การประเมินการสึกของแปรงสีฟันและผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมด้วยเครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ

นายตวงสิน พฤกษสุวรรณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EVALUATION OF TOOTHBRUSH WEAR AND THE EFFECT ON ENAMEL SURFACE OF PRIMARY TEETH USING V8 BRUSHING MACHINE *IN VITRO*

Mr. Twongsin Prucksasuwan

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Pediatric Dentistry
Department of Pediatric Dentistry
FACULTY OF DENTISTRY
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินการสึกของแปรงสีฟันและผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมด้วยเครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ
โดย	นายตวงสิน พฤกษสุวรรณ
สาขาวิชา	ทันตกรรมสำหรับเด็ก
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงปริม อวยชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ทันตแพทย์ ดร.ยศกฤต หล่อชัยวัฒนา

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.พรชัย จันศิษย์ยานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริรักษ์ นครชัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงปริม อวยชัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ทันตแพทย์ ดร.ยศกฤต หล่อชัยวัฒนา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.อรุณี ลายธีระพงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ศิริรักษ์ นครชัย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตวงสิน พฤกษสุวรรณ : การประเมินการสึกของแปรงสีฟันและผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมด้วยเครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ. (EVALUATION OF TOOTHBRUSH WEAR AND THE EFFECT ON ENAMEL SURFACE OF PRIMARY TEETH USING V8 BRUSHING MACHINE *IN VITRO*) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ทพญ.ปริม อวยชัย, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ทพ. ดร.ยศกฤต หล่อชัยวัฒนา

แปรงสีฟันสำหรับเด็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบันมีหลายยี่ห้อซึ่งมีคุณสมบัติและลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การศึกษานี้ต้องการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยเปรียบเทียบการสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงสีฟัน และการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนม เมื่อถูกแปรงโดยเครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ นำชิ้นฟันที่ตัดจากด้านแก้มของฟันกรามน้ำนมขนาด 2 x 2 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 42 ชิ้นมาฝังในอะคริลิกแล้วนำมาแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ตามยี่ห้อของแปรงสีฟัน 1) CUdent (7mm), 2) CUdent (8mm), 3) Berman®, 4) Colgate®, 5) Fluocaril® และ 6) Kodomo® ทดสอบโดยการแปรงฟันร่วมกับสารละลายยาสีฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine ทั้งหมด 100,000 รอบ จากนั้นนำหัวแปรงสีฟันมาหาค่าดัชนีการสึกของแปรงสีฟัน ตัดขนแปรงมาเพื่อพิจารณาลักษณะปลายขนแปรงสีฟันตามมาตรฐาน มอก. และนำผิวเคลือบฟันน้ำนมมาหาค่าเฉลี่ยความขรุขระและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนม ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันทุกยี่ห้อก่อนการทดสอบอยู่ในช่วง 0.035±0.003 ถึง 0.038±0.004 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันหลังการทดสอบอยู่ในช่วง 0.088±0.014 ถึง 0.245±0.028 โดยพบว่าแปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8mm) มีค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันสูงกว่ายี่ห้ออื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้ก่อนการทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 90.67 ถึง 94.67 หลังการทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 78.29 ถึง 96.00 และค่าเฉลี่ยความขรุขระและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมก่อนการทดสอบใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.054±2.006 ถึง 10.563±3.342 และ 0.021±0.008 ถึง 0.028±0.010 ตามลำดับ และหลังการทดสอบยังคงมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.638±1.694 ถึง 10.792±0.889 และ 0.032±0.012 ถึง 0.058±0.042 ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งก่อนและหลังทดสอบ จากการศึกษานี้สรุปว่าแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกัน โดยแปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8mm) มีการสึกของขนแปรงสีฟันหลังการทดสอบมากกว่ายี่ห้ออื่น ร้อยละของลักษณะของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ก่อนและหลังการทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกยี่ห้อที่นำมาทดสอบ และแปรงสีฟันทั้งหมดที่ทดสอบทำให้ผิวเคลือบฟันน้ำนมสึกได้ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	ทันตกรรมสำหรับเด็ก	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2563	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

6175817632 : MAJOR PEDIATRIC DENTISTRY

KEYWORD: Children Toothbrushes, Wear Index, V8 cross – brushing machine, Bristle, Enamel, Primary Teeth

Twongsin Prucksasuwan : EVALUATION OF TOOTHBRUSH WEAR AND THE EFFECT ON ENAMEL SURFACE OF PRIMARY TEETH USING V8 BRUSHING MACHINE *IN VITRO*. Advisor: Assoc. Prof. PRIM AUYCHAI, DDS., M.Sc. Co-advisor: YOSSAKIT LOCHAIWATANA, DDS., Ph.D.

A variety of commercial children's toothbrushes are available in the market with different physical properties. The aim of this study was to evaluate physical properties of commercial children's toothbrushes in terms of toothbrush wear, bristle-tip wear and effect of brushing on primary enamel surface using a V8 cross – brushing machine, *in vitro*. Primary enamel specimens (2x2 mm^2) were mounted in acrylic blocks (n = 42) and randomly assigned to 6 brand groups: CUdent (7mm), CUdent (8mm), Berman®, Colgate®, Fluocaril® and Kodomo®. The specimens were mounted and brushed in V8 cross – brushing machine for 100,000 strokes. Following brushing, the toothbrush-heads were measured to calculate the wear index and evaluated the bristle-tip based on the Thai Industrial Standards (TIS). The primary enamel specimens were measured for surface roughness and average mean depth using a profilometer. The finding of this study revealed that the wear index before brushing was 0.035±0.003 to 0.038±0.004 with no significant difference between groups. However, the wear index after brushing was 0.088±0.014 to 0.245±0.028 with significant difference between groups ($p < 0.001$) and post-hoc analysis revealed that Fluocaril® and CUdent (8mm) group were significantly higher than the others. The percentage of acceptable bristle-tip before and after brushing was 90.67 – 94.67 and 78.29 – 96.00, respectively. The surface roughness and average mean depth before brushing were 9.054±2.006 to 10.563±3.342 and 0.021±0.008 to 0.028±0.010, respectively, and after brushing was 9.638±1.694 to 10.792±0.889 and 0.032±0.012 to 0.058±0.042, respectively. There was no significant difference between groups for surface roughness and average mean depth at both before and after brushing. According to the findings, the commercial children's toothbrushes had similar physical properties. Fluocaril® and CUdent (8mm) group were the most worn after brushing compared to CUdent (7mm), Berman®, Colgate® and Kodomo®. All toothbrushes tested passed TIS for acceptable bristle-tip both before and after brushing. In addition, no significant abrasion of primary enamel surfaces was found after brushing with the tested toothbrushes.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Pediatric Dentistry Student's Signature .....

Academic Year: 2020 Advisor's Signature .....

Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ปริม อวยชัย ทันตแพทย์ ดร. ยศกฤต หล่อชัยวัฒนา อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. อรุณี ลายธีระพงศ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการอย่างดียิ่ง และให้คำแนะนำ แก้ไขในการทำงานวิจัย จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ช่วยแนะนำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์จากศูนย์นวัตกรรมทางทันตแพทย์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างทำวิจัยมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ทันตแพทย์หญิง ดุษฎี มานะทวีวัฒน์ เจ้าของดุษฎีคลินิกทันตกรรม ที่อนุเคราะห์ให้เก็บฟันน้ำนมที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นจำนวนมาก

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกท่าน และผู้มีพระคุณที่ไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมด ที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการทำวิจัยและการทำเอกสารต่าง ๆ จนการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ตวงสิน พฤกษสุวรรณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามของการวิจัย 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมติฐานการวิจัย 3

กรอบแนวความคิดในการวิจัย 4

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

ข้อจำกัดของการวิจัย 5

คำสำคัญ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ประวัติศาสตร์ของแปรงสีฟันและชนิดของขนแปรงสีฟัน 7

คุณสมบัติที่ดีของแปรงสีฟัน 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสึกของขนแปรง 11
วิธีวัดการสึกของขนแปรง 12
การดูลักษณะปลายขนแปรง 17
การสึกของผิวฟันจากการแปรงฟัน 19
การวัดการสึกของผิวฟัน 20
การทดสอบด้วยการแปรงฟัน 21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 23
รูปแบบการวิจัย 23
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 23
เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา 24
ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 25
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 26
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 27
การเก็บรวบรวมข้อมูล 30
การวิเคราะห์ข้อมูล 32
บทที่ 4 ผลการศึกษา 34
ตอนที่ 1 การวัดการสึกของขนแปรงสีฟัน 34
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะปลายขนแปรงสีฟัน 35
ตอนที่ 3 การวัดความขรุขระของผิวฟันที่ทดสอบด้วยเครื่องแปรงฟัน 38
ตอนที่ 4 การทดสอบความน่าเชื่อถือของการวัด 39
บทที่ 5 อภิปราย สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 40
อภิปรายผลการวิจัย 40
สรุปผลการวิจัย 44
ภาคผนวก 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแปรงสีฟัน (มอก. 42 – 2548) 47

ภาคผนวก ข ประกาศกรมอนามัย เรื่อง มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟัน พ.ศ. 2559..... 61

บรรณานุกรม..... 68

ประวัติผู้เขียน..... 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงมาตรฐานของแปรงสีฟันตามมาตรฐาน มอก. เทียบกับกรมอนามัย 10

ตารางที่ 2 แสดงชนิดของขนแปรงตามเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของขนแปรง..... 11

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลของแปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 – 6 ปี ที่นำมาใช้ในงานวิจัย 24

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบ ค่า p – value เปรียบเทียบก่อนและหลังทดสอบ และ p – value เปรียบเทียบแต่ละยี่ห้อ 35

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลของลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้ก่อนการทดสอบจำแนกตามยี่ห้อ 36

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้หลังการทดสอบจำแนกตามยี่ห้อ 36

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบและค่า p – value เปรียบเทียบก่อนและหลังทดสอบ 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย 4

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการวัดความยาวในแต่ละด้านของปลายขนแปรง 13

รูปที่ 3 แสดงการวัดการบานของขนแปรงตามวิธีของ Ren และคณะ 14

รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งในการวัดค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณอัตราการสึกของขนแปรงสีฟัน 15

รูปที่ 5 แสดงลักษณะการสึกของขนแปรงตามระดับอัตราการสึกของขนแปรงตามการจำแนกของ Rawls และคณะ 16

รูปที่ 6 แสดงลักษณะการสึกของขนแปรงตามระดับอัตราการสึกของขนแปรงตามการจำแนกของ Conforti และคณะ 17

รูปที่ 7 แสดงลักษณะปลายขนแปรงตามการจัดจำแนกของ Reiter และ Wetzel โดยกลุ่ม A1 – A3 เป็นกลุ่มปลายมน (Acceptable) และกลุ่ม N1 – N5 เป็นกลุ่มปลายไม่มน (Not – acceptable). 18

รูปที่ 8 แสดงลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ (ซ้าย) และบกพร่อง (ขวา) ตามมาตรฐาน มอก. 42 – 2548 19

รูปที่ 9 แสดงเครื่อง V8 cross – brushing machine 22

รูปที่ 10 แสดงหัวแปรงที่ถูกยึดเข้ากับตัวจับหัวแปรงที่สามารถใช้กับเครื่องแปรงฟัน 28

รูปที่ 11 แสดงการเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบการสึกของขนแปรง 29

รูปที่ 12 แสดงการเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบการสึกของผิวฟัน 30

รูปที่ 13 แสดงการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine 31

รูปที่ 14 แสดงขนแปรงหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันเรียงยี่ห้อจากซ้ายไปขวาคือ CUdent (7mm), Colgate®, Berman®, Kodomo®, CUdent (8mm) และ Fluocaril® 34

รูปที่ 15 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน 35

รูปที่ 16 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ 36

รูปที่ 17 แสดงปลายขนแปรงแบ่งตามยี่ห้อซึ่งมีปลายแหลมก่อนทดสอบ (ซ้าย) และแตกปลายหลังทดสอบ (ขวา) 37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 18 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิว 39
รูปที่ 19 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน 39

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนั้นเป็นที่ยอมรับกันว่า คราบจุลินทรีย์คือสาเหตุสำคัญของการเกิดฟันผุและเหงือกอักเสบ โดยเมื่อมีการสะสมของคราบจุลินทรีย์เป็นระยะเวลานาน (1-3) ทำให้สมดุลของระบบนิเวศน์ภายในคราบจุลินทรีย์ที่จากเดิมที่มีเพียงเชื้อแบคทีเรียประจำถิ่นที่ไม่ก่อโรค เมื่อคราบจุลินทรีย์มีอายุมากขึ้นโดยไม่ถูกรบกวนใดๆ สภาพแวดล้อมภายในคราบจุลินทรีย์จะเป็นกรดมากขึ้นและเปลี่ยนแปลงชนิดของเชื้อแบคทีเรียภายในคราบจุลินทรีย์ไปเป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ส่งผลให้เกิดภาวะไม่สมดุลของระบบนิเวศน์ภายในคราบจุลินทรีย์ (4) ดังนั้น การดูแลสุขภาพช่องปากโดยการกำจัดคราบจุลินทรีย์เป็นสิ่งสำคัญเพื่อกำจัดต้นเหตุของโรคฟันผุและโรคปริทันต์

การแปรงฟันนั้นเป็นวิธีหนึ่งของการดูแลรักษาสุขภาพช่องปากที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการกำจัดคราบจุลินทรีย์และเศษอาหารออกจากฟัน (5, 6) โดยสมาคมทันตแพทย์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Dental Association; ADA) ได้แนะนำการดูแลสุขภาพช่องปากโดยให้แปรงฟันวันละ 2 ครั้งเป็นเวลาครั้งละ 2 นาทีและใช้ไหมขัดฟันทำความสะอาดบริเวณซอกฟัน โดยวิธีการแปรงฟันที่เหมาะสมสำหรับผู้ใหญ่คือ วิธีโมดิฟายด์ แบส (Modified Bass) (7) และสำหรับเด็กคือ วิธีฮอริซอนทอล สครับ (Horizontal scrub) (8) นอกจากนี้ การเลือกแปรงสีฟันที่เหมาะสมเป็นส่วนสำคัญอีกอย่างหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดคราบจุลินทรีย์ มีผู้ผลิตแปรงสีฟันหลายรายได้ออกแบบแปรงสีฟันเพื่อให้สามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้มากที่สุดโดยเฉพาะจุดที่เข้าถึงได้ยาก (9, 10) เช่น ขอบเหงือก และ ซอกฟัน ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพและความสามารถเชิงกลในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ของแปรงสีฟันนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของขนแปรงและรูปร่างของหัวแปรงรวมไปถึงด้ามจับของแปรงสีฟัน (11) ปกติคนทั่วไปจะแปรงฟันโดยวางแปรงในแนวนอนและแปรงในลักษณะถูไป – มา (12) รวมไปถึงใช้เวลาในการแปรงน้อยกว่าที่แนะนำ ผู้ผลิตแปรงจึงได้พัฒนาและออกแบบแปรงสีฟันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ (13)

ขนแปรงเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญของแปรงสีฟันในการกำจัดคราบจุลินทรีย์เนื่องจากเป็นตัวสร้างแรงเสียดทานและทำให้คราบจุลินทรีย์หลุดออกจากผิวฟัน (14) โดยขนแปรงสีฟันที่ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะต้องสามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ออกจากตัวฟันได้ในขณะเดียวกันจะต้องไม่ทำอันตรายต่อเหงือกและผิวฟันด้วย (15) ซึ่งสมาคมทันตแพทย์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำให้ใช้แปรงขนนุ่มเพื่อลดโอกาสการเกิดแผลที่เหงือกจากการแปรงฟัน (16) โดยความนุ่มของขนแปรงจะแปรผันตรงกับความยาวของขนแปรง และแปรผกผันกับเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรง ยิ่งขนแปรงนุ่มก็จะกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ยากขึ้น ในขณะที่ขนแปรงที่แข็งจะสามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่าแต่พบว่ามีโอกาสที่จะทำให้เกิดบาดแผลที่เหงือกได้เช่นกัน (17) สำหรับปลายขนแปรงควรมีลักษณะกลมมนเพื่อลดการทำให้เกิดอันตรายต่อเหงือกขณะแปรง นอกจากนี้ควรเลือกใช้ขนแปรงที่ไม่แข็งเกินไปเนื่องจากสามารถทำให้เกิดผิวฟันสึกได้ (15) ซึ่งในปัจจุบันนั้นได้มีการผลิตแปรงสีฟันออกมาให้เลือกใช้อย่างหลากหลาย ทั้งในเรื่องของการออกแบบด้ามจับแปรง การเรียงตัวของขนแปรง รวมไปถึงวัสดุที่ใช้ผลิตขนแปรง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟันด้วย โดยในประเทศไทยนั้น กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดมาตรฐานของแปรงสีฟันไว้เพื่อควบคุมคุณภาพของแปรงสีฟันที่จะผลิตออกสู่ท้องตลาด

อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้แปรงสีฟันไประยะหนึ่งแล้วตัวขนแปรงสีฟันจะมีลักษณะบานออกทำให้ความสามารถในการกำจัดคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันลดลง หลายการศึกษาแนะนำให้เปลี่ยนแปรงสีฟันหลังจากใช้งานแล้วทุก 3 – 4 เดือน (18, 19) หรือเมื่อพบว่าขนแปรงบานออก (20) เพื่อให้สามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับเรื่องของความสะอาดของแปรงสีฟันด้วยเนื่องจากเมื่อขนแปรงสีฟันบานหรือมีการสึกจะทำให้มีการสะสมของจุลชีพบริเวณปลายขนแปรง (21)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับแปรงสีฟันที่ใช้ในเด็กนั้น บางครั้งพบว่ามีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าที่ควรจะเป็นเนื่องมาจากพฤติกรรมการเคี้ยวแปรงสีฟันขณะแปรง (22) ซึ่งทำให้ต้องเปลี่ยนแปรงสีฟันเร็วกว่าปกติ โดยการศึกษาก่อนหน้านี้มักจะเน้นไปที่การวัดการกำจัดคราบจุลินทรีย์ (22-25) และการสึกของขนแปรงสีฟันจากการใช้งานจริง (26-28) คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพในการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็ก จึงได้ผลิตแปรงสีฟันสำหรับเด็กขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับประชาชนในการเลือกซื้อแปรงสีฟัน

การศึกษานี้ต้องการเปรียบเทียบการสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงสีฟัน และผลต่อการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมเมื่อถูกแปรงด้วยแปรงสีฟันที่ผลิตโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เปรียบเทียบกับแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดในปัจจุบัน โดยใช้เครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ

คำถามของการวิจัย

1. แปรงสีฟันสำหรับเด็กที่พัฒนาโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีการสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงแตกต่างจากแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่นในท้องตลาดหรือไม่เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine
2. แปรงสีฟันสำหรับเด็กที่พัฒนาโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำให้เกิดการสึกบนผิวเคลือบฟันน้ำนมแตกต่างจากแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่นในท้องตลาดหรือไม่เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

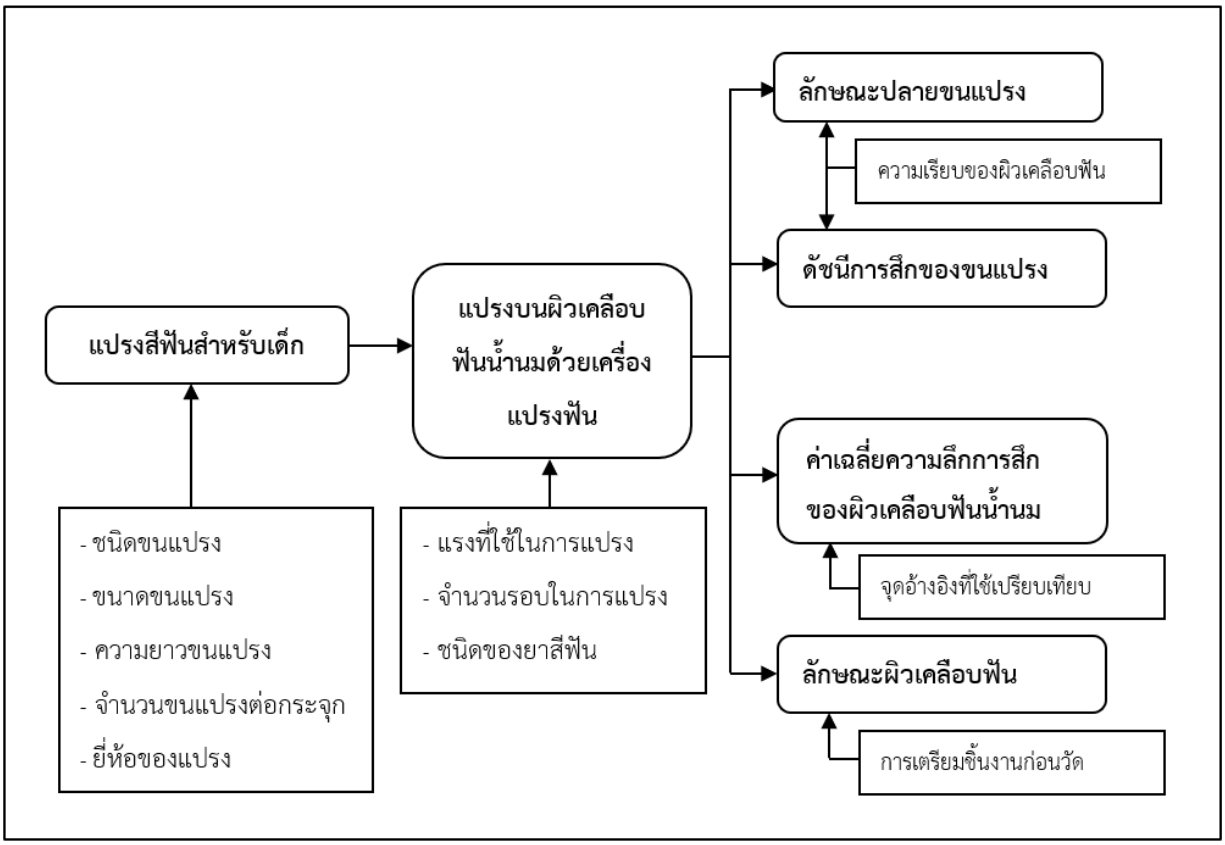
1. เพื่อเปรียบเทียบการสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่พัฒนาโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกับแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่นที่ขายในท้องตลาด เมื่อทดสอบการแปรงฟันในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine
2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบฟันน้ำนมเมื่อทดสอบการแปรงด้วยแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่พัฒนาโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่นที่ขายในท้องตลาดเมื่อทดสอบการแปรงฟันในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine

สมมติฐานการวิจัย

1. การสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่พัฒนาโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไม่แตกต่างจากแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่นที่ขายในท้องตลาด
2. แปรงสีฟันสำหรับเด็กที่พัฒนาโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทำให้ผิวเคลือบฟันน้ำนมสึกได้ไม่ต่างจากแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่นที่ขายในท้องตลาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 แสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การสึกของขนแปรง (Toothbrush wear, toothbrush deterioration) หมายถึง การที่ขนแปรงมีลักษณะโค้งงอและมีลักษณะบานออกจากแนวขนแปรงเดิม มีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ สามารถสังเกตได้ถึงพื้นที่หน้าตัดแปรงมีขนาดพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ลดลง
2. การสึกของปลายขนแปรง (Bristle-end wear, bristle-end deterioration) หมายถึง การที่ปลายขนแปรงมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปหลังจากใช้งาน หรือ เสียดสีไปกับพื้นผิว โดยสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereomicroscope)

3. ดัชนีการสึกของขนแปรง (Wear index) หมายถึง การวัดการเปลี่ยนแปลงของขนแปรงในช่วงก่อนใช้งานเปรียบเทียบกับอีกช่วงเวลาหนึ่งเมื่อใช้งานไปแล้ว ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บ่งบอกถึงการสึกของขนแปรงค่าหนึ่ง แนะนำโดย Rawls และคณะในปี ค.ศ. 1989 (29)
4. แปรงสีฟันสำหรับเด็ก (Children toothbrushes) หมายถึง แปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 – 6 ปี
5. การสึกของผิวเคลือบฟัน (Enamel wear, enamel abrasion) หมายถึง การที่ผิวเคลือบฟันมีลักษณะพื้นผิวเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากถูกแปรงด้วยแปรงสีฟัน โดยสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) หรือ เครื่องวัดความหยาบพื้นผิว (Profilometer)
6. ชิ้นทดสอบ (Tester) หมายถึง ชิ้นอะคริลิกที่มีผิวเคลือบฟันยึดอยู่ภายใน ใช้ประกอบเข้ากับเครื่องแปรงฟันสำหรับทดสอบร่วมกับแปรงสีฟัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รายงานผลการเปรียบเทียบดัชนีการสึกของแปรงสีฟันสำหรับเด็ก เพื่อให้ผู้บริโภคใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อแปรงที่มีความทนทานในการใช้งาน
2. ทราบถึงผลการเปรียบเทียบลักษณะการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบฟันในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อแปรงที่มีความปลอดภัย
3. เพื่อนำผลที่ได้ไปวางแผนการศึกษาทางคลินิกเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสึกของขนแปรงต่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาดฟันต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาทางห้องปฏิบัติการที่ได้จำลองและควบคุมปัจจัยต่างๆ เพื่อเลียนแบบการแปรงฟัน ยังต้องการการศึกษาทางคลินิกเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบกันในการพัฒนาแปรงสีฟันต่อไป

2. การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่เลือกแปรงสีฟันสำหรับเด็กมาใช้ทดสอบเพียงบางชนิดเท่านั้น ไม่ได้ศึกษาในแปรงสีฟันสำหรับเด็กทุกชนิด จึงมีข้อจำกัดในการอนุมานผลไปสู่กลุ่มประชากรทั้งหมดได้

คำสำคัญ

Children toothbrush, V-8 cross – brushing machine, Wear, Bristle, Enamel, Primary teeth

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประวัติศาสตร์ของแปรงสีฟันและชนิดของขนแปรงสีฟัน

การดูแลสุขภาพช่องปากเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ไม่ว่าจะยุคใดสมัยใด สำหรับประวัติศาสตร์ของอุปกรณ์ทำความสะอาดฟันนั้นไม่ทราบจุดเริ่มต้นที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามผู้คนในสมัยโบราณมักใช้เคี้ยวกิ่งไม้ที่มีความหอมซึ่งนอกจากจะทำให้มีลมหายใจที่สดชื่นขึ้นแล้วนั้น ส่วนของปลายกิ่งที่ถูกเคี้ยวจนแตกออกเป็นใยยังสามารถทำมาถูที่ฟันและเหงือกเพื่อทำความสะอาดได้ นอกจากนี้ทางอาหรับก่อนสมัยของอิสลามนั้น ได้มีการใช้ “ไม้สิวัค” (Siwak) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนของรากต้นอารักษ์ (Arak tree) มีส่วนของเส้นใยยื่นยาวออกมาคล้ายกับลักษณะของขนแปรงมาทำความสะอาดฟัน หลังจากนั้นในช่วงปี ค.ศ. 700 โมฮัมหมัดได้ทำการสร้างกฎในการดูแลสุขภาพช่องปากขึ้นมาและได้กลายมาเป็นบัญญัติทางศาสนาในเวลาต่อมา ซึ่งในปัจจุบันก็ยังคงมีการใช้ไม้สิวัคอยู่ โดยพบว่าการเคี้ยวไม้เหล่านี้นอกจากจะทำความสะอาดฟันทางกายภาพแล้วนั้น ส่วนของน้ำมันจากไม้ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพและช่วยป้องกันหรือกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้อีกด้วย (30)

สำหรับแปรงสีฟันที่มีด้ามจับและมีขนแปรงคล้ายในปัจจุบันนั้นได้ถูกสร้างขึ้นมาในช่วงของราชวงค์ถัง (ค.ศ. 618-907) โดยใช้ขนหมู (Hog bristles) มาทำเป็นขนแปรงสีฟัน ต่อมาในปี ค.ศ. 1780 ในประเทศอังกฤษ William Addis ได้ผลิตแปรงสีฟันที่มีลักษณะคล้ายแปรงสีฟันในปัจจุบันเป็นครั้งแรกโดยใช้กระดูกเป็นด้ามจับและเจาะรูสำหรับใส่ขนแปรงซึ่งทำมาจากเส้นใยธรรมชาติใส่ลงไป (31, 32) แต่ในช่วงปี ค.ศ. 1900 ได้มีการเปลี่ยนมาใช้เซลลูลอยด์เป็นด้ามจับแทนการใช้กระดูก

อย่างไรก็ตาม ขนแปรงสีฟันที่ใช้เส้นใยจากธรรมชาตินั้นมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้มาก ซึ่งส่งผลต่อความแข็งของขนแปรงเมื่อสัมผัสกับน้ำ ทำให้ขนแปรงมีความอ่อนนุ่มขึ้นและกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ไม่ดี ทำให้ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการนำขนแปรงไนลอนมาใช้แทนขนแปรงจากธรรมชาติ โดยไนลอนเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่ถูกผลิตขึ้นมาเลียนแบบเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งไนลอนมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีกว่า เช่น ดูดซึมน้ำน้อยกว่า มีความแข็งที่มากกว่าทั้งๆ ที่มีขนาดเท่ากันเมื่อเทียบกับขนแปรงที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติ (15) นอกจากนี้ ขนแปรงไนลอนยังสามารถมนปลายขนแปรงเพื่อให้ไม่ทำอันตรายต่อเหงือกได้อีกด้วย นอกจากนี้ ขนแปรงไนลอนยังมีคุณสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ที่เหมาะสมในการเป็นแปรงสีฟันเพื่อกำจัดคราบจุลินทรีย์ เช่น มีการต้านการเปลี่ยนรูปร่างที่ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มีความสามารถในการคืนรูปหลังถูกงอได้ดี มีความสามารถในการต้านการหักหลังจากถูกงอซ้ำไปซ้ำมาได้ดี มีความสามารถทนความร้อนได้ดี ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้ขนแปรงไนลอนเป็นที่นิยมในการนำมาผลิตขนแปรงสีฟันอย่างมาก

แม้ขนแปรงไนลอนจะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีมากในการนำมาผลิตแปรงสีฟันก็ตาม แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขนแปรงเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพให้ดีกว่าขนแปรงไนลอน จึงได้มีการผลิตขนแปรงที่ทำจากโพลีบิวทิลีนเทเรฟทาเลต หรือขนแปรงพีบีที (Polybutylene Terephthalate; PBT) (33) ขึ้นมา ซึ่งขนแปรงพีบีทีนั้นมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีกว่าขนแปรงไนลอน กล่าวคือ มีความทนทานมากกว่า ดูดซึมน้ำน้อยกว่าเมื่อใช้ในสภาวะเปียก และมีต้นทุนการผลิตที่ถูกกว่าขนแปรงไนลอน อย่างไรก็ดี ขนแปรงพีบีทีในช่วงแรกนั้นมีความแข็งที่มากเกินไป ส่งผลให้มีโอกาสทำให้เกิดแผลที่เหงือกเมื่อแปรงได้ จึงนิยมนำมาผลิตเป็นแปรงสีฟันชนิดใช้แล้วทิ้ง หรือใช้ร่วมกับขนแปรงไนลอนเพื่อลดต้นทุนการผลิต ด้วยคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เกิดการพัฒนาขนแปรงพีบีทีเพื่อลดข้อด้อยของขนแปรงชนิดนี้ โดยการทำให้ขนแปรงมีลักษณะเรียวขึ้นจนได้ขนแปรงที่มีลักษณะเรียวเล็กคล้ายเข็ม (Needle – shape) ที่มักจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่น้อยกว่า 0.08 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรงลดลงแล้ว ขนแปรงพีบีทีจึงมีความอ่อนนุ่มมากขึ้นส่งผลให้ลดโอกาสเกิดอันตรายต่อเหงือก ทั้งยังสามารถคงข้อได้เปรียบเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรงชนิดนี้ไว้ได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม ข้อด้อยของขนแปรงพีบีทีชนิดปลายเรียวคือมักจะเกิดการบานได้ง่ายกว่าปกติเนื่องจากความแข็งของขนแปรงที่ลดลง แต่ด้วยข้อดีทางด้านต้นทุนการผลิตและคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ นั้นยังคงเพียงพอให้ขนแปรงพีบีทีถูกนำมาใช้ผลิตแปรงสีฟันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในแปรงสีฟันผู้ใหญ่เนื่องด้วยคุณสมบัติการชอนไชเข้าสู่ร่องเหงือกและสามารถชอนไชเข้าสู่บริเวณซอกฟันได้ดี (33)

คุณสมบัติที่ดีของแปรงสีฟัน

แปรงสีฟันนั้นถูกผลิตขึ้นมาอย่างหลากหลายทั้งรูปร่าง ขนาด ความแข็งของขนแปรง และรูปแบบ โดยแปรงสีฟันนั้นจะประกอบด้วยหัวแปรงซึ่งมีขนแปรงอยู่และส่วนของด้ามแปรง ขนแปรงที่ถูกมัดรวมกันจะเรียกว่ากระจุกขนแปรง ในส่วนของด้ามแปรงนั้นได้มีการออกแบบให้มีการจับที่ถนัดมือที่สุด เพื่อให้สามารถจับพลิกแปรงสีฟันเพื่อให้เข้าไปในส่วนต่าง ๆ ของช่องปากได้โดยเฉพาะในเด็กซึ่งความสามารถในการควบคุมมือยังพัฒนาไม่เต็มที่ (9, 10)

ในส่วนของขนแปรงนั้นได้มีการแบ่งประเภทออกตามความแข็งของขนแปรงซึ่งประกอบไปด้วย แข็ง ปานกลาง นุ่ม และนุ่มพิเศษ โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งของขนแปรงคือ ส่วนประกอบของขนแปรง เส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรง ความยาวของขนแปรง และจำนวนขนแปรงต่อกระจุก โดยจากการศึกษาของ Niemi และคณะในปี ค.ศ. 1984 พบว่าขนแปรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สามารถกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ดีกว่าขนแปรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก อย่างไรก็ดีขนแปรงที่แข็งนั้นมีโอกาสก่อให้เกิดแผลที่เหงือกจากการแปรงฟันได้เช่นกัน (17) นอกจากนี้ ส่วนของปลายขนแปรงนั้นมีความสำคัญเช่นกัน โดย Bass ในปี ค.ศ. 1948 พบว่าปลายขนแปรงที่ไม่มีความกลมมนนั้นสามารถทำให้เกิดแผลที่เหงือกได้ (34) ปลายขนแปรงจึงควรมีลักษณะกลมมนเพื่อลดการเกิดปัญหานี้

เนื่องจากแปรงสีฟันได้ถูกพัฒนาและผลิตออกมาในหลายรูปแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแปรงฟัน ทั้งในส่วนของขนแปรงและด้ามแปรงต่างมีการออกแบบที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละรุ่นของแปรงสีฟัน เพื่อให้เกิดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แปรงสีฟัน กระทรวงอุตสาหกรรมจึงได้กำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม หรือ มอก. ของแปรงสีฟันขึ้นมา โดยได้มีการกำหนดประเภท ชนิด ขนาด วัสดุที่ใช้ผลิต และคุณลักษณะที่ต้องการไว้ตาม มอก. 42-2548 ซึ่งต้องผ่านการทดสอบ ได้แก่ คุณสมบัติของพลาสติก ลักษณะของขนแปรงและความมนของปลายขนแปรง ความทนของด้ามแปรงต่อแรงกด ความทนต่อความร้อน ความทนต่อการกัดกร่อนของลวดยึดกระจุกขนแปรง และการทดสอบการติดแน่นของกระจุกขนแปรง ซึ่งผู้ผลิตแปรงสีฟันที่ต้องการการรับรองมาตรฐาน มอก. จะต้องส่งตัวอย่างแปรงสีฟันเพื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่ได้ถูกกำหนดไว้ นอกจากนี้ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศกรมอนามัยว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟัน พ.ศ. 2559 เพื่อกำหนดมาตรฐานแปรงสีฟันเช่นกัน โดยมีคุณลักษณะที่ต้องการเช่นเดียวกันกับ มอก. 42-2548 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงมาตรฐานของแปรงสีฟันตามมาตรฐาน มอก. เทียบกับกรมอนามัย

คุณสมบัติของแปรงสีฟัน	**มาตรฐานแปรงสีฟัน**	
	มอก.	**กรมอนามัย**
ความยาวของแปรง (มิลลิเมตร) ไม่น้อยกว่า	110	110
ความกว้างของหัวแปรง (มิลลิเมตร) ไม่เกิน	11	11
ความหนาของหัวแปรง (มิลลิเมตร) ไม่เกิน	6	6
ความยาวของหัวแปรง (มิลลิเมตร) ไม่เกิน	ไม่กำหนด	23
ความหนาของด้ามแปรง (มิลลิเมตร) ไม่น้อยกว่า	5	ไม่กำหนด
จำนวนรูขนแปรง (รู)	15-30	ไม่กำหนด
วัสดุที่ใช้ทำขนแปรง	เส้นใยไนลอน 66, ไนลอน 610, ไนลอน 612 หรือเทียบเท่า	ไนลอน (Nylon) หรือ พีบีที (PBT; Polybutylene Terephthalate) หรือเทียบเท่า
ความมนของปลายขนแปรง	เป็นเส้นกลม ผิวเรียบ และมีปลายมน บกพร่องได้ไม่เกินร้อยละ 25	ปลายมน ผิวเรียบ ไม่มีขอบคม ขรุขระ หรือ ปลายเรียวแหลมต้องเป็นชนิดนุ่มเท่านั้น
ความแข็งของขนแปรง	4 ระดับ คือ แข็ง, ปานกลาง, นุ่ม และ นุ่มพิเศษ (ทดสอบตาม ISO 8627)	2 ระดับ คือ ปานกลาง และ นุ่ม (ทดสอบตาม ISO 8627)
ชนิดของขนแปรงตามเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของขนแปรง	ไม่กำหนด	กำหนดไว้ (ตารางที่ 2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 แสดงชนิดของขนแปรงตามเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของขนแปรง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนแปรง (มิลลิเมตร)	ขนแปรงชนิดนุ่ม (Soft)	ขนแปรงชนิดปานกลาง (Medium)
	ความยาวขนแปรง (มิลลิเมตร)	ความยาวขนแปรง (มิลลิเมตร)
< 0.150	7 – 13	-
0.150 – 0.174	8 – 13	6 – 7
0.175 – 0.204	9 – 13	6 – 8
0.205 – 0.224	10 – 13	7 – 9
0.205 – 0.254	11 – 13	7 – 10
0.255 – 0.274	12 – 13	8 – 11

ที่มา: มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันกรมอนามัย พ.ศ. 2541

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสึกของขนแปรง

ขนแปรงสีฟันที่ดีนั้นควรมีความสามารถในการกำจัดคราบจุลินทรีย์บนผิวฟันได้ดี สำหรับแปรงสีฟันใหม่ที่ยังไม่ได้ถูกใช้งานนั้น จะมีขนแปรงอยู่ในลักษณะตรง มีความแข็งและลักษณะของกระจุกขนแปรงที่เหมาะสมในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ แต่เมื่อแปรงสีฟันถูกใช้งานไปสักระยะหนึ่งขนแปรงมักจะมีลักษณะโค้งออกด้านข้างจากแนวเดิมของกระจุกขนแปรง หรือมีลักษณะบานออก และเมื่อยิ่งใช้งานไปเรื่อย ๆ ก็จะยิ่งบานออกมากขึ้นและสังเกตได้ชัดเจนมากขึ้น โดยมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดแปรง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นตัวบ่งบอกที่สำคัญว่าแปรงสีฟันสูญเสียประสิทธิภาพและควรเปลี่ยนแปรงสีฟัน (22)

การบานของขนแปรงนั้นเกิดมาได้จากหลายสาเหตุ โดยแบ่งเป็นสาเหตุจากคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรง และสาเหตุจากผู้แปรง สำหรับสาเหตุจากคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรงนั้น โดยทั่วไปแล้ววัสดุที่ใช้ผลิตขนแปรงสีฟันเองนั้นจะมีคุณสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัวอยู่แล้ว นอกจากนี้ขนแปรงแต่ละชนิดยังมีความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนรูปร่าง (Abrasion resistance) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงอัตราการสึกของขนแปรง (Abrasion rate) โดยคุณสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรง (Diameter) โดยยิ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากจะยิ่งทำให้มีอัตราการสึกที่มากขึ้นตามไปด้วย
- ความแข็งของขนแปรง (Bristle stiffness) ซึ่งขึ้นอยู่กับความยาวของขนแปรงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรง โดยยิ่งมีความแข็งมากจะยิ่งมีอัตราการสึกของขนแปรงที่มากตามไปด้วย
- แรงที่ใช้ในการแปรง (Brushing force) โดยยิ่งใช้แรงในการกดแปรงสีฟันมากจะยิ่งมีอัตราการสึกของขนแปรงมากตามไปด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีเหตุปัจจัยอื่นที่ส่งผลให้เกิดการบานที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ แรงและรูปแบบวิธีการแปรงฟัน รูปร่างของฟันและขากรรไกร (22, 35) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นเหตุปัจจัยที่แตกต่างออกไปเฉพาะบุคคล สำหรับเหตุปัจจัยอื่นๆ เช่น การเคี้ยวแปรงสีฟันขณะแปรงนั้นส่งผลต่อการบานของขนแปรงสีฟันเช่นกันโดยเฉพาะในเด็กซึ่งอาจมีพฤติกรรมเคี้ยวแปรงสีฟันเล่นขณะแปรงได้มากกว่าผู้ใหญ่ อาจส่งผลให้มีการบานของขนแปรงมากกว่าผู้ใหญ่ได้

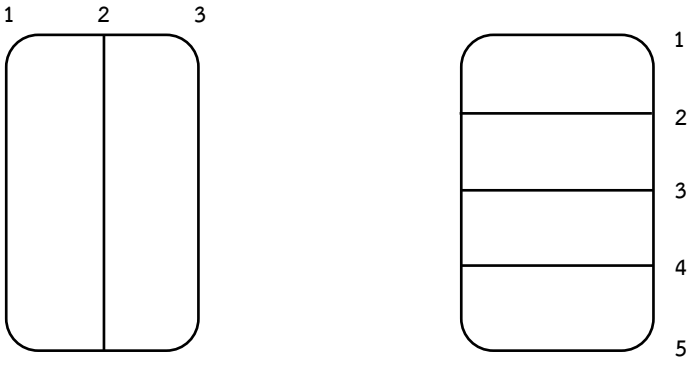
วิธีวัดการสึกของขนแปรง

การสึกของขนแปรง หรือ การบานของขนแปรงนั้น สิ่งที่สังเกตเห็นได้คือการที่ขนแปรงมีลักษณะโค้งออกจากแนวกระจุกขนแปรงเดิม ปลายขนแปรงมีลักษณะบางลง โดยขนแปรงในลักษณะนี้จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง เกิดการล้ามากขึ้นและเกิดความเครียดอย่างถาวรในขนแปรง ซึ่งสามารถวัดปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ได้หลายวิธี ได้แก่

การวัดพื้นที่ขนแปรงที่เพิ่มขึ้น

เป็นวิธีที่ถูกใช้ในการศึกษาของ Glaze และ Wade ในปี ค.ศ. 1986 (20) ซึ่งใช้การวัดพื้นที่ขนแปรงจากมุมมองด้านบน โดยจะทำการวัดความยาวใน 3 ตำแหน่ง และวัดความกว้างใน 5 ตำแหน่งดังรูปที่ 2 และใช้ค่าที่มากที่สุดในแต่ละด้านมาคำนวณพื้นที่ของขนแปรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



a) ด้านยาว b) ด้านกว้าง

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการวัดความยาวในแต่ละด้านของปลายขนแปรง

