

แบบจำลองคอมพิวเตอร์สำหรับการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิก



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมทั่วไป

พฤษภาคม 2557

แบบจำลองคอมพิวเตอร์สำหรับการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิก



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมทั่วไป

พฤษภาคม 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เกศินี มาลีพันธุ์. (2557). แบบจำลองคอมพิวเตอร์สำหรับการพยากรณ์การเปลี่ยนสีพื้นหลังฟอกสีพื้นทางคลินิก.ปริญญาโท วท.ม.(ทันตกรรมทั่วไป). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ทพญ.ดร. พรสวรรค์ ธนธรวงศ์.

วัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและประเมินแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์สีพื้นหลังฟอกสีพื้นด้วยระบบฟอกสีพื้นที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ โดยศึกษาในผู้ร่วมวิจัยจำนวน 30 ราย อายุ 18-32 ปี วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ขั้นตอนการวิจัยเริ่มต้นโดยการวัดสีพื้นบริเวณฟันเขี้ยวบนขวา บันทึกผลเป็นเฉดสีพื้นตามแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกและจากเครื่องวัดสีพื้นวีต้าอีซีเอดแอดวานซ์ หลังจากนั้นจึงฟอกสีพื้นทั้งปาก และบันทึกผลการเปลี่ยนสีพื้นหลังฟอกสีพื้นทันที ในการประเมินผลการเปลี่ยนสีพื้นตามแถบวัดสีวีต้าคลาสสิก บันทึกผลเป็นการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีประเมินโดยทันตแพทย์ 2 ท่าน ส่วนการประเมินผลการเปลี่ยนสีพื้นจากเครื่องวัดสีพื้นวีต้าอีซีเอดแอดวานซ์บันทึกผลเป็น ค่าความสว่าง (L) ค่าสีในทิศทางแดงเขียว (a) ค่าสีในทิศทางเหลืองน้ำเงิน (b) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE) หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์และสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ เมื่อได้แบบจำลองคอมพิวเตอร์นำมาวัดความแม่นยำของการพยากรณ์โดยสุ่มเลือกอาสาสมัครจำนวน 10 คน ฟอกสีพื้นและวัดผลการฟอกสีพื้นด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการพยากรณ์สีพื้นจากแบบจำลองคอมพิวเตอร์โดยหาร้อยละความถูกต้องของเครื่องมือเปรียบเทียบการประเมินสีพื้นจากผู้วัดสี

ผลการศึกษา พบว่าแบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถทำนายสีพื้นได้ถูกต้องถึงร้อยละ 90 เมื่อหาความสัมพันธ์ของ $L^* a^* b^*$ ก่อนฟอกสีพื้นและหลังฟอกสีพื้นจะได้สมการวิเคราะห์การถดถอยดังนี้ $\Delta E = 0.309b$ และเมื่อทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์ผลการฟอกสีพื้น ตัวแปร b^* สามารถพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีได้ร้อยละ 88.43 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ร้อยละ 33.60 ความเห็นพ้องต้องกันในการวัดสีจากผู้ประเมินสองคนคือ 0.774 ในการประเมินผลการเปลี่ยนสีพื้นตามแถบวัดสีวีต้าคลาสสิก พบว่าหลังฟอกสีพื้นมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเฉดสีพื้นขาวขึ้น 7.83 ± 3.49 ผลการวัดสีพื้นด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซีเอดแอดวานซ์พบว่า หลังฟอกสีพื้นมีค่าความแตกต่างของสีหลังฟอกสีพื้นมีค่าเฉลี่ย 8.07 ± 3.36

บทสรุป แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์ผลการฟอกสีพื้นหลังฟอกสีพื้นได้ร้อยละ 90

คำสำคัญ การฟอกสีพื้น ระบบฟอกสีพื้นที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ค่าความแตกต่างของสี

COMPUTER MODEL FOR PREDICTION OF TOOTH COLOR CHANGE AFTER BLEACHING



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science (General Dentistry) in Dentistry
at Srinakharinwirot University

May 2014

Kesine Maleephun. (2014). *Computer model for prediction of tooth color change after bleaching*. Master's Project. M.Sc. (General Dentistry). Bangkok: Srinakharinwirot University. Project Advisor: Asst. Prof. Dr. Bhornsawan Thanathornwong.

The purpose of the research was to investigate a model for prediction of tooth color change after LED light activated bleaching. In this research thirty subjects (age ranged between 18-32), were recruited by purposive sampling. Each subject was treated from the right first premolar to the left first premolar, with an LED activated bleaching system and 25% hydrogen peroxide. The result of shade measurements at the upper right canine were recorded using a colorimeter (VitaEasyshade (Vident ,USA)) with positioning jig and a VitaClassic shade guide. The recorded measurements were done before and after active treatment. Visual assessment was made by two calibrated examiners using shade guide. The colorimeter measurement used the CIE lab system . A simple regression analysis was performed for ΔE values between prebleaching and postbleaching were calculated. Multiple regression were calculated for each L^* a^* b^* , then design model and then test accuracy of model by comparing output data tooth bleaching from 10 person.

The result of the study has shown as follows: the model can predict posttreatment shade accuracy 90%. The regression equation was $\Delta E = 0.309b$. The model can predict ΔE based on model with a coefficient of 0.88 and mean absolute percentage error (MAPE) is 33.60 percentage. The colorimeter data was recorded as L^* a^* b^* , (ΔE) and the VITA shade system was recorded as shade change. Color measurement from Vita shade by two evaluators ($\kappa = 0.774$). The mean shade change after active treatment was 7.83 ± 3.49 . The average total tooth color difference after treatment was 8.07 ± 3.36 . Conclusion: the model can predict posttreatment shade

Keywords: Bleaching, LED Bleaching System, Total color difference (ΔE)

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

แบบจำลองคอมพิวเตอร์สำหรับการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิก

ของ

เกศินี มาลีพันธุ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมทั่วไป

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษา

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ทพญ.ดร. พรสวรรค์ ธนธรวงศ์) (อาจารย์ ทพญ.ดร.ปิยรัตน์ ปิยสาธิต)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์.ทพญ.ดร.ศิริวรรณ สืบบุญการณ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ทพญ.ดร.ภาวิณี บุญพิพัทธ์วุฒิกุล ดิตรณ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ทพญ.ดร. พรสวรรค์ ธนธรวงศ์)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

งบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัย ประจำปี 2556 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ทพญ.ดร.พรสวรรค์ ธนธรวงศ์ เป็นอย่างยิ่งที่ท่านคอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางการทำ นอกจากนี้ท่านยังมีความเมตตา ความเอาใจใส่ คอยให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมา ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำการวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณปิยะชัย ควรปาวโมทย์และคุณกานต์ อู่ยวิรัช ที่ร่วมออกแบบแบบจำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2556 ทำให้การวิจัยของข้าพเจ้ามีทรัพยากรที่เพียงพอและสามารถดำเนินการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบทุกท่าน ได้แก่ รศ.ทพญ.ดร. ศิริวรรณ สืบบุญการณ์ อ.ทพญ.ดร.ปิยรัตน์ ปิยสาธิต ผศ.ทพญ.ดร.ภาวิณีย์ ปฏิพัทธ์ภูมิกุล ดิตรอน ที่ช่วยตรวจทานให้คำแนะนำ และช่วยแก้ไขจุดบกพร่อง ทำให้รายงานวิจัยฉบับนี้มีความถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เกศินี มาลีพันธุ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามงานวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
นิยามศัพท์จำเพาะ.....	2
กรอบโครงร่างความคิด.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ปัจจัยทำให้ฟันเปลี่ยนสี.....	4
กลไกการฟอกสีฟัน.....	4
ปัจจัยที่มีผลต่อการฟอกสีฟัน.....	5
ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้สีฟัน.....	6
การประเมินการเปลี่ยนสีฟัน.....	7
ระบบฟอกสีฟันด้วยแสงแอลอีดี.....	12
แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟัน.....	13
การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	17
วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย.....	17
วิธีการวิจัย.....	19
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	19
วิธีฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยระบบแสงแอลอีดี.....	20
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	22
การบันทึกผล.....	22
การจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	23
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	24
การประเมินผลแบบจำลองคอมพิวเตอร์.....	24
4 ผลการวิจัย.....	25
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย.....	26
ผลการสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์.....	27
การทดสอบความถูกต้องของการนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์.....	28
5 อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	30
อภิปรายผล.....	30
สรุปผลการวิจัย.....	34
ข้อเสนอแนะ.....	35

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	36
ภาคผนวก.....	40
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	47



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบสีวีต้าคลาสสิกกับค่าความสว่างเครื่องวัดสีซีเอนด์.....	11
2 ค่าสีพื้นฐานตามระบบ CIE lab และการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยค่าความแตกต่าง ของสี (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน).....	12
3 ค่าเฉลี่ยค่าสีในระบบ CIE lab (L^* a^* b^*) ก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน.....	13
4 การเปรียบเทียบสีระหว่างค่า CIE lab และเจดสีวีต้าคลาสสิก.....	14
5 ผลการพยากรณ์การฟอกสีฟันด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิก.....	29
6 ค่าสีระบบ CIE lab และเจดสีวีต้าคลาสสิก ก่อนการฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน ของอาสาสมัครวิจัยจำนวน 30 คน.....	41
7 ค่าสีระบบ CIE lab และเจดสีวีต้าคลาสสิก ก่อนการฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน ของอาสาสมัครวิจัยจำนวน 10 คน.....	42
8 การพยากรณ์ผลการวัดสีด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์...	43
9 ผลการพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีที่ได้จากสมการพยากรณ์และผลการที่วัด ได้หลังจากฟอกสีฟัน.....	44
10 ความเห็นพ้องต้องกันระหว่างทันตแพทย์ผู้ประเมินสีสองท่าน.....	45

