฟอรัส³² ที่เหลือ ปริมาณรังสีที่ได้จะแปรผกผันตามปริมาณเนื้อฟันที่สึกไป ส่วนอีกวิธีคือวิธีเซอร์เฟซโพรไฟล์ (surface profile method) จะเป็นการวัดค่าความสึกเสียดสีจากผิวฟันโดยตรงโดยนำตัวอย่างฟันที่เตรียมไว้ผ่านการแปรงด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าพร้อมกับยาสีฟันที่ต้องการทดสอบ และนำตัวอย่างฟันไปคำนวณค่าความลึกรอยสึกที่เกิดขึ้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าความลึกรอยสึกที่เกิดขึ้นจากการแปรงด้วยยาสีฟันมาตรฐานและวิเคราะห์ทางสถิติตามวิธีของ BSI ค่าความลึกรอยสึกจากการแปรงฟันด้วยยาสีฟันที่ต้องการทดสอบต้องไม่เกิน 2 เท่าสำหรับเนื้อฟันและไม่เกิน 4 เท่าสำหรับเคลือบฟัน เมื่อเปรียบเทียบกับยาสีฟันมาตรฐาน เนื่องจากวิธีเรดิโอเทรซเซอร์เป็นวิธีที่ยุงยากมากกว่าและอาจได้รับอันตรายจากการใช้รังสีได้ ดังนั้น การศึกษานี้จึงเลือกใช้วิธีการวัดเซอร์เฟซโพรไฟล์ ซึ่งมีข้อดีคือ เป็นการวัดความสึกเสียดสีที่เกิดขึ้นบนผิวฟันโดยตรง โดยจะแสดงเป็นภาพการเปลี่ยนแปลงลักษณะของพื้นผิว รวมถึงมีโปรแกรมที่ใช้คำนวณค่าความขรุขระของพื้นผิวที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่สะดวกและไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการทดลอง นอกจากนี้วิธีเซอร์เฟซโพรไฟล์มีความไวในการตรวจพบความแตกต่างของการสึกระหว่างยาสีฟันต่างชนิดกันได้มากกว่า [19] เนื่องจากวิธีเรดิโอเทรซเซอร์จะมีการทำลายที่เกิดจากรังสีทำให้มีผลไปลดความต้านทานต่อการสึกของเนื้อฟันและลดความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการวัดการเปลี่ยนแปลงการสึกของเนื้อฟันจากยาสีฟันทำให้ค่าความสึกที่ได้มากกว่าความเป็นจริง [19, 20, 21, 22]

ผู้ป่วยที่เป็นโรคปริทันต์มักจะพบการร่นของเหงือกเฉยตาแห่งรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน ส่งผลให้มีการเผยผิวดั้งของผิวรากฟัน

ซึ่งมีเคลือบรากฟันที่มีความบางและความแข็งแรงน้อย โดยมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นสารอินทรีย์ร้อยละ 45 สารอินทรีย์ร้อยละ 55 ซึ่งง่ายต่อการเกิดการสึกจากการแปรงฟันทำให้มีการเผยผิวดั้งของเนื้อฟันเกิดขึ้นตามมาได้ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ส่วนของเนื้อฟันเพื่อมาทำการทดสอบ วัตถุประสงค์การศึกษานี้เพื่อวัดความสึกเสียดสีบนเนื้อฟันของยาสีฟันที่ผสมผงขัดพิวมิเซียมเซฟท์พีเปรียบเทียบกับความสึกเสียดสีของยาสีฟันมาตรฐานด้วยวิธีเซอร์เฟซโพรไฟล์ตามที่ BSI กำหนด

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ใช้วิธีการทดลองตามที่ BSI ได้กำหนดไว้ กล่าวโดยย่อดังนี้

