

การประเมินการสึกของแปรงสีฟันและผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมด้วยเครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ Evaluation of Toothbrush Wear and the Effect on Enamel Surface of Primary Teeth using a Toothbrushing Machine *in vitro*

ดวงสิน พุกษสุวรรณ¹, ปริม อวยชัย¹, ยศกฤต หล่อชัยวัฒนา², อรุณี ลายธีระพงศ์²

Twongsin Prucksasuwana¹, Prim Auychai¹, Yossakit Lochaiwatana², Arunee Laiteerapong²

¹ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

²ศูนย์นวัตกรรมทางทันตแพทยศาสตร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²CU Dental Innovation Center, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

แปรงสีฟันสำหรับเด็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบันมีหลายยี่ห้อซึ่งมีคุณสมบัติและลักษณะที่ต่างกันอย่างออกไป การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยเปรียบเทียบการสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงสีฟัน และการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนม เมื่อถูกแปรงโดยเครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ นำชิ้นฟันที่ตัดจากด้านแก้มของฟันกรามน้ำนมขนาด 2 x 2 มม. จำนวน 42 ชิ้น ฟิงในอะคริลิกแล้วนำมาแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ CUdent (7 มม.) CUdent (8 มม.) Berman® Colgate® Fluocaril® และ Kodomo® ทดสอบโดยการแปรงฟันร่วมกับสารละลายยาสีฟันด้วยเครื่อง วี-8 ครอสบริชชิงแมชชีน ทั้งหมด 100,000 รอบ จากนั้นนำหัวแปรงสีฟันมาหาค่าดัชนีการสึกของแปรงสีฟัน ดัดขนแปรงมาเพื่อพิจารณาลักษณะปลายขนแปรงสีฟันตามมาตรฐาน มอก. และนำผิวเคลือบฟันน้ำนมมาหาค่าเฉลี่ยความขรุขระและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมด้วยเครื่องวัดความขรุขระ (Talyscan 150, England) ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันทุกยี่ห้อก่อนการทดสอบอยู่ในช่วง 0.035 ถึง 0.038 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันหลังการทดสอบอยู่ในช่วง 0.088 ถึง 0.245 โดยพบว่าแปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8 มม.) มีค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันสูงกว่ายี่ห้ออื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้ก่อนการทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 90.67 ถึง 94.67 หลังการทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 78.29 ถึง 96.00 และค่าเฉลี่ยความขรุขระและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมก่อนการทดสอบใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.054 ถึง 10.563 และ 0.021 ถึง 0.028 ตามลำดับ และหลังการทดสอบยังคงมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.638 ถึง 10.792 และ 0.032 ถึง 0.058 ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งก่อนและหลังทดสอบ จากการศึกษาี้สรุปว่าแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกัน โดยดัชนีการสึกของขนแปรงเรียงลำดับจากน้อยไปมาก คือ CUdent (7 มม.) Colgate® Berman® Kodomo® CUdent (8 มม.) และ Fluocaril® ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม CUdent (7 มม.) Berman® Colgate® และ Kodomo® แต่แปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8 มม.) มีการสึกของขนแปรงสีฟันมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ร้อยละของลักษณะของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ก่อนและหลังการทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกยี่ห้อที่นำมาทดสอบ และไม่พบการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมหลังการทดสอบในทุกกลุ่ม

คำสำคัญ: การสึก, เครื่องแปรงฟัน, แปรงสีฟันสำหรับเด็ก, ผิวเคลือบฟัน, ฟันน้ำนม

Abstract

A variety of commercial children's toothbrushes are commercially available with different physical properties. The aim of this study was to evaluate the physical properties of commercial children's toothbrushes, toothbrush

wear, bristle-tip wear, and effect of brushing on primary enamel surfaces using a V8 cross-brushing machine, *in vitro*. Primary enamel specimens (2x2 mm²) were mounted in acrylic blocks (n=42) and randomly assigned to 6 groups: CUdent (7mm), CUdent (8mm), Berman[®], Colgate[®], Fluocaril[®], and Kodomo[®]. The specimens were mounted and brushed in a V8 cross-brushing machine for 100,000 strokes. Following brushing, the toothbrush-heads were measured to calculate the wear index and the bristle-tips were evaluated based on the Thai Industrial Standards (TIS). The specimens were measured for surface roughness and average mean depth using a profilometer. This study revealed that the wear index before brushing was 0.035–0.038 with no significant differences between groups. However, the wear index after brushing was 0.088–0.245 with significant difference between groups ($p<0.001$) and the post-hoc analysis revealed that the Fluocaril[®] and CUdent (8mm) groups had significantly higher index scores than the others. The percentage of acceptable bristle-tip before and after brushing was 90.67–94.67 and 78.2–96.00, respectively. The surface roughness and average mean depth before brushing were 9.054–10.563 and 0.021–0.028 nm, respectively, and after brushing was 9.638–10.792 and 0.032–0.058 nm, respectively. No significant differences between groups were found before and after brushing. These findings indicate that the commercial children's toothbrushes had similar physical properties. Furthermore, Fluocaril[®] and CUdent (8mm) groups were the most worn after brushing. All toothbrushes tested passed the TIS for acceptable bristle-tip before and after brushing. In addition, no significant abrasion of the primary enamel surfaces was found after brushing with the tested toothbrushes.

Keywords: Wear, V-8 cross-brushing machine, Children's toothbrushes, Enamel, Primary tooth

Received Date: Feb 28, 2022

Revised Date: Mar 29, 2022

Accepted Date: Apr 25, 2022

doi: 10.14456/jdat.2022.49

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

ปริม อวยชัย, ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย โทรศัพท์: 086-977-0050
อีเมล: prim.a@chula.ac.th

Correspondence to :

Prim Auychai, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, 10310 Thailand. Tel: 086-977-0050
Email: prim.a@chula.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันนั้นเป็นที่ยอมรับกันว่า คราบจุลินทรีย์คือสาเหตุสำคัญของการเกิดฟันผุและเหงือกอักเสบ โดยเมื่อมีการสะสมของคราบจุลินทรีย์เป็นระยะเวลาสั้น^{1,2} จากภาวะไม่สมดุลของระบบนิเวศน์ภายในคราบจุลินทรีย์³ ดังนั้น การดูแลสุขภาพช่องปากโดยการกำจัดคราบจุลินทรีย์เป็นสิ่งสำคัญเพื่อกำจัดต้นเหตุของโรคฟันผุและโรคปริทันต์

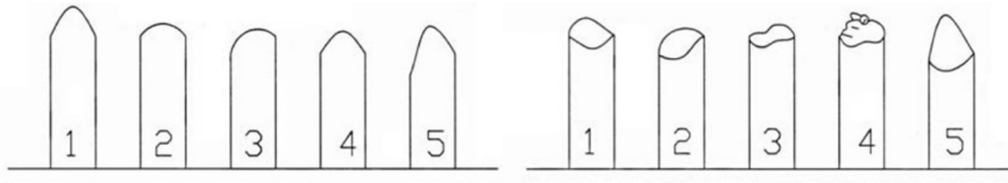
การแปรงฟันเป็นวิธีหนึ่งของการดูแลรักษาสุขภาพช่องปากที่ใช้ในการกำจัดคราบจุลินทรีย์และเศษอาหารออกจากฟัน⁴ มีหลักฐานพบว่ามีการใช้ขนหมู (Hog bristles) มาทำเป็นขนแปรงสีฟันในช่วงของราชวงศ์ถัง (ค.ศ. 618 – 907)^{5,6} อย่างไรก็ตาม ขนแปรงสีฟัน