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แกนสีในระบบ CIE Lab.....	2
2 กรอบโครงร่างความคิด.....	3
3 การวัดสีด้วยเครื่องวัดสีเจดิวิน.....	7
4 เจดิวินตัวคลาสสิกซึ่งมีทั้งหมด 16 เจดิวิน.....	7
5 ทฤษฎีของมันเชลล์.....	9
6 แกนสามมิติแสดงการวัดสีพื้น.....	10
7 แถบวัดสีตัวคลาสสิก.....	17
8 เครื่องวัดสีตัวอิมัลชันเจดิวิน.....	17
9 น้ำยาฟอกสีพื้นแบบกระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี.....	18
10 เครื่องฟอกสีพื้น.....	18
11 เครื่องมือกั้นน้ำลาย.....	20
12 การผสมน้ำยาฟอกสีพื้นให้เข้ากัน.....	21
13 เครื่องฟอกสีพื้นและการตั้งค่าเครื่องฟอกสีพื้น.....	21
14 การวัดสีพื้นก่อนฟอกสีพื้น.....	22
15 การวัดสีพื้นด้วยเครื่องวัดสีตัวอิมัลชันเจดิวิน.....	23
16 การกรอกข้อมูลก่อนฟอกสีพื้น.....	24
17 พื้นเขียวก่อนฟอกสีพื้นและหลังฟอกสีพื้น.....	25
18 แผนภูมิแท่งแสดงผลการฟอกสีพื้นหลังฟอกสีพื้น.....	26
19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของสี (ΔE) และค่า b^*	27
20 ผลการพยากรณ์สีพื้น.....	28
21 การใช้โปรแกรมอีซีคลิก.....	34

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การฟอกสีฟันมีครั้งแรกในปี ค.ศ.1889 ต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบการฟอกสีฟันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการฟอกสีฟันให้ขาวขึ้น สารที่นิยมใช้ในการฟอกสีฟันคือ สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และสารคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์ การฟอกสีฟันที่นิยมมี 2 รูปแบบ คือ การฟอกสีฟันที่คลินิกและการฟอกที่บ้าน โดยในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการฟอกสีฟันในคลินิก สารที่ใช้ส่วนมากคือสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35-38 ข้อดีของการฟอกสีฟันในคลินิก คือ ใช้เวลาน้อยและเปลี่ยนแปลงสีฟันขาวขึ้นได้เร็วกว่าฟอกสีฟันที่บ้าน ปัจจัยที่ทำให้การฟอกสีฟันแตกต่างกัน เช่น อายุ ผิวเคลือบฟัน วัสดุอุดที่ผิวเคลือบฟัน² ฟันเปลี่ยนสีจากยาเตตราไซคลิน

การประเมินประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันคือ การประเมินการเปลี่ยนแปลงสีฟันที่ขาวขึ้น อาการเสียวฟันและการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ การประเมินสีฟันที่เปลี่ยนแปลงจะประเมินก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน วิธีการประเมินสีฟันมีหลายวิธีหลายวิธี เช่น การวัดสีฟันด้วยตา หรือวัดด้วยเครื่องมือวัดสีฟันแบบดิจิทัล ซึ่งทันตแพทย์และผู้ป่วยสามารถรับรู้สีฟันที่เปลี่ยนแปลงในเบื้องต้นด้วยสายตา³ การรับรู้สีฟันภายหลังการฟอกสีฟันนั้นยังคงถกเถียงกันเนื่องจากการวัดสีฟันด้วยต่ายังมีความเห็นระหว่างทันตแพทย์ที่ไม่ตรงกัน นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีข้อสงสัยในบางประการในเรื่องระดับสีฟันที่ขาวขึ้นอาจเป็นต้นเหตุของการร้องเรียนเนื่องจากสีฟันหลังฟอกสีฟันได้ไม่ตรงตามความคาดหวัง สมาคมทันตแพทย์อเมริกาจึงได้แนะนำให้ผู้ป่วยสอบถามทันตแพทย์เพื่อให้คำแนะนำและระบุการเปลี่ยนสีฟันและวิธีที่เหมาะสมในการฟอกสีฟันให้แก่ผู้ป่วย⁴ การฟอกสีฟันในคลินิกมีหลายรูปแบบซึ่งเป็นทางเลือกให้ผู้ป่วยได้เลือกบริการตามความพึงพอใจ ความคาดหวังของผู้ป่วย คือ ต้องการให้ฟันขาวขึ้นและต้องการทราบระดับความขาวของสีฟันหลังฟอกสีฟัน ดังนั้นหากมีเครื่องมือที่สามารถพยากรณ์สีฟันหลังจากฟอกสีฟันจะทำให้ผู้ป่วยสามารถทราบระดับความขาวของสีฟันหลังได้รับการฟอกสีฟันได้อย่างเป็นรูปธรรม เพื่อเป็นช่องทางหนึ่งให้ทันตแพทย์สื่อสารกับผู้ป่วยซึ่งอาจสามารถช่วยลดการฟ้องร้องของผู้ป่วยได้

คำถามงานวิจัย

แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์ผลการฟอกสีฟันหลังฟอกสีฟันได้หรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างและประเมินแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟัน

ความสำคัญของการวิจัย

การฟอกสีฟันในคลินิกทันตกรรมเป็นการรักษาที่ใช้ระยะเวลาสั้นจึงได้รับความนิยมจากผู้ป่วยมากกว่าการฟอกสีฟันที่บ้าน การประเมินประสิทธิภาพของการฟอกสีฟันคือ การประเมินการเปลี่ยนแปลงสีฟัน อาการเสียวฟันและการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ ในการรับรู้สีฟันนั้นมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดการรับรู้สีที่แตกต่างกัน เนื่องจากผู้ป่วยยังมีความคาดหวังให้สีฟันขาวขึ้นและต้องการทราบสีฟันภายหลังฟอกสีฟัน การพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันโดยจากทันตแพทย์จึงต้องมีความถูกต้องและแม่นยำ ดังนั้นจึงควรมีแบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิก

ขอบเขตของโครงการวิจัย: เป็นการศึกษาทางคลินิก (Clinical study)

อาสาสมัครวิจัยที่มีความประสงค์ที่จะฟอกสีฟันในคลินิกและไม่มีประวัติการฟอกสีฟันมาก่อน

นิยามศัพท์จำเพาะ

1. ระบบค่าสี CIE lab เป็นการบอกค่าสีโดยการกำหนดตำแหน่งบนแผนภาพสี ซึ่งกำหนดตำแหน่งค่าโคออดิเนต (Co-ordinate) ของสีใน 3 มิติ

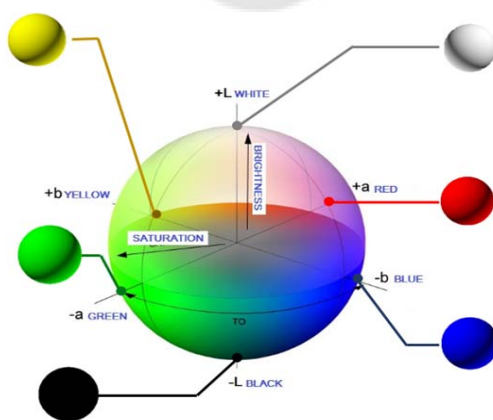
โดย ค่า L ใช้กำหนดค่าความสว่างโดย

ค่า L มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า L มีค่าเท่ากับ 0 เป็นสีดำ L มีค่าเท่ากับ 100 เป็นสีขาว

ค่า a มีค่าบวกจะมีสีไปในทิศทางสีแดง หากมีค่าลบจะมีสีไปในทิศทางสีเขียว

ค่า b มีค่าบวกจะมีสีไปในทิศทางสีเหลือง หากมีค่าลบจะมีสีไปในทิศทางสีน้ำเงิน

ดังภาพประกอบที่ 1

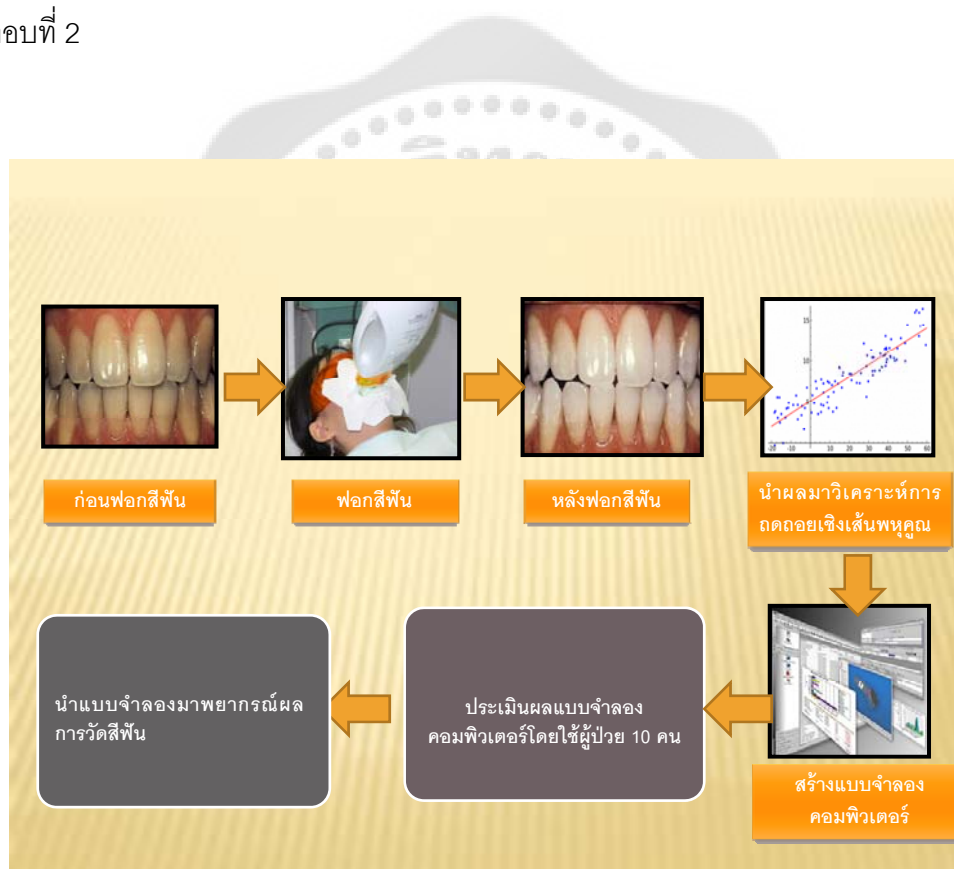


ภาพประกอบ 1 แกนสีในระบบ CIE lab

2.ระบบการฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี หมายถึง ระบบฟอกสีฟันที่ใช้แสงแอลอีดีช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีในสารฟอกสีฟัน

กรอบโครงร่างความคิด

การสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ในการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิก วิธีการสร้างแบบจำลองโดยการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิก การวัดสีฟันด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิกและเครื่องวัดสีที่เชื่อมแอตทราจันซ์จากนั้นจึงนำค่า L^* a^* b^* และค่าเฉลี่ยสีนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเพื่อใช้พยากรณ์ค่า L^* a^* b^* และค่าเฉลี่ยสีวีต้าคลาสสิกหลังฟอกสีฟันดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบ 2 กรอบโครงร่างความคิด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การฟอกสีฟันเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยปรับปรุงความสวยงามในงานทันตกรรมเพื่อความงาม ผู้ป่วยที่เข้ามารับการฟอกสีฟันมีความประสงค์เพื่อให้ฟันขาวขึ้น แต่มีบางปัจจัยที่ทำให้ฟันผู้ป่วยมีการเปลี่ยนแปลงสีฟันได้แตกต่าง เช่น อายุ ผิวเคลือบฟัน วัสดุอุดที่ผิวเคลือบฟัน² ฟันที่เปลี่ยนสีจากยาเตตราไซคลิน การมีคราบจุลินทรีย์ที่ผิวฟัน⁵ และความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการฟอกสีฟัน⁶

2.1 ปัจจัยที่ทำให้ฟันเปลี่ยนสีเกิดจาก 3 สาเหตุ⁷

1. การเปลี่ยนสีฟันที่เกิดขึ้นภายในตัวฟัน เกิดจากการได้รับสารที่มีฟลูออไรด์มากเกินไป ทำให้เกิดเป็นลักษณะฟันตกกระ (Fluorosis) หรือการรับประทานยาปฏิชีวนะพวกเตตราไซคลิน (Tetracycline) ที่ได้รับมาตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา รวมทั้งเกิดจากวัสดุอุดที่มีส่วนผสมของโลหะ หรือฟันตายเนื่องจากถูกกระทบกระแทกสาเหตุดังกล่าวอาจทำให้ฟันมีสีเทาดำหรือสีน้ำตาลเข้ม
2. การเปลี่ยนสีฟันที่เกิดขึ้นภายนอกตัวฟัน ได้แก่ การที่มีคราบหินปูนหรือหินน้ำลาย คราบชา กาแฟ น้ำอัดลม ไวน์แดง การสูบบุหรี่
3. การเปลี่ยนสีฟันที่เกี่ยวข้องกับอายุ เคลือบฟันจะบางลงเมื่อมีอายุมากขึ้นทำให้เห็นเนื้อฟันสีค่อนข้างเหลือง

2.2 กลไกการฟอกสีฟัน

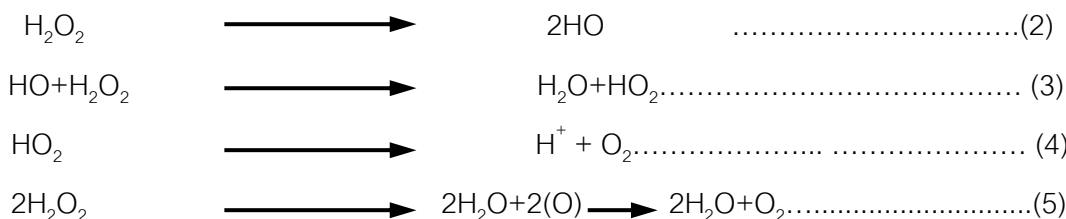
กลไกการฟอกสีฟันเกิดจากสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่แตกตัวให้สารเปอร์ไฮดรอกซิลอิออน และแตกตัวให้ออกซิเจนที่เป็นอิเล็กตรอนอิสระ ออกซิเจนจะไปทำให้โมเลกุลสีที่มีโครงสร้างเป็นคาร์บอน พันธะคู่แตกตัวเป็นโมเลกุลสายสั้นๆ ทำให้สารเป็นโมเลกุลที่เล็กลงและสีเข้มน้อยลงดังสมการที่ 2-5⁸ ในกรณีที่ป็นสารคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์จะเกิดการแตกตัวให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และยูเรียดังสมการที่ 1

สารคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์



ในกรณีที่ป็นสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารตั้งต้นจะแตกตัวให้อนุมูลอิสระดังสมการ 2-5

สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์



วิธีการฟอกสีฟันทำในคลินิกแบ่งออกเป็นสองวิธีคือ การฟอกสีฟันโดยใช้แสงหรือแสงเลเซอร์ กระตุ้นและการฟอกสีฟันที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงหรือแสงเลเซอร์กระตุ้น การศึกษาของ Tavares และคณะ⁹ ในปี ค.ศ.2003 ได้ศึกษาผลของการฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นเปรียบเทียบกับฟอกสีฟันที่ไม่ใช้แสงกระตุ้นในประชากร 87 คน พบว่าการฟอกสีฟันที่ใช้แสงกระตุ้นทำให้ฟันเปลี่ยนสีขาวขึ้นได้มากกว่าการฟอกสีฟันที่ไม่ใช้แสงกระตุ้นโดยพบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่า b* มีค่าสูงขึ้นหลังจากฟอกสีฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lima และคณะ¹⁰ ในปี ค.ศ.2009 ศึกษาเปรียบเทียบการฟอกสีฟันในฟันกรามมนุษย์ด้วยระบบฟอกสีฟันที่ใช้แสงหรือแสงเลเซอร์ช่วยกระตุ้นการฟอกสีฟันเปรียบเทียบกับฟอกสีฟันที่บ้าน ผลการศึกษาพบว่าระบบฟอกสีฟันที่ใช้แสงหรือแสงเลเซอร์ช่วยกระตุ้นการฟอกสีฟันมีการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทันทีที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับฟอกสีฟันที่บ้าน นอกจากนี้การศึกษาของ Kugel และคณะ¹¹ ในปี ค.ศ. 2006 ได้ศึกษาระบบฟอกสีฟันที่ไม่ได้ใช้แสงช่วยกระตุ้นการฟอกสีฟันและระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นการฟอกสีฟัน เมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟันทันทีพบว่าระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นการฟอกสีฟันทำให้สีขาขึ้นมากกว่าการระบบฟอกสีฟันที่ไม่ใช้แสงกระตุ้นการฟอกสีฟันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟันสองสัปดาห์พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีฟันทั้งสองระบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาของ Auschil¹² ในปี ค.ศ.2005 ได้ศึกษารูปแบบการฟอกสีฟันแบบต่างๆ ในผู้ป่วย 39 คน โดยมีการเปรียบเทียบการฟอกสีฟัน 3 ชนิด คือ การฟอกสีฟันที่บ้าน การฟอกสีฟันที่คลินิก และการฟอกสีฟันโดยใช้ผลิตภัณฑ์แผ่นฟอกสีฟัน จากการศึกษาสารฟอกสีฟันทั้งสามระบบพบว่าการเปลี่ยนแปลงสีฟันสีฟันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผู้ป่วยมีความพึงพอใจการฟอกสีฟันในคลินิกมากกว่าการฟอกที่บ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการฟอกสีฟัน

2.3.1 อายุ และเพศ

Lin และคณะ¹³ ในปี ค.ศ. 2008 ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุและการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันโดยใช้แสงเลเซอร์กระตุ้นในประชากร 91 คน พบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยที่อายุมากกว่า 30 ปี มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีฟัน 4.62 ± 2.42 ผู้เข้าร่วมวิจัยที่อายุน้อยกว่า 30 ปีมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสี 5.83 ± 3.06

ซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสีฟันหลังฟอกสีฟันกับอายุพบว่ามีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาของ Gozalo-diaz และคณะ¹⁴ ในปี ค.ศ. 2008 ได้รายงานว่าการเพสและอายุมีความสัมพันธ์ในการพยากรณ์สีฟันหน้าตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การศึกษาของ Lin และคณะ¹³ ในปี ค.ศ. 2008 พบว่าการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันระหว่างเพสหญิง และเพศชายแตกต่างกันกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพศชายมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีฟันมีค่า 5.62 ± 3.02 และเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีฟันมีค่า 5.69 ± 3.0