การเตรียมฟัน

ทำการเตรียมฟันโดยใช้ ฟันกรามน้อยจำนวน 8 ซี่ โดยเป็นฟันที่ไม่มีรอยโรค ไม่มีวัสดุบูรณะและเป็นฟันที่มีชีวิตก่อนจะถูกถอน นำฟันที่ได้มาทำความสะอาดด้วยการขัดหินน้ำลาย ขัดฟันและล้างน้ำให้สะอาด ตัดรากฟันออกและแบ่งตัวฟันแนวใกล้กลางไกลกลางด้วยเครื่องตัดฟันไฟฟ้า เพื่อให้ได้ทั้งหมด 16 ซี่ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบตามข้อกำหนดของ BSI หลังจากนั้นทำเบ้าที่มีขนาดเท่ากับเบ้าในเครื่องแปรงฟันไฟฟ้า แล้วเทอีพ็อกซีเรซินลงใส่เบ้าและเมื่ออีพ็อกซีเรซินใกล้จะแข็งตัวจึงนำฟันที่ตัดแล้ววางด้านที่เป็นโพรงประสาทฟันลงไปบนบล็อกอีพ็อกซีเรซิน โดยให้ส่วนป่องสุดของฟันด้านแก้มและด้านเพดานหรือด้านลิ้น โผล่พ้นผิวบล็อกอีพ็อกซีเรซินขึ้นมาประมาณ 2 มิลลิเมตร เมื่อบล็อกอีพ็อกซีเรซินแข็งตัวจึงทำการขัดผิวฟันและผิวบล็อกอีพ็อกซีเรซิน ด้วยกระดาษทรายน้ำชนิดละเอียดเบอร์ 2000 จนกระทั่งเนื้อฟันเผยผิวดั้งออกมาประมาณ กว้าง 2 x ยาว 5 มิลลิเมตรและให้ผิวของบล็อกฟันเรียบสม่ำเสมอ หลังจากนั้นจึงทำร่องบน

เนื้อฟันขนานกับทิศทางการเคลื่อนของเครื่องแปรงฟันไฟฟ้า 2 เส้น ห่างกัน 3 มิลลิเมตร ด้วยใบมีดตัดเตอร์นำไปขัดด้วยกระดาษทรายน้ำชนิดละเอียดเบอร์ 2000 และ สันด้วยเครื่องอัลตราโซนิก อีกเป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำความสะอาดเศษฟันที่ถูกขัดออก (รูปที่ 1) หลังจากนั้นจะเก็บบล็อกฟันทั้งหมดในสารละลายไทมอล 0.1% ตลอดเวลาที่ไม่ได้ทดสอบเพื่อฆ่าเชื้อโรค รวมถึงป้องกันฟันและบล็อกที่ฟ็อกซีเรซินแห้ง

การเตรียมอุปกรณ์ การวัดความขรุขระและพื้นผิวของบล็อกฟันก่อนการทดสอบ

ก่อนที่จะนำไปแปรงด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้า จะทำการวัดความขรุขระ (surface roughness) และความลึกรอยลึกของบล็อกฟันด้วยเครื่องวัดพื้นผิว (รูปที่ 2) โดยต้องมีความขรุขระไม่เกิน 1.0 ไมโครเมตร หัวเข็มที่ใช้วัดรอยลึกทำด้วยเพชรมีรัศมี 2 ไมโครเมตร เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในแนวตั้ง ทิศทางการวัดของเครื่องมือจะตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนของเครื่องแปรงฟันไฟฟ้า ในการวัดแต่ละครั้งจะทำการวัดบล็อกฟันละ 3 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งห่างกัน 0.75 มิลลิเมตร หัวเข็มจะลากบนบล็อกฟันเป็นระยะทาง 5 มิลลิเมตร เพื่อให้ลากผ่านส่วนเนื้อฟันที่ไม่ถูกแปรงทั้ง 2 ข้าง ๆ ละ 1 มิลลิเมตร เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิง (รูปที่ 1) ลักษณะพื้นผิวฟันที่วัดได้จะผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์และบันทึกลงในกระดาษบันทึกผล