การให้ระดับการสึกตามความคิดเห็นส่วนตัวของแต่ละคน

เป็นการประเมินลักษณะการบานของขนแปรงด้วยสายตาของผู้ประเมินและจำแนกระดับการบานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยวิธีนี้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาของ Kreifeldt และคณะในปี ค.ศ. 1980 (36) ได้จำแนกระดับการบานของขนแปรงไว้ 5 ประเภท นอกจากนี้ยังมีในการศึกษาของ Rawls และคณะในปี ค.ศ. 1989 (29) ได้จำแนกระดับการบานของขนแปรงไว้ 4 ประเภท และในการศึกษาของ Conforti และคณะในปี ค.ศ. 2003 (37) ได้จำแนกระดับการบานของขนแปรงไว้ 5 ประเภท

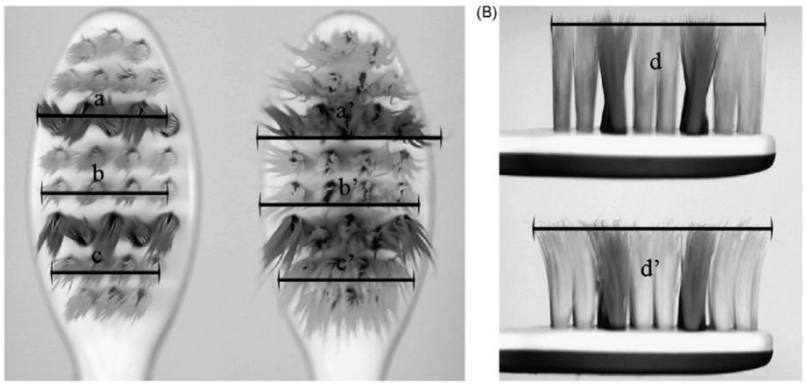
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้เครื่องมือวัดระดับร้อยละการบานของขนแปรงแบบ 3 แถว

จากการศึกษาของ Ren และคณะในปี ค.ศ. 2007 (12) ได้ใช้การถ่ายรูปเพื่อทำการวัดความยาวของแถวขนแปรงจากมุมบนโดยจะแบ่งขนแปรงเพื่อวัดออกเป็น 3 ส่วน และถ่ายรูปเพื่อทำการวัดความยาวของปลายขนแปรงจากด้านข้างซึ่งใช้มาเปรียบเทียบก่อนและหลังใช้งานแปรงสีฟันไปแล้ว โดยจะคำนวณออกมาเป็นค่า Bristle splaying index (BSI) ซึ่งแสดงถึงร้อยละของขนแปรงที่บานออกได้จากสูตร

$$BSI(\%) = \frac{\frac{a'-a}{a} + \frac{b'-b}{b} + \frac{c'-c}{c} + \frac{d'-d}{d}}{4} \times 100$$

โดยค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณเป็นไปตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการวัดการบานของขนแปรงตามวิธีของ Ren และคณะ

การใช้ดัชนีการสึกและอัตราการสึก

Rawls และคณะในปี ค.ศ. 1989 ได้กล่าวถึงวิธีการวัดการของขนแปรงที่มีประสิทธิภาพโดยการใช้ดัชนีการสึก (Wear index) ซึ่งเป็นการวัดเชิงปริมาณ และการใช้อัตราการสึก (Wear rate) (29) ซึ่งเป็นการแบ่งลักษณะการสึกของขนแปรงออกเป็นระดับและเป็นตัวบ่งบอกภาพรวมของการสึกของขนแปรงสีฟัน

ดัชนีการสึก (Wear index; WI) เป็นการวัดพื้นที่บริเวณปลายขนแปรงและบริเวณจุดยึดขนแปรง แล้วนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างก่อนและหลังใช้งานแปรงสีฟันนั้น โดยถือว่าเป็นการวัดการบานของขนแปรงเนื่องจากเมื่อมีการใช้งานแปรงสีฟันไปแล้วนั้น ขนาดพื้นที่ของขนแปรงจะมีมากขึ้น สามารถหาได้จากการวัดความยาว 5 จุดดังรูปที่ 4 และนำมาคำนวณดังต่อไปนี้

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

โดย

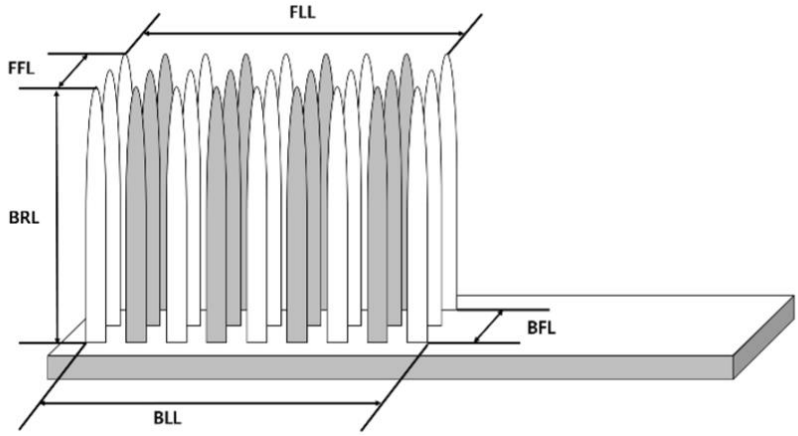
FLL คือ ความยาวทางด้านปลายขนแปรงเมื่อมองจากด้านข้าง

BLL คือ ความยาวทางด้านที่ขนแปรงยึดกับหัวแปรงเมื่อมองจากด้านข้าง

FFL คือ ความยาวทางด้านปลายขนแปรงเมื่อมองจากด้านหน้า

BFL คือ ความยาวทางด้านที่ขนแปรงยึดกับหัวแปรงเมื่อมองจากด้านข้าง

BRL คือ ความยาวสูงสุดของขนแปรง



รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งในการวัดค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณอัตราการสึกของขนแปรงสีฟัน

อัตราการสึก (Wear rate; WR) เป็นการให้ระดับตามความคิดเห็นส่วนตัว ซึ่งจากการศึกษาของ Rawls และคณะในปี ค.ศ. 1989 ได้จำแนกอัตราการสึกออกเป็น 4 ระดับไล่ไปจาก 0 – 3 โดยแต่ละระดับจะมีภาพตัวอย่างที่บ่งบอกลักษณะการสึกของขนแปรงเพื่อให้เข้าใจตรงกันระหว่างผู้วัดดังรูปที่ 5 สามารถแบ่งได้ดังนี้

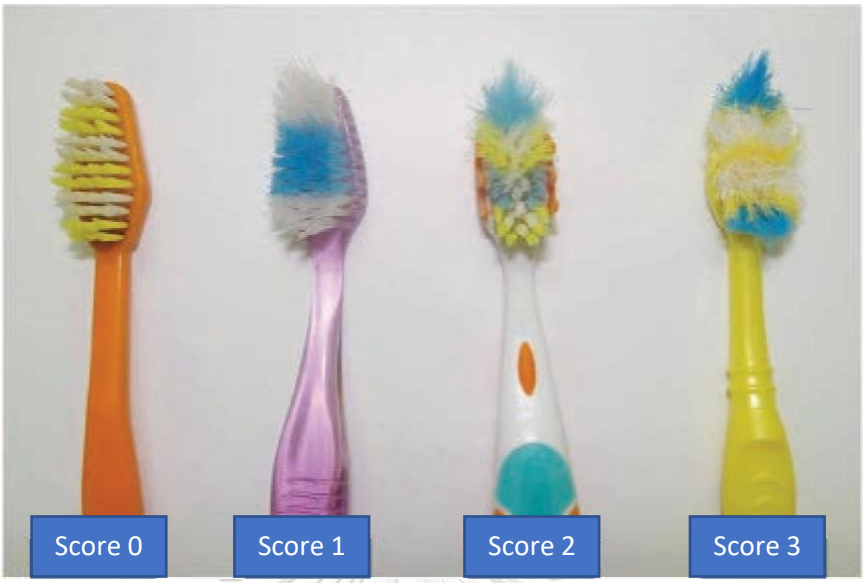
0 คือ แปรงสีฟันที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน หรือไม่พบการบานของขนแปรงสีฟัน

1 คือ พบการบานของขนแปรงสีฟันเพียงเล็กน้อย โดยพบการบานเพียงบางกระจุกเท่านั้น

2 คือ พบการบานของขนแปรงสีฟันทั้งหมดและมีการซ้อนทับกันของปลายขนแปรงจำนวนมาก

3 คือ พบการบานของขนแปรงสีฟันทั้งหมด มีการซ้อนทับกันของปลายขนแปรงเกือบทั้งหมด พบการพันกันและการบิดงอของขนแปรงร่วมด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5 แสดงลักษณะการสึกของขนแปรงตามระดับอัตราการสึกของขนแปรงตามการจำแนกของ Rawls และคณะ

นอกจากนี้ การวัดอัตราการสึกของขนแปรงสีฟันยังพบในการศึกษาของ Conforti และคณะ ในปี ค.ศ. 2003 (37) เช่นกัน โดยได้จำแนกอัตราการสึกออกเป็น 5 ระดับด้วยกันไล่ไปตั้งแต่ 0 – 4 ดังรูปที่ 6 โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

0 คือ ไม่สามารถสังเกตุเห็นการสึกได้ กระจุกขนแปรงเรียงตัวในแนวปกติทั้งด้านในและด้านนอก

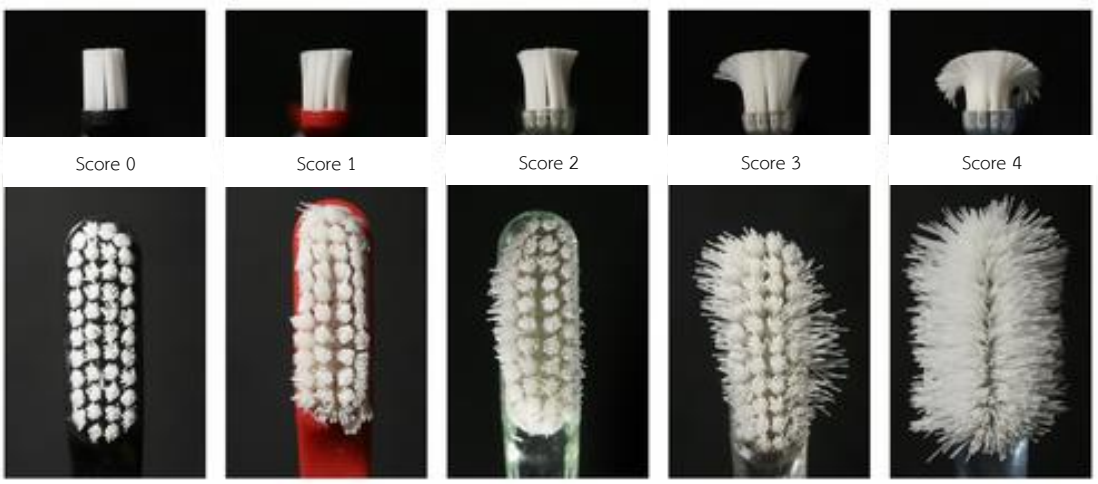
1 คือ กระจุกขนแปรงด้านนอกเริ่มบานแต่กระจุกขนแปรงด้านในยังคงเรียงตัวปกติ

2 คือ กระจุกขนแปรงด้านนอกบานออกมากกว่าส่วนฐานแปรง กระจุกขนแปรงด้านในเริ่มบาน

3 คือ กระจุกขนแปรงทั้งด้านนอกและด้านในบานแต่ยังสามารถสังเกตแนวกระจุกขนแปรงได้

4 คือ กระจุกขนแปรงทั้งด้านนอกและด้านในบานออกโดยไม่เห็นว่าอยู่ในแนวเดิมอีกเลย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

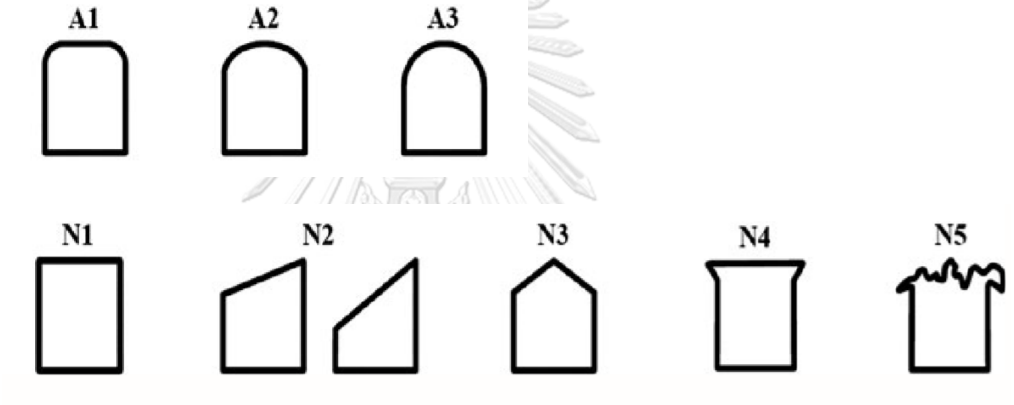


รูปที่ 6 แสดงลักษณะการสึกของขนแปรงตามระดับอัตราการสึกของขนแปรงตามการจำแนกของ Conforti และคณะ

การดูลักษณะปลายขนแปรง

ปลายขนแปรงนั้นเป็นส่วนที่สัมผัสกับผิวฟันเพื่อกำจัดคราบจุลินทรีย์และมีโอกาสสัมผัสโดนเหงือกในขณะแปรงได้เช่นกัน ADA จึงได้แนะนำให้ใช้ขนแปรงสีฟันที่มีปลายมนเพื่อลดโอกาสในการเกิดแผลที่เหงือกจากการแปรงฟัน โดยลักษณะของปลายขนแปรงนั้นไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการช่วยในการสังเกต ในปี ค.ศ. 1988 Silverstone และ Featherstone (38) ได้ทำการศึกษาและประเมินลักษณะของปลายขนแปรงโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope; SEM) และทำการจัดแบ่งลักษณะของปลายขนแปรงออกเป็น 2 รูปแบบคือ กลุ่มที่ปลายขนแปรงส่วนใหญ่มีลักษณะมน (Acceptable) โดยมีการจำแนกกลุ่มนี้ออกเป็นอีก 3 ลักษณะได้แก่ A1 – A3 และกลุ่มที่ปลายขนแปรงไม่มีลักษณะมน (Not – acceptable) โดยมีการจำแนกกลุ่มนี้ออกเป็นอีก 3 ลักษณะเช่นกันได้แก่ N1 – N3 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าแปรงสีฟันที่นำมาทดสอบนั้นมีปลายขนแปรงที่มีลักษณะมนอยู่ระหว่างร้อยละ 22 ถึง 88

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เห็นถึงลักษณะปลายขนแปรงที่ไม่มีลักษณะมนได้ชัดเจนขึ้น Reiter และ Wetzel (39, 40) ได้ทำการจำแนกปลายขนแปรงในกลุ่มนี้เพิ่มเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลายคม (Sharp edges), กลุ่มปลายคมและมีลักษณะเหลี่ยม (Sharp – edged rectangular), กลุ่มปลายแหลมตัดเฉียง (Sharp – edged oblique), กลุ่มปลายรูปสามเหลี่ยม (Triangular – shaped) และกลุ่มแตกปลาย (Laterally protruding bits of plastic material and bristle tips jutted out laterally) ออกเป็นกลุ่ม N1 – N5 ส่วนการจำแนกปลายขนแปรงที่มีลักษณะมนนั้นจะใช้การจัดจำแนกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ A1 – A3 ตาม Silverstone และ Featherstone ในปี ค.ศ. 1988 ตามเดิม ดังรูปที่ 7

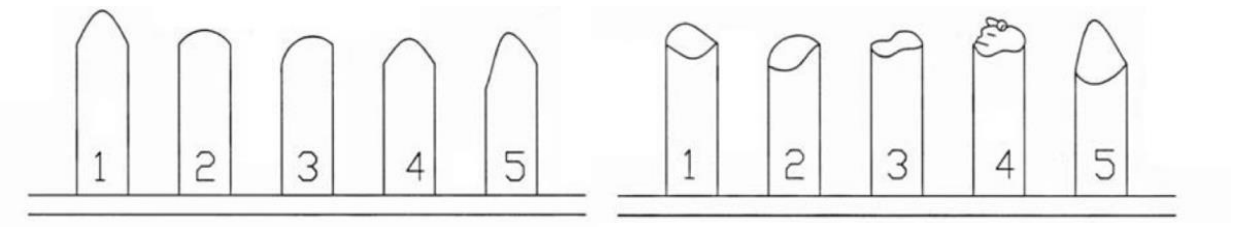


รูปที่ 7 แสดงลักษณะปลายขนแปรงตามการจัดจำแนกของ Reiter และ Wetzel โดยกลุ่ม A1 – A3 เป็นกลุ่มปลายมน (Acceptable) และกลุ่ม N1 – N5 เป็นกลุ่มปลายไม่มน (Not – acceptable)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Franchi และ Checchi ในปี ค.ศ. 2001 (41) ได้ทำการสังเกตลักษณะของปลายขนแปรงโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereomicroscope) เนื่องจากผู้ศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นระหว่างทำเตรียมขนแปรงด้วยการเคลือบทองเพื่อสังเกตผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดนั้นทำให้ลักษณะปลายขนแปรงนั้นเปลี่ยนแปลงไป (42) และพบว่าแปรงสีฟันที่นำมาทดสอบนั้นมีลักษณะปลายขนแปรงมนอยู่ระหว่างร้อยละ 0 หรือ 67.2 และยังพบถึงความแปรผันอย่างมากภายในแต่ละยี่ห้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบด้วย

สำหรับประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานของลักษณะของปลายขนแปรงสีฟันตาม มอก. 42-2548 โดยกำหนดให้แปรงสีฟันต้องมีลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ ขนแปรงต้องเป็นเส้นกลม ผิวเรียบ และมีปลายมน จำนวนขนแปรงที่มีลักษณะบกพร่องต้องไม่เกินร้อยละ 25 ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ (ซ้าย) และบกพร่อง (ขวา) ตามมาตรฐาน มอก. 42 – 2548

การสึกของผิวฟันจากการแปรงฟัน

เมื่อของแข็งสองชนิดเกิดการเสียดสีกันจะเกิดการสึกบริเวณผิวของวัสดุที่เสียดสีกัน ผิวฟันก็เช่นกัน เมื่อถูกแปรงด้วยแปรงสีฟันจึงเกิดการสึกเกิดขึ้นบนผิวฟันบริเวณที่ขนแปรงเสียดสี โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสึกของผิวฟัน ได้แก่ ความสามารถในการขัดสีของยาสีฟันที่ใช้ในการแปรงฟัน ชนิดของขนแปรง และแรงที่ใช้ในการแปรง (43) นอกจากนี้ ขนาดของขนแปรงยังเป็นอีกปัจจัยร่วมตัวหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการสึกของผิวฟันด้วย ผลที่ตามมาหลังจากฟันสึกนั้นคืออาการเสียวฟัน (44) นอกจากนี้ เมื่อเกิดการสึกของชั้นเคลือบฟันไปจนกระทั่งถึงชั้นเนื้อฟันแล้วนั้นยังส่งผลให้เกิดสึกของฟันได้อย่างรวดเร็วและการผุได้อย่างรวดเร็วขึ้นเมื่อมีการสะสมของคราบจุลินทรีย์บริเวณนั้นอีกด้วย (45)

การศึกษาส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การทดสอบการสึกของผิวฟันจากยาสีฟันเนื่องจากในยาสีฟันมีสารขัดฟันซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำให้ผิวฟันสึก (46) อย่างไรก็ตาม ลักษณะของขนแปรงก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ฟันสึกได้เช่นกันแม้จะใช้แปรงขนนุ่มแล้วก็ตาม จากการศึกษาของ Dyer และคณะในปี ค.ศ. 2000 พบว่าแปรงสีฟันชนิดขนนุ่มมีความสามารถในการทำให้เนื้อเยื่อแข็งสึกได้มากกว่าหรือเท่ากับแปรงสีฟันชนิดขนแข็งเมื่อแปรงร่วมกับการใช้ยาสีฟันเมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ (47) และจากการศึกษาการสึกของผิวอะคริลิกเมื่อแปรงด้วยแปรงสีฟันชนิดขนนุ่ม 4 ชนิดของ Teche และคณะในปี ค.ศ. 2011 พบว่าแปรงสีฟันที่มีขนแปรงชนิดขนนุ่มจะสามารถทำให้เกิดการสึกบนผิวอะคริลิกได้มากกว่าแปรงสีฟันที่มีขนแปรงชนิดขนแข็ง (48) เนื่องจากแปรงสีฟันขนนุ่มนั้นมีความสามารถในการแผ่ไปตามพื้นผิวได้มากกว่าแปรงสีฟันขนแข็ง และด้วยความที่แปรงสีฟันชนิดขนนุ่มจะมีจำนวนขนแปรงต่อกระจุกที่มากกว่าแปรงสีฟันชนิดขนแข็งเนื่องจากมีขนาดของขนแปรงที่เล็กกว่า จึงทำให้มีพื้นที่ยึดเกาะของสารขัดฟันในยาสีฟันมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการสึกที่มากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตาม แปรงสีฟันที่แนะนำให้ใช้ควรจะเป็นชนิดขนนุ่มเพื่อป้องกันการเกิดบาดแผลบริเวณเหงือกจากการแปรงฟัน และควรแปรงฟันให้ถูกวิธีและเลือกยาสีฟันที่เหมาะสมเพื่อลดการทำอันตรายต่อผิวฟันจากการแปรงฟัน (44, 49)

การวัดการสึกของผิวฟัน

สำหรับการประเมินการสึกของผิวฟันที่เกิดขึ้นจากการแปรงฟันนั้นได้มีการศึกษาแนะนำไว้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งจะเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการขัดสีของยาสีฟัน โดยแบ่งเป็นการวัดเชิงปริมาณ (Quantitative methods) ได้แก่ Radioactive dentin abrasion (RDA) methods, Weight and volume loss, Profilometry และการวัดเชิงคุณภาพ (Qualitative methods) ได้แก่ Light reflection technique, Microscopy เป็นต้น

Radioactive dentin abrasion (RDA)