ที่ใช้เส้นใยจากธรรมชาตินั้นมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้มาก ขนแปรงมีความอ่อนนุ่มขึ้นเมื่อสัมผัสกับน้ำและกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ไม่ดี ทำให้ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการนำขนแปรงไนลอนมาใช้แทนขนแปรงจากธรรมชาติ ซึ่งไนลอนมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีกว่า⁷ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขนแปรงที่ทำจากโพลีบิวทิลีนเทเรฟทาเลต หรือขนแปรงพีบีที (Polybutylene Terephthalate; PBT)⁸ ซึ่งขนแปรงพีบีทีนั้นมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีกว่าและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าขนแปรงไนลอน

ลักษณะของขนแปรงสีฟันแบ่งประเภทตามความแข็งของขนแปรง ได้แก่ แข็ง ปานกลาง นุ่ม และนุ่มพิเศษ โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อ

ความแข็งของขนแปรงคือ ชนิดของขนแปรง เส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรง ความยาวของขนแปรง และจำนวนขนแปรงต่อกระจุก โดยจากการศึกษาพบว่าขนแปรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ดีกว่าขนแปรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กแต่ก็มีโอกาสก่อให้เกิดแผลที่เหงือกจากการแปรงฟันได้มากกว่าเช่นกัน⁹ นอกจากนี้ ส่วนของปลายขนแปรงก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยจากการศึกษาพบว่าปลายขนแปรงที่ไม่มีความกลมมนสามารถ

ทำให้เกิดแผลที่เหงือกได้¹⁰ สำหรับในประเทศไทย กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม หรือ มอก. ของแปรงสีฟัน เพื่อควบคุมคุณภาพของแปรงสีฟันที่จะผลิตออกสู่ท้องตลาด โดยมีการกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการรวมถึงได้กำหนดลักษณะของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้และลักษณะที่บกพร่องไว้ตาม มอก. 42-2548 (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ (ซ้าย) และบกพร่อง (ขวา) ตามมาตรฐาน มอก. 42 - 2548
Figure 1 Acceptable (left) and non-acceptable (right) bristle tips following TIS

เมื่อแปรงสีฟันถูกใช้งานไปสักระยะหนึ่งขนแปรงมักจะมีลักษณะโค้งงอค้ำงอกด้านข้างจากแนวเดิมของกระจุกขนแปรงหรือมีลักษณะบานออก และเมื่อยังใช้งานไปเรื่อย ๆ ก็จะมีขนออกมากขึ้นและสังเกตเห็นได้ชัดเจนมากขึ้น โดยมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดแปรง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นตัวบ่งบอกที่สำคัญว่าแปรงสีฟันสูญเสียประสิทธิภาพและควรเปลี่ยนแปรงสีฟัน¹¹ การบานของขนแปรงเกิดได้จากหลายสาเหตุ โดยแบ่งเป็นสาเหตุจากคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรง และสาเหตุจากผู้แปรง สำหรับสาเหตุจากคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรงนั้น โดยทั่วไปแล้ววัสดุที่ใช้ผลิตขนแปรงสีฟันเองจะมีคุณสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัวอยู่แล้ว นอกจากนี้ขนแปรงแต่ละชนิดยังมีความสามารถในการต้านทานการสึก (Abrasion resistance) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงอัตราการสึกของขนแปรง (Abrasion rate) อีกด้วย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสึกของผิวฟัน ได้แก่ ความสามารถในการขัดสีของยาสีฟันที่ใช้ในการแปรงฟัน ชนิดของขนแปรง และแรงที่ใช้ในการแปรง¹² การศึกษาส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นไปที่การทดสอบการสึกของผิวฟันจากยาสีฟันเนื่องจากในยาสีฟันมีสารขัดฟันซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำให้ผิวฟันสึก โดยสามารถวัดการสึกของผิวฟันด้วยวิธี Radioactive dentin abrasion (RDA) ซึ่งเป็นการวัดสารรังสีที่หลุดออกมาจากผิวฟันที่เคลือบสารรังสีไว้¹³ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องวัดความขรุขระของพื้นผิว หรือ Profilometer ในการวัดค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิว (Surface roughness; Ra) และค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน (Average depth of enamel removed) ซึ่งเป็นการวัดความลึกของผิวเคลือบฟันที่หายไปจากการแปรงฟันเทียบกับพื้นที่อ้างอิงที่ไม่ถูกแปรง¹⁴ เพื่อเป็นการบอกลถึงการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบฟันได้

อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้แปรงสีฟันไประยะหนึ่งแล้วขนแปรงสีฟันมักจะบานออกทำให้ความสามารถในการกำจัดคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันลดลง หลายการศึกษาแนะนำให้เปลี่ยนแปรงสีฟันทุก 3 - 4 เดือน^{9,15} หรือเมื่อพบว่าขนแปรงบานออก¹⁶ สำหรับแปรงสีฟันที่ใช้ในเด็กนั้น บางครั้งพบว่ามีการใช้งานที่สั้นกว่าที่ควรจะเป็นเนื่องจากพฤติกรรมการเล่นแปรงสีฟันขณะแปรง¹¹ ซึ่งทำให้ต้องเปลี่ยนแปรงสีฟันเร็วกว่าปกติ โดยการศึกษาก่อนหน้านี้มักจะเน้นไปที่การวัดการกำจัดคราบจุลินทรีย์^{11,17,18} และการสึกของขนแปรงสีฟันจากการใช้งานจริง^{16,19} การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยเปรียบเทียบการสึกของขนแปรงและลักษณะปลายขนแปรงสีฟันและการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนม เมื่อถูกแปรงโดยเครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ โดยมีสมมติฐานของงานวิจัยนี้ว่าคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดไม่มีความแตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ผ่านการอนุมัติการทำวิจัยโดยใช้ชิ้นส่วนของมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการศึกษาวินิจฉัยในมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (HREC-DCU 2020-050) โดยแบ่งการทดสอบเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การทดสอบการสึกของขนแปรงสีฟัน

การทดสอบการสึกของขนแปรงสีฟันใช้แปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 - 6 ปี จำนวน 5 ยี่ห้อ 6 รุ่น ได้แก่ ยี่ห้อ Cudent (Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Thailand) จำนวน

2 รุ่น, Berman® (Rinchokechai, Thailand) จำนวน 1 รุ่น, Colgate® (Colgate-Palmolive, USA) จำนวน 1 รุ่น, Fluocaril® (P&G, USA)

จำนวน 1 รุ่น และ Kodomo® (LION, Japan) จำนวน 1 รุ่น คุณสมบัติของแปรงสีฟันดังแสดงในตารางที่ 1

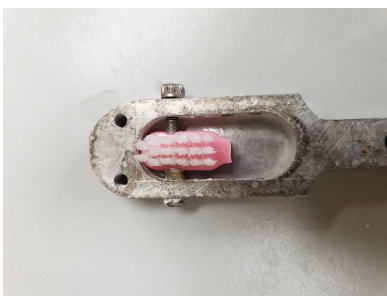
ตารางที่ 1 ข้อมูลของแปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 – 6 ปี ที่นำมาใช้ในงานวิจัย