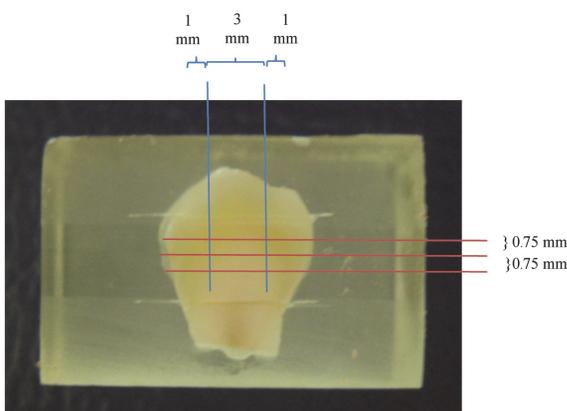


Figure 1 Tooth block for testing

การทดสอบบล็อกฟันด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้า

ปิดเทปกาวบนผิวหน้าของบล็อกฟันยกเว้นเนื้อฟันที่อยู่ระหว่างเส้นขนานที่ได้ทำร่องไว้ นำบล็อกฟันใส่เข้าเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าและทำการแปรงด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าที่มีความถี่ในการแปรงในแนววน 100 ครั้ง/นาที โดยระยะทางแต่ละครั้งในการแปรง 38 มิลลิเมตร แรงกดขนแปรง 200 กรัม (2 นิวตัน) แปรงสีฟันที่นำมาใช้ทดสอบเป็นหัวแปรงสีฟัน AIM[®] ชนิดแข็ง (hard) มีลักษณะใกล้เคียงกับที่ BSI กำหนดไว้ คือความกว้างของหัวแปรงสีฟัน 7.5-10 มิลลิเมตร ความยาวของหัวแปรง 38 มิลลิเมตร มีขนแปรง 3-4 แถว ขนาดความยาวของขนแปรง 11-12 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขนแปรง 0.3 มิลลิเมตร การศึกษานี้ได้ดัดแปลงวิธีทดสอบของ BSI โดยแช่หัวแปรงอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ เพื่อให้ขนแปรงนุ่มและอิมตัวไปด้วยความชื้นและเปลี่ยนหัวแปรงหลังใช้แล้วทุกครั้ง ในแต่ละบล็อกฟันที่ใช้ทดสอบในการทดสอบแต่ละครั้งจะแปรงร่วมกับยาสีฟัน 20 กรัมผสม 0.5% โซเดียมคาร์บอเนตเมทิลเซลลูโลส 40 มิลลิกรัมจะทำการแปรงทั้งหมด 1,000 รอบตามข้อกำหนดของ BSI เมื่อแปรงเสร็จจะนำบล็อกฟันไปสันด้วยเครื่องอัลตราโซนิก เป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำความสะอาดเศษฟันและยาสีฟันภายหลังจากการแปรง



Figure 2 The machine for surface measurement (#Form Talysurf series2[®], Rank Talor Hobson Leicester, England)

การวัดค่าความลึกรอยสึก

นำบล็อกฟันไปวัดค่าความลึกรอยสึกที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องวัดฟันผิวอีกครั้งหนึ่งและนำไปขัดให้เรียบเพื่อนำไปทดสอบในลำดับต่อไป โดยลำดับการทดสอบต่อ 1 ชั้นของบล็อกฟันประกอบด้วย การแปรงฟันด้วยยาสีฟันมาตรฐานซึ่งได้เตรียมขึ้นตามสูตรที่ BSI กำหนด ตามด้วยการแปรงฟันด้วยยาสีฟันทดสอบ และการแปรงฟันด้วยยาสีฟันมาตรฐานอีกครั้งหนึ่ง (ตารางที่ 1)