เป็นวิธีที่ถูกแนะนำโดย ADA ในการประเมินการสึกของผิวฟันจากยาสีฟันเพื่อใช้ระบุว่า ยาสีฟันที่ทำการทดสอบมีความสามารถในการขัดสีมากเพียงใด โดยใช้การเคลือบสารรังสีไว้บนผิวที่ใช้ทำการทดสอบ แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟัน จากนั้นจึงวัดสารรังสีที่หลุดออกมาจากการแปรงฟัน ซึ่งใช้วิธีตามการศึกษาของ Grabenstetter และคณะในปี ค.ศ. 1958 (50) และ Hefferren ในปี ค.ศ. 1976 (51)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Weight and volume loss

เป็นการประเมินการสึกของผิวฟันจากยาสีฟันโดยการวัดปริมาตรและน้ำหนักก่อนและหลังทำการทดสอบเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาตรและน้ำหนักที่สูญเสียไปของวัสดุที่นำมาใช้ในการทดสอบด้วยการแปรงฟัน (52)

Profilometry

เป็นวิธีในการประเมินความขรุขระของพื้นผิวที่ต้องการทดสอบด้วยเครื่อง Profilometer โดยตัวเครื่องจะมี Stylus ใช้ในการลากไปตามพื้นผิวเพื่อทำการวัดค่าความขรุขระออกมาเป็น Surface roughness (Ra) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยภายในพื้นที่ที่ทำการวัด โดยถูกนำมาใช้ในการประเมินการสึกของผิวฟันจากยาสีฟันในการศึกษาของ Ashmore และคณะในปี ค.ศ. 1972 (53) และมีการใช้

การวัดค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน (Average depth of enamel removed) ซึ่งเป็นการวัดความลึกของผิวเคลือบฟันที่หายไปจากการแปรงฟันเทียบกับพื้นที่อ้างอิงซึ่งไม่ถูกแปรงตามการศึกษาของ Davis และ Winter ในปี ค.ศ. 1976 (54) และถูกนำมาปรับปรุงโดย White และคณะในปี ค.ศ. 2015 (55) โดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ตัว Stylus จะสัมผัสกับพื้นผิวและอาจส่งผลให้พื้นผิวที่ทำการทดสอบเกิดความเสียหายได้ และอาจจะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนได้จากการสั่นสะเทือนจากภายนอกและการรบกวนของระบบไฟฟ้าได้ (56)

นอกจากนี้ยังมีเครื่อง Profilometer ชนิดเลเซอร์โดยใช้การสแกนพื้นผิวเพื่อนำมาสร้างแผนที่ของพื้นผิวที่ทำการทดสอบ โดยเป็นวิธีที่ไม่ต้องมีการสัมผัสกับพื้นผิวที่ต้องการทดสอบจึงไม่เกิดความเสียหายต่อพื้นผิว (57) แต่อาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากสีและความโปร่งแสงของพื้นผิวได้ (56)

Light reflection technique and Microscopy

เป็นวิธีที่ใช้อุปกรณ์ที่มีกำลังขยายมาช่วยในการสังเกตลักษณะของพื้นผิวที่ต้องการประเมิน เช่น การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) เป็นการใช้ลำแสงอิเล็กตรอนฉายหรือส่องกราดไปบนพื้นผิวที่ต้องการตรวจสอบให้ได้ข้อมูลของลักษณะพื้นผิวเป็นภาพขยายที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า รูปที่ได้จะมีระยะชัดลึกที่กว้าง (Large depth of field) คือทุกระยะในภาพถ่ายจะมีความคมชัดถึงแม้พื้นผิวจะมีความลึกที่แตกต่างกัน และยังสามารถคำนวณผลเป็นภาพสามมิติได้อีกด้วย โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดนั้น พื้นผิวที่ต้องการตรวจสอบจะต้องเคลือบด้วยวัสดุที่มีความนำไฟฟ้าเพื่อป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิตย์ วัสดุที่นิยมใช้เคลือบพื้นผิวนั้นส่วนใหญ่จะเป็นโลหะ คาร์บอน หรือทอง และจะต้องเอาความชื้นออกจากชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบเพื่อการวัดด้วยวิธีนี้ และชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับไม่ได้ (56) โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดนั้นนิยมใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาพื้นผิวเพราะสามารถสร้างภาพที่มีคุณภาพที่ดี (57)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทดสอบด้วยการแปรงฟัน

ในการทดสอบคุณสมบัติของแปรงสีฟันหรือประสิทธิภาพของแปรงสีฟันนั้นสามารถทำได้ทั้งภายในห้องปฏิบัติการและในทางคลินิก โดยการทดสอบทางคลินิกมักเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของแปรงสีฟันในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ (58-60) หรือทดสอบการบานของขนแปรงสีฟันจากการใช้

งานจริง (26) ในส่วนของการทดสอบทางห้องปฏิบัติการนั้น นิยมนำมาใช้ทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดการสึกจากยาสีฟัน ตาม ISO 11609 และการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงสีฟัน ISO/TR 14569-1:2007 ซึ่งเครื่องแปรงฟันเป็นอุปกรณ์สำคัญในการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเหล่านี้

โดยตามมาตรฐาน ISO ที่เกี่ยวข้องกับการแปรงฟันนั้นจะระบุให้ใช้เครื่องแปรงฟันที่มีจุดทดสอบที่สมดุลกันอย่างน้อย 2 จุด และสามารถตั้งค่าแรงที่ใช้ในการทดสอบได้ที่ 50 – 250 กรัม ซึ่งใน ISO 11609 เรื่องการทดสอบการสึกจากยาสีฟันได้ระบุว่าเครื่องที่เหมาะสำหรับทดสอบควรเป็นเครื่อง Cross – brushing ที่ผลิตโดยบริษัท Sabri Dental Enterprises โดยเครื่องดังกล่าวมีชื่อว่า V-8 cross – brushing machine (รูปที่ 9) ซึ่งเป็นเครื่องแปรงฟันที่มีจุดทดสอบทั้งหมด 8 จุด โดยแปรงสีฟันที่ใช้ทดสอบสามารถแปรงผ่านชิ้นงานที่นำมาทดสอบได้เป็นระยะทางไม่เกินความยาวของแปรงสีฟัน และสามารถในสารละลายยาสีฟันสำหรับทดสอบได้และสามารถล้างออกได้ง่าย โดยตัวเครื่องสามารถตั้งค่าแรงที่ใช้ในการทดสอบได้ตั้งแต่ 50 กรัม ไปจนถึง 1,000 กรัม สามารถตั้งความเร็วในการแปรงฟันได้ 5 – 125 รอบ/นาที โดยมีมาตรวัดจำนวนรอบแบบดิจิตอลซึ่งจะตัดการทำงานทันทีเมื่อการทดสอบครบตามจำนวนรอบที่ตั้งไว้ และสามารถทดสอบด้วยการแปรงฟันพร้อมกันสูงสุด 8 ชิ้นด้วยกัน

รูปที่ 9 แสดงเครื่อง V8 cross – brushing machine

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory study) เพื่อศึกษาการสึกของขนแปรงสีฟันและลักษณะของปลายขนแปรงสีฟันเมื่อแปรงบนผิวเคลือบฟันน้ำนมโดยเครื่อง V-8 cross – brushing machine

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. การทดสอบการสึกของขนแปรงสีฟัน
   1.1 ประชากรเป้าหมาย (Target population) แปรงสีฟันสำหรับเด็ก
   1.2 ประชากรที่ศึกษา (Study population) แปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 – 6 ปี
   1.3 กลุ่มตัวอย่าง (Sample) แปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 – 6 ปี ชนิดนุ่มโดยแบ่งเป็น
      1.3.1 แปรงสีฟัน CUdent (Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Thailand) จำนวน 2 รุ่น ได้แก่ CUdent รุ่นขนแปรงยาว 7 มิลลิเมตร (CUdent (7mm)) และ CUdent รุ่นขนแปรงยาว 8 มิลลิเมตร (CUdent (8mm))
      1.3.2 แปรงสีฟัน Fluocaril® (P&G, USA) จำนวน 1 รุ่น
      1.3.3 แปรงสีฟัน Colgate® (Colgate-Palmolive, USA) จำนวน 1 รุ่น
      1.3.4 แปรงสีฟัน Berman® (Rinchokechai, Thailand) จำนวน 1 รุ่น

      โดยมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3
2. การทดสอบการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนม
   2.1 ประชากรเป้าหมาย (Target population) ฟันน้ำนมที่ไม่มีรอยผุ
   2.2 ประชากรที่ศึกษา (Study population) ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 หรือ 2 ของขากรรไกรบนหรือล่างที่ไม่มีรอยผุ
   2.3 กลุ่มตัวอย่าง (Sample) ฟันกรามน้ำนมที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าในการเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลของแปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 – 6 ปี ที่นำมาใช้ในงานวิจัย

ยี่ห้อ (ผู้ผลิต)	ช่วงอายุที่แนะนำโดยผู้ผลิต (ปี)	ความนุ่มของขนแปรง	วัสดุที่ใช้ทำขนแปรง	จำนวนกระจุกขนแปรง	คุณสมบัติของขนแปรง	
					ความยาว (มิลลิเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
CUdent (Chulalonkorn, Thailand)	3 – 6	นุ่ม	Nylon	20	7	0.13-0.14
	3 – 6	นุ่ม	Nylon	20	8	0.13-0.14
Kodomo® (LION, Japan)	3 – 6	นุ่ม	Nylon	20	9	0.16-0.17
Fluocaril® (P&G, USA)	2 – 6	นุ่มพิเศษ	Nylon	24	9	0.16-0.17
Colgate® (Colgate-Palmolive, USA)	3 – 5	นุ่มพิเศษ	PBT	24	10	0.10-0.11
Berman® (Rinchokechai, Thailand)	3 – 6	นุ่ม	Nylon	23	9	0.16-0.17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

เกณฑ์การคัดเข้า

ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 และ 2 ของขากรรไกรบนและล่างที่ผิวฟันปกติ ไม่มีรอยผุ รอยร้าว บนด้านแก้ม

เกณฑ์การคัดออก

ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 และ 2 ของขากรรไกรบนและล่างด้านแก้มที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีรอยผุทางด้านแก้มและด้านอื่นที่ไม่ใช้ด้านแก้มลุกลามจนทำให้ฟันด้านแก้มเหลือความหนาน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร
- มีวัสดุบูรณะ

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้รับอนุมัติการทำวิจัยโดยใช้ชิ้นส่วนของมนุษย์ จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการศึกษาวิจัยในมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลข HREC-DCU 2020-050

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการสึกของขนแปรงสีฟันสำหรับเด็กและการสึกของพื้นผิวเคลือบฟันน้ำนมเมื่อทดสอบแปรงบนผิวเคลือบฟันภายในห้องปฏิบัติการ แปรงสีฟันที่นำมาทดสอบในการศึกษานี้เป็นแปรงสีฟันสำหรับเด็กอายุ 3 – 6 ปี ที่มีวางจำหน่ายอยู่ท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อ เปรียบเทียบกับแปรงสีฟันที่พัฒนาโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ตอนดังนี้

1. การทดสอบการสึกของขนแปรงสีฟัน

กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงสีฟัน ISO/TR 14569-1:2007 กลุ่มละ 6 ชิ้นหัวแปรง โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6 กลุ่ม รวมเป็น 36 ชิ้นหัวแปรง เมื่อเพิ่มชิ้นงานเผื่อชิ้นงานเสียหายอีกร้อยละ 15 รวมแล้วมีชิ้นหัวแปรงที่ทดสอบทั้งหมด 42 ชิ้นหัวแปรง โดยทดสอบกลุ่มละ 7 ชิ้นหัวแปรง

2. การทดสอบการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนม

กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงสีฟัน ISO/TR 14569-1:2007 กลุ่มละ 6 ชิ้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6 กลุ่ม รวมเป็น 36 ชิ้น และเมื่อเพิ่มชิ้นงานเผื่อชิ้นงานเสียหายอีกร้อยละ 15 รวมแล้วมีชิ้นงานที่ทดสอบทั้งหมด 42 ชิ้น โดยทดสอบกลุ่มละ 7 ชิ้น

ทั้งนี้ การทดสอบการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมนั้นทำควบคู่กันไปกับการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของขนแปรงสีฟัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

1.1 ฟันกรามน้ำนม

1.2 ถุงมือยาง

1.3 หัวแปรงตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

1.4 Acrylic block

1.5 น้ำกลั่น (Deionized water)

1.6 สารลดแรงตึกผิว (Detergent)

1.7 ผ้าสะอาดแห้ง

1.8 Mold ยึดหัวแปรง

1.9 กระดาษทรายเบอร์ 1000

1.10 หัวกรอคาร์โบรันดัม (Carborundum disk)

1.11 เครื่องขัดผิววัสดุ (NANO 2000, PACE TECHNOLOGIES, USA)

1.12 เครื่องตัดฟัน (ISOMET 1000, Buchler, USA)

1.13 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Conthem160M, Contherm Scientific Ltd., NewZealand)

1.14 เครื่องล้างความถี่สูง (VGT-1990QTD, China)

2. ขั้นตอนการแปรงด้วยเครื่องแปรงฟัน

2.1 V-8 cross – brushing machine (Sabri Dental, Downers Grove, IL, USA)

2.2 ยาสีฟันยี่ห้อ Colgate® รสยอดนิยม

2.3 น้ำปราศจากไอออน (Deionized water)

2.4 หัวปรงสีฟันที่ยึดติดกับ Mold

2.5 Acrylic block ที่มีชิ้นฟัน

2.6 เครื่องทันตกรรมเคลื่อนที่ (Super Moblie 85, TDP, Thailand)

3. ขั้นตอนการวัดการสึกของขนแปรงและลักษณะของปลายขนแปรง

3.1 กล้องถ่ายรูปดิจิตอลสำหรับกล้องจุลทรรศน์ (AxioCam MRc 5, Carl Zeiss, Geramany)

3.2 กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (SZ 61, OLYMPUS, Japan)

3.3 กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 หัวแปรงสีฟันที่ทำการทดสอบแล้ว

3.5 Vernier caliper

3.6 แบบบันทึกการวัดความสึกของแปรง

4. ขั้นตอนการวัดความลึกเฉลี่ยและลักษณะของผิวฟัน

4.1 กล้องถ่ายรูปดิจิตอลสำหรับกล้องจุลทรรศน์ (AxioCam MRc 5, Carl Zeiss, Geramany)

4.2 กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

4.3 เครื่องวัดความหยาบพื้นผิว (Talyscan 150, England)

4.4 Acrylic block ที่มีชิ้นฟัน

4.5 แบบบันทึกการวัดความลึกเฉลี่ยของผิวฟัน

4.6 Polyester tape

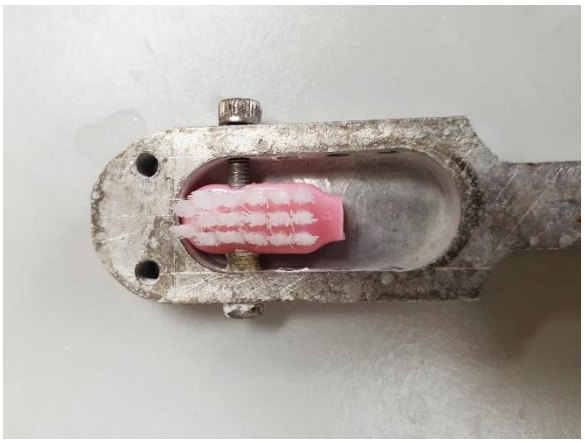
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างแปรงสีฟัน

1.1 วัดและคำนวณดัชนีการสึกของแปรงสีฟันตัวอย่างตามวิธีในหัวข้อ **การเก็บรวบรวมข้อมูล** เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนการทดสอบ

1.2 ตัดเฉพาะส่วนหัวแปรงด้วยหัวคาร์โบรันดัมเพื่อนำหัวแปรงมายึดเข้ากับตัวจับหัวแปรงที่สามารถใช้กับเครื่องแปรงฟันได้ดังรูปที่ 10 โดยเครื่องแปรงฟันที่ใช้ในการศึกษานี้คือ V8 cross – brushing machine (Sabri Dental, Downers Grove, IL, USA) โดยนำหัวแปรงแช่ในน้ำประปาอย่างน้อย 1 คืนก่อนใช้ในการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 10 แสดงหัวแปรงที่ถูกยึดเข้ากับตัวจับหัวแปรงที่สามารถใช้กับเครื่องแปรงฟัน

2. การเก็บฟัน

เก็บฟันกรามน้ำนมในสารละลายไธมอล (Thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3. การเตรียมชิ้นฟัน

3.1 ล้างทำความสะอาดฟันน้ำนมและขูดเนื้อเยื่อรอบ ๆ ออกให้สะอาด ตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (ISOMET 1000, Buchler, USA) โดยใช้เฉพาะส่วนเคลือบฟันของส่วนตัวฟัน

3.2 ขัดให้เรียบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1,000 ด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (NANO 2000, PACE TECHNOLOGIES, USA) แล้วตัดให้มีขนาด 2 x 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดฟัน (ISOMET 1000, Buchler, USA)

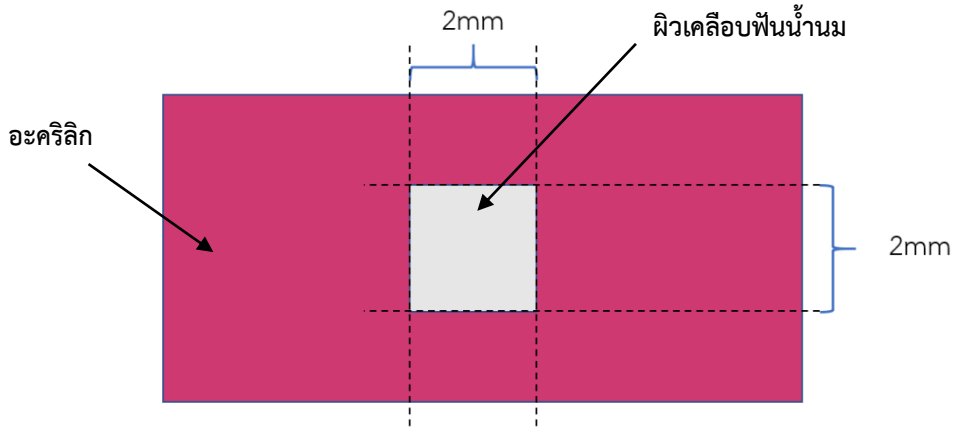
3.3 นำชิ้นส่วนเคลือบฟันมายึดเข้ากับชิ้นอะคริลิคให้มีผิวหน้าเสมอกัน ดังรูปที่ 11 สแกนลักษณะของผิวฟันด้วยเครื่อง Profilometer ตามวิธีในหัวข้อ **การเก็บรวบรวมข้อมูล** เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนการทดสอบ

3.4 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมมาแช่ไว้ในน้ำปราศจากไอออนอุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันก่อนทำการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การเตรียมสารละลายยาสีฟัน

ใช้สารละลายยาสีฟันโดยทำการเจือจางยาสีฟัน (Colgate® รสยอดนิยม) 25 กรัม ในน้ำปราศจากไอออน 40 กรัม การผสมสารละลายยาสีฟันเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 11609:2010(E)



รูปที่ 11 แสดงการเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบการสึกของขนแปรง

5. การทดสอบ

5.1 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ออกจากอ่างแช่แล้วล้างด้วยน้ำประปา

5.2 ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยเครื่องล้างความถี่สูง (VGT-1990QTD, China) เป็นเวลา 1 นาทีแล้วนำออกมาซับให้แห้งด้วยผ้าสะอาดแห้งจนกระทั่งไม่พบว่ามีความชื้นบนผิวชิ้นทดสอบ

5.3 ติดชิ้นทดสอบด้วย Polyester tape ปิดทับผิวฟันบางส่วนเพื่อใช้เป็นพื้นที่อ้างอิง โดยปิดทับชิ้นงานเพื่อสร้างช่องหน้าต่างให้ผิวฟันถูกแปรงเป็นพื้นที่ 1 x 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 12

5.4 ยึดชิ้นทดสอบกับเครื่องแปรงฟัน

5.5 ยึดตัวจับหัวแปรงที่สามารถใช้กับเครื่องแปรงฟันได้ที่มีหัวแปรงตัวอย่างอยู่เข้ากับเครื่องแปรงฟัน V-8 cross – brushing machine (Sabri Dental, Downers Grove, IL, USA) โดยในการทดสอบ 1 รอบใช้หัวแปรงทั้ง 6 ชนิด ใช้แรงที่ 250 กรัม

5.6 นำสารละลายยาสีฟันที่เตรียมไว้ประกอบเข้ากับแต่ละจุดของเครื่องแปรงฟันดังรูปที่ 13

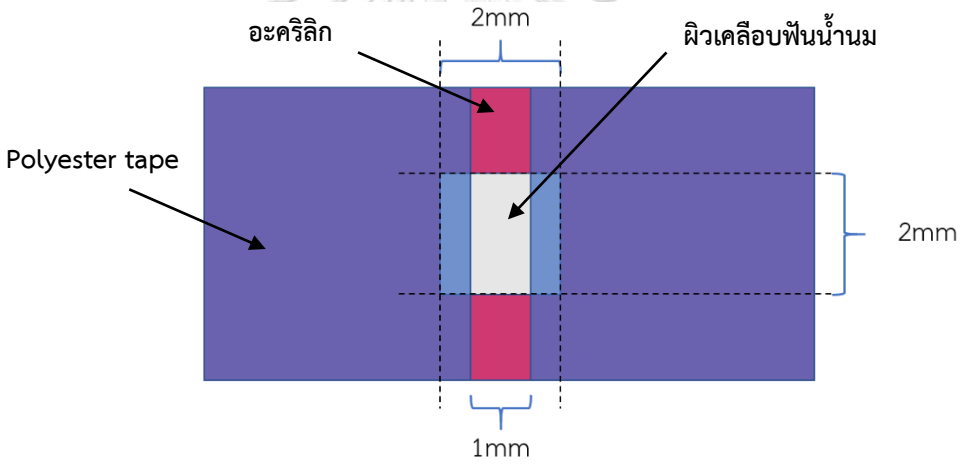
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.7 แปรงด้วยเครื่องแปรงฟันทั้งหมด 100,000 รอบ โดยเตรียมสารละลายยาสีฟันใหม่เมื่อสิ้นสุดการแปรงที่ 40,000 และ 80,000 รอบ