Table 1 Details of the children's toothbrushes used in this study

Brands (Manufacturer)	Recommended age by the manufacturer (Years)	Stiffness	Bristle type	Number of tufts	Bristle properties	
					Length (mm)	Diameter (mm)
CUdent (The First Thai Brush, Thailand)	3 – 6	Soft	Nylon	20	7	0.13-0.14
Kodomo® (Lion, Thailand)	3 – 6	Soft	Nylon	20	8	0.13-0.14
Fluocaril® (The First Thai Brush, Thailand)	3 – 6	Soft	Nylon	20	9	0.16-0.17
Fluocaril® (The First Thai Brush, Thailand)	2 – 6	Extra soft	Nylon	24	10	0.16-0.17
Colgate® (Colgate-Palmolive, Thailand)	3 – 5	Extra soft	PBT	24	10.5	0.10-0.11
Berman® (Rinchokechai, Thailand)	3 – 6	Soft	Nylon	23	9	0.16-0.17

โดยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงสีฟัน ISO/TR 14569-1:2007 มีกลุ่มทดสอบทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ชิ้น เพื่อขึ้นงานเสียหายกลุ่มละ 1 ชิ้น รวมเป็น 42 ชิ้นหัวแปรง

ตัดเฉพาะส่วนหัวแปรงด้วยหัวคาร์โบรันดัมเพื่อที่จะนำหัวแปรงมายึดเข้ากับตัวจับหัวแปรงที่สามารถใช้กับเครื่องแปรงฟันได้ (รูปที่ 2)

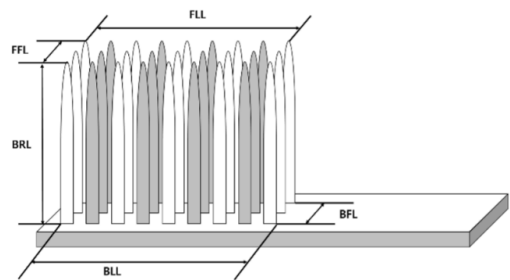


รูปที่ 2 หัวแปรงที่ถูกยึดเข้ากับตัวจับหัวแปรงที่สามารถใช้กับเครื่องแปรงฟัน
Figure 2 Attached toothbrush head in the toothbrushing machine mold

การศึกษานี้ใช้หัวแปรงรุ่นละ 7 ชิ้น โดยเครื่องแปรงฟันที่ใช้ในการศึกษานี้คือ V8 cross – brushing machine (Sabri Dental, Downers Grove, IL, USA) โดยหัวแปรงจะต้องแช่น้ำประปายน้อย 1 คืนก่อนใช้ในการทดสอบ วัดขนาดแปรงสีฟันตัวอย่างโดยผู้วัดเพียงคนเดียวด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper) และคำนวณค่า

ดัชนีการสึกตามวิธีของ Rawls และคณะ²⁰ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนการทดสอบ โดยสามารถหาได้จากกรวัดความยาว 5 จุดดังรูปที่ 3 และนำมาคำนวณดังต่อไปนี้

$$WI = \frac{FLL - BLL + FFL - BFL}{BRL \times 2}$$

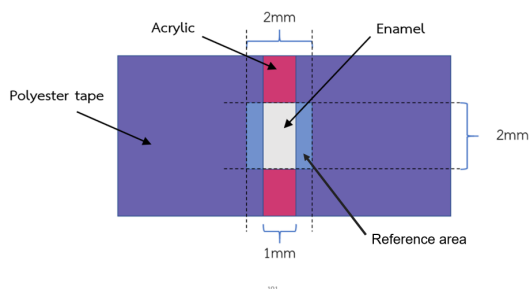


รูปที่ 3 การคำนวณดัชนีการสึกตามวิธีของ Rawls และคณะ
Figure 3 Wear Index measurement by Rawls et al.20

โดย FLL คือ ความยาวทางด้านปลายขนแปรงเมื่อมองจากด้านข้าง
BLL คือ ความยาวทางด้านที่ขนแปรงยึดกับหัวแปรงเมื่อมองจากด้านข้าง
FFL คือ ความยาวทางด้านปลายขนแปรงเมื่อมองจากด้านหน้า
BFL คือ ความยาวทางด้านที่ขนแปรงยึดกับหัวแปรงเมื่อมองจากด้านข้าง
BRL คือ ความยาวสูงสุดของขนแปรง

นำฟันน้ำนมมนุษย์ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก คือ เป็น ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 หรือซี่ที่ 2 ของขากรรไกรบนหรือล่างที่ผิวฟัน ปกติ ไม่มีรอยผุ รอยร้าว บนด้านแก้ม และมีเกณฑ์การคัดออก คือ ฟันกรามน้ำนมที่มีรอยผุทางด้านแก้มหรือด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านแก้ม ลูกกลมจนทำให้ผิวฟันด้านแก้มเหลือความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร หรือมีวัสดุบูรณะ โดยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานการ ทดสอบการสึกของฟันผิวโดยแปรงสีฟัน ISO/TR 14569-1:2007 มีกลุ่มทดสอบทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ซี่น เพื่อขึ้นงานเสียหายกลุ่มละ 1 ซี่น รวมเป็น 42 ซี่น เก็บฟันโดยแช่ในสารละลายไทมอล (Thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

ล้างทำความสะอาดฟันน้ำนมและชุบน้ำเยื่อรอบ ๆ ออก ด้วยพายหมายเลข 7 (Spatula NO.7) ขัดด้านแก้มของฟันให้เรียบ ด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1,000 ด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (Polishing machine, NANO 2000, Pace Technologies, USA) โดยให้อยู่ ในชั้นเคลือบฟัน แล้วตัดให้มีขนาด 2 x 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดฟัน (ISOMET 1000, Buchler, USA) นำมายึดเข้ากับชิ้นอะคริลิกให้มี ผิวหน้าเสมอกัน ติดขึ้นทดสอบด้วยเทปโพลีเอสเตอร์ ปิดทับผิวฟัน บางส่วนเพื่อใช้เป็นพื้นที่อ้างอิง โดยปิดทับชิ้นงานเพื่อสร้างช่องหน้าต่าง ให้ผิวฟันถูกแปรงเป็นพื้นที่ 1 x 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบการสึกของผิวเคลือบฟัน
Figure 4 Preparation of the specimens for the enamel wear assay

แล้วจึงยึดเข้ากับเครื่องแปรงฟัน นำหัวแปรงที่เตรียมไว้ ยึดกับตัวจับหัวแปรงแล้วนำมายึดเข้ากับเครื่องแปรงฟัน V-8 cross – brushing machine ในการทดสอบ 1 รอบจะใช้หัวแปรงทั้ง 6 ชนิด ใช้แรงที่ 250 กรัม นำสารละลายยาสีฟันที่ได้จากการเจือจางยาสีฟัน ยี่ห้อ Colgate® รสยอदनนิยม (Colgate-Palmolive, USA) 25 กรัม ในน้ำปราศจากไอออน 40 กรัม ประกอบเข้ากับเครื่องแปรงฟัน แปรงด้วยเครื่องแปรงฟันทั้งหมด 100,000 รอบ โดยจะเตรียมสารละลายยาสีฟันใหม่เมื่อสิ้นสุดการแปรงที่ 40,000 และ 80,000 รอบ เก็บหัวแปรงสีฟันมาทำความสะอาดและเป่าให้แห้งเพื่อนำมาหาค่า ดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันหลังการทดสอบ

ทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัด (Intra-examiner reliability) ของการวัดการสึกของขนแปรงสีฟัน ทำโดยสุ่มขึ้นหัวแปรงร้อยละ 20 วัดและคำนวณดัชนีการสึกโดยผู้วัดคนเดิมในระยะเวลาห่างกัน 2 สัปดาห์ และทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดของการวัดโดยสถิติ Intra-class Correlation Coefficient โดยต้องได้ค่าไม่น้อยกว่า 0.90 สำหรับความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดระดับดีมาก²¹

2. การเปรียบเทียบลักษณะปลายขนแปรงสีฟัน

สุ่มเลือกกระดูกขนแปรงตัวอย่างในตำแหน่งต่างกันร้อยละ 20 ของจำนวนกระดูกทั้งหมดบนหัวแปรง (หากมีเศษให้ปิดขึ้น) เลือกสุ่มตัดขนแปรงจำนวน 5 เส้นต่อกระดูกเป็นชิ้นทดสอบที่ละ เส้นโดยการเลือกกระดูกขนแปรงในการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 42 – 2548

ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (SZ 61, OLYMPUS, Japan) โดยใช้กำลังขยาย 10 x 4.5 เท่า ถ่ายรูปลักษณะของปลาย ขนแปรงด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลสำหรับกล้องจุลทรรศน์ (AxioCam MRc 5, Carl Zeiss, Germany) คุณลักษณะของปลายขนแปรงที่ยัง ไม่ได้ทดสอบแทนลักษณะขนแปรงก่อนการทดสอบเปรียบเทียบกับ ปลายขนแปรงหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine เป็นจำนวน 100,000 รอบโดยผู้วัดคนเดียว ตามการทดสอบลักษณะของขนแปรงและความมนของปลายขน แปรงของมาตรฐาน มอก. 42 – 2548

ทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดของการเปรียบเทียบ ลักษณะปลายขนแปรงโดยสุ่มขนแปรง ร้อยละ 20 จากแต่ละชนิด แล้วนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอโดยใช้กำลังขยาย 10 x 4.5 เท่า อ่านลักษณะปลายขนแปรงที่ได้โดยผู้วัดคนเดิมใน ระยะเวลาห่างกัน 2 สัปดาห์ และทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัด ของการวัดโดยสถิติ Kappa โดยต้องได้ค่าไม่น้อยกว่า 0.75 สำหรับ ความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดระดับดีมาก²²

3. การทดสอบการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนม

สแกนลักษณะของผิวเคลือบฟันผ่านแนวของพื้นที่อ้างอิง ที่ปิดด้วยเทปไว้ด้วยเครื่องวัดความขรุขระชนิดสัมผัส (Talyscan 150, England) ในแนวนอน 2 มิลลิเมตร (X) และในแนวตั้ง 2 มิลลิเมตร (Y) โดยตัวเครื่องวัดทุก 0.001 มิลลิเมตร ในแนวนอน และทุก 0.01 มิลลิเมตร ในแนวตั้ง หลังจากนั้นใช้โปรแกรมในการคำนวณหาค่า ความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness, Ra) และค่าเฉลี่ย ความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน (Average depth of enamel removed) ในหน่วยนาโนเมตร สแกนลักษณะของผิวเคลือบฟัน หลังจากยึดเข้ากับชิ้นอะคริลิกและขัดให้เรียบแล้วเพื่อใช้เป็นข้อมูล

พื้นฐานก่อนการทดสอบเปรียบเทียบกับลักษณะผิวเคลือบฟันหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine เป็นจำนวน 100,000 รอบ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ทดสอบการกระจายของข้อมูลเชิงปริมาณทั้งหมด (Test of normality) ด้วยสถิติ Shapiro – Wilk test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิเคราะห์ความแตกต่างของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน ความขรุขระของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันและค่าเฉลี่ยความสึกการสึกของผิวเคลือบฟันเมื่อเปรียบเทียบแต่ละยี่ห้อ หากพบว่าการกระจายตัวของข้อมูลที่ปกติ ใช้สถิติ one way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และตามด้วย Tukey test

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบ ค่า p – value เปรียบเทียบก่อนและหลังทดสอบ และ p-value เปรียบเทียบแต่ละยี่ห้อ

Table 2 Mean and standard deviation of the Wear Index compared between brands

Brand	Wear Index		p-value	Brand				
	Before	After		CUdent (8mm)	Berman®	Colgate®	Fluocaril®	Kodomo®
CUdent (7mm)	0.037±0.005	0.088±0.014	<0.001*	<0.001*	0.924	0.999	<0.001*	0.258
CUdent (8mm)	0.036±0.005	0.160±0.040	<0.001*		0.001*	<0.001*	<0.001*	0.032*
Berman®	0.038±0.004	0.101±0.018	<0.001*			0.991	<0.001*	0.814
Colgate®	0.037±0.003	0.093±0.021	0.001*				<0.001*	0.459
Fluocaril®	0.035±0.003	0.245±0.028	<0.001*					<0.001*
Kodomo®	0.037±0.004	0.117±0.020	<0.001*					

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันแต่ละยี่ห้อก่อนการทดสอบเมื่อทดสอบด้วยสถิติ one way ANOVA (p=0.729) และหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันพบว่าดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.088±0.014

วิเคราะห์ความแตกต่างของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน ความขรุขระของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันและค่าเฉลี่ยความสึกการสึกของผิวเคลือบฟันจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบ หากพบว่าการกระจายตัวของข้อมูลที่ปกติ ใช้สถิติ Pair t – test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ลักษณะปลายขนแปรงของแต่ละยี่ห้อรายงานเป็น ร้อยละของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้และยอมรับไม่ได้

ผลการศึกษา

ดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันก่อนทดสอบด้วยเครื่องแปรงฟัน V8 cross – brushing machine ในแต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันโดยอยู่ในช่วง 0.035±0.003 ถึง 0.038±0.004 ดังแสดงในตารางที่ 2

ถึง 0.245±0.028 เรียงยี่ห้อจากน้อยไปมาก คือ CUdent (7mm) Colgate® Berman® Kodomo® CUdent (8mm) และ Fluocaril® ตามลำดับ (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ขนแปรงหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟัน 100,000 รอบ

Figure 5 Images of the bristles after the toothbrushing test at 100,000 strokes

โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ one way ANOVA พบว่ามีความแตกต่างกันของดัชนีการสึกของขนแปรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ Tukey test พบว่า Fluocaril[®] มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันแตกต่างจากอีก 5 กลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) นอกจากนี้พบว่า CUdent (8mm) มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันแตกต่างจาก CUdent (7mm) Colgate[®] และ Fluocaril[®] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) แตกต่างจาก Berman[®] อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.001$) และแตกต่างจาก Kodomo[®] อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p = 0.032$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบด้วยสถิติ Pair *t*-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกยี่ห้อแปรงสีฟัน

ลักษณะปลายขนแปรงสีฟันก่อนการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine ที่ยอมรับได้ อยู่ในช่วงร้อยละ 90.67 ถึง 94.67 เรียงยี่ห้อจากน้อยไปมาก คือ Colgate[®] CUdent (7mm) เท่ากับ CUdent (8mm) Berman[®] เท่ากับ Kodomo[®] และ Fluocaril[®] ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้ก่อนการทดสอบจำแนกตามยี่ห้อ

Table 3 Number and percentage of acceptable bristle tips before testing compared between brands