นำค่าความลึกรอยสึกที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์ทางสถิติตามวิธีของBSI โดยจะทำการซ้อนทับภาพลักษณะพื้นผิวของบล็อกฟันก่อนและหลังการแปรงด้วยยาสีฟัน นำภาพที่ได้ไปเข้าเครื่องกวาดภาพ (scanner) และวิเคราะห์พื้นที่หน้าตัดของรอยสึกโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Image Pro Plus (Media Cybernetic LP. Silver Spring, Maryland, United States) และจะแปลงเป็นค่าความลึกรอยสึกที่เกิดจากการแปรงด้วยยาสีฟัน นำค่าที่วัดได้ทั้ง 3 ตำแหน่งมาหาค่าเฉลี่ยจะได้เป็นค่าความลึกรอยสึกของแต่ละชั้นฟันตัวอย่างในแต่ละลำดับการทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล ตามวิธีที่ BSI แนะนำดังนี้

1. คำนวณค่าเฉลี่ยความลึกรอยสึกจากการแปรงบล็อกฟันด้วยยาสีฟันมาตรฐานก่อนและหลัง

การแปรงด้วยยาสีฟันทดสอบ (R) ถ้าค่าความลึกรอยสึกจากการแปรงบล็อกฟันด้วยยาสีฟันมาตรฐานก่อนและหลังการแปรงด้วยยาสีฟันทดสอบแตกต่างกันมากกว่าร้อยละ 40 ของค่า R ควรจะทำการทดสอบใหม่

2. คำนวณค่าล็อกการิทึม (Log) ของค่าความลึกรอยสึกจากยาสีฟันทดสอบ (T) และค่า R

3. นำค่า LogT และ LogR ของแต่ละการทดสอบมาลบกันและหาค่าเฉลี่ย (Dm) หลังจากนั้นคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแตกต่างเฉลี่ย (S/√n) โดยที่

$$S = \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$

$$n = 3 (\text{จำนวนครั้งของลำดับการทดสอบ})$$

4. นำค่าความลึกรอยสึกมาเข้าสู่สูตร $(Dm + \log 1.5) / (S/\sqrt{n})$ เพื่อคำนวณสัดส่วนของค่าความลึกรอยสึกที่ต่างไปจากค่ามาตรฐาน โดย $\log 1.5$ คือ ขอบเขตความลึกเสียดสีของเนื้อฟัน แล้วนำสัดส่วนที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับค่าของ Student's t distribution (t) ที่ระดับชั้นความเสรี (degree of freedom) n-1 และที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ถ้าสัดส่วนที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวกและมากกว่าค่า t และค่าความลึกเสียดสียาสีฟันทดสอบไม่เกิน 2 เท่าของค่าความลึกเสียดสียาสีฟันมาตรฐาน แสดงว่าค่าความลึกเสียดสีของยาสีฟันนั้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่ BSI กำหนด

Table 1 Toothpaste composition

ยาสีฟันมาตรฐานตามสูตรของ BSI		ยาสีฟันทดสอบ	
ส่วนประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ส่วนประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
แคลเซียมคาร์บอเนต	40.00	พิวมิเซียสทัฟฟ์	40.00
กลีเซอรอล	23.00	กลีเซอรอล	23.00
โซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลสโซ	1.40	โซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลส	1.40
เดียมลอริลซัลเฟต	1.00	โซเดียมลอริลซัลเฟต	1.00
โซเดียมซิลิเกต	0.50	โซเดียมซิลิเกต	0.50
แซคารินโซเดียม	0.15	แซคารินโซเดียม	0.15
ฟอรัมาลิน	0.10	ฟอรัมาลิน	0.10
สารแต่งกลิ่น-รสเปปเปอร์มินท์	0.80	สารแต่งกลิ่น-รสเปปเปอร์มินท์	0.80
น้ำ	33.05	น้ำ	33.05

ผลการศึกษา

จากการศึกษาทำการทดสอบบล็อกฟันทั้งหมด 16 ชิ้น พบว่าทุกชิ้นไม่มีค่าความลึกรอยสึกจากการแปรงบล็อกฟันด้วยยาสีฟันมาตรฐานก่อนและหลังการแปรงด้วยยาสีฟันทดสอบที่แตกต่างมากกว่าร้อยละ 40 ของค่า R (ตารางที่ 2)