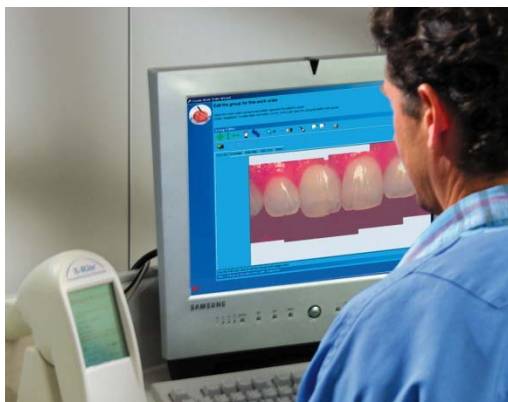
1.3.2 ตำแหน่งฟัน

ในการศึกษา Kugel และคณะ¹¹ ในปี ค.ศ. 2006 ได้ศึกษาระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นการ ฟอกสีฟัน และระบบฟอกสีฟันโดยไม่ใช้แสงกระตุ้นในฟันหน้าตัดบน ฟันหน้าตัดข้างและฟันเขี้ยว ผล การศึกษาระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นพบว่าเมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟันที่ ฟันเขี้ยวมีการเปลี่ยนสีฟัน มากกว่าฟันหน้าตัดข้างและฟันหน้าตัดบนมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด แต่ผลการศึกษาของระบบฟอกสีฟันโดยไม่ ใช้แสงกระตุ้นพบว่าเมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟันที่พบว่าการเปลี่ยนสีฟันในฟันหน้าตัดบนมีการเปลี่ยน สีฟันมากกว่าฟันหน้าตัดข้างและฟันเขี้ยวมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด ในการศึกษาของ Resis และคณะ¹⁵ ในปี ค.ศ. 2011 ได้ศึกษาฟันหน้าตัดเปรียบเทียบสีหลังฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นพบว่ามีการ เปลี่ยนแปลงเฉดสีฟันมีค่า 7.7 ± 0.5 และจากการศึกษาของ Gozalo-diaz และคณะ¹⁴ ในปี ค.ศ. 2008 ได้รายงานค่าเฉลี่ยความสว่างของฟันหน้าตัดบนมีค่า 77.3 ± 6.5 ค่า a^* มีค่า 4.2 ± 2.18 ค่า b^* มีค่า 19.5 ± 4.2

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้สีฟัน

ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้สีฟันของวัตถุประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง การสะท้อน การดูดซับของ แสงกับวัตถุ การมองเห็นของผู้สังเกต และโครงสร้างของวัตถุ¹⁶ การมองเห็นของผู้สังเกตเป็นการทำงาน ระหว่างตาและสมองในการรับรู้สีของตามนุษย์ ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้รับรู้สีต่างกัน เช่น สภาวะแสง ความโปร่งแสง ความทึบแสงของฟัน และการรับรู้สีของฟันแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน¹⁷ ดังเช่น การศึกษาของ Culpepper¹⁷ ในปี ค.ศ. 1970 ได้ประเมินการเลือกสีฟันของทันตแพทย์ในการเลือกสีฟันในฟันหน้าหกรี่ การศึกษานี้ศึกษาในทันตแพทย์จำนวน 33 คน โดยใช้แถบเฉดสีชนิด คือ ไบโอฟอร์ม (Bioform) ไบโอเบลน (Bioblen) อิมพีเรียล (Imperial) และนิวฮู (New Hue) พบว่าทันตแพทย์สามารถวัดค่าสีในฟันเขี้ยวได้ ตรงกันเพียงร้อยละ 39 ดังนั้นจึงควรมีเครื่องมือช่วยวัดสีเพื่อให้การวัดสีฟันมีความเที่ยงตรงมากขึ้นตัวอย่าง เครื่องวัดสีฟัน อาทิเช่น เครื่องมินิตาโครมา เมเตอร์ ซีอาร์ 321 (Minolta Chroma Meter CR-321,NJ, USA)¹⁸ เครื่องเชดอาย (ShadeEye[®], Shofu Dental Co, CA, USA) เชดวิชั่น (ShadeVision[®] X-Rite Inc, MI, USA)¹⁹ ดังภาพประกอบที่ 3 ดังเช่นในการศึกษาของ Florez และคณะ²⁰ ในปี ค.ศ. 2011 ใช้เครื่องวัดสี

ฟันพอคเก็ตสเปค (Pocket Spec[®], Denver, USA) โดยใช้โปรแกรมคัลเลอร์ คิวเอ โปร III (ColorQA Pro III[®] PocketSpec Technologies Inc-Denver, CO, USA) ช่วยในการอ่านค่าสีฟัน



ภาพประกอบ 3 การวัดสีด้วยเครื่องวัดสีเจเนวิชั่น

ที่มา: Krurana R, et al. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. Br dent J 2007; 203(12): 675-80.

2.5 การประเมินการเปลี่ยนสีฟัน

2.5.1 การประเมินด้วยตา

การประเมินสีด้วยตาเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดในคลินิก²⁰ แต่อาจมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องในการวัดสี คือ ปรากฏการณ์เมตามอร์ฟิซึม อายุ ความลึกของตา การประเมินสีโดยใช้วีต้าคลาสสิก (VITAPAN[®], Classical, VITA Zahnfabrik, Germany) ซึ่งเรียงระดับสีจาก B1 ถึง C4 ซึ่งมีทั้งหมด 16 เฉดสี ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 เฉดสีวีต้าคลาสสิกซึ่งมีทั้งหมด 16 เฉดสี

2.5.2 การประเมินจากเครื่องมือวัดค่าสี (Colorimeter)

สี เป็นคุณสมบัติเชิงแสงที่สามารถใช้บรรยายลักษณะของวัสดุการบรรยายสีอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ลักษณะทางกายภาพของตาผู้บรรยาย ลักษณะแสงที่ตกกระทบ ดังนั้นการวัดสีและบรรยายค่าสีจึงต้องมีมาตรฐานเพื่อลดความไม่เป็นกลาง (bias) ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบการวัดสีที่มีมาตรฐาน คือ ระบบ CIE Lab ซึ่งองค์กรที่มีบทบาทสำคัญ ในการกำหนดมาตรฐานด้านสี คือ Commission International de l' Eclairage (CIE) องค์กรนี้ได้กำหนดมาตรฐานการวัดสีซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางคือระบบ CIE Lab โดยเริ่มแรก CIE ได้กำหนดการวัดสีเป็น X-Y-Z ซึ่งใช้บรรยายสีแดง เขียว น้ำเงินแต่เนื่องจากระบบดังกล่าวไม่สามารถบรรยายถึงลักษณะความมืดสว่างของสีได้ CIE จึงได้พัฒนาเป็นระบบ X-Y-L ซึ่งบรรยายถึงค่าสีแดง เขียวและความสว่าง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวยังขาดส่วนที่บรรยายถึงค่าสีน้ำเงิน จึงมีการสร้างระบบ $L^* a^* b^*$ เข้ามามีบทบาทและช่วยอธิบายค่าสีได้มากขึ้น ซึ่งระบบนี้เป็นระบบการบรรยายสี 3 มิติ การวัดค่าสีมีหลายระบบ กล่าวคือ

2.5.2.1 ระบบค่าสีมันเซลล์ (Munsell Color System)

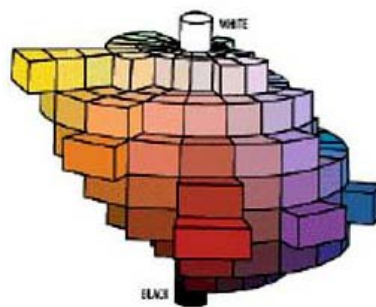
2.5.2.2 ระบบ C.I.E

2.5.2.3 ระบบฮันเตอร์ (L a b)

2.5.2.4 ระบบ CIE Lab ($L^* a^* b^*$)

2.5.2.1 ระบบค่ามันเซลล์ (Munsell color system) ใช้ค่า 3 ค่าหลักคือ

ทฤษฎีสีของมันเซลล์เป็นทฤษฎีสีที่มีอิทธิพลและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในวงการสี เริ่มต้นปี ค.ศ.1898 ผู้คิดค้นทฤษฎีนี้คือ อัลเบิร์ต เฮนรี มันเซลล์ (Albert Henry Munsell)²¹ (cited by Chang และคณะ) ²¹ การอธิบายสีจะเป็นผังสีรูปทรงกลม หรือผังที่มีการแผ่กระจายของสีออกจากศูนย์กลางเหมือนต้นไม้ และตัวเลขมันเซลล์ถูกตีพิมพ์ในชื่อว่า Color Notation ในปี ค.ศ. 1905 และได้ถูกพิมพ์ซ้ำอีกนับไม่ถ้วนทำให้ทฤษฎีสีของมันเซลล์ได้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง ทฤษฎีสีของมันเซลล์นั้นมีลักษณะกระจายออกจากแกนกลาง (Axis) แกนกลางนี้เป็นรูปทรงกระบอกตามแนวตั้งกำหนดเป็นแกนของค่าน้ำหนักของสีกลาง (Neutral Grey Value) ส่วนบนของแกนกำหนดเป็นค่าน้ำหนักของสีขาว และส่วนล่างของแกนกำหนดเป็นค่าน้ำหนักของสีดำระหว่างสีขาวและสีดำคือ น้ำหนักของสีเทาจากเทาแก่ไปเทาอ่อน จากแกนกลางกระจายออกโดยรอบเป็นรัศมีวงกลมจะเป็นตำแหน่งของความเข้มจางคือสีต่าง ๆ โดยจะมีจุดเริ่มจากสีเทาในแกนกลาง ซึ่งสีเหล่านั้นจะมีความไม่สดใส (Low chroma) พุ่งออกมาถึงเส้นรอบวง และสีนั้นจะมีความสดใสเพิ่มขึ้นจนถึงสูงสุด (High chroma) ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบ 5 ทฤษฎีสีของมันทเซลล์มีลักษณะกระจายออกจากแกนกลาง (Axis)

ที่มา: Chang JY, et al. Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. Kaohsiung J med sci 2012;28(9):490-4