Brand	Number of tested bristles	Acceptable						Non-acceptable					
		1	2	3	4	5	Sum (%)	1	2	3	4	5	Sum (%)
CUdent (7mm)	75	1	12	45	2	9	69 (92.00)	0	0	2	1	3	6 (8.00)
CUdent (8mm)	75	1	9	42	3	14	69 (92.00)	0	0	3	3	0	6 (8.00)
Berman [®]	75	8	19	25	13	5	70 (93.33)	1	2	0	1	1	5 (6.67)
Colgate [®]	75	0	0	0	0	68	68 (90.67)	0	0	0	7	0	7 (9.33)
Fluocaril [®]	75	1	20	14	13	23	71 (94.67)	1	0	0	2	1	4 (5.33)
Kodomo [®]	75	14	3	4	8	41	70 (93.33)	1	0	0	1	3	5 (6.67)

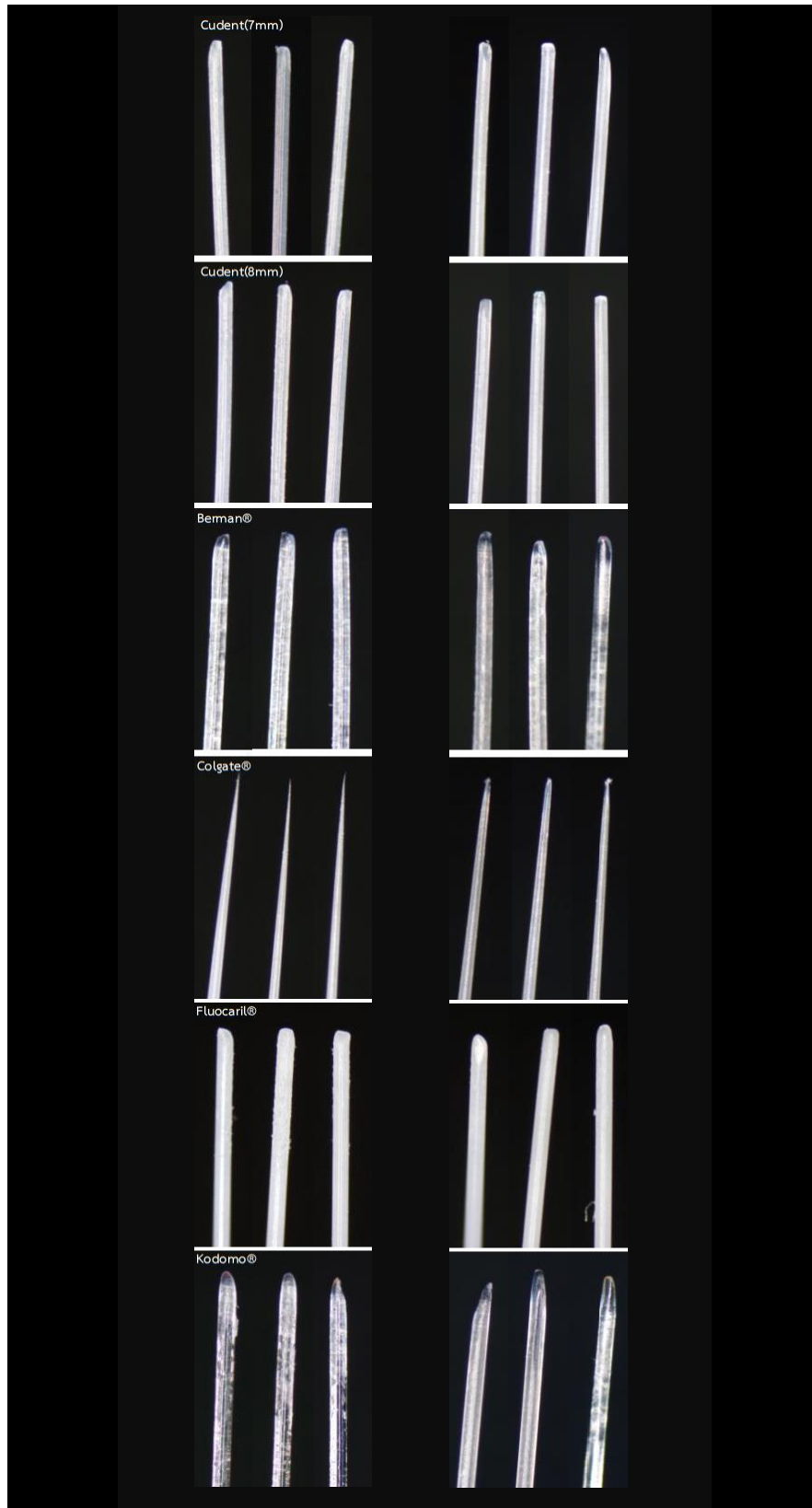
และลักษณะปลายขนแปรงสีฟันหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine ที่ยอมรับได้ อยู่ในช่วงร้อยละ 78.29 ถึง 96.00 เรียงยี่ห้อจากน้อยไปมาก คือ Colgate[®] CUdent (8mm) Kodomo[®] CUdent (7mm) Fluocaril[®]

และ Berman[®] ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยลักษณะของปลายขนแปรงทั้งก่อนและหลังทดสอบด้วยการแปรงฟันเป็นจำนวน 100,000 รอบ เป็นดังรูปที่ 6

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้หลังการทดสอบจำแนกตามยี่ห้อ

Table 4 Number and percentage of non-acceptable bristle tips before testing compared between brands

Brand	Number of tested bristles	Acceptable						Non-acceptable					
		1	2	3	4	5	Sum (%)	1	2	3	4	5	Sum (%)
CUdent (7mm)	175	2	52	51	13	47	165 (94.29)	1	1	4	3	1	10 (5.71)
CUdent (8mm)	175	2	68	52	16	25	163 (93.14)	0	2	6	1	3	12 (6.86)
Berman [®]	175	3	62	60	28	16	169 (96.57)	0	0	5	0	1	6 (3.43)
Colgate [®]	175	12	11	32	6	76	137 (78.29)	0	1	1	35	1	38 (21.71)
Fluocaril [®]	175	4	63	40	32	29	168 (96.00)	0	0	6	0	1	7 (4.00)
Kodomo [®]	175	12	28	44	27	53	164 (93.71)	7	1	0	0	3	11 (6.29)



รูปที่ 6 ลักษณะปลายขนแปรงแบ่งตามยี่ห้อก่อนทดสอบ (ซ้าย) และหลังทดสอบด้วยการแปรงฟันเป็นจำนวน 100,000 รอบ (ขวา) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอที่กำลังขยาย 45 เท่า

Figure 6 Bristle tips of before (left) and after 100,000 strokes brushing test (right) compared between brands under 45x stereomicroscope

ค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันวัดหลังจากเตรียมชิ้นงานไว้เป็นเวลาเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.054±2.006 ถึง 10.563±3.342 และ 0.021±0.008 ถึง 0.028±0.010 นาโนเมตร ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 5 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine ผ่านไปครบ 100,000 รอบ ได้วัดค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมหลังการทดสอบ พบว่าแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.638±1.694 ถึง 10.792±0.889 และ 0.032±0.012 ถึง 0.058±0.042 นาโนเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบและค่า p – value เปรียบเทียบก่อนและหลังทดสอบ

Table 5 Mean and standard deviation of the surface roughness and depth of enamel removed compared between brands