ซึ่งค่าเฉลี่ยความลึกรอยสึกจากการแปรงด้วยยาสีฟันมาตรฐานคือ 15.86 ± 3.45 ไมโครเมตร และค่าเฉลี่ยความลึกรอยสึกจากการแปรงด้วยยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์ คือ 19.57 ± 3.29 ไมโครเมตร ดังนั้นยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์มีความสึกเฉลี่ยเป็น 1.2 เท่าของค่าความสึกเฉลี่ยของยาสีฟันมาตรฐาน (ตารางที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบความลึกรอยสึกจากการแปรงด้วยยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์กับยาสีฟันมาตรฐานคำนวณตามวิธีของ BSI ที่มีค่า Dm เท่ากับ - 0.0964 และค่า SD คือ 0.1132 พบว่าค่าสัดส่วนของความลึกรอยสึกที่ต่างไปจากค่ามาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 2.82 ซึ่งเป็นค่าบวกและมากกว่าค่า t จากตาราง Student's t distribution เมื่อ $n=16$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.75 ดังนั้นการที่ค่าสัดส่วนของความลึกรอยสึกที่ต่างไปจากค่ามาตรฐาน มีค่าเป็นบวก และมากกว่าค่า t รวมทั้งค่าเฉลี่ยความลึกรอยสึกจากการแปรงฟันด้วยยาสีฟันทดสอบไม่เกิน 2 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับยาสีฟันมาตรฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์ทำให้เกิดค่าความสึกเฉลี่ยตื้นบนเนื้อฟันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามที่ BSI กำหนด

Table 2 Depth of abraded groove (μm) caused by using the standard toothpaste and test (pumiceous tuff-contained) toothpaste.

Sample	Standard toothpaste				Test toothpaste
	1 st brush	3 rd brush	Mean(R)	40% of R	2 nd brush (T)
1	19.08	20.66	19.87	7.95	15.64
2	10.07	11.55	10.81	4.32	16.85
3	9.37	13.62	11.49	4.60	19.78
4	25.52	11.76	18.64	7.46	15.26
5	16.14	16.77	16.45	6.58	20.98
6	24.11	12.51	18.31	7.32	15.74
7	8.15	16.22	12.18	4.87	23.40
8	16.89	21.57	19.23	7.69	24.43
9	16.54	21.44	18.99	7.60	21.30
10	17.67	19.32	18.50	7.40	24.46
11	16.57	19.52	18.04	7.22	22.18
12	18.51	11.45	14.98	5.99	22.85
13	11.97	8.97	10.47	4.19	14.68
14	10.60	10.84	10.72	4.29	18.29
15	14.78	16.53	15.66	6.26	17.09
16	18.15	20.68	19.41	7.76	20.20

Table 3 Mean±S.D. of the depth of abraded groove(µm) caused by using the standard toothpaste and test toothpaste.

	By standard toothpaste (µm)	By test toothpaste (µm)
Mean±S.D.	15.86±3.45	19.57±3.29