5.8 เก็บหัวแปรงสีฟันมาทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดชิ้นงานและเป่าให้แห้งด้วยหัวเป่าลม 3 ทางจากเครื่อง ทันตกรรมเคลื่อนที่ (Dental mobile unit) เพื่อนำมาวัดดัชนีการสึกของขนแปรงและดูลักษณะของปลายขนแปรงตามวิธีในหัวข้อ **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

5.9 เก็บชิ้นทดสอบแช่ลงในน้ำปราศจากไอออนเพื่อนำไปวัดความขรุขระของผิวฟันและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวฟัน ด้วยเครื่อง Profilometer (Talyscan 150, England) ตามวิธีในหัวข้อ **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

5.10 แปรงด้วยเครื่องแปรงฟันโดยใช้ตัวอย่าง 7 ตัวอย่างต่อ 1 ยี่ห้อแปรงสีฟัน



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 12 แสดงการเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบการสึกของผิวฟัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. **การวัดการสึกของขนแปรงสีฟัน**

วัดและคำนวณดัชนีการสึกโดยผู้วัดเพียงคนเดียว ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier caliper) และคำนวณค่าดัชนีการสึกตามวิธีของ Rawls และคณะ (29) โดยวัดก่อนและหลังทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine เป็นจำนวน 100,000 รอบ

รูปที่ 13 แสดงการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine

2. การเปรียบเทียบลักษณะปลายขนแปรงสีฟัน

เตรียมชิ้นทดสอบโดยการสุ่มเลือกกระจุกขนแปรงตัวอย่างในตำแหน่งต่างๆ กัน ร้อยละ 20 ของจำนวนกระจุกทั้งหมดบนหัวแปรง (หากมีเศษให้ปัดขึ้น) เลือกสุ่มตัดขนแปรงจำนวน 5 เส้นต่อกระจุกเป็นชิ้นทดสอบทีละเส้นโดยการเลือกกระจุกขนแปรงในการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 42 – 2548

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอรีโอ (SZ 61, OLYMPUS, Japan) โดยใช้กำลังขยาย 10 x 4.5 เท่า ในการดูลักษณะของปลายขนแปรงที่ยังไม่ได้ทำการทดสอบและปลายขนแปรงที่ได้ทำการทดสอบแล้ว โดยใช้แปรงสีฟันที่ยังไม่ถูกทดสอบ (Control) แทนลักษณะขนแปรงก่อนการทดสอบ ถ่ายรูปลักษณะของปลายขนแปรงด้วยกล้องถ่ายรูปดิจิตอลสำหรับกล้องจุลทรรศน์ (AxioCam MRc 5, Carl Zeiss, Germany) แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบลักษณะของปลายขนแปรงโดยผู้วัดคนเดียวตามการทดสอบลักษณะของขนแปรง และความมนของปลายขนแปรงของมาตรฐาน มอก. 42 – 2548 โดยวัดหลังทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine เป็นจำนวน 100,000 รอบ

3. การวัดความขรุขระของผิวฟันที่ทดสอบด้วยเครื่องแปรงฟัน

สแกนลักษณะของผิวฟันด้วยเครื่อง Profilometer (Talyscan 150, England) ในแนวนอน 2 มิลลิเมตร (X) และในแนวตั้ง 2 มิลลิเมตร (Y) โดยตัวเครื่องวัดทุก 0.001 มิลลิเมตร ในแนวนอน และทุก 0.01 มิลลิเมตร ในแนวตั้ง หลังจากนั้นใช้โปรแกรมในการคำนวณหาค่าความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness, Ra) และค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน (Average depth of enamel removed) บันทึกและเปรียบเทียบลักษณะพื้นผิวของผิวเคลือบฟันที่เกิดขึ้นโดยวัดก่อนและหลังทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine เป็นจำนวน 100,000 รอบ

4. การทดสอบความน่าเชื่อถือของการวัด

ทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัด (Intra-examiner reliability) ของการวัดการสึกของขนแปรงสีฟันโดยสุ่มชิ้นหัวแปรงร้อยละ 20 วัดและคำนวณดัชนีการสึกโดยผู้วัดคนเดิมในระยะเวลาห่างกัน 2 สัปดาห์ และทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดของการวัดโดยสถิติ Intraclass Correlation Coefficient โดยต้องได้ค่าไม่น้อยกว่า 0.90 สำหรับความน่าเชื่อถือในผู้วัดระดับดีมาก (61)

ทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดของการเปรียบเทียบลักษณะปลายขนแปรงโดยสุ่มขนแปรงร้อยละ 20 จากแต่ละชนิดแล้วนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (SZ 61, OLYMPUS, Japan) อ่านลักษณะปลายขนแปรงที่ได้โดยผู้วัดคนเดิมในระยะเวลาห่างกัน 2 สัปดาห์ และทดสอบความน่าเชื่อถือในตัวผู้วัดของการวัดโดยสถิติ Kappa โดยต้องได้ค่าไม่น้อยกว่า 0.75 สำหรับความน่าเชื่อถือในผู้วัดระดับดีมาก (62)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) เพื่อประมวลผลของข้อมูลที่ได้ โดยถูกทดสอบการกระจายของข้อมูลเชิงปริมาณทั้งหมด (Test of normality) ด้วยสถิติ Shapiro – Wilk test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบความเข้ากันได้ของข้อมูล (Homogeneity of variance) โดยใช้ Levene’s test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อเลือกใช้สถิติทดสอบดังนี้

1. ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้
   1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ดัชนีการสึกเฉลี่ย ความขรุขระของผิวเคลือบฟันเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน การวิเคราะห์ความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรง หากพบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลที่ปกติรายงานเป็น ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean and standard deviation) แต่หากพบการกระจายของข้อมูลที่ไม่ปกติรายงานเป็น ค่ามัธยฐานและพิสัยควอไทล์ (Median and interquartile range)
   1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะปลายขนแปรงของแต่ละยี่ห้อรายงานเป็น ร้อยละของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้และยอมรับไม่ได้
2. ใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้
   2.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน ความขรุขระของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันเมื่อเปรียบเทียบแต่ละยี่ห้อ หากพบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลที่ปกติ ใช้สถิติ one way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และตามด้วย Tukey test แต่หากพบการกระจายของข้อมูลที่ไม่ปกติ ใช้สถิติ Kruskal – Wallis H test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และตามด้วย Dunn test
   2.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน ความขรุขระของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบหากพบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลที่ปกติ ใช้สถิติ Pair t – test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่หากพบการกระจายของข้อมูลที่ไม่ปกติ ใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 **การวัดการสึกของขนแปรงสีฟัน**

ดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันก่อนและหลังทดสอบด้วยเครื่องแปรงฟัน V8 cross – brushing machine ในแต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันโดยอยู่ในช่วง 0.035±0.003 ถึง 0.038±0.004 ดังแสดงในตารางที่ 4, รูปที่ 14 และรูปที่ 15 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันแต่ละยี่ห้อก่อนการทดสอบเมื่อทดสอบด้วยสถิติ one way ANOVA ($p = 0.729$)

สำหรับการสึกของขนแปรงสีฟันหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟัน พบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.088±0.014 ถึง 0.245±0.028 เรียงยี่ห้อจากน้อยไปมาก คือ CUdent (7mm), Colgate®, Berman®, Kodomo®, CUdent (8mm) และ Fluocaril® ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ one way ANOVA พบว่ามีความแตกต่างกันของดัชนีการสึกของขนแปรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อทดสอบด้วยสถิติ Tukey test พบว่า Fluocaril® มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันแตกต่างจากอีก 5 กลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญทางสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และพบว่า CUdent (8mm) มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันแตกต่างจาก CUdent (7mm), Colgate® และ Fluocaril® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) แตกต่างจาก Berman® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.001$) และแตกต่างจาก Kodomo® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.032$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบด้วยสถิติ Pair t – test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกยี่ห้อแปรงสีฟัน

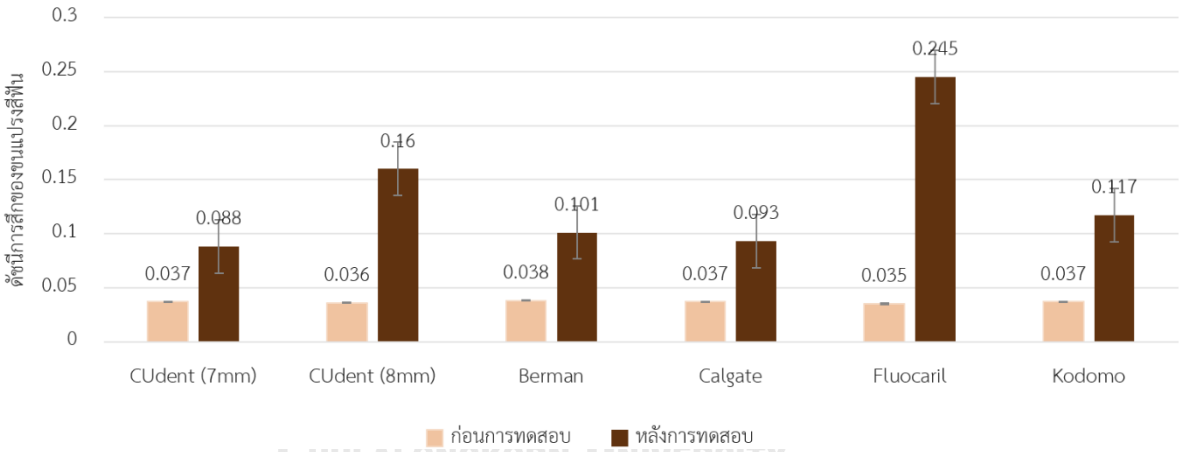
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 14 แสดงขนแปรงหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันเรียงยี่ห้อจากซ้ายไปขวาคือ CUdent (7mm), Colgate®, Berman®, Kodomo®, CUdent (8mm) และ Fluocaril®

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบ ค่า p – value เปรียบเทียบก่อนและหลังทดสอบ และ p – value เปรียบเทียบแต่ละยี่ห้อ

ยี่ห้อ	ค่าเฉลี่ยดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน		p-value	ยี่ห้อ				
	ก่อน	หลัง		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 ($p < 0.05$)



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 15 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะปลายขนแปรงสีฟัน

ร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้และยอมรับไม่ได้ก่อนและหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine แบ่งตามยี่ห้อได้ผลดังตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ สำหรับลักษณะปลายขนแปรงสีฟันก่อนการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine ที่ยอมรับได้อยู่ในช่วงร้อยละ 90.67 ถึง 94.67 เรียงยี่ห้อจากน้อยไปมาก คือ Colgate®, CUdent (7mm) เท่ากับ CUdent (8mm), Berman® เท่ากับ Kodomo® และ Fluocaril® ตามลำดับ (ตารางที่ 5, รูปที่ 16 และ รูปที่ 17)

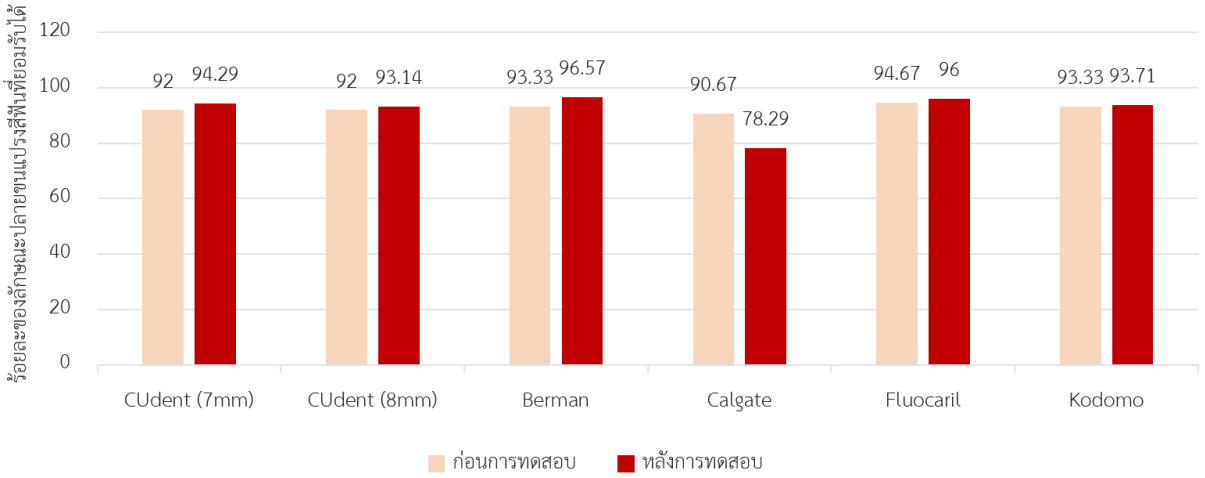
และลักษณะปลายขนแปรงสีฟันหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine ที่ยอมรับได้อยู่ในช่วงร้อยละ 78.29 ถึง 96.00 เรียงยี่ห้อจากน้อยไปมาก คือ Colgate®, CUdent (8mm), Kodomo®, CUdent (7mm), Fluocaril® และ Berman® ตามลำดับ (ตารางที่ 6, รูปที่ 16 และ รูปที่ 17)

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลของลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้ก่อนการทดสอบจำแนกตามยี่ห้อ

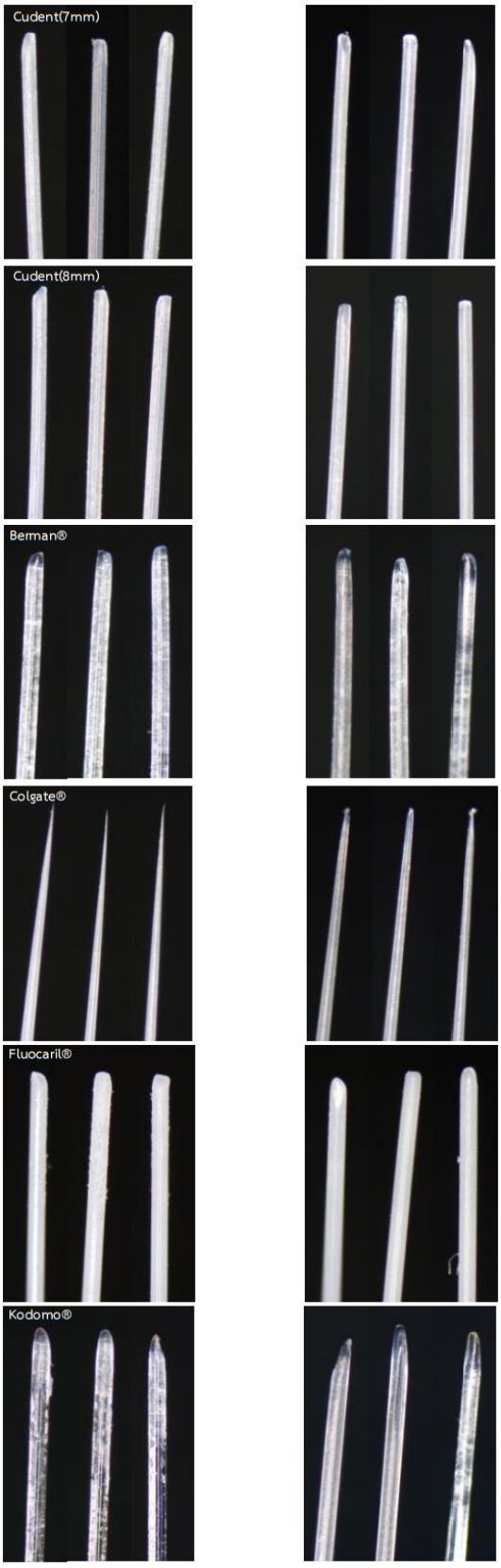
ยี่ห้อ	จำนวนขนแปรงที่ทดสอบ	ขนแปรงที่ยอมรับได้						ขนแปรงที่ยอมรับไม่ได้					
		1	2	3	4	5	รวม (ร้อยละ)	1	2	3	4	5	รวม (ร้อยละ)
CUdent (7mm)	75	1	12	45	2	9	69 (92.00)	0	0	2	1	3	6 (8.00)
CUdent (8mm)	75	1	9	42	3	14	69 (92.00)	0	0	3	3	0	6 (8.00)
Berman®	75	8	19	25	13	5	70 (93.33)	1	2	0	1	1	5 (6.67)
Colgate®	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)

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลลักษณะปลายขนแปรงสีฟันที่ยอมรับได้หลังการทดสอบจำแนกตามยี่ห้อ

ยี่ห้อ	จำนวนขนแปรงที่ทดสอบ	ขนแปรงที่ยอมรับได้						ขนแปรงที่ยอมรับไม่ได้					
		1	2	3	4	5	รวม (ร้อยละ)	1	2	3	4	5	รวม (ร้อยละ)
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 16 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้



รูปที่ 17 แสดงปลายขนแปรงแบ่งตามยี่ห้อซึ่งมีปลายแหลมก่อนทดสอบ (ซ้าย) และแตกปลายหลังทดสอบ (ขวา)

ตอนที่ 3 **การวัดความขรุขระของผิวฟันที่ทดสอบด้วยเครื่องแปรงฟัน**

ค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันวัดหลังจากเตรียมชิ้นงานไว้เป็นค่าเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.054±2.006 ถึง 10.563±3.342 และ 0.021±0.008 ถึง 0.028±0.010 ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 18 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมเมื่อทดสอบด้วยสถิติ one way ANOVA มีค่า p – value คือ 0.876 และ 0.850 ตามลำดับ

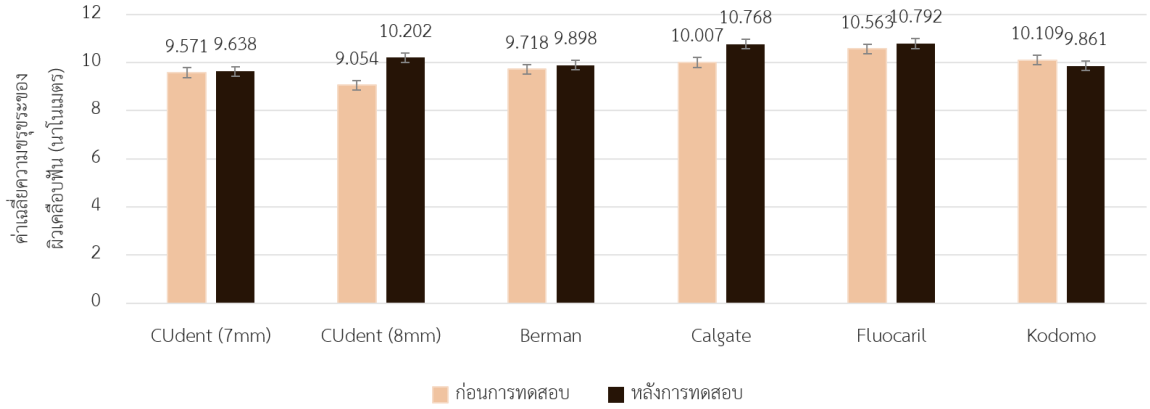
เมื่อทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V-8 cross – brushing machine ครบ 100,000 รอบ ได้วัดค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมหลังการทดสอบ พบว่ามีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 9.638±1.694 ถึง 10.792±0.889 และ 0.032±0.012 ถึง 0.058±0.042 ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 19 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมเมื่อทดสอบด้วยสถิติ one way ANOVA มีค่า p – value คือ 0.510 และ 0.560 ตามลำดับ

และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบด้วยสถิติ Pair t – test ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

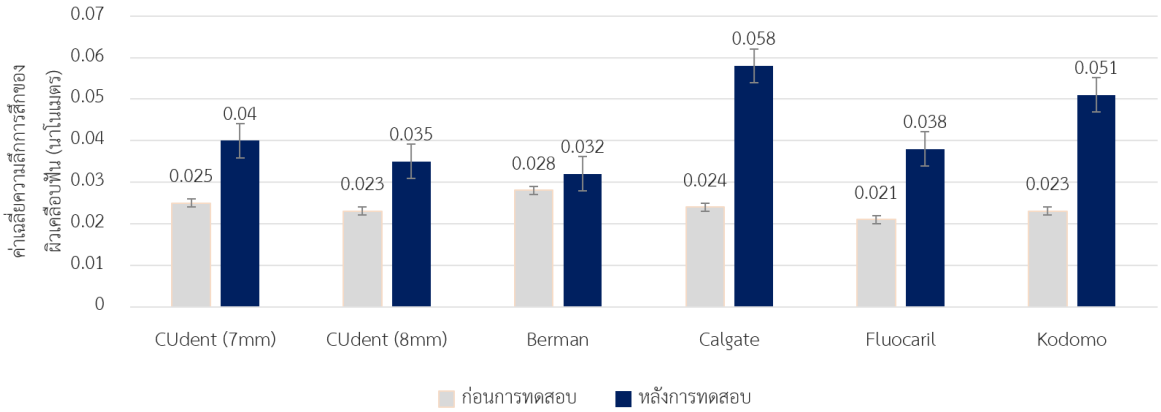
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันน้ำนมและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมจำแนกตามยี่ห้อก่อนและหลังทดสอบและค่า p – value เปรียบเทียบก่อนและหลังทดสอบ

ยี่ห้อ	ค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟัน (นาโนเมตร)		p-value	ค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน (นาโนเมตร)		p-value
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	
CUdent (7mm)	9.571±1.862	9.638±1.694	0.953	0.025±0.012	0.040±0.020	0.067
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



รูปที่ 18 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิว



รูปที่ 19 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 4 การทดสอบความน่าเชื่อถือของการวัด

ผลของการทดสอบความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดของการวัดดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน 2 ครั้ง ในเวลาที่ต่างกันโดยใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficient พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.998 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแสดงว่ามีความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดในระดับดีมาก (61)

สำหรับผลของการทดสอบความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดของการเปรียบเทียบลักษณะของปลายขนแปรงสีฟัน 2 ครั้ง ในเวลาที่ต่างกันโดยใช้สถิติ Cohen's Kappa พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.862 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแสดงว่ามีความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้วัดในระดับดีมาก (62)

บทที่ 5
อภิปราย สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟัน โดยทดสอบการสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงสีฟันร่วมกับการประเมินผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมเมื่อถูกแปรงด้วยแปรงสีฟันที่ผลิตโดยคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เปรียบเทียบกับแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดในปัจจุบัน โดยใช้เครื่องแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพของแปรงสีฟันที่ผลิตใหม่นั้นว่าคุณสมบัติเทียบเท่ากับแปรงสีฟันยี่ห้ออื่นหรือไม่

โดยการศึกษานี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยเป็นการวัดการสึกของขนแปรงและปลายขนแปรงสีฟันร่วมกับการประเมินผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมจากการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine ซึ่งดัดแปลงวิธีการมาจากการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงฟัน ISO/TR 14569-1:2007 ในห้องปฏิบัติการเพื่อควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ แรงที่ใช้ในการแปรงฟัน จำนวนรอบที่แปรง สารละลายยาสีฟันที่ใช้ร่วมกับการแปรงฟัน ให้เหมือนกันในทุกกลุ่มมากที่สุดเพื่อลดอคติในการทดสอบ

สำหรับการศึกษานี้เลือกใช้สารละลายยาสีฟันที่ได้มาจากการผสมกันระหว่างน้ำปราศจากไอออนและยาสีฟันตามวิธีการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงฟัน ISO/TR 14569-1:2007 โดยมีบางการศึกษาเลือกใช้น้ำลายเทียมเป็นส่วนผสมแทนน้ำปราศจากไอออน (63) เพื่อจำลองให้เหมือนการแปรงฟันในช่องปากมากที่สุด แต่จากการศึกษาของ Turssi และคณะพบว่าการสึกของผิวฟันที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำลายเทียมหรือน้ำปราศจากไอออนเป็นส่วนผสมกับยาสีฟันเพื่อทดสอบการสึกของผิวฟันนั้นไม่แตกต่างกัน เนื่องจากตัวทำละลายอย่างน้ำปราศจากไอออนหรือน้ำลายเทียมไม่ได้เป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้เกิดการสึกของผิวฟันได้ (64)

ผลของการวัดดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันก่อนการทดสอบด้วยการแปรงฟันเพื่อเป็นค่าพื้นฐานนั้น ไม่พบความแตกต่างของดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันระหว่างยี่ห้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปรงทั้งหมดที่นำมาทดสอบมีลักษณะขนแปรงเป็นแบบหน้าตัดตรงเหมือนกัน

เมื่อเปรียบเทียบดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันหลังจากแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine นั้นพบว่าดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ได้แก่ CUdent (7mm), Colgate®, Berman®, Kodomo®, CUdent (8mm) และ Fluocaril® ตามลำดับ โดยแปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8mm) เป็นกลุ่มที่มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันสูง

กว่า เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของขนแปรงพบว่าแปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® เป็นกลุ่มขนแปรงไนลอนที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มขนนุ่มพิเศษและมีความยาวของขนแปรงมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรงเท่ากับ 0.16 – 0.17 มิลลิเมตร หรือเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของแปรงสีฟันยี่ห้อ Berman® จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าขนแปรงที่มีความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากจะมีการสึกของขนแปรงที่มากตามไปด้วย (65) ส่วนแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (8mm) นั้นถึงแม้ว่าขนแปรงจะมีความยาวไม่เท่ากับ Fluocaril® จัดอยู่ในกลุ่มขนแปรงนุ่มแต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนแปรงที่เล็กกว่ากลุ่มอื่น ๆ คือมีขนาดเพียง 0.13 – 0.14 มิลลิเมตร ทำให้ความสามารถในการต้านการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของขนแปรงน้อยตามไปด้วย จึงเป็นผลให้แปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (8mm) มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันสูงใกล้เคียงกับ Fluocaril®

การศึกษานี้พบว่าแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (7mm) มีดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟันน้อยที่สุดหากไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก Colgate®, Berman® และ Kodomo® โดยแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (7mm), Berman® และ Kodomo® เป็นกลุ่มขนแปรงไนลอน ส่วนแปรงสีฟันยี่ห้อ Colgate® เป็นกลุ่มขนแปรงพีบีที

จากการศึกษาอย่างเป็นระบบของ Kreifeldt และคณะ พบว่าประสิทธิภาพของแปรงสีฟันในการกำจัดคราบจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับการสึกของแปรงสีฟัน (36) โดยพบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดคราบจุลินทรีย์จะลดลงเมื่อแปรงสีฟันสึกมากขึ้นเมื่อเทียบกับแปรงสีฟันที่ยังไม่สึก ดังนั้นการเลือกแปรงสีฟันที่มีการสึกช้าเป็นส่วนสำคัญในการช่วยดูแลสุขภาพช่องปาก และลดอัตราการเปลี่ยนแปรงสีฟัน ซึ่งจากการศึกษานี้ แปรงสีฟัน CUdent (7mm) อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับแปรงสีฟันที่ทนทานและสามารถใช้งานได้นานเนื่องจากมีดัชนีการสึกของขนแปรงที่น้อยกว่ายี่ห้ออื่น ๆ นอกจากนี้ แปรงสีฟัน CUdent (7mm) ยังมีขนาดหัวแปรงสีฟันที่เล็กกว่ายี่ห้ออื่น ๆ อย่างชัดเจนทำให้มีความสามารถในการเข้าถึงบริเวณต่าง ๆ ในช่องปากได้ดีอีกด้วย

ในการศึกษาที่ผ่านมาของการทดสอบการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine หลายการศึกษา (23, 55, 66) รวมถึงมาตรฐานการทดสอบการสึกของพื้นผิวโดยแปรงฟัน ISO/TR 14569-1:2007 จะตั้งค่าแรงในการแปรงฟันอยู่ที่ 150 กรัม แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แรงในการแปรงฟันอยู่ที่ 250 กรัม เนื่องจากแรงที่ใช้ในการแปรงฟันมีผลต่อการสึกของแปรงสีฟัน ซึ่งการใช้แรงที่มากขึ้นส่งผลให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของการสึกของขนแปรงได้เร็วขึ้นเพื่อลดเวลาและจำนวนรอบที่ใช้ในการทดสอบลง โดยแรงที่ใช้ยังคงอยู่ในช่องของ 100 – 500 กรัม ซึ่งเป็นแรงปกติที่ใช้ในการแปรงฟัน (67)

นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังทำการทดสอบการสึกของแปรงสีฟันโดยใช้จำนวนรอบในการทดสอบรวมทั้งสิ้น 100,000 รอบต่อแปรงสีฟัน 1 ชิ้น ซึ่งแตกต่างไปจากการศึกษาอื่นที่มักจะใช้จำนวนรอบในการทดสอบไม่เกิน 20,000 รอบ เท่านั้น (23, 55, 66) รวมถึงมาตรฐานการทดสอบการ

สึกของพื้นผิวโดยแปรงฟัน ISO/TR 14569-1:2007 ที่แนะนำให้ทดสอบเพียง 10,000 รอบ ด้วยเช่นกัน ซึ่งการศึกษาเหล่านี้มีจุดประสงค์เพื่อทำการทดสอบการสึกของผิววัสดุจากการแปรงฟันในห้องปฏิบัติการ ทำให้การทดสอบด้วยการแปรงฟันไม่เกิน 20,000 รอบ นั้นเพียงพอต่อการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิววัสดุแล้ว แต่เมื่อต้องการทดสอบการสึกของแปรงสีฟันด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine ในห้องปฏิบัติการนั้น กลับไม่สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของการสึกของขนแปรงสีฟันได้ จึงได้เพิ่มจำนวนรอบมากขึ้นเพื่อให้สามารถสังเกตเห็นการสึกของแปรงสีฟันได้ อย่างไรก็ตาม การแปรงฟันเป็นจำนวน 100,000 รอบนั้นสามารถเทียบเท่าได้กับการใช้แปรงสีฟันเป็นเวลาประมาณ 8 เดือน โดยเทียบจากการใช้แปรงสีฟันในการแปรงฟันเป็นเวลา 2 นาทีต่อครั้ง และแปรงฟัน 2 ครั้งต่อวัน (68)

สำหรับการศึกษาการสึกของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันนั้นนิยมศึกษาโดยการใช้การเคลือบสารรังสีไว้บนผิวที่ใช้ทำการทดสอบก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการแปรงฟัน จากนั้นจึงวัดสารรังสีที่หลุดออกมาจากการแปรงฟัน หรือ Radioactive dentin abrasion (RDA) (69) เนื่องจากผิวเคลือบฟันมีความแข็งมากจึงเกิดการสึกได้ยากดังจะเห็นได้ในการศึกษานี้ซึ่งใช้วิธีการวัดค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟัน ซึ่งเป็นการวัดความลึกเฉลี่ยของพื้นผิวและการวัดความลึกของผิวเคลือบฟันที่หายไปจากการแปรงฟันเทียบกับพื้นที่อ้างอิงซึ่งไม่ถูกแปรงตามลำดับ (70, 71) โดยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความขรุขระของผิวเคลือบฟันและค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันจากการแปรงฟันในทุกกลุ่มแปรงสีฟัน ถึงแม้ว่าในการศึกษานี้เลือกใช้แรงในการแปรงฟันที่ 250 กรัม หรือ 2.5 นิวตัน ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ในการแปรงฟันโดยทั่วไปที่ 1.6 นิวตัน (72) แล้วก็ตามซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Weigand และคณะใน ค.ศ. 2007 ที่พบว่าการแปรงด้วยแรงต่ำกว่า 4.5 นิวตัน ไม่สามารถทำให้ผิวเคลือบฟันสึกได้ (73) ซึ่งผลการทดสอบที่เกิดขึ้นอาจสามารถอนุมานได้ว่าขนแปรงสีฟันในทุกกลุ่มยี่ห้อที่ทำการทดสอบนี้ไม่ทำอันตรายต่อผิวเคลือบฟัน

การวัดความขรุขระของผิวเคลือบฟันจากการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของความขรุขระของผิวเคลือบฟันก่อนและหลังทดสอบด้วยการแปรงฟัน ซึ่งจากการศึกษาของ Alexander และคณะพบว่าขนแปรงสีฟันที่แข็งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผิวฟันสึกได้ (74) แต่ยาสีฟันยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งเช่นกันที่ส่งผลให้ผิวฟันสึกได้ (75) โดยยาสีฟันแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการขัดสีที่แตกต่างกันไป ในการศึกษานี้เลือกใช้ยาสีฟันยี่ห้อ Colgate® รสยอดนิยม ซึ่งมีความสามารถในการขัดสีอยู่ที่ 68 RDA (76) จัดอยู่ในกลุ่มทำให้เกิดการสึกได้ต่ำ ทำให้ผิวเนื้อฟันสึกได้น้อย และเมื่อนำมาแปรงบนผิวเคลือบฟันจึงไม่พบการเปลี่ยนแปลงบนผิวเคลือบฟัน ดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันที่ใกล้เคียงกันระหว่างกลุ่ม

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าขนแปรงจะไม่ทำอันตรายต่อผิวเคลือบฟัน แต่หากขนแปรงมีความแข็งเกินไปหรือมีลักษณะปลายขนแปรงที่ไม่กลมมนก็ยังสามารถทำอันตรายต่อเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากได้ (77) รวมถึงเมื่อแปรงสีฟันถูกใช้ไประยะหนึ่งแล้วปลายขนแปรงสีฟันจะสึกและเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมที่มีความกลมมนเป็นมีความเหลี่ยมและแหลมจนสามารถทำอันตรายเนื้อเยื่ออ่อนได้ (78) สำหรับประเทศไทย มาตรฐาน มอก. ได้กำหนดลักษณะของปลายขนแปรงที่บกพร่องหรือไม่มีลักษณะกลมมน ได้ไม่เกินร้อยละ 25 เท่านั้น โดยในการศึกษานี้พบลักษณะของปลายขนแปรงที่บกพร่องในแปรงสีฟันก่อนการใช้งานอยู่ที่ร้อยละ 5.33 – 9.33 ซึ่งมีค่าไม่เกินไปจากที่มาตรฐาน มอก. กำหนดไว้แสดงว่าทุกยี่ห้อที่นำมาทดสอบมีลักษณะปลายขนแปรงเป็นไปตามมาตรฐานและไม่ได้มีความแตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตาม การที่จะสามารถทราบได้ถึงลักษณะของปลายขนแปรงที่กลมมนนั้น ผู้บริโภคสามารถดูได้จากเพียงฉลากเท่านั้นและเป็นการยากที่ผู้บริโภคจะสามารถรับทราบลักษณะที่แท้จริงของปลายขนแปรงในแต่ละยี่ห้อได้ (79) ทันตแพทย์จึงมีส่วนสำคัญในการแนะนำข้อมูลของแปรงสีฟันรวมไปถึงบริษัทผู้ผลิตที่ต้องควบคุมคุณภาพการผลิตให้มีคุณภาพด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแปรงสีฟันสำหรับเด็กซึ่งยังขาดความสามารถในใช้มือที่แม่นยำ (80) ขนแปรงสีฟันที่ไม่มีความกลมมนอาจทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อในช่องปากได้

เมื่อเปรียบลักษณะของปลายขนแปรงที่รับได้ก่อนและหลังการทดสอบด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine นั้นพบว่าแปรงสีฟัน 5 จาก 6 รุ่นที่ทำการทดสอบมีร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้มากขึ้น โดยมีเพียงยี่ห้อ Colgate® เท่านั้นที่มีร้อยละของลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ลดลงหลังการทดสอบ เนื่องจากทางบริษัทผู้ผลิตได้ระบุไว้ว่าเป็นขนแปรงสีฟันชนิดพีบีที และมีลักษณะปลายขนแปรงที่เรียว เล็ก แหลม คล้ายเข็ม ซึ่งผลจากการดูผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอหลังทดสอบด้วยการแปรงฟันจะพบว่าปลายขนแปรงมีลักษณะปลายขนแปรงที่ยอมรับไม่ได้ชนิดที่ 4 หรือปลายขนแปรงเสียหายและแตกปลายมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ร้อยละของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้จะลดลงหลังการทดสอบแต่ก็ยังผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ในขณะที่ยี่ห้ออื่นมีลักษณะของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากปลายขนแปรงที่มีลักษณะแหลมคมหรือบกพร่องจะถูกทำให้สึกจากการใช้งานจนกระทั่งมีขนแปรงบางส่วนมีลักษณะกลมมนมากขึ้นสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Massassati และ Frank ในปี พ.ศ. 1982 (81) ที่พบว่าลักษณะของปลายขนแปรงหลังจากผ่านการใช้งานมาแล้วจะมีความกลมมนมากขึ้นจากการถูกขัดสีทำให้ส่วนที่เป็นความบกพร่องหรือมุมแหลมคมหายไป อย่างไรก็ตาม แม้ว่าลักษณะปลายขนแปรงที่แหลมคมจะมีส่วนสำคัญในการพิจารณาเปลี่ยนแปรงสีฟันเนื่องจากสามารถทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อในช่องปากได้ แต่เป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า การพิจารณาเปลี่ยนแปรงสีฟันจึงควรพิจารณาการบานหรือการสึกของแปรงสีฟันเป็นส่วนสำคัญ (81)

สำหรับการวัดการสึกของขนแปรงสีฟันนั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่นิยมใช้กันคือการวัดอัตราการสึก (Wear rate) ซึ่งได้ถูกแบ่งเกณฑ์ไว้ตามแบบของ Raws และคณะ (29) รวมถึงของ Conforti และคณะ (37) โดยการวัดอัตราการสึกนั้นเป็นวิธีที่ใช้ความเห็นส่วนบุคคลในการจำแนกลักษณะการสึกของขนแปรง อาจมีความไม่แน่นอนเมื่อเปลี่ยนแปลงผู้วัดอัตราการสึก การศึกษานี้จึงเลือกใช้การวัดดัชนีการสึก (Wear index) แทนเนื่องจากการวัดดัชนีการสึกนั้น ผลที่ได้ออกมาเป็นตัวเลขของค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของหน้าตัดแปรงต่อความยาวของขนแปรงซึ่งสามารถทำซ้ำได้และเหมาะสำหรับการทดลองนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นแทบจะมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ทำให้การจำแนกด้วยความเห็นส่วนบุคคลทำได้ยาก

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ผู้บริโภคสามารถนำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจเลือกแปรงสีฟันที่มีความปลอดภัยต่อผิวฟันจากผลการเปรียบเทียบลักษณะการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบฟันน้ำนมและเลือกแปรงสีฟันที่มีความทนทานในการใช้งานจากผลการเปรียบเทียบดัชนีการสึกของขนแปรงสีฟัน ซึ่งพบว่าแปรงสีฟันทุกยี่ห้อที่นำมาทดสอบมีความทนทานและมีความปลอดภัยต่อผิวเคลือบฟันดังที่ปรากฏในการศึกษานี้

ในการศึกษานี้ใช้แปรงสีฟันสำหรับเด็กเพียง 5 ยี่ห้อ 6 รุ่นเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในแปรงสีฟันสำหรับเด็กยี่ห้ออื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมแปรงสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด อีกทั้งการศึกษานี้ยังเป็นเพียงการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่จำลองการแปรงฟันเพียงบางส่วนเท่านั้น ยังขาดปัจจัยและสภาวะอื่น ๆ ที่มีในช่องปาก เช่น น้ำลาย และคราบจุลินทรีย์ จึงทำให้การศึกษานี้ไม่สามารถบอกถึงคุณสมบัติของการกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ ซึ่งต้องการการศึกษาทางคลินิกในสภาวะการใช้งานจริงเพื่อผู้บริโภคสามารถเลือกแปรงสีฟันสำหรับเด็กที่มีคุณภาพ เหมาะสมกับการใช้งานจริง และไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่ออ่อนในช่องปากต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการสึกของขนแปรงสีฟันด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine พบว่า ไม่พบความแตกต่างของการสึกของขนแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (7mm), Berman®, Colgate® และ Kodomo® แต่แปรงสีฟันยี่ห้อ Fluocaril® และ CUdent (8mm) มีการสึกของขนแปรงสีฟันมากกว่ากลุ่มยี่ห้ออื่น

การศึกษาการสึกของปลายขนแปรงสีฟันด้วยการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine พบว่าร้อยละของลักษณะของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ก่อนและหลังการทดสอบผ่าน

เกณฑ์มาตรฐานทุกยี่ห้อที่นำมาทดสอบ โดยแปรงสีฟันยี่ห้อ CUdent (7mm), CUdent (8mm), Berman®, Fluocaril® และ Kodomo® มีร้อยละของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้มากขึ้นหลังจากผ่านการใช้งานแล้ว และมีเพียงยี่ห้อ Colgate® เท่านั้นที่มีร้อยละของปลายขนแปรงที่ยอมรับได้ลดลง

การศึกษาผลต่อผิวเคลือบฟันน้ำนมจากการแปรงฟันด้วยเครื่อง V8 cross – brushing machine พบว่า แปรงสีฟันทั้งหมดที่ทดสอบ ไม่ทำให้ผิวเคลือบฟันน้ำนมสึกโดยพบว่าค่าเฉลี่ยความลึกการสึกของผิวเคลือบฟันน้ำนมจากการแปรงฟันไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

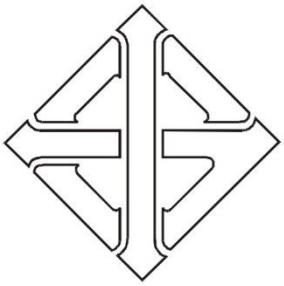
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแปรงสีฟัน (มอก. 42 – 2548)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 42– 2548

แปรงสีฟัน

TOOTHBRUSHES

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ICS 11.060.10 ISBN 974-9816-88-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แปรงสีฟัน

มอก. 42– 2548

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 122 ตอนที่ 98ง
วันที่ 10 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2548

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 65
มาตรฐานแปรงสีฟัน

ประธานกรรมการ

นางทัศนีย์ ภานุทัต	สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร
รองศาสตราจารย์มัลลิกา ศิริรัตน์	คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

กรรมการ

นางสายพิณ สืบสันติกุล	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
นายพิพัฒน์ พัฒนพงศ์ศิริกุล	
นายสุธา เจียรมณีโชติชัย	กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
นางสาวเรวดี ต่อประดิษฐ์	
นางวิกุล วิสาลเสสถ์	
พันเอกชนาธิป อมาตยกุล	ทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
รองศาสตราจารย์ทิพาพร วงศ์สุรสิทธิ์	
นาวาเอกหญิงสุชาดา วุฑฒกนก	
นางสาวกีรณา เหลืองหิรัญ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายกฤษณะ แต่งเสร็จ	
นางรัชนีพันธ์ สันติวัฒนธรรม	สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร
นายเฉลิมพงศ์ ตั้งวิจิตรสกุล	
นายเจียว เตชานุกูลชัย	บริษัท แปรงไทยแห่งแรก จำกัด
นายถนัดกิจ เตชานุกูลชัย	
นายสมหมาย แจ่มเจริญชัยนนท์	บริษัท ยิลเลตต์ ประเทศไทย จำกัด
นายทวีโชค วารีรัตน์พิรุณ	
นายเพิ่มศักดิ์ ทองศรี	บริษัท คอลเกต-ปาล์มโอลีฟ (ประเทศไทย) จำกัด
นายธวัชชัย ชาญด้วยกิจ	
นายสมเกียรติ ประสงค์ผลชัย	
นางพรรณพิมล หยกอุบล	
นายสมชาย ปฐมวิชัยวัฒน์	บริษัท ไลอ้อน (ประเทศไทย) จำกัด
นางจันทพร ภัทรเบญจพล	

กรรมการและเลขานุการ

นางสิริรัตน์ ธรรมปาโล	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
นายเธียรศักดิ์ ชูชีพ	
นางอำพันธ์ ชมภูพงศ์	