Brand	Surface roughness of enamel (nm)		p-value	Average mean depth of enamel removed (nm)		p-value
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	
	CUdent (7mm)	9.571±1.862		9.638±1.694	0.953	
CUdent (8mm)	9.054±2.006	10.202±1.946	0.086	0.023±0.005	0.035±0.014	0.052
Berman®	9.718±2.790	9.898±1.679	0.826	0.028±0.010	0.032±0.012	0.431
Colgate®	10.007±1.767	10.768±0.930	0.241	0.024±0.010	0.058±0.042	0.090
Fluocaril®	10.563±3.342	10.792±0.889	0.839	0.021±0.008	0.038±0.030	0.151
Kodomo®	10.109±1.369	9.861±0.627	0.673	0.023±0.011	0.051±0.043	0.108

โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบด้วยสถิติ Pair t-test ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

ผลของการทดสอบความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดของการวัดดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน 2 ครั้ง ในเวลาที่ต่างกันโดยใช้สถิติ Intra-class Correlation Coefficient พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.998 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแสดงว่ามีความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดในระดับดีมาก²¹

สำหรับผลของการทดสอบความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดของการเปรียบเทียบลักษณะของปลายขนแปรงสีฟัน 2 ครั้ง ในเวลาที่ต่างกันโดยใช้สถิติ Cohen's Kappa พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.862 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแสดงว่ามีความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดในระดับดีมาก²²

แปรงสีฟันร่วมกับการประเมิณผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมเมื่อถูกแปรงด้วยแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดในปัจจุบันหลายยี่ห้อ โดยใช้เครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริโภคใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อแปรงสีฟันเด็กที่มีความทนทานและปลอดภัยในการใช้งาน โดยตัดแปลงวิธีการมาจากการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยการแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ (ISO/TR 14569-1:2007) เพื่อควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ แรงที่ใช้ในการแปรงฟัน จำนวนรอบที่แปรง สารละลายยาสีฟันที่ใช้ร่วมกับการแปรงฟัน ให้เหมือนกันในทุกกลุ่มมากที่สุดเพื่อลดอคติในการทดสอบ

ผลของการวัดดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันก่อนการทดสอบด้วยการแปรงฟันเพื่อเป็นค่าพื้นฐานนั้น ไม่พบความแตกต่างของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันระหว่างยี่ห้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปรงทั้งหมดที่นำมาทดสอบมีลักษณะขนแปรงเป็นแบบหน้าตัดตรงเหมือนกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันหลังจากแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟันนั้นพบว่าดัชนีการสึกของยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8mm) เป็นกลุ่มที่มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันสูงกว่า เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของขนแปรงพบว่าแปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® เป็นกลุ่มขนแปรงในลอนที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มขนนุ่มพิเศษและมีความยาวของขนแปรงมากที่สุดในการ

บทวิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟัน โดยทดสอบการสึกของขนแปรงและปลายขน

ศึกษาค้นคว้า โดยมิชขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรงเท่ากับ 0.16 – 0.17 มิลลิเมตร หรือเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของแปรงสีฟันยี่ห้อ Berman[®] จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าขนแปรงที่มีความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากจะมีการสึกของขนแปรงที่มากตามไปด้วย²³ ส่วนแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (8mm) นั้นถึงแม้ว่าขนแปรงจะมีความยาวไม่เท่ากับ Fluocaril[®] จัดอยู่ในกลุ่มขนแปรงนุ่ม แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรงที่เล็กกว่ากลุ่มอื่น ๆ คือมีขนาดเพียง 0.13 – 0.14 มิลลิเมตร ทำให้ความสามารถในการต้านการสึกของขนแปรงน้อยตามไปด้วย จึงเป็นผลให้แปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (8mm) มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันสูงใกล้เคียงกับ Fluocaril[®]

การศึกษานี้พบว่าแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (7mm) มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันน้อยที่สุดแต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก Colgate[®] Berman[®] และ Kodomo[®] โดยแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (7mm) Berman[®] และ Kodomo[®] เป็นกลุ่มขนแปรงไนลอน ส่วนแปรงสีฟันยี่ห้อ Colgate[®] เป็นกลุ่มขนแปรงพีบีที จากการศึกษาอย่างเป็นระบบของ Kreifeldt และคณะพบว่าประสิทธิภาพของแปรงสีฟันในการกำจัดคราบจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับการสึกของแปรงสีฟัน¹⁶ โดยพบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดคราบจุลินทรีย์จะลดลงเมื่อแปรงสีฟันสึกมากขึ้นเมื่อเทียบกับแปรงสีฟันที่ยังไม่สึก ดังนั้น การเลือกแปรงสีฟันที่มีการสึกช้าเป็นส่วนสำคัญในการช่วยดูแลสุขภาพของปาก และลดอัตราการเปลี่ยนแปรงสีฟัน ซึ่งจากการศึกษานี้ แปรงสีฟัน CUdent (7mm) อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับแปรงสีฟันที่ทนทานและสามารถใช้งานได้นานเนื่องจากมีดัชนีการสึกของขนแปรงที่น้อยกว่ายี่ห้ออื่น ๆ

การศึกษานี้ทดสอบการสึกของแปรงสีฟันโดยใช้จำนวนรอบในการทดสอบรวมทั้งสิ้น 100,000 รอบต่อแปรงสีฟัน 1 ชิ้น ซึ่งแตกต่างไปจากการศึกษาอื่นที่มักจะใช้จำนวนรอบในการทดสอบไม่เกิน 20,000 รอบ เท่านั้น^{17,24,25} รวมถึงมาตรฐานการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงฟัน ISO/TR 14569-1:2007 ที่แนะนำให้ทดสอบเพียง 10,000 รอบ ด้วยเช่นกัน ซึ่งการศึกษาเหล่านี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบการสึกของผิววัสดุจากการแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ ทำให้การทดสอบด้วยการแปรงฟันไม่เกิน 20,000 รอบ นั้นเพียงพอต่อการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิววัสดุแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ทดสอบการสึกของแปรงสีฟันโดยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine ในห้องปฏิบัติการ หลังจากการแปรงจำนวน 75,000 รอบ ยังไม่สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของการสึกของขนแปรงสีฟันได้ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มจำนวนรอบมากขึ้นเพื่อให้สามารถสังเกตเห็นการสึกของขนแปรงสีฟันได้ โดยการแปรงฟันเป็นจำนวน 100,000 รอบนั้นสามารถเทียบเท่าได้

กับการใช้แปรงสีฟันเป็นเวลาประมาณ 8 เดือน โดยเทียบจากการใช้แปรงสีฟันในการแปรงฟันเป็นเวลา 2 นาทีต่อครั้ง และแปรงฟัน 2 ครั้งต่อวัน²⁶

สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันนั้นนิยมศึกษาโดยใช้การเคลือบสารรังสีไอโวนิวที่ทำการทดสอบก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการแปรงฟัน จากนั้นจึงวัดสารรังสีที่หลุดออกมาจากการแปรงฟัน หรือ Radioactive dentin abrasion (RDA)¹³ เนื่องจากผิวเคลือบฟันมีความแข็งมากจึงเกิดการสึกได้ยากดังจะเห็นได้ในการศึกษานี้ซึ่งใช้วิธีการวัดค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน ซึ่งเป็นการวัดความลึกเฉลี่ยของพื้นผิวและการวัดความลึกของผิวเคลือบฟันที่หายไปจากการแปรงฟันเทียบกับพื้นที่อ้างอิงซึ่งไม่ถูกแปรงตามลำดับ²⁷ โดยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันในทุกกลุ่มแปรงสีฟัน ถึงแม้ว่าในการศึกษานี้เลือกใช้แรงในการแปรงฟันที่ 250 กรัม หรือ 2.5 นิวตัน ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ในการแปรงฟันโดยทั่วไปที่ 1.6 นิวตัน¹² แล้วก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Weigand และคณะใน ค.ศ. 2007 ที่พบว่าการแปรงด้วยแรงต่ำกว่า 4.5 นิวตัน ไม่สามารถทำให้ผิวเคลือบฟันสึกได้²⁸ ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นอาจสามารถอนุมานได้ว่าขนแปรงสีฟันในทุกกลุ่มยี่ห้อที่ทำการทดสอบนี้ไม่ทำอันตรายต่อผิวเคลือบฟัน

ขนแปรงสีฟันที่คืนนั้นควรมีความสามารถในการกำจัดคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันได้ดี สำหรับแปรงสีฟันใหม่ที่ยังไม่ได้ถูกใช้งานนั้นจะมีขนแปรงอยู่ในลักษณะตรง มีความแข็งและลักษณะของกระดูกขนแปรงที่เหมาะสมในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ แต่เมื่อแปรงสีฟันถูกใช้งานไปสักกระยะหนึ่งขนแปรงมักจะมีลักษณะโค้งออกด้านข้างจากแนวเดิมของกระดูกขนแปรง หรือมีลักษณะบานออก และเมื่อยิ่งใช้งานไปเรื่อย ๆ ก็จะมีขนแปรงออกมากขึ้นและสังเกตได้ชัดเจนมากขึ้นโดยมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดแปรง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นตัวอย่างบ่งบอกว่าแปรงสีฟันสูญเสียประสิทธิภาพและควรเปลี่ยนแปรงสีฟัน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าขนแปรงจะไม่ทำอันตรายต่อผิวเคลือบฟัน แต่หากขนแปรงมีความแข็งเกินไปหรือมีลักษณะปลายขนแปรงที่ไม่กลมมนก็ยังสามารถทำอันตรายต่อเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากได้¹⁰ รวมถึงเมื่อแปรงสีฟันถูกใช้ไประยะหนึ่งแล้วปลายขนแปรงสีฟันจะสึกและเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมที่มีความกลมมนเป็นมีความเหลี่ยมและแหลมจนสามารถทำอันตรายเนื้อเยื่ออ่อนได้⁹ สำหรับประเทศไทย มาตรฐาน มอก. ได้กำหนดลักษณะของปลายขนแปรงที่บกร่องหรือไม่มีลักษณะกลมมน ได้ไม่เกินร้อยละ 25 เท่านั้น โดยในการศึกษานี้พบลักษณะของปลายขนแปรงที่บกร่อง

ในแปรงสีฟันก่อนการใช้งานอยู่ที่ร้อยละ 5.33 – 9.33 ซึ่งมีค่าไม่เกินไปจากที่มาตรฐาน มอก. กำหนดไว้แสดงว่าทุกยี่ห้อที่นำมาทดสอบมีลักษณะปลายขนแปรงเป็นไปตามมาตรฐานและไม่ได้มีความแตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตาม การที่จะสามารถทราบได้ถึงลักษณะของปลายขนแปรงที่กลมมนนั้น ผู้บริโภคสามารถดูได้จากเพียงฉลากเท่านั้นและเป็นการยากที่ผู้บริโภคจะสามารถรับทราบลักษณะที่แท้จริงของปลายขนแปรงในแต่ละยี่ห้อได้³⁰ ทันตแพทย์จึงมีส่วนสำคัญในการแนะนำข้อมูลของแปรงสีฟัน รวมไปถึงบริษัทผู้ผลิตที่ต้องควบคุมคุณภาพการผลิตให้มีคุณภาพด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแปรงสีฟันสำหรับเด็กซึ่งยังขาดความสามารถในใช้มือที่แม่นยำ³¹ ขนแปรงสีฟันที่ไม่มีคุณภาพกลมมนอาจทำอันตรายต่อน้ำเยื่อในช่องปากได้

เมื่อเปรียบลักษณะของปลายขนแปรงที่รับได้ก่อนและหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine นั้นพบว่าแปรงสีฟัน 5 จาก 6 รุ่นที่ทำการทดสอบมีร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้มากขึ้น โดยมีเพียงยี่ห้อ Colgate® เท่านั้นที่มีร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ลดลงหลังการทดสอบ เนื่องจากทางบริษัทผู้ผลิตได้ระบุไว้ว่าเป็นขนแปรงสีฟันชนิดพีบีที และมีลักษณะปลายขนแปรงที่เรียวยาว เล็กแหลม คล้ายเข็ม ซึ่งผลจากการดูผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอหลังทดสอบด้วยการแปรงฟันจะพบว่าปลายขนแปรงมีลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับไม่ได้ชนิดที่ 4 หรือปลายขนแปรงเสียหายและแตกปลายมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ร้อยละของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้จะลดลงหลังการทดสอบแต่ก็ยังผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ในขณะที่ยี่ห้ออื่นมีลักษณะของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากปลายขนแปรงที่มีลักษณะแหลมคมหรือบกร่องจะถูกทำให้สึกจากการใช้งานจนกระทั่งมีขนแปรงบางส่วนมีลักษณะกลมมนมากขึ้นสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Massassati และ Frank³² ที่พบว่าลักษณะของปลายขนแปรงหลังจากผ่านการใช้งานมาแล้วจะมีความกลมมนมากขึ้นจากการถูกขัดสีทำให้ส่วนที่เป็นความบกร่องหรือมุมแหลมคมหายไป อย่างไรก็ตาม แม้ว่าลักษณะปลายขนแปรงที่แหลมคมจะมีส่วนสำคัญในการพิจารณาเปลี่ยนแปรงสีฟันเนื่องจากสามารถทำอันตรายต่อน้ำเยื่อในช่องปากได้ แต่เป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า การพิจารณาเปลี่ยนแปรงสีฟันจึงควรพิจารณาการบานหรือการสึกของแปรงสีฟันเป็นส่วนสำคัญ³²

การบานของขนแปรงนั้นเกิดมาได้จากหลายสาเหตุ โดยแบ่งเป็นสาเหตุจากคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรง และสาเหตุจากผู้แปรง สำหรับสาเหตุจากคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรงนั้นโดยทั่วไปแล้ววัสดุที่ใช้ผลิตขนแปรงสีฟันเองนั้นจะมีคุณสมบัติทาง

กายภาพเฉพาะตัวอยู่แล้ว นอกจากนี้ขนแปรงแต่ละชนิดยังมีความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนรูปร่าง (Abrasion resistance) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงอัตราการสึกของขนแปรง (Abrasion rate)

ในการศึกษาที่ใช้แปรงสีฟันสำหรับเด็กเพียง 5 ยี่ห้อ 6 รุ่นเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด อีกทั้งการศึกษานี้ยังเป็นเพียงการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่จำลองการแปรงฟันเพียงบางส่วนเท่านั้น ยังขาดปัจจัยและสภาวะอื่น ๆ ที่มีในช่องปาก เช่น น้ำลาย และคราบจุลินทรีย์ จึงทำให้การศึกษานี้ไม่สามารถบอกถึงคุณสมบัติของการกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ จึงควรมีการศึกษาทางคลินิกในสภาวะการใช้งานจริงเพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติที่ครบถ้วนของแปรงสีฟัน