บทวิจารณ์

จากการศึกษานี้พบว่าฟันแต่ละซี่ จะมีค่าความสึกเสียดสีที่เกิดจากการแปรงด้วยยาสีฟันชนิดเดียวกันแตกต่างกัน ดังนั้นการสึกของฟันนอกจากจะขึ้นกับตัวยาสีฟันแล้ว ยังขึ้นกับความต้านทานต่อการสึกของเนื้อฟันแต่ละซี่ด้วย โดยการศึกษาของ Fuentes และคณะ [23] พบว่าความแข็งของเนื้อฟันที่บริเวณผิวชั้นนอกจะมีความแข็งมากกว่าของเนื้อฟันชั้นที่อยู่ลึกกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้ที่พบว่า ความสึกเสียดสีที่เกิดจากการแปรงด้วยยาสีฟันมาตรฐานในลำดับก่อนแปรงด้วยยาสีฟันทดสอบส่วนใหญ่จะมีค่าความสึกเสียดสีน้อยกว่าการแปรงด้วยยาสีฟันมาตรฐานในลำดับหลังการแปรงด้วยยาสีฟันทดสอบ ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดให้มีลำดับการทดสอบต่อ 1 ซี่นตัวอย่างในแต่ละซี่ประกอบด้วย การแปรงฟันด้วยยาสีฟันมาตรฐาน การแปรงฟันด้วยยาสีฟันทดสอบ แล้วตามด้วยการแปรงฟันด้วยยาสีฟันมาตรฐานอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีนี้จะช่วยลดผลของสภาวะการทดสอบ (test condition) ที่แตกต่างกัน เนื่องจากเนื้อฟันที่บริเวณผิวชั้นนอกจะมีความแข็งมากกว่าของเนื้อฟันชั้นที่อยู่ลึกกว่า โดยค่าความสึกหรอที่ได้อาจได้ของยาสีฟันมาตรฐานจะเป็นค่าเฉลี่ยระหว่างการแปรงสองครั้งคือก่อนและหลังการแปรงฟันด้วยยาสีฟันทดสอบ

การสึกของฟันมีอิทธิพลจากหลายปัจจัยด้วยกัน [14] จากการทดลองได้มีการควบคุมปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อการสึกของฟัน ซึ่งได้แก่ วิธีการแปรงแรงในการแปรง ชนิดและความแข็งของขนแปรงสีฟัน ส่วนประกอบของยาสีฟัน รวมทั้งระยะเวลาและความถี่

ในการแปรง ดังนั้นความสึกเสียดสีที่เกิดขึ้นจึงเป็นผลของยาสีฟันเอง โดยเมื่อเปรียบเทียบความสึกเสียดสีของยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์กับยาสีฟันมาตรฐาน จะพบว่ายาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์มีค่าความสึกมากกว่ายาสีฟันมาตรฐาน แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับตามที่ BSI กำหนด ไว้ โดยจากการศึกษาของ Svinnseth และคณะ [24] ได้มีการจำแนกค่าความสึกเสียดสีของยาสีฟันเมื่อเปรียบเทียบออกเป็น 3 กลุ่ม คือ มีความสึกเสียดสีเล็กน้อยหรือไม่มี (0-0.5 ไมโครเมตร) มีความสึกเสียดสีปานกลาง (0.5-1 ไมโครเมตร) มีความสึกเสียดสีสูง (มากกว่า 1 ไมโครเมตรขึ้นไป) จากการศึกษานี้พบว่ายาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์มีค่าความสึกเสียดสีเป็น 1.2 เท่าของยาสีฟันมาตรฐาน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความสึกเสียดสีสูง ดังนั้นจึงควรระวังในการใช้โดยเฉพาะในบุคคลที่คอฟันสึกและ/หรือเหงือกกรัน

สารขัดสีในยาสีฟันมาตรฐานตามสูตรของ BSI คือแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งมีอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 40 ส่วนยาสีฟันทดสอบที่มีสารขัดสีในยาสีฟันเป็นพิวมิเซียสทัฟฟ์ที่มีอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 40 เช่นกัน ดังนั้นค่าความสึกเสียดสีของยาสีฟันผสมผงขัดพิวมิเซียสทัฟฟ์ที่มากกว่ายาสีฟันมาตรฐานนั้น อาจจะเป็นองมาจากขนาดและรูปร่างของผลึกที่มีความแตกต่างกันโดยจากการศึกษาของ Redmalm [25] ที่กล่าวว่าแม้จะเป็นสารขัดสีชนิดเดียวกัน (silicon dioxide) แต่ขนาดและรูปร่างของผลึก ก็มีผลต่อความสึกเสียดสีที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้ยังพบอีกว่าส่วนประกอบอื่นในยาสีฟันอาจมีผลต่อการเพิ่มหรือลดความสามารถ