ฮลู (Hue) คือ ความเข้มจางของสี แบ่งเป็น 100 สี วาลู (Value) คือ ความสว่างของสี (Lightness) ค่าวาลูแบ่งเป็น 0-10 โดยค่า 0 หมายถึงสีมืดที่สุด และค่า 10 หมายถึงวัตถุสว่างที่สุด โครมา (Chroma) คือ ค่าที่แสดงความเข้มสี

2.5.2.2 ระบบค่าสี C.I.E

เป็นการบอกค่าสีโดยการกำหนดตำแหน่งบนแผนภาพแสดงสี ซึ่งตำแหน่งที่ได้คือ x y z

2.5.2.3. ระบบฮันเตอร์ (Hunter)

ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1950 ถึง 1958 Hunter ได้พัฒนาทฤษฎีความตรงข้ามของสี (Opponent color theory) ให้มีการกระจายตัวของทั้งแกนความขาวดำ (Whiteness-blackness) แกนความแดงเขียว (redness-greenness) แกนเหลืองน้ำเงิน (yellow- blueness) ระบบการวัดค่าสีโดยกำหนดค่าแสดงสี คือ L a b

L หมายถึง ค่าความสว่างมีค่า 0 – 100 โดยค่า 0 หมายถึง สีมืดที่สุด คะแนน 100 หมายถึง ค่าความสว่างที่สุด

a หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงหรือเขียวโดยค่า a หากมีทิศทางบวกหมายถึง แสดงความเป็นสีแดงหาก a มีทิศทางลบหมายถึงแสดงความเป็นสีเขียว

b หมายถึง ค่าที่แสดงความเป็นเหลืองหรือน้ำเงินโดยค่า b หากมีทิศทางบวกหมายถึง แสดงความเป็นสีเหลือง b มีทิศทางลบหมายถึงแสดงความเป็นสีน้ำเงิน²²

2.5.2.4.ระบบ CIE lab (L* a* b*)

การศึกษาของ Li และ Wang²³ ในปี ค.ศ. 2007 ได้ใช้ในการวัดค่าสีฟันโดยใช้ค่า CIE lab โดยระบุจาก L* a* b* โดยการคำนวณหาความแตกต่างของสี (ΔE) ดังสมการที่ 6

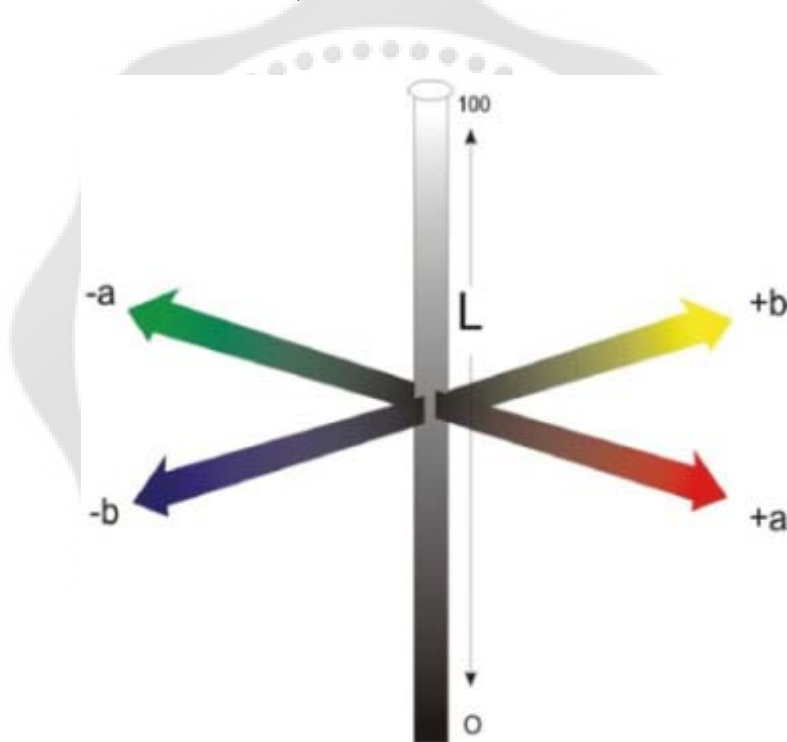
$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

ค่า L* แสดงถึงค่าความสว่าง ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดยค่า 0 หมายถึง สีดำ ที่สุด 100 หมายถึง สีขาวที่สุด

ค่า a* มีค่าบวกจะมีสีไปในทิศทางสีแดง หากมีค่าลบจะมีสีไปในทิศทางสีเขียว

ค่า b* มีค่าบวกจะมีเนื้อสีไปในทิศทางสีเหลือง หากมีค่าลบจะมีเนื้อสีไปในทิศทางสีน้ำเงิน

ค่า ΔE^* L* a* b* โดยระบุจากคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยความส่องสว่าง (International Commission on illumination) ในปี ค.ศ.1967 ดังภาพประกอบที่ 6



ภาพประกอบ 6 แกนสามมิติแสดงการวัดสีฟัน

ที่มา: Vimal K. Color: Implications in dentistry. J Conserv Dent 2010;13(4): 249–55.

โดยทั่วไปแล้วค่าความสว่างเฉลี่ยของสีฟันของมนุษย์มีค่าเฉลี่ย 67.6 ± 7^{24} การประเมินสีฟันของทันตแพทย์นั้นยังมีความเห็นที่ไม่สอดคล้องกัน ปัจจุบันจึงมีการวิเคราะห์สีฟันหลายรูปแบบ เช่น เครื่องวัดสีทีโอคอน บีเอ็ม5 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องมิโนตาโครมา เมเตอร์ ซีอาร์321 เครื่องเจดอาย เจดวิชั่น และปัจจุบันมีเครื่องวัดสีซีเอด ซึ่งในการศึกษาของ Imbery ในปี ค.ศ. 2013 ได้ศึกษาค่า L^* a^* b^* เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับเจดสีวีต้าคลาสสิกดังตารางที่ 1

ตาราง 1 การเปรียบเทียบสีวีต้าคลาสสิกกับค่าความสว่างของเครื่องวัดสีซีเอด²⁵

เจดสีวีต้าคลาสสิก	คะแนนสี	ค่าความสว่าง
B1	1	64.84
A1	2	66.33
B2	3	65.53
D2	4	61.26
A2	5	64.43
C1	6	62.71
C2	7	60.10
D4	8	59.32
A3	9	61.65
D3	10	59.43
B3	11	61.37
A3.5	12	59.07
B4	13	60.37
C3	14	57.62
A4	15	56.73
C4	16	54.96

ที่มา: Imbery T. Evaluation of four dental clinical spectrophotometers relative to human shade observation ADA professional product review 2013;8(3): 1-12.

2.6. ระบบการฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี

การฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีเป็นการฟอกสีฟันด้วยพลังงานแสงซึ่งจะไปกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีในสารฟอกสีฟัน ข้อดี คือสามารถฟอกสีฟันใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ผลข้างเคียงเฉพาะบางรายอาจทำให้เหงือกมีอาการเจ็บแสบ แดง หรืออักเสบ²⁶ รวมทั้งอาจทำให้มีอาการเสียวฟันซึ่งอาการเสียวฟันจะมีอาการมากขึ้นอยู่กับชนิด ความเข้มข้นของสารที่ใช้ รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ฟอกสีฟัน อาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นช่วงสั้นๆ น้ำยาที่ใช้ฟอกสีฟันเป็นสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35-38 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันเช่น Zoom (Discus Dental Inc, CA, USA) BriteSmile (WalnutCreek, CA, USA) ซึ่งระบบฟอกสีฟันที่ใช้แสงกระตุ้นมีหลายระบบดังในการศึกษาของ Matis และคณะ²⁷ ได้ศึกษาค่าสี L^* a^* b^* ในแต่ละระบบการฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงรวมทั้งระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสีพื้นฐานตามระบบ CIE lab และการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยค่าความแตกต่างของสี (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ผลิตภัณฑ์ (ความเข้มข้นสาร)	L^*	a^*	b^*	การเปลี่ยนแปลง ค่าความแตกต่างของสี
Zoom TM (25%)	45.00(3.56)	- 0.33(0.93)	3.43(0.80)	19.50(3.12)
BriteSmile TM (15%)	46.31(1.73)	0.04(1.03)	4.01(1.48)	18.71(3.77)
PolaOffice TM (35%)	46.51(2.59)	- 0.37(0.12)	5.32(2.84)	17.00(2.48)
Illumine TM (15%)	44.72(1.76)	- 0.4(0.64)	3.13(3.01)	20.75(2.49)
Accelerated TM (15%)	45.76(2.73)	-0.54(0.67)	3.26(3.20)	19.33(2.54)
Niveous TM (27%)	45.83(0.61)	-0.20(0.33)	4.51(2.23)	20.00(2.07)
One-Hour Smile TM (35%)	45.24(2.58)	-0.68(0.23)	1.29(1.76)	18.21(0.96)
ArcBrite TM (30%)	48.19(1.73)	-1.04(0.36)	1.12(2.69)	15.25(3.37)

การศึกษาของ Ontiveros และ Paravina²⁸ ในปี ค.ศ. 2009 ได้ประเมินสีฟันในการฟอกสีฟันเปรียบเทียบวิธีการฟอกสีฟันที่ไม่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีในประชากร 20 คน ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีทำให้ฟันขาวขึ้นมากกว่าระบบที่ฟอกสีฟันโดยไม่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ Gallagher และคณะ²⁹ ในปี ค.ศ. 2002 ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีฟันในผู้เข้าร่วมวิจัย 22 คน โดยการศึกษาเปรียบเทียบระบบ

ฟอกสีฟันที่การกระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีโดยเปรียบเทียบกับระบบฟอกสีฟันที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ผลการศึกษาพบว่าระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีมีผลทำให้ฟันเปลี่ยนสีมากกว่าระบบฟอกสีฟันที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหลังฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ยค่าความแตกต่างของสีของระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี 6.21 ± 3.12 และค่าเฉลี่ยค่าความแตกต่างของสีของระบบฟอกสีฟันที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีมีค่าเฉลี่ย 4.66 ± 2.08

2.7. แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์การเปลี่ยนสีของฟัน

เนื่องจากการศึกษาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ในการพยากรณ์สีฟันหลังการฟอกสีฟันยังมีน้อย ดังเช่น การศึกษาของ Herrera และคณะ³⁰ ในปี ค.ศ. 2010 ซึ่งศึกษาในผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 40 คน โดยศึกษาเรื่องการพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันโดยใช้ระบบฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy logic) นำมาใช้ในการพยากรณ์สีฟัน โดยนำค่าที่ได้จากการวัดสีเริ่มต้นก่อนฟอกสีฟันมาหาความสัมพันธ์กับค่าสีที่ได้หลังฟอกสีฟัน ระบบฟัซซี่จะพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟัน โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องวัดสีฟัน คือ เครื่องสเปกโตรรัสแกนพีอาร์ 704 (SpectraScan PR-704, Photo ReserchInc, California, USA) และผลการพยากรณ์สีที่ได้จากระบบฟัซซี่จะรายงานค่าสีในระบบวัดสี CIE lab และค่าเฉลี่ยวัดค่าคลาสสิก Herrera ได้รายงานค่าเฉลี่ยสีก่อนฟอกสีฟัน และหลังฟอกสีฟัน ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยค่าสีในระบบ CIE lab ($L^* a^* b^*$) ก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน

	ก่อนฟอกสีฟัน			หลังฟอกสีฟัน		
	ค่ามากที่สุด	ค่าน้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ค่ามากที่สุด	ค่าน้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย
L^*	32.14	79.85	56.37	33.20	82.16	59.29
a^*	4.09	18.50	7.61	1.77	11.02	5.72
b^*	7.37	21.78	14.67	4.82	18.04	11.17

ที่มา: Herrera et al. Prediction of color change after tooth bleaching using fuzzy logic for Vita Classical shades identification. Applied Optics 2010;49 (3):422-9

นอกจากนี้ Herrera ยังหาความสัมพันธ์ของสีที่วัดจากระบบ CIE lab มาหาความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยวัดค่าคลาสสิก โดยแสดงความสัมพันธ์ไว้ดังตารางที่ 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบสีระหว่างค่า CIE lab และเฉดสีวีต้าคลาสสิก

ค่า CIE.lab			
เฉดสีวีต้าคลาสสิก	L*	a*	b*
B1	59.85	4.24	7.34
A1	63.46	5.05	9.11
B2	61.90	6.09	12.55
D2	59.42	5.59	8.59
A2	60.55	6.99	12.46
C1	55.87	5.15	8.81
C2	54.83	6.87	13.40
D4	55.57	6.18	14.40
D3	55.65	7.19	11.69
A3	56.16	7.96	14.58
B3	49.28	7.97	16.83
A3.5	48.94	8.49	15.70
B4	50.02	8.17	18.33
C3	46.29	6.78	12.88
A4	43.05	8.34	14.95
C4	34.92	7.23	12.87

ที่มา: Herrera et al. Prediction of color change after tooth bleaching using fuzzy logic for Vita Classical shades identification. Applied Optics 2010;49(3): 422-9

การนำระบบฟัซซีลอจิกมาใช้พยากรณ์ผลการฟอกสีฟันนั้น ระบบฟัซซีลอจิกมีข้อดี คือ มีเหตุผลเชิงตรรกะสอดคล้องกับความคิดมนุษย์ และยังช่วยตัดสินใจสิ่งที่คลุมเครือให้เป็นสัดส่วน สำหรับข้อเสียของระบบฟัซซีคือ ไม่มีกระบวนการเรียนรู้ในการปรับแต่งโครงสร้างและไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดจึงมีข้อสรุปออกมาเป็นเช่นนี้³¹ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกใช้การวิเคราะห์การถดถอย เนื่องจากสามารถพยากรณ์ค่าได้และง่ายต่อการสร้างสมการการพยากรณ์

ตัวอย่างการศึกษาที่การวิเคราะห์การถดถอยมาใช้ในการพยากรณ์สีฟัน เช่น ในการศึกษาของ Ishikawa-Nagai และคณะ³² ในปี ค.ศ. 2004 ศึกษาในอาสาสมัครวิจัยจำนวน 32 คน ได้ศึกษาผลการวัดสีฟันหลังฟอกสีฟัน โดยนำการวิเคราะห์สมการถดถอยมาใช้ในการพยากรณ์ค่าสีฟันหลังฟอกสีฟัน นำค่า $L^* a^* b^*$ ที่วัดได้จากการวัดสีก่อนฟอกสีฟันมาหาความสัมพันธ์กับค่า $L^* a^* b^*$ ที่วัดได้หลังฟอกสีฟัน การฟอกสีฟันครั้งนี้เป็นการฟอกสีฟันที่บ้านซึ่งสารคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 พบว่าสมการการวิเคราะห์การถดถอยสามารถทำนายผลการพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีค่า 0.78

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเพื่อการพยากรณ์สีฟันโดยหาความสัมพันธ์จากตัวแปรอายุ และเพศ มีการศึกษาโดยการนำสถิติการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นมาประยุกต์ใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับสีฟันดังเช่น การศึกษาของ Gozalo และคณะ¹⁴ ในปี ค.ศ. 2008 ศึกษาในฟัน 120 ซี่ ได้ทดลองใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยโดยหาค่า $L^* a^* b^*$ จากสมการที่ 7-9

$$L^* = 86.5 - 0.22 \times \text{Age} + 2 \dots\dots\dots(7)$$

$$a^* = 1.9 + 0.05 \times \text{Age} \dots\dots\dots(8)$$

$$b^* = 15.4 + 0.1 \times \text{Age} - 1.6 \dots\dots\dots(9)$$

ผลการศึกษาพบว่าค่า b^* เพิ่มขึ้นตามอายุ 0.1 เท่าของค่า CIE ต่อปี และค่าเฉลี่ยของ ΔE มีค่าเฉลี่ย 5.8 ± 3.2 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Heras และคณะ³³ ในปี ค.ศ. 2003 ซึ่งได้นำสถิติการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์สีฟันเช่นกัน

2.9.การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)³⁴

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหรือปัจจัยที่แทนด้วยตัวแปรสองตัวแปรขึ้นไป เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ ทิศทางความสัมพันธ์ และลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือเป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยค่าที่ทราบจากตัวแปรหนึ่งแล้วนำไปพยากรณ์ค่าของอีกตัวแปรหนึ่งว่ามีความแปรผันในสัดส่วนเท่าใดหรือในระดับใด สมการถดถอยเป็นรูปแบบหนึ่งของโมเดลเชิงเส้น โดยพบว่ารูปทั่วไปของสมการจะมีลักษณะเป็น

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots \beta_m X_m + \varepsilon \dots\dots\dots (10)$$

เมื่อ Y เป็นค่าสังเกตหรือตัวแปรตาม (Dependent variable)

ค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression coefficients) เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า

ค่า $X_1, X_2, \dots, X_m$ เป็นตัวแปรอิสระที่มีลักษณะต่อเนื่อง (Continuos variable)

ε เป็นค่าความคลาดเคลื่อน

การนำตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นเพื่อไปใช้ในการพยากรณ์นั้นพบว่าถ้าใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น หรือเรียกว่าการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) อาจทำให้พยากรณ์คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง โดยส่วนใหญ่ใช้ตัวแปรอิสระหลายตัวในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น หรือเรียกว่าการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple linear regression analysis) ซึ่งจะช่วยให้การพยากรณ์มีความแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ตัวแปรอิสระบางตัวอาจมีความสัมพันธ์กันเองเกิดปัญหาพหุสัมพันธ์ในตัวแปรอิสระ ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบมีค่าสูง ทำให้การทดสอบพารามิเตอร์ในตัวแบบไม่นัยสำคัญ ข้อดีในการวิเคราะห์การถดถอย คือ เป็นการสร้างแบบจำลองของปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลลัพธ์กับข้อมูลจริงในอดีตและสามารถใช้พยากรณ์ผลลัพธ์ สมการนั้นจะสะท้อนความเกี่ยวพันของตัวแปร ส่วนข้อเสีย คือ เป็นการประมาณค่า อาจมีความไม่แน่นอน³⁵



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 แถบวัดสีวีต้าคลาสสิก ดังภาพประกอบที่ 7



ภาพประกอบ 7 แถบวัดสีวีต้าคลาสสิกมีทั้งหมด 16 เฉดสี

3.1.2 เครื่องวัดค่าสี (Vita Easyshade[®] Advance, Vident, USA) ดังภาพประกอบที่ 8



ภาพประกอบ 8 เครื่องวัดสีวีต้าอีชีแอดแอดวานซ์

3.1.3. น้ำยาฟอกสีฟันซึ่งเป็นสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 (ZoomTM, Discus dental Inc, USA) ดังภาพประกอบที่ 9



ภาพประกอบ 9 น้ำยาฟอกสีฟันแบบกระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี (ก) หลอดดูดน้ำลาย (ข)

วิตามินอีช่วยบำรุงเหงือก (ค) ม้วนสำลีกั้นน้ำลาย (ง) ผ้ากั้นน้ำลาย (จ) สารกันขอบเหงือก

ตัวน้ำยาประกอบด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 เป็นหลัก กระบวนการฟอกสีฟันด้วยระบบกระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีเป็นวิธีที่ปลอดภัย และได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์การอาหารและยาจากประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งใช้เวลาในการฟอกสีฟัน 45 นาที

3.1.4. เครื่องฟอกสีฟัน: รุ่น Philips Zoom white speed) ดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบ 10 เครื่องฟอกสีฟัน

สถานที่ศึกษาวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่อยู่: เลขที่ 114 ถนนสุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10110

3.2. วิธีการวิจัย

3.2.1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ในการศึกษาได้คัดเลือกผู้ร่วมวิจัยสำหรับการฟอกสีฟันจำนวน 30 ราย โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการชี้แจงตามเอกสารคำอธิบายโครงการวิจัยถึงผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยรับทราบ และลงชื่อยินยอมที่จะทำการฟอกสีฟัน และผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการตรวจช่องปาก ขูดหินปูนและขัดฟัน การฟอกสีฟันครั้งนี้จะฟอกสีฟันทั้งปาก โดยจะฟอกสีฟันตั้งแต่ฟันกรามน้อยซี่หนึ่งด้านซ้ายถึงฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งขวาทั้งฟันบนและฟันล่าง วัดสีและบันทึกผลเฉพาะฟันเขี้ยวบนขวา ก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟันนาน 1 นาที

3.2.2. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยให้เข้าโครงการวิจัย (inclusion criteria)

- 3.3.2.1 เพศชาย หรือ หญิงอายุ 18-32 ปี
- 3.3.2.2 มีฟันเขี้ยวขาบนที่บริเวณผิวฟันด้านแก้มไม่ผุหรือเคยได้รับการอุดฟัน
- 3.3.2.3 เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดสีฟัน บริเวณกึ่งกลางฟันเขี้ยวต้องมีสีเข้มกว่า A3
- 3.3.2.4 เหงือกมีร่องลึกปริทันต์น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร

3.2.3 เกณฑ์การแยกผู้เข้าร่วมการวิจัยมิให้เข้าโครงการวิจัย (exclusion criteria)

- 3.3.3.1 มีโรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีฟัน
- 3.3.3.2 คนไข้ที่ติดเครื่องมือจัดฟัน
- 3.3.3.3 ฟันที่มีวัสดุอุดฟันด้านผิวหน้าด้านแก้ม
- 3.3.3.4 ฟันแตกร้าाइคลิน
- 3.3.3.5 ตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร
- 3.3.3.6 เคลือบฟันสึกกร่อนหรือผิปกติ
- 3.3.3.7 ผู้สูบบุหรี่
- 3.3.3.8 ฟันได้รับการรักษาทางทันตกรรมประดิษฐ์ เช่น สะพานฟัน ครอบฟัน
- 3.3.3.9 ฟันเขี้ยวที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน

3.2.4. ทันดแพทช์ที่วัดสี

3.3.4.1 ไม่มีไข้

3.3.4.2 ไม่เป็นต่อหินหรือต่อกระຈก

3.3.4.3 ตาไม่บอดสี

3.3.4.4 ไม่ได้รับยาคุมกำเนิด ยาไอบลูลูโฝเฟน แอสไพริน

3.3. วิธีการฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี

3.3.1. เตรียมอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยน้ำยาฟอกสีฟันที่มีส่วนประกอบสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 ม้วนผ้าก๊อชกั้นน้ำลาย ดังภาพประกอบที่ 11

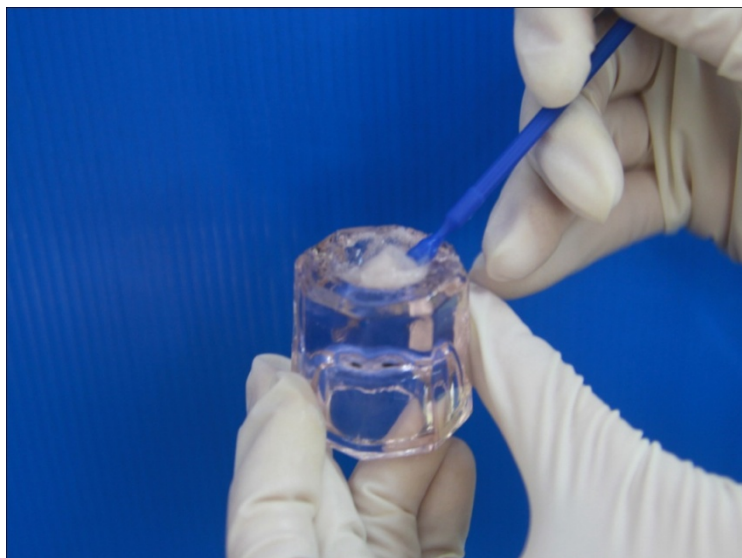


ภาพประกอบ 11 เครื่องมือกั้นน้ำลาย

3.3.2. ถ่ายรูป วัดสีฟันก่อนฟอกสีฟันด้วยแถบสีวัดค่าคลาสสิก และเครื่องวัดสีวีต้าอีซีเจเนอเรชัน

3.3.3. ใส่เครื่องมือกั้นน้ำลายหลังจากนั้นเป่าลมแล้วบีบสารกั้นขอบเหงือกปิดขอบเหงือก หลังจากนั้นสวมแว่นตาสีส้มเพื่อป้องกันแสงที่อาจรบกวนสายตา ทำการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงเพื่อให้สารกั้นขอบเหงือกแข็งตัว

3.3.4. บีบน้ำยาลงถ้วยผสมวัสดุคนให้เข้ากัน ใช้ไซริงค์ขนาด 2 มิลลิลิตรดูดน้ำยาฟอกสีฟันมา 0.5 มิลลิลิตร ทาที่ตัวฟันให้หนาประมาณ 1 มิลลิเมตรที่ฟันเขี้ยวดังภาพประกอบที่ 12



ภาพประกอบ 12 การผสมน้ำยาฟอกสีฟันให้เข้ากัน

3.3.5. เตรียมเครื่องฟอกสีฟันโดยสวมส่วนนำแสงสีส้มต่อเข้ากับเครื่องฟอกสีฟันและปรับตำแหน่งของเครื่องให้ตรงกับช่องปากของคนไข้ แล้วกดปุ่มเริ่มต้น เครื่องทำงานเองครั้งละ 15 นาที 3 ครั้ง ดังภาพประกอบที่ 13



ภาพประกอบ 13 (ก) การตั้งค่าเครื่องฟอกสีฟัน (ข) แสดงการเตรียมท่อนำแสงและเตรียมผู้ป่วยก่อนฟอกสีฟัน

3.4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการประเมินผล

- การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย คัดเลือกโดยทันตแพทย์ท่านที่ 1 ประเมินสีฟันโดยใช้เครื่องวัดค่าสีวีต้าอีซีเอนแอดวานซ์
- ผู้ประเมินประกอบด้วยทันตแพทย์ 2 คน ซึ่งทันตแพทย์ท่านที่หนึ่งและท่านที่สองจะวัดสีฟันด้วยตาโดยใช้แถบวัดสีฟันวีต้าคลาสสิกและทันตแพทย์คนที่หนึ่งจะเป็นผู้วัดสีด้วยเครื่องวัดสี

3.5. การบันทึกผล

3.5.1. การบันทึกผลด้วยแถบวัดสี

ถ่ายรูปและบันทึกผลเป็นเจดสีฟันตามแถบวัดสี บันทึกค่าเจดสีก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน ดังภาพประกอบที่ 14



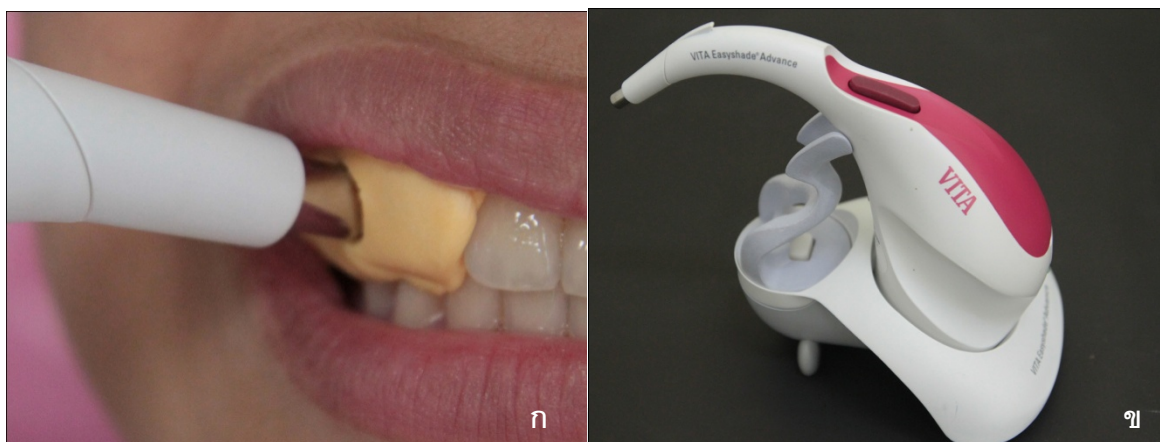
ภาพประกอบ 14 การวัดสีฟันก่อนฟอกสีฟัน (ก) ฟันก่อนฟอกสีฟัน (ข) การวัดสีฟันด้วยเจดสีวีต้าคลาสสิกก่อนฟอกสีฟัน

การวัดสีฟันด้วยสายตา วัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางฟันเขี้ยวในตำแหน่งเดียวกับการวัดด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซีเอนแอดวานซ์ สภาวะฟันในการวัดสีต้องเปียกเล็กน้อย เปิดหน้าต่างที่ยูนิต ปิดไฟยูนิต เช็ดลิปติกออก

3.5.2. การวัดสีด้วยเครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดสีฟันที่ใช้ในการวัดสีครั้งนี้คือ วีต้าอีซีเอนแอดวานซ์ การวัดจะวัดในตำแหน่งกึ่งกลางฟันเขี้ยว เพื่อให้วัดในตำแหน่งเดียวกันทุกครั้งจะต้องทำอุปกรณ์นำแนวทางการวัดสีฟันเฉพาะบุคคล โดยทำจากซิลิโคน เจาะรูขนาด 4 มิลลิเมตรเท่ากับขนาดแนวนำแสงของเครื่องวัดสีดังภาพประกอบที่ 15 การวัดสีฟันจะต้องมีการเปรียบเทียบมาตรฐานเครื่อง โดยการตั้งโปรแกรมการเปรียบเทียบมาตรฐานก่อนการ

วัดสีทุกครั้ง ทำการวัดสีสามครั้งและบันทึกผล เครื่องจะแสดงผลเป็นค่า L^* a^* b^* และเฉดสีวีต้าคลาสสิก การวัดสีฟันจะวัดสีก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน



ภาพประกอบ 15 การวัดสีด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีชีเชดแอดวานซ์ (ก) การทำซิลิโคนเป็นแนวทางในการวัดสี (ข) เครื่องวัดสีวีต้าอีชีเชดแอดวานซ์

3.6.การจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1. การสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์

โดยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์สีฟันมีชื่อว่าอีชีคลิก (Easy click tooth color predictor) ประกอบด้วยสี่ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ประวัติส่วนบุคคล

ชื่อ นามสกุล วัน เดือน ปีเกิด เพศ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าสีฟัน

โดยการนำโปรแกรมมาใช้นั้น ต้องกรอกข้อมูลในส่วนที่ได้จากการวัดสี โดยในลำดับแรกต้องเลือกวิธีการวัดสี โดยหากวัดด้วยเครื่องให้กดเลือกที่ปุ่ม L.a.b method หรือถ้าหากวัดด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกให้เลือกปุ่ม Vita Shade Method และหลังจากนั้นจึงเลือกปุ่มวัดผล Output เพื่ออ่านค่าผลในส่วนที่สาม

ส่วนที่ 3 ผลการพยากรณ์สีฟัน

โปรแกรมจะประมวลผลค่าสีฟันหลังฟอกสีฟันโดยแสดงค่าในระบบ CIE lab ค่าแถบสีวีต้าคลาสสิก และค่าความแตกต่างของสี (ΔE)

ส่วนที่ 4 ภาพแสดงลำดับสีฟันที่ขาวขึ้น

ผลของโปรแกรมจะแสดงลำดับสีฟันที่ขาวขึ้นโดยแสดงเป็นแถบสี ซึ่งจะแสดงผลแถบสีที่ขาวขึ้นหลังฟอกสีฟันทันที ดังภาพประกอบที่ 16

ส่วนที่ 1
ประวัติส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2
ข้อมูลที่ได้จากการวัด
สีฟันก่อนฟอกสีฟัน

ส่วนที่ 3
ผลการพยากรณ์สีฟัน

ส่วนที่ 4
ภาพแสดง
ลำดับสีฟันที่
ขาวขึ้น

ภาพประกอบ 16 การกรอกข้อมูลก่อนฟอกสีฟัน

3.7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 สถิติหาความเห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้วัดสีโดยใช้สถิติโคเฮนแคปปา (Cohen's kappa statistic)

3.7.2 หาความสัมพันธ์ของตัวแปรและวิเคราะห์ตัวแปรโดยใช้สถิติการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

3.7.3 การทดสอบความแม่นยำของสมการที่นำมาใช้หาความสัมพันธ์วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยใช้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean absolute percentage error)

3.7.4 การทดสอบความถูกต้องของการนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ไปใช้โดยหาร้อยละความถูกต้องของข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญการวัดสีฟัน

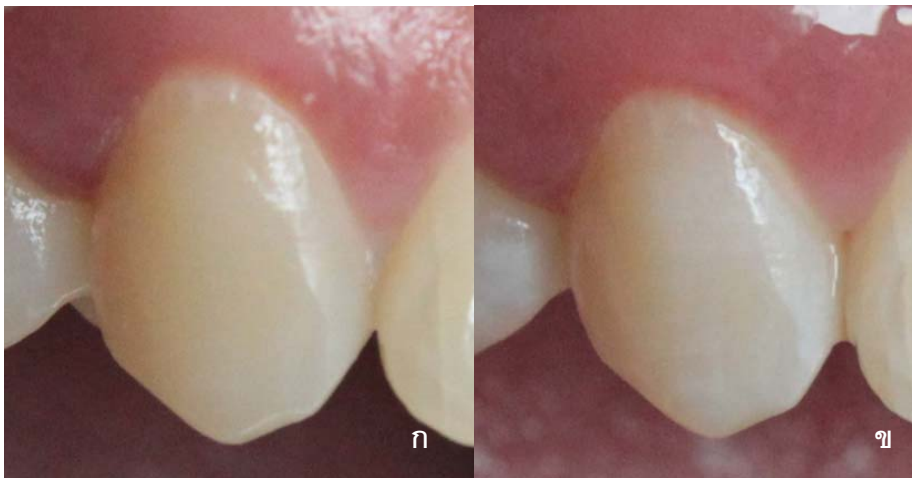
3.8. การประเมินผลโมเดลพยากรณ์

การทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือโดยคัดเลือกอาสาสมัคร 10 คน โดยวิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อใช้ในการทดสอบทำการฟอกสีฟันและวัดผลการฟอกสีฟันด้วยแถบวัดสีวีต้า คลาสสิกเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการพยากรณ์สีฟันจากแบบจำลองคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

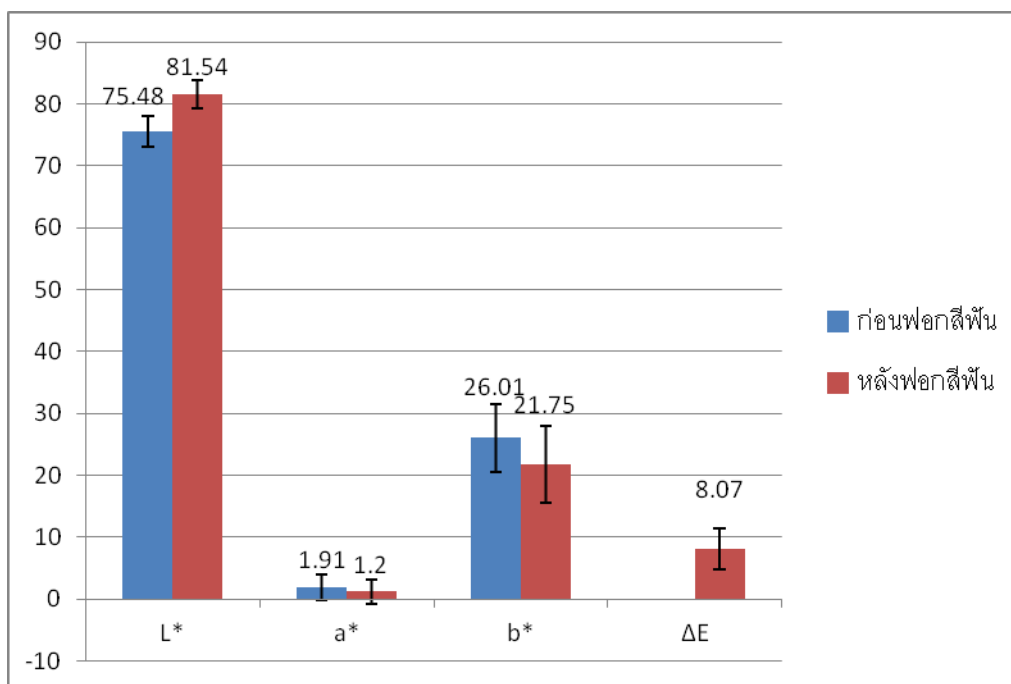
ในการศึกษาครั้งนี้มีอาสาสมัครวิจัยเข้าร่วมจำนวน 30 ราย อายุอยู่ระหว่าง 18-32 ปี อายุเฉลี่ย 24.16 ± 3.71 ปี เป็นเพศชาย 12 คน เพศหญิง 18 คน ได้รับการคัดเลือกผ่านเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร โดยใช้เครื่องวัดสีหลังจากนั้นจึงฟอกสีฟันดังภาพประกอบที่ 17 ซึ่งแสดงฟันก่อนฟอกสีฟันและฟันหลังฟอกสีฟัน



ภาพประกอบ 17 ฟันเขี้ยวก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน (ก) ฟันก่อนฟอกสีฟัน (ข) ฟันหลังจากฟอกสีฟัน

ค่าความเชื่อถือที่ได้ระหว่างทันตแพทย์ผู้วัดสีฟันด้วยสายตา 2 คน (inter-rater reliability) มีค่าสัมประสิทธิ์โคเฮนแคปปา (Cohen's kappa) เท่ากับ 0.774 จัดความเห็นพ้องต้องกันอยู่ในระดับดี ผลการวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิกพบว่าหลังฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนเฉดสีขาวขึ้น 7.83 ± 3.49

ผลการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซีซีเจดพบว่า หลังฟอกสีฟันมีค่าความสว่างเฉลี่ยเป็น 81.54 ± 2.26 พบว่าค่าความแตกต่างของสีหลังฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ย 8.07 ± 3.36 หลังฟอกสีฟันค่า a^* มีค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 1.2 ± 1.96 และค่า b^* มีค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 21.75 ± 6.25 ดังภาพประกอบที่ 18



ภาพประกอบ 18 แผนภูมิแท่งแสดงผลการฟอกสีฟันหลังฟอกสีฟัน