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแปรงสีฟันนี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.42-2525 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 99 ตอนที่ 96 วันที่ 15 กรกฎาคม พุทธศักราช 2525 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขเพื่อให้เหมาะสมกับภาวะปัจจุบัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิม และกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากผู้ทำ ผู้ใช้ นักวิชาการ ผลการทดสอบตัวอย่างแปรงสีฟันที่ทำได้ในประเทศ และเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

AS 1032-1985	Dental Equipment-Toothbrushes
ISO 8627-1987	Dentistry-Stiffness of the tufted area of tooth-brushes
มอก.656-2529	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กับอาหาร

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3378 (พ.ศ. 2548)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แปรงสีฟัน

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แปรงสีฟัน มาตรฐานเลขที่ มอก.42–2525 และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แปรงสีฟัน มาตรฐานเลขที่ มอก.42–2548 ขึ้นใหม่

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 596 (พ.ศ. 2525) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แปรงสีฟัน มาตรฐานเลขที่ มอก.42–2525 ลงวันที่ 23 มิถุนายน 2525 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แปรงสีฟัน มาตรฐานเลขที่ มอก. 42–2548 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2548

วัฒนา เมืองสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มอก. 42 – 2548

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แปรงสีฟัน

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด แปรงสีฟันที่แปรงด้วยมือสำหรับการใช้งานทั่วไป ทั้งนี้ไม่ครอบคลุมแปรงสีฟันที่มีจุดประสงค์เพื่อการรักษา หรือแปรงสีฟันที่ใช้กับฟันปลอม หรือแปรงสีฟันที่ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า

2. บทนิยาม

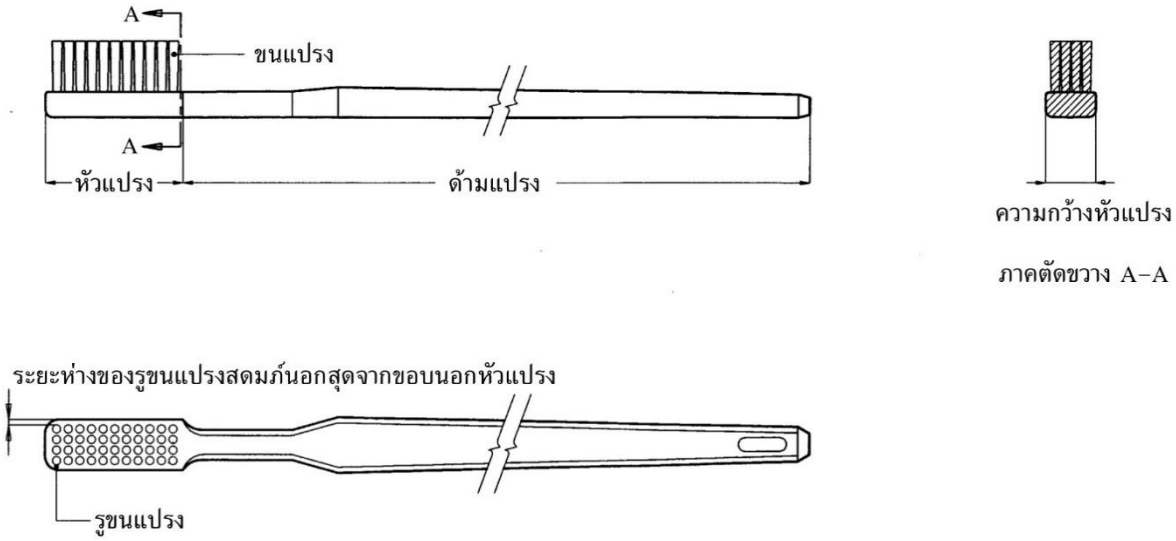
ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แปรงสีฟัน (toothbrush) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “แปรง” หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้แปรงฟันเพื่อขจัดคราบจุลินทรีย์ (dental plaque) หรือเศษอาหารออกจากฟัน ทำจากพลาสติกหรือวัสดุอื่นที่มีสมบัติเทียบเท่า ดังแสดงในรูปที่ 1 ประกอบด้วย

2.1.1 หัวแปรง (head) หมายถึง ส่วนที่ต่อจากด้ามแปรงและเป็นฐานให้ขนแปรงฝังติดอยู่

2.1.2 ขนแปรง (monofilament) หมายถึง ส่วนที่เป็นเส้นใยไนลอนหรือวัสดุสังเคราะห์อื่นที่มัดรวมกันเป็นกระจุกหนาแน่นฝังติดแน่นในรูขนแปรง

2.1.3 ด้ามแปรง (handle) หมายถึง ส่วนของแปรงที่ต่อจากหัวแปรง



รูปที่ 1 ตัวอย่างแปรงสีฟัน
(ข้อ 2.1)

3. ประเภท และชนิด

3.1 แปรงแบ่งตามขนาดของแปรงเป็น 4 ประเภท คือ

3.1.1 ประเภทผู้ใหญ่ (adult)

3.1.2 ประเภทเด็ก (junior) อายุ 6 ขวบ ถึง 12 ขวบ

3.1.3 ประเภทเด็กเล็ก (young child) อายุ 3 ขวบ ถึง 6 ขวบ

3.1.4 ประเภทเด็กอ่อน (baby–young child) เริ่มมีฟัน ถึง 3 ขวบ

3.2 แปรงแบ่งตามลักษณะของขนแปรงเป็น 4 ชนิด คือ

3.2.1 ชนิดแข็ง (hard)

3.2.2 ชนิดปานกลาง (medium)

3.2.3 ชนิดนุ่ม (soft)

3.2.4 ชนิดนุ่มพิเศษ (extra soft)

4. ขนาด

4.1 แปรงต้องมีขนาดของส่วนประกอบต่าง ๆ ตามตารางที่ 1

การทดสอบความยาวทั้งหมดของแปรง ความกว้างของหัวแปรง และความหนาของด้ามแปรงให้วัดด้วยเครื่องวัดละเอียด 0.5 มิลลิเมตร

การทดสอบความหนาของหัวแปรง เส้นผ่านศูนย์กลางของรูขนแปรง ความลึกรูขนแปรง ให้วัดด้วยเครื่องวัดละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 ขนาด

(ข้อ 4.1)

ลำดับที่	ขนาด	เกณฑ์ที่กำหนด			
		ประเภทผู้ใหญ่	ประเภทเด็ก	ประเภทเด็กเล็ก	ประเภทเด็กอ่อน
1	ความยาวทั้งหมดของแปรง มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า	160	125	110	110
2	ความกว้างของหัวแปรง มิลลิเมตร ไม่เกิน	15	13	11	11
3	ความหนาของหัวแปรง มิลลิเมตร ไม่เกิน	7.0	6.0	6.0	6.0
4	ความหนาของด้ามแปรง มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า	5	5	5	5
5	เส้นผ่านศูนย์กลางของรูขนแปรง มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า	1.5	1.5	1.5	1.5
6	ความลึกของรูปขนแปรง มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า	3.5	3.5	3.5	3.5
7	จำนวนรูขนแปรง รู	30 ถึง 50	20 ถึง 40	15 ถึง 30	10 ถึง 20

5. วัสดุ

5.1 วัสดุทุกชนิดที่ใช้ทำแปรงต้องเป็นวัสดุใหม่ และต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตราย หรือสิ่งอื่นใดในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

5.1.1 พลาสติก ต้องทำจากเรซินที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

5.1.2 ขนแปรงต้องทำจากเส้นใยไนลอน 66 ไนลอน 610 ไนลอน 612 หรือวัสดุอื่นที่มีสมบัติเทียบเท่า

5.1.3 ลวดที่ใช้ยึดกระจุกขนแปรง ต้องทำจากวัสดุที่ไม่ถูกกัดกร่อนได้ง่าย

5.1.4 วัตถุเจือปน ต้องไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ปริมาณที่ใช้ต้องไม่มากจนอาจเกิดอันตราย

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

หัวแปรงและด้ามแปรงต้องทำจากวัสดุที่ไม่มีกลิ่นและรสน่ารังเกียจ และต้องไม่มีส่วนแหลมคมที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

6.2.1 ระยะห่างของรูขนแปรงสดมภ์นอกสุดจากขอบนอกหัวแปรง

รูขนแปรงสดมภ์นอกสุดต้องอยู่ห่างจากขอบนอกหัวแปรงไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

การวัดให้ใช้เครื่องวัดละเอียด 0.5 มิลลิเมตร

6.2.2 คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของพลาสติก

ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

ตารางที่ 2 คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของพลาสติก

(ข้อ 6.2.2)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
1	ตะกั่ว	100
2	แคดเมียม	100

หมายเหตุ *ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบต้องเป็นหัวแปรงและขนแปรง*

6.2.3 ลักษณะของขนแปรง และความมนของปลายขนแปรง

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.2 แล้ว ขนแปรงต้องเป็นเส้นกลม ผิวเรียบ และมีปลายมน จำนวนขนแปรงที่มีลักษณะบกพร่องต้องไม่เกินร้อยละ 25

กรณีที่ขนแปรงมีรูปแบบเป็นอย่างอื่น ต้องแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ว่าขนแปรงดังกล่าวไม่ทำอันตรายต่อเหงือกของผู้ใช้

6.2.4 ความทนของด้ามแปรงต่อแรงกด

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.3 แล้ว ปลายด้ามแปรงต้องไม่หักหรือโค้งลงมาจากแนวระนาบเกิน 30 มิลลิเมตร

6.2.5 ความทนของแปรงต่อความร้อน

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4 แล้ว แปรงต้องทนความร้อนได้ โดยด้ามแปรงหรือขนแปรง ต้องไม่เปลี่ยนสีและ/หรือ บิดเบี้ยวไปจากเดิม

6.2.6 ความนุ่มของขนแปรง

เมื่อทดสอบตาม ISO 8627 แล้ว ขนแปรงต้องมีความนุ่มตามชนิดที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยดูจากระดับความแข็งของขนแปรง (stiffnes grades, G) เป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับความแข็งของขนแปรง

(ข้อ 6.2.6)

ชนิดแปรง	G cN/mm^2
แข็ง	9<G
ปานกลาง	6≤G≤9
นุ่มและนุ่มพิเศษ	G<6

6.2.7 ความทนต่อการกัดกร่อนของลวดยึดกระจุกขนแปรง

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.5 แล้ว ลวดยึดกระจุกขนแปรงต้องไม่มีร่องรอยของการถูกกัดกร่อน

6.2.8 การติดแน่นของกระจุกขนแปรง

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.6 แล้ว แรงดึงที่ทำให้กระจุกขนแปรงแต่ละกระจุกหลุดจากรูขนแปรงได้ ต้องไม่ต่ำกว่า 15 นิวตัน

7. การบรรจุ

7.1 ให้บรรจุแปรงด้วยกรรมวิธีที่ถูกสุขลักษณะในภาชนะที่ปิดสนิท ทำจากกระดาษแข็งหรือพลาสติกซึ่งสามารถมองเห็นหัวแปรง หรืออาจแสดงรูปทุกส่วนของแปรงบนภาชนะบรรจุ

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่ภาชนะบรรจุแปรงทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามชื่อมาตรฐานนี้

(2) ประเภทและชนิด

(3) จำนวน (ถ้ามี)

(4) เดือน ปี ที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

(5) วิธีใช้และข้อควรระวัง

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน พร้อมสถานที่ตั้ง

(7) ประเทศที่ทำ

หมายเหตุ *1) ข้อ 8.1 (4) อาจระบุไว้ที่แปรงทุกหน่วยได้*

2) ข้อ 8.1 (5) ข้อควรระวังให้ระบุเฉพาะแปรงชนิดแข็ง ดังนี้

“แปรงชนิดแข็งอาจทำให้เหงือกร่นและคอฟันสึก”

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

9.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

10. การทดสอบ

10.1 คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของพลาสติก

10.1.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของพลาสติก

ให้ตัดพลาสติกส่วนที่เป็นหัวแปรง และขนแปรงเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำตัวอย่างเฉพาะที่เป็นพลาสติกมาคลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วชั่งน้ำหนักประมาณ 2.0 กรัม อ่านค่าที่แน่นอนสำหรับหาปริมาณตะกั่ว และชั่งประมาณ 1.0 กรัม อ่านค่าที่แน่นอนสำหรับหาปริมาณแคดเมียม

10.1.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม มอก.656

10.2 ลักษณะของขนแปรง และความมนของปลายขนแปรง

10.2.1 เครื่องมือ

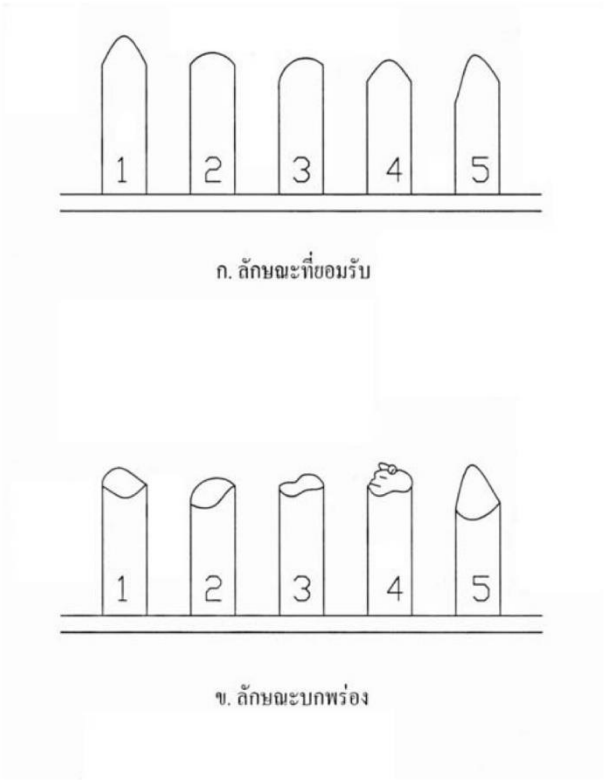
กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 10 x 4 เท่า หรือเครื่องมืออื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

10.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

เลือกกระจุกขนแปรงตัวอย่างในตำแหน่งต่าง ๆ กัน ร้อยละ 20 ของจำนวนกระจุกทั้งหมดบนหัวแปรง (ถ้ามีเศษให้ปัดขึ้น) สุ่มขนแปรงประมาณร้อยละ 10 ของจำนวนขนแปรงทั้งหมดบนกระจุกขนแปรงตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบทีละเส้น

10.2.3 วิธีทดสอบ

นำชิ้นทดสอบขนแปรงแต่ละเส้นมาตรวจดูลักษณะของขนแปรง และความมนของปลายขนแปรง ตามรูปที่ 2 ลักษณะของขนแปรงและความมนของปลายขนแปรง ด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วรายงานร้อยละของขนแปรงที่บกพร่อง



รูปที่ 2 ลักษณะของขนแปรงและความมนของปลายขนแปรง

(ข้อ 10.2)

10.3 ความทนของด้ามแปรงต่อแรงกด

10.3.1 หงายหรือคว่ำแปรง และให้ด้ามแปรงอยู่ในแนวระนาบ ยึดทางด้านหัวแปรงให้แน่น ณ ตำแหน่งห่างจากปลายด้ามแปรง 100 มิลลิเมตร กดหรือถ่วงแรง 7 นิวตัน นาน 10 วินาที ที่ปลายด้ามแปรง แล้วตรวจพินิจ

10.4 ความทนของแปรงต่อความร้อน

10.4.1 แช่แปรงตัวอย่างลงในน้ำที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที นำขึ้นจากน้ำแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจพินิจ

10.5 ความทนต่อการกัดกร่อนของลวดยึดกระจุกขนแปรง

นำลวดยึดกระจุกขนแปรงแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 100 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ถึง 25 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วตรวจพินิจ

10.6 การทดสอบการติดแน่นของกระจุกขนแปรง

10.6.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบแรงดึงที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 นิวตัน และสามารถดึงชิ้นทดสอบด้วยอัตราเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อนาที

10.6.2 วิธีทดสอบ

สุ่มดึงกระจุกขนแปรงกระจุกที่ไม่อยู่ติดกันทีละกระจุก รวม 3 กระจุก จนกระทั่งกระจุกขนแปรงหลุดจากรูขนแปรง แล้วรายงานค่าแรงที่ทำให้กระจุกขนแปรงหลุด เป็นนิวตัน

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 9.1)

ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แปรงประเภทและชนิดเดียวกัน ทำจากวัสดุเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันในทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับทดสอบขนาด ลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1

ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามตารางที่ 1 ข้อ 6.1 ข้อ 7. และข้อ 8. ในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าแปรงรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาด ลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรุ่น อัน	ขนาดตัวอย่าง อัน	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 10 000	13	1
10 001 ถึง 35 000	20	2
35 001 ถึง 150 000	32	3
เกิน 150 000	50	5

ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตัวอย่างจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 40 อัน เพื่อนำไปทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ทุกรายการ รายการละ 5 อัน

ก.2.2.2 ตัวอย่างทุกอันต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ทุกรายการจึงจะถือว่าแปรงรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์การตัดสิน

ตัวอย่างแปรงต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 และข้อ ก.2.2.2 ทุกข้อจึงจะถือว่าแปรงรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข

ประกาศกรมอนามัย เรื่อง มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟัน พ.ศ. 2559

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประกาศกรมอนามัย
เรื่อง มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟัน พ.ศ. ๒๕๕๙

ความเป็นมา

โดยที่แปรงสีฟันเป็นอุปกรณ์พื้นฐานในการดูแลอนามัยช่องปากของประชาชน จึงสมควรกำหนดมาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันเพื่อส่งเสริมสุขภาพช่องปากของประชาชน ให้สามารถเลือกใช้แปรงสีฟันที่มีคุณภาพและปลอดภัยในการทำความสะอาดช่องปาก และเป็นเกณฑ์การเฝ้าระวังคุณภาพแปรงสีฟันในประเทศเพื่อการคุ้มครองผู้บริโภคด้านทันตสุขภาพ

มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันกรมอนามัย เริ่มประกาศใช้พ.ศ.๒๕๔๑ และปรับปรุงครั้งที่ ๑ พ.ศ.๒๕๔๗ เพื่อให้มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันกรมอนามัยมีความทันสมัย กรมอนามัยจึงขอยกเลิกประกาศมาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันกรมอนามัยพ.ศ.๒๕๔๗ และใช้มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันกรมอนามัย พ.ศ. ๒๕๕๙ แทน

ขอบข่าย

มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟัน กรมอนามัย พ.ศ. ๒๕๕๙ นี้ กำหนดในเรื่องฉลาก ประเภทของแปรงสีฟัน คุณลักษณะที่ต้องการ ขนาดของแปรงสีฟัน ชนิดของขนแปรงสีฟัน วัสดุที่ใช้ทำขนแปรง ลักษณะขนแปรง การติดแน่นของขนแปรง คุณลักษณะอื่นที่จำเป็น และการทดสอบ

๑. ฉลาก

ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์แปรงสีฟันทุกหน่วยต้องมีรายละเอียด ตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๔๕) และ ฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ. ๒๕๕๕) หรือที่จะประกาศใช้ต่อไป แล้วแต่กรณี

๒. ประเภทของแปรงสีฟัน

แปรงสีฟันแบ่งออกเป็น ๔ ประเภทตามขนาด โดยใช้อายุของผู้ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง เพื่อให้ประชาชนเลือกใช้ได้เหมาะสม ดังนี้

๑) แปรงสีฟันเด็กต่ำกว่า ๓ ปี (baby)
๒) แปรงสีฟันเด็ก ๓-๖ ปี (child)
๓) แปรงสีฟันเด็ก ๖-๑๒ ปี (junior)
๔) แปรงสีฟันผู้ใหญ่ (adult)

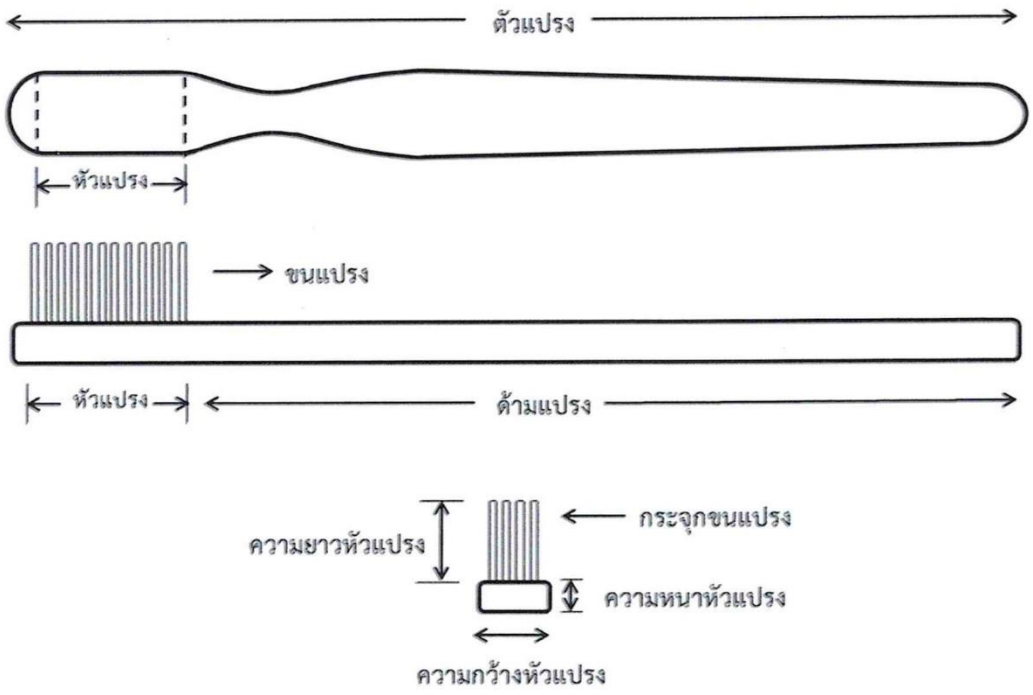
๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ขนาดของแปรงสีฟัน