ในการขัดสีของสารขัดสีนั้น เช่นยาสีฟันที่มีค่า pH ต่ำ จะทำให้ความสึกเสียดสีของยาสีฟันเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการสึกกร่อน และจากการศึกษาของ Moore และ Addy [26] พบว่าโซเดียมลอริลซัลเฟตซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดฟองในยาสีฟันนั้นจะมีผลไปลดอัตราการสึกเสียดสีของยาสีฟันที่มีสารขัดสีเป็นซิลิกอน ไดออกไซด์เนื่องจากฟองที่เกิดขึ้นจะทำให้ลดจำนวนอนุภาคของสารขัดสีที่จะสัมผัสกับผิวฟัน การรวมกลุ่มกันของอนุภาค หรือการหล่อลื่นหรือการปกคลุมพื้นผิวของสารที่ทำให้เกิดฟองนี้ ในทางตรงกันข้ามสารนี้อาจมีผลต่อการเพิ่มอัตราการสึกเสียดสีของยาสีฟันได้โดยสารนี้อาจทำให้มีการแตกตัวของอนุภาคที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น ถ้าหากมีการปรับปรุงสูตรของยาสีฟันก็จำเป็นต้องมีการทดสอบความสึกเสียดสีใหม่อีกครั้ง

ประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์เนื่องจากการใช้ยาสีฟันที่มีสารขัดสีนั้น Johannsen และคณะ [27] ได้ทำการศึกษาพบว่าชั้นนอกของคราบจุลินทรีย์ถูกกำจัดได้ง่าย แต่คราบจุลินทรีย์ที่อยู่ใกล้ผิวฟันจะถูกกำจัดได้ดีโดยใช้ยาสีฟันที่มีสารขัดสี และยาสีฟันที่มีสารขัดสีที่มีความแข็งมากจะสามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Toto และ Rapp [28] รายงานผลในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ของยาสีฟันที่มีค่าความสึกเสียดสีปานกลางและสูง จะให้ผลที่ใกล้เคียงกับยาสีฟันที่มีความสึกเสียดสีต่ำ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเลือกใช้ยาสีฟันนอกจากจะคำนึงถึงประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์และคราบสีต่างๆ แล้ว การสึกของฟันก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน

จากผลของการศึกษานี้จะเห็นได้ว่ายาสีฟันที่ผสมผงขัดผิวมิเซียสท์ฟท์จากสูตรที่ทำการวิจัยนี้มีค่าความสึกเสียดสีอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามที่ BSI กำหนดเมื่อทดสอบบนเนื้อฟัน ซึ่งการที่จะนำยาสีฟันนี้ไปใช้ได้จริงนั้น ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติในหัวข้ออื่นๆ ตามที่ BSI กำหนดด้วย เช่นส่วนประกอบของยาสีฟัน (composition) ความเป็นพิษ (toxicity) การเจือปนของสารตะกั่ว (lead content) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH value) เป็นต้น

บทสรุป

เมื่อเปรียบเทียบค่าความสึกเสียดสีของยาสีฟันที่ผสมผงขัดผิวมิเซียสท์ฟท์กับค่าความสึกเสียดสีของยาสีฟันมาตรฐาน พบว่ายาสีฟันที่ผสมผงขัดผิวมิเซียสท์ฟท์มีค่าความสึกเสียดสีที่มากกว่าความสึกเสียดสีของยาสีฟันมาตรฐาน แต่ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามที่ BSI กำหนดเมื่อทดสอบบนเนื้อฟัน