บทสรุป

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 6 รุ่น ด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine พบว่า

1. แปรงสีฟันทุกยี่ห้อที่ทดสอบมีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการแปรงด้วยเครื่องแปรงฟัน ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม CUdent (7mm) Berman® Colgate® และ Kodomo® แต่แปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8mm) มีการสึกของขนแปรงสีฟันมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ
2. ร้อยละของลักษณะของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ก่อนและหลังการทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกยี่ห้อที่นำมาทดสอบโดยแปรงสีฟันส่วนใหญ่มีร้อยละของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้มากขึ้นหลังจากผ่านการใช้งานแล้วยกเว้นยี่ห้อ Colgate®
3. แปรงสีฟันทั้งหมดที่ทดสอบไม่ทำให้ผิวเคลือบฟันน้ำนมสึกโดยพบว่าค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมจากการแปรงฟันไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

1. Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent* 2004;32(8):591-602.
2. Marsh PD, Head DA, Devine DA. Ecological approaches to oral biofilms: control without killing. *Caries Res* 2015;49 Suppl 1:46-54.
3. Marsh PD. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. *Adv Dent Res* 1994;8(2):263-71.
4. Haffajee AD, Smith C, Torresyap G, Thompson M, Guerrero D, Socransky SS. Efficacy of manual and powered toothbrushes (II). Effect on microbiological parameters. *J Clin Periodontol* 2001; 28(10):947-54.

5. Golding PS. The development of the toothbrush. A short history of tooth cleansing. Part 1. *Dent Health* 1982;21(4):25-7.
6. Smith C. Toothbrush technology--even the Pharaohs brushed their teeth. *J Dent Technol* 2000;17(4):26-7.
7. Baruah K, Kumar Thumpala V, Khetani P, Baruah Q, Tiwari R, Dixit H. A review on toothbrushes and tooth brushing methods. *Int J Pharm Sci Invent* 2017;6(5):29-388.
8. Kweon YJ-Hd, Dongjak-ku, Seoul 156-071, (KR), inventor; Cheil Jedant Corporation (Seoul, KR), Kweon, Young Jun (Seoul, KR), assignee. Tapered toothbrush bristle and toothbrush with said bristles, and methods for producing the same. United States 2000.
9. Rosema NA, Hennequin-Hoenderdos NL, Versteeg PA, van Palenstein Helderma WH, van der Velden U, van der Weijden GA. Plaque-removing efficacy of new and used manual toothbrushes--a professional brushing study. *Int J Dent Hyg* 2013;11(4):237-43.
10. Versteeg PA, Piscaer M, Rosema NA, Timmerman MF, Van der Velden U, Van der Weijden GA. Tapered toothbrush filaments in relation to gingival abrasion, removal of plaque and treatment of gingivitis. *International journal of dental hygiene*. 2008;6(3):174-82.
11. Tangade PS, Shah AF, Ravishankar TL, Tirth A, Pal S. Is plaque removal efficacy of toothbrush related to bristle flaring? A 3-month prospective parallel experimental study. *Ethiop J Health Sci* 2013; 23(3):255-64.
12. Wiegand A, Burkhard JP, Eggmann F, Attin T. Brushing force of manual and sonic toothbrushes affects dental hard tissue abrasion. *Clin Oral Investig* 2013;17(3):815-22.
13. González-Cabezas C, Hara AT, Hefferren J, Lippert F. Abrasivity testing of dentifrices - challenges and current state of the art. *Monographs in oral science*. 2013;23:100-7.
14. Wegehaupt FJ, Hoegger VGM, Attin T. Abrasion of eroded and sound enamel by a dentifrice containing diamond abrasive particles. *Swiss dental journal*. 2017;127(7-8):634-9.
15. Sforza NM, Rimondini L, Di Menna F, Camorali C. Plaque removal by worn toothbrush. *J Clin Periodontol* 2000;27:212-6.
16. Van Leeuwen MPC, Van der Weijden FA, Slot DE, Rosema MAM. Toothbrush wear in relation to toothbrushing effectiveness. *Int J Dent Hyg* 2019;17(1):77-84.
17. Schemehorn BR, Moore MH, Putt MS. Abrasion, polishing, and stain removal characteristics of various commercial dentifrices *in vitro*. *J Clin Dent* 2011;22(1):11-8.
18. Moeintaghavi A, Sargolzaie N, Rostampour M, Sarvari S, Kargozar S, Gharaei S. Comparison of Three types of Tooth Brushes on Plaque and Gingival Indices: A Randomized Clinical Trial. *Open Dent J* 2017;11:126-32.
19. Choi Y-j, Lee S, Jeon C-E, Choi J-O. A study on toothbrush wear index and wear rate in some kindergarten children. *Curr Pediatr Res* 2017;21(4):5.
20. Rawls HR, Mkwai-Tulloch NJ, Casella R, Cosgrove R. The measurement of toothbrush wear. *J Dent Res* 1989;68(12):1781-5.
21. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med* 2016;15(2):155-63.
22. Fleiss JL, Levin BA, Paik MC. *Statistical methods for rates and proportions*. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience; 2003.
23. Kaneyasu Y, Shigeishi H, Ohta K, Sugiyama M. Changes in the Bristle Stiffness of Polybutylene Terephthalate Manual Toothbrushes over 3 Months: A Randomized Controlled Trial. *Materials (Basel, Switzerland)* 2020;13(12).
24. Schemehorn BR, Zwart AC. The dentin abrasivity potential of a new electric toothbrush. *Am J Dent* 1996;9 Spec No:S19-20.
25. White DJ, Schneiderman E, Colon E, St John S. A profilometry-based dentifrice abrasion Method for V8 brushing machines. Part I: Introduction to RDA-PE. *J Clin Dent* 2015;26(1):1-6.
26. Creeth JE, Gallagher A, Sowinski J, Bowman J, Barrett K, Lowe S, *et al*. The effect of brushing time and dentifrice on dental plaque removal *in vivo*. *J Dent Hyg* 2009;83(3):111-6.
27. White DJ, Schneiderman E, Colon E, St John S. A profilometry-based dentifrice abrasion Method for V8 brushing machines. Part I: Introduction to RDA-PE. *J Clin Dent* 2015;26(1):1-6.
28. Wiegand A, Köwing L, Attin T. Impact of brushing force on abrasion of acid-softened and sound enamel. *Arch Oral Biol* 2007; 52(11):1043-7.
29. Hennequin-Hoenderdos N, Slot D, Van der Sluijs E, Adam R, Grender J, Van der Weijden G. The effects of different levels of brush end rounding on gingival abrasion: a double-blind randomized clinical trial. *Int J Dent Hyg* 2017;15(4):335-44.
30. Sasan D, Thomas B, Mahalinga BK, Aithal KS, Ramesh PR. Toothbrush selection: a dilemma? *Indian J Dent Res* 2006;17(4):167-70.
31. Unkel JH, Fenton SJ, Hobbs G, Jr., Frere CL. Toothbrushing ability is related to age in children. *ASDC J Dent Child* 1995;62(5):346-8.
32. Massassati A, Frank RM. Scanning electron microscopy of unused and used manual toothbrushes. *J Clin Periodontol* 1982;9(2):148-61.