- กำหนดความยาวทั้งหมดของแปรงสีฟัน เพื่อให้แปรงสีฟันมีความยาวเพียงพอให้จับได้ถนัดมือ กำหนดขนาดของหัวแปรง ทั้งความกว้าง ความยาว และความหนา เพื่อให้หัวแปรงมีขนาดพอเหมาะกับช่องปากของผู้ใช้แต่ละช่วงอายุ หัวแปรงที่ใหญ่เกินไป จะทำให้ไม่สามารถแปรงถึงฟันซี่ที่อยู่ด้านในได้ รายละเอียดของขนาดแปรงสีฟันที่กำหนด เป็นไปตามตาราง ที่ ๑

ตารางที่ ๑ ขนาดของแปรงสีฟันแบ่งตามประเภท

ลำดับที่	ขนาด	เด็ก< ๓ ปี	เด็ก ๓-๖ ปี	เด็ก ๖-๑๒ ปี	ผู้ใหญ่
๑	ความยาวทั้งหมดของแปรงสีฟัน มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า	๑๑๐	๑๑๐	๑๒๕	๑๕๐
๒	ความยาวของหัวแปรง มิลลิเมตร ไม่เกิน	๒๐	๒๓	๒๗	๓๔
๓	ความกว้างของหัวแปรง มิลลิเมตร ไม่เกิน	๑๑	๑๑	๑๓	๑๕
๔	ความหนาของหัวแปรง มิลลิเมตร ไม่เกิน	๖	๖	๖	๗



รูปที่ ๑ ส่วนประกอบของแปรงสีฟัน

๓.๒ ชนิดของขนแปรงสีฟัน

แบ่งตามความอ่อนแข็งของขนแปรง เป็น ๒ ชนิดดังนี้

๑) ชนิดปานกลาง (medium)

๒) ชนิดนุ่ม (soft) และนุ่มพิเศษ (extra soft/super soft/ultra soft)

๓.๓ วัสดุที่ใช้ทำขนแปรง

ต้องทำจากไนล่อน (nylon) หรือพีบีที (PBT; Polybutylene Terephthalate) กรณีที่ใช้วัสดุอื่นให้มีหลักฐานแสดงคุณสมบัติของวัสดุชนิดนั้นว่ามีคุณสมบัติเทียบเท่าไนล่อนหรือพีบีที

๓.๔ ลักษณะขนแปรง

๑) ปลายขนแปรงมน ต้องมีผิวเรียบ ไม่มีขอบคม ขรุขระ หรือ

๒) ปลายขนแปรงเรียวแหลม ต้องเป็นขนแปรงชนิดนุ่มเท่านั้น โดยขนแปรงต้องมีผิวเรียบ ไม่แหลมคม ขรุขระ ปลายขนแปรงตรงไม่โค้ง หักงอ หรือ

๓) ปลายขนแปรงเรียวแหลมผสมปลายตัด ต้องเป็นขนแปรงชนิดนุ่มเท่านั้น โดยปลายเรียวแหลมต้องเป็นไปตามข้อ ๒) และปลายตัดต้องไม่มีขอบคม หรือขรุขระ

๔) ถ้าขนแปรงที่มีลักษณะเป็นอย่างอื่น ต้องแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ว่าขนแปรงดังกล่าวไม่ทำอันตรายต่อเหงือกและฟันของผู้ใช้

๓.๕ การติดแน่นของขนแปรง

ขนแปรงแต่ละกระจุกต้องติดแน่นกับหัวแปรง โดยทนต่อแรงดึงไม่น้อยกว่า ๑๕ นิวตัน

๓.๖ คุณลักษณะอื่นที่จำเป็น

๑) หัวแปรง ต้องไม่มีส่วนที่มีความคม หรือเป็นมุมที่อาจก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้

๒) ด้ามแปรง ต้องแข็งแรง ไม่เปราะหรือแตกหักง่าย

๓) ต้องมีตราเครื่องหมายของผู้ผลิต หรือผู้จัดจำหน่ายบนด้ามแปรงสีฟัน

๔. การทดสอบ

๔.๑ การตรวจพินิจและสัมผัส

แปรงสีฟันควรอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ เมื่อมองด้วยตาเปล่า และตรวจสัมผัสหัวแปรงและด้ามแปรงต้องไม่มีส่วนที่แหลมคม หรือหักง่าย

๔.๒ การวัดขนาดของแปรงสีฟัน

เครื่องมือ

เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (Vernier caliper) และ ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)

วิธีทดสอบ

๑) วัดขนาดของหัวแปรง ความกว้าง ความยาวของหัวแปรง และความสูงของขนแปรงด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์

๒) วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขนแปรงด้วยไมโครมิเตอร์

๔.๓ การแบ่งชนิดของขนแปรงสีฟัน

ก. ขนแปรงที่มีการเรียงตัวลักษณะหน้าตัดขนแปรงเรียบเสมอกัน ลักษณะขนแปรงเป็นเส้นกลม ตั้งตรง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันตลอดทั้งเส้น แบ่งชนิดขนแปรงตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนแปรง ดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ ชนิดของขนแปรงตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนแปรงและความยาวของขนแปรง

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนแปรง (ม.ม.)	ขนแปรงชนิดนุ่ม (Soft)	ขนแปรงชนิดปานกลาง (medium)
	ความยาวขนแปรง (ม.ม.)	ความยาวขนแปรง (ม.ม.)
< ๐.๑๕๐	๗ - ๑๓	-
๐.๑๕๐ - ๐.๑๗๔	๘ - ๑๓	๖ - ๗
๐.๑๗๕ - ๐.๒๐๔	๙ - ๑๓	๖ - ๘
๐.๒๐๕ - ๐.๒๒๔	๑๐ - ๑๓	๗ - ๙
๐.๒๒๕ - ๐.๒๕๔	๑๑ - ๑๓	๗ - ๑๐
๐.๒๕๕ - ๐.๒๗๔	๑๒ – ๑๓	๘ - ๑๑

ที่มา: มาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันกรมอนามัย พ.ศ.๒๕๔๑ จากการศึกษาความอ่อนแข็งของขนแปรงสีฟัน โดยเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของขนแปรง กับ ค่า G

ข. ขนแปรงที่มีลักษณะต่างจากข้อ ก. ใช้วิธีทดสอบตาม ISO ๘๖๒๗: ๑๙๘๗ และแบ่งชนิดขนแปรงตามค่า G ดังตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ ชนิดของขนแปรงตามค่า Stiffness grade (G)

ชนิดของขนแปรง	ค่า G (cN/mm^2)
นุ่ม	G < ๖
ปานกลาง	๖ ≤ G ≤ ๘
แข็ง	G > ๘

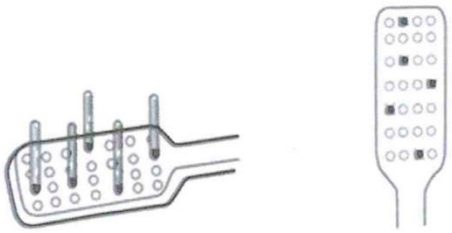
๔.๔ การทดสอบการติดแน่นของกระจุกขนแปรง (Tuft-retention test) (ISO ๒๐๑๒๖: ๒๐๑๒)

เครื่องมือ

เครื่องทดสอบแรงดึงที่อ่านได้ละเอียดถึง ๐.๑ นิวตันและดึงชิ้นทดสอบด้วยอัตราเร็ว ๒๐ มิลลิเมตรต่อนาที

วิธีทดสอบ

สุ่มดึงกระจุกขนแปรงที่ไม่อยู่ติดกันจำนวน ๕ กระจุก จนกระทั่งกระจุกขนแปรงหลุดจากรูขนแปรง แล้วรายงานค่าแรงที่ทำให้กระจุกขนแปรงหลุด เป็นนิวตัน



รูปที่ ๒ แสดงตำแหน่งที่จะทดสอบการติดแน่นของกระจุกขนแปรง

๔.๕ การตรวจสอบลักษณะของขนแปรง

เครื่องมือ

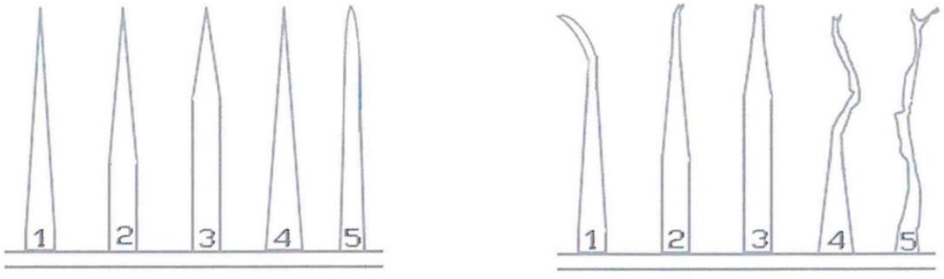
กล้องจุลทรรศน์ ที่มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า ๔๐ เท่า หรือเครื่องมืออื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

วิธีทดสอบ

เลือกขนแปรงจากตำแหน่งต่างๆ กัน ๕ กระจุก ตามรูปที่ ๒ ตรวจดูลักษณะของขนแปรงและความมนปลายขนแปรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ และรายงานร้อยละของขนแปรงที่บกพร่องตามรูปที่ ๓ และ รูปที่ ๔ **จำนวนขนแปรงที่บกพร่องต้องไม่เกินร้อยละ ๒๕**

ก. **ลักษณะที่ยอมรับ** **ข. ลักษณะบกพร่อง**

รูปที่ ๓ ลักษณะขนแปรงปลายมน



ก. ลักษณะที่ยอมรับ ข. ลักษณะบกพร่อง

รูปที่ ๔ ลักษณะขนแปรงปลายเรียวแหลม

๕. จำนวนตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

๕.๑ จำนวนตัวอย่างแปรงสีฟันที่ใช้ในการทดสอบ ไม่น้อยกว่ารุ่นละ ๓ อัน

รุ่น หมายถึง แปรงสีฟันประเภทและชนิดเดียวกัน ทำจากวัสดุเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

๕.๒ เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างทุกอันของแต่ละรุ่น ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ ข้อ ๓.๑ ถึง ๓.๖ โดยยอมให้สูงหรือต่ำกว่าค่ามาตรฐานได้ไม่เกินร้อยละ ๑๐ ของค่าที่กำหนดในแต่ละคุณลักษณะ

จึงประกาศมาให้ทราบโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ ๔ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๙

(นายวชิระ เพ็งจันทร์)
อธิบดีกรมอนามัย

บรรณานุกรม

1. Breuer MM, Cosgrove RS. The relationship between gingivitis and plaque levels. J Periodontol. 1989;60:172-5.

2. Theilade J, Lobene RR, Mandel ID, Hazen S. What is the relationship between bacterial plaque and calculus formation? Periodontal Abstr. 1967;15(2):53-6.

3. Marsh PD, Head DA, Devine DA. Ecological approaches to oral biofilms: control without killing. Caries Res. 2015;49 Suppl 1:46-54.

4. Marsh PD. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. Adv Dent Res. 1994;8(2):263-71.

5. 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.

6. Miller WD. The Micro-organisms of the Human Mouth: The Local and General Diseases which are Caused by Them: S. Karger; 1890.

7. American Dental Association. Mouth Healthy: Brushing Your Teeth 2019 [Available from: https://www.mouthhealthy.org/en/az-topics/b/brushing-your-teeth.

8. Muller-Bolla M, Courson F. Toothbrushing methods to use in children: a systematic review. Oral Health Prev Dent. 2013;11(4):341-7.

9. Saxer UP, Yankell SL. Impact of improved toothbrushes on dental diseases. I. Quintessence Int. 1997;28(8):513-25.

10. Saxer UP, Yankell SL. Impact of improved toothbrushes on dental diseases. II. Quintessence Int. 1997;28(9):573-93.

11. Sharma NC, Qaqish JG, Galustians HJ, King DW, Low MA, Jacobs DM, et al. An advanced toothbrush with improved plaque removal efficacy. Am J Dent. 2000;13(Spec No):15a-9a.

12. Ren YF, Cacciato R, Whelehan MT, Ning L, Malmstrom HS. Effects of toothbrushes with tapered and cross angled soft bristle design on dental plaque and gingival inflammation: a randomized and controlled clinical trial. J Dent. 2007;35(7):614-22.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

13. Beals D, Ngo T, Feng Y, Cook D, Grau DG, Weber DA. Development and laboratory evaluation of a new toothbrush with a novel brush head design. Am J Dent. 2000;13(Spec No):5a-14a.

14. ชุติมา ไตรรัตน์วรกุล. ทันตกรรมป้องกันในเด็กและวัยรุ่น. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: เบสท์ บุ๊คส์ ออนไลน์; 2551.

15. Baruah K, Kumar Thumpala V, Khetani P, Baruah Q, Tiwari R, Dixit H. A Review on Toothbrushes and Tooth Brushing Methods. International Journal of Pharmaceutical Science Invention. 2017;6(5):29-38.

16. Zanatta FB, Bergoli AD, Werle SB, Antoniazzi RP. Biofilm removal and gingival abrasion with medium and soft toothbrushes. Oral Health Prev Dent. 2011;9(2):177-83.

17. Niemi ML, Sandholm L, Ainamo J. Frequency of gingival lesions after standardized brushing as related to stiffness of toothbrush and abrasiveness of dentifrice. J Clin Periodontol. 1984;11(4):254-61.

18. Rosema NA, Hennequin-Hoenderdos NL, Versteeg PA, van Palenstein Helderman 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.

19. Sforza NM, Rimondini L, Di Menna F, Camorali C. Plaque removal by worn toothbrush. J Clin Periodontol. 2000;27:212-6.

20. Glaze PM, Wade AB. Toothbrush age and wear as it relates to plaque control. J Clin Periodontol. 1986;13(1):52-6.

21. Karibasappa GN, Nagesh L, Sujatha BK. Assessment of microbial contamination of toothbrush head: an in vitro study. Indian J Dent Res. 2011;22(1):2-5.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. van Palenstein Helderman WH, Kyaing MM, Aung MT, Soe W, Rosema NA, van

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

der Weijden GA, et al. Plaque removal by young children using old and new toothbrushes. J Dent Res. 2006;85(12):1138-42.

26. 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.

27. 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.

28. Van Nuss K, Friedl KH, Hiller KA, Hornecker E, Mausberg RF, Ziebolz D. Investigation of wear in manual toothbrushes from different price categories. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 2010;120(9):750-63.

29. Rawls HR, Mkwayi-Tulloch NJ, Casella R, Cosgrove R. The measurement of toothbrush wear. J Dent Res. 1989;68(12):1781-5.

30. Hattab FN. Meswak: the natural toothbrush. J Clin Dent. 1997;8(5):125-9.

31. Golding PS. The development of the toothbrush. A short history of tooth cleansing. Part 1. Dent Health (London). 1982;21(4):25-7.

32. Smith C. Toothbrush technology--even the Pharoahs brushed their teeth. J Dent Technol. 2000;17(4):26-7.

33. 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.

34. Bass CC. The optimum characteristics of toothbrushes for personal oral hygiene. Dent Items Interest. 1948;70(7):697-718.

35. Pugh BR. Toothbrush wear, brushing forces and cleaning performances. J Soc Cosmet Chem. 1978;19:9.

36. Kreifeldt JG, Hill PH, Calisti LJ. A systematic study of the plaque removal efficiency of worn toothbrushes. J Dent Res. 1980;59(12):2047-55.

37. Conforti NJ, Cordero RE, Liebman J, Bowman JP, Putt MS, Kuebler DS, et al. An investigation into the effect of three months' clinical wear on toothbrush efficacy: results from two independent studies. J Clin Dent. 2003;14(2):29-33.

38. Silverstone LM, Featherstone MJ. Examination of the end rounding pattern of toothbrush bristles using scanning electron microscopy: a comparison of eight toothbrush types. Gerodontics. 1988;4(2):45-62.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

39. Jung M, Kockapan C, Wetzel WE. Bristle end rounding of manual toothbrushes and reproducibility of end rounding classification. Am J Dent. 2003;16(5):299-304.

40. Reiter C, Wetzel WE. The finishing of the bristle ends in interdental brushes. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 1991;101(4):431-7.

41. Checchi L, Minguzzi S, Franchi M, Forteleoni G. Toothbrush filaments end-rounding: stereomicroscope analysis. J Clin Periodontol. 2001;28(4):360-4.

42. Franchi M, Checchi L. Temperature dependence of toothbrush bristle morphology. An ultrastructural study. J Clin Periodontol. 1995;22(8):655-8.

43. Manly RS, Foster DH. Improvement in method for measurement of abrasion of dentin by toothbrush and dentifrice. J Dent Res. 1966;45(6):1822.

44. Addy M, Hunter ML. Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. Int Dent J. 2003;53 Suppl 3:177-86.

45. Davis WB. Cleaning and polishing of teeth by brushing. Community Dent Oral Epidemiol. 1980;8(5):237-43.

46. Wiegand A, Schwerzmann M, Sener B, Magalhaes AC, Roos M, Ziebolz D, et al. Impact of toothpaste slurry abrasivity and toothbrush filament stiffness on abrasion of eroded enamel - an in vitro study. Acta Odontol Scand. 2008;66(4):231-5.

47. Dyer D, Addy M, Newcombe RG. Studies in vitro of abrasion by different manual toothbrush heads and a standard toothpaste. J Clin Periodontol. 2000;27(2):99-103.

48. Teche FV, Paranhos HF, Motta MF, Zaniquelli O, Tirapelli C. Differences in abrasion capacity of four soft toothbrushes. Int J Dent Hyg. 2011;9(4):274-8.

49. Hooper S, West NX, Pickles MJ, Joiner A, Newcombe RG, Addy M. Investigation of erosion and abrasion on enamel and dentine: a model in situ using toothpastes of different abrasivity. J Clin Periodontol. 2003;30(9):802-8.

50. Grabenstetter RJ, Broge RW, Jackson FL, Radike AW. The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. J Dent Res. 1958;37(6):1060-8.

51. Hefferren JJ. A laboratory method for assessment of dentrifrice abrasivity. J Dent Res. 1976;55(4):563-73.

52. Sangnes G. Traumatization of teeth and gingiva related to habitual tooth cleaning procedures. J Clin Periodontol. 1976;3(2):94-103.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

53. Ashmore H, Van Abbe NJ, Wilson SJ. The measurement in vitro of dentine abrasion by toothpaste. Br Dent J. 1972;133(2):60-6.

54. Davis WB, Winter PJ. Measurement in vitro of enamel abrasion by dentifrice. J Dent Res. 1976;55(6):970-5.

55. 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.

56. Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. J Dent. 2010;38(3):182-90.

57. Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. J Dent. 2004;32(8):591-602.

58. Kayalvizhi G, Radha S, Prathima GS, Mohandoss S, Ramesh V, Arumugam SB. Comparative Evaluation of Plaque Removal Effectiveness of Manual and Chewable Toothbrushes in Children: A Randomized Clinical Trial. Int J Clin Pediatr Dent. 2019;12(2):107-10.

59. Aggarwal N, Gupta S, Grover R, Sadana G, Bansal K. Plaque Removal Efficacy of Different Toothbrushes: A Comparative Study. Int J Clin Pediatr Dent. 2019;12(5):385-90.

60. Deery C, Heanue M, Deacon S, Robinson PG, Walmsley AD, Worthington H, et al. The effectiveness of manual versus powered toothbrushes for dental health: a systematic review. J Dent. 2004;32(3):197-211.

61. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. J Chiropr Med. 2016;15(2):155-63.

62. Fleiss JL, Levin BA, Paik MC. Statistical methods for rates and proportions. Third ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience; 2003.

63. Bizhang M, Riemer K, Arnold WH, Domin J, Zimmer S. Influence of Bristle Stiffness of Manual Toothbrushes on Eroded and Sound Human Dentin--An In Vitro Study. PloS one. 2016;11(4):e0153250.

64. Turssi CP, Messias DC, Hara AT, Hughes N, Garcia-Godoy F. Brushing abrasion of dentin: effect of diluent and dilution rate of toothpaste. Am J Dent. 2010;23(5):247-50.

65. Kaneyasu Y, Shigeishi H, Ohta K, Sugiyama M. Changes in the Bristle Stiffness of Polybutylene Terephthalate Manual Toothbrushes over 3 Months: A Randomized

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Controlled Trial. Materials (Basel, Switzerland). 2020;13(12).

66. Schemehorn BR, Zwart AC. The dentin abrasivity potential of a new electric toothbrush. Am J Dent. 1996;9 Spec No:S19-20.

67. Fraleigh CM, Mc Elhaney JH, Heiser RA. Toothbrushing force study. J Dent Res. 1967;46(1):209-14.

68. 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.

69. Grabenstetter RJ, Broge RW, Jackson FL, Radike AW. The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. Journal of dental research. 1958;37(6):1060-8.

70. Davis WB, Winter PJ. Measurement in vitro of enamel abrasion by dentifrice. Journal of dental research. 1976;55(6):970-5.

71. 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. The Journal of clinical dentistry. 2015;26(1):1-6.

72. 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.

73. 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.

74. Alexander JF, Saffir AJ, Gold W. The measurement of the effect of toothbrushes on soft tissue abrasion. J Dent Res. 1977;56(7):722-7.

75. Harte DB, Manly RS. Four variables affecting magnitude of dentrifice abrasiveness. J Dent Res. 1976;55(3):322-7.

76. Rath S, Sharma V, Pratap CB, Chaturvedi T. Abrasivity of dentrifices: An update. SRM J Res Dent Sci. 2016;7:96.

77. Breitenmoser J, Mörmann W, Mühlemann HR. Damaging effects of toothbrush bristle end form on gingiva. J Periodontol. 1979;50(4):212-6.

78. 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.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

79. Sasan D, Thomas B, Mahalinga BK, Aithal KS, Ramesh PR. Toothbrush selection: a dilemma? Indian J Dent Res. 2006;17(4):167-70.

80. 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.

81. Massassati A, Frank RM. Scanning electron microscopy of unused and used manual toothbrushes. J Clin Periodontol. 1982;9(2):148-61.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ตวงสิน พฤกษสุวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	1 ธันวาคม 2532
สถานที่เกิด	ตรัง
วุฒิการศึกษา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	790/9 ถ.เพชรเกษม ต.ห้วยยอด อ.ห้วยยอด จ.ตรัง
ผลงานตีพิมพ์	-
รางวัลที่ได้รับ	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University