เอกสารอ้างอิง

1. Socransky SS, Haffajee AD. The bacterial etiology of destructive of periodontal disease: current concepts. *J Periodontol* 1992; 63: 322-31.
2. Paster BJ, Boches SK, Galvin JL. Bacterial diversity in human plaque. *J Bacteriol* 2001; 183: 3770-83.
3. Lisgarten MA. The structure of dental plaque. *Periodontol* 2000 1994; 5: 52-65.
4. Daly CG, Highfield JE. Effect of localized experimental on early supragingival plaque accumulation. *J Clin Periodontol* 1996; 23: 160-4.
5. Hillam DG, Hull PS. The influence of experimental gingivitis on plaque formation. *J Clin Periodontol* 1997; 4: 56-61.
6. Quirynen M, Dekeyser C, van Steenberghe D. The influence of gingival inflammation: tooth type, and timing on the rate of plaque formation. *J Periodontol* 1991; 62: 219-22.
7. Ramberg P, Lindhe J, Dahlen G, Volpe AR. The influence of gingival inflammation on de novo plaque formation. *J Clin Periodontol* 1994; 21: 51-6.
8. Listgarten MA. The structure of dental plaque. *Periodontol* 2000 1994;5:52-65.
9. LÖe H, Theilade E, Jensen SB. Experimental gingivitis in man. *J Periodontol* 1965; 36: 177-87.
10. Heasman PA & Jenkins B. Prevention of chronic periodontal disease. In: Murray J, Nunn J, Steele J. Prevention of oral disease; 4th ed. New York: Oxford University Press; 2003. p.126-44.

11. Dudding NJ, Dahl LO, Muhler JC. Patient reaching to brushing teeth with water, dentifrice or salt and soda. *J Periodontol* 1960; 31: 157-65 .
12. Stean H, Forward GC. Measurement of plaque growth following tooth brushing. *Com Dent Oral Epi* 1980; 8: 420-3.
13. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยาสีฟัน มอก.45-2549: พี เอ็น การพิมพ์ ; 2549.
14. Hunter ML, Addy M, Pickles MJ, Joiner A. The role of toothpastes and toothbrushes in the aetiology of tooth wear. *Int Dent J* 2002; 52: 399-405.
15. De Boer P, Duinkerke ASH, Arends J. Influence of tooth paste particle size and tooth brush stiffness on dentine abrasion in vitro. *Caries Res* 1985; 19: 232-9.
16. Shaw L. Tooth wear : aetiology ,prevention, clinical implication. In: Murray J, Nunn J, Steele J. Prevention of oral disease; 4th ed. New York: Oxford University Press; 2003.p.115-22.
17. หินพิวมิช (Pumice) และหินพิวมิชเย็บทัฟฟ์ (Pumiceous tuff) อ.สระโบสถ์ จ.ลพบุรี. หจก. คลองยาง;2551:1-10.
18. British standards institution. Specification for toothpastes : BS 5136;1981:1-12.
19. Davis WB. A comparison of dentine abrasion data generated by radiotracer and surface profilometer method. *J Oral Rehab* 1979; 6: 177-81.
20. Manly RS, Foster DM, Importance of factorial designs in testing abrasion by dentifrices. *J Dent Res* 1967; 46: 442-5.
21. Manly RS, Wirren J, Harte B, Ahern JA. Influence of method of testing and dentifrice abrasiveness. *J Dent Res* 1974; 53: 835-9.
22. Davis WB. The effect of irradiation and storage on the wear resistance of dentine. *J Dent Res* 1975; 54: 1078-81.
23. Fuentes V, Toledano M, Osorio R, Carvalho R. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *J Biomed Mater Res* 2003; 66: 850-3.
24. Svinnsseth PN, Gjerdet NR , Lie T. Abrasivity of toothpastes: An in vitro study of toothpastes marketed in Norway. *Acta Odont Scand* 1987; 45: 195-202.
25. Redmalm G. Dentifrice abrasivity: The use of laser light for determination of the abrasive properties of different silicas. An in vitro study. *Swed Dent J* 1986; 10: 243-50.
26. Moore C, Addy M. Wear of dentine in vitro by toothpaste abrasives and detergents alone and combined. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 1242-6.
27. Johannsen G, Redmalm G, Ryden H. Cleaning effect of tooth brushing with three different toothpaste and water. *Swed Dent J* 1993; 17: 111-6.
28. Toto PD, Rapp GW. A clinical comparison of a new low abrasive dentifrice with intermediate and high abrasive dentifrice. *J Periodontol* 1972; 43: 492-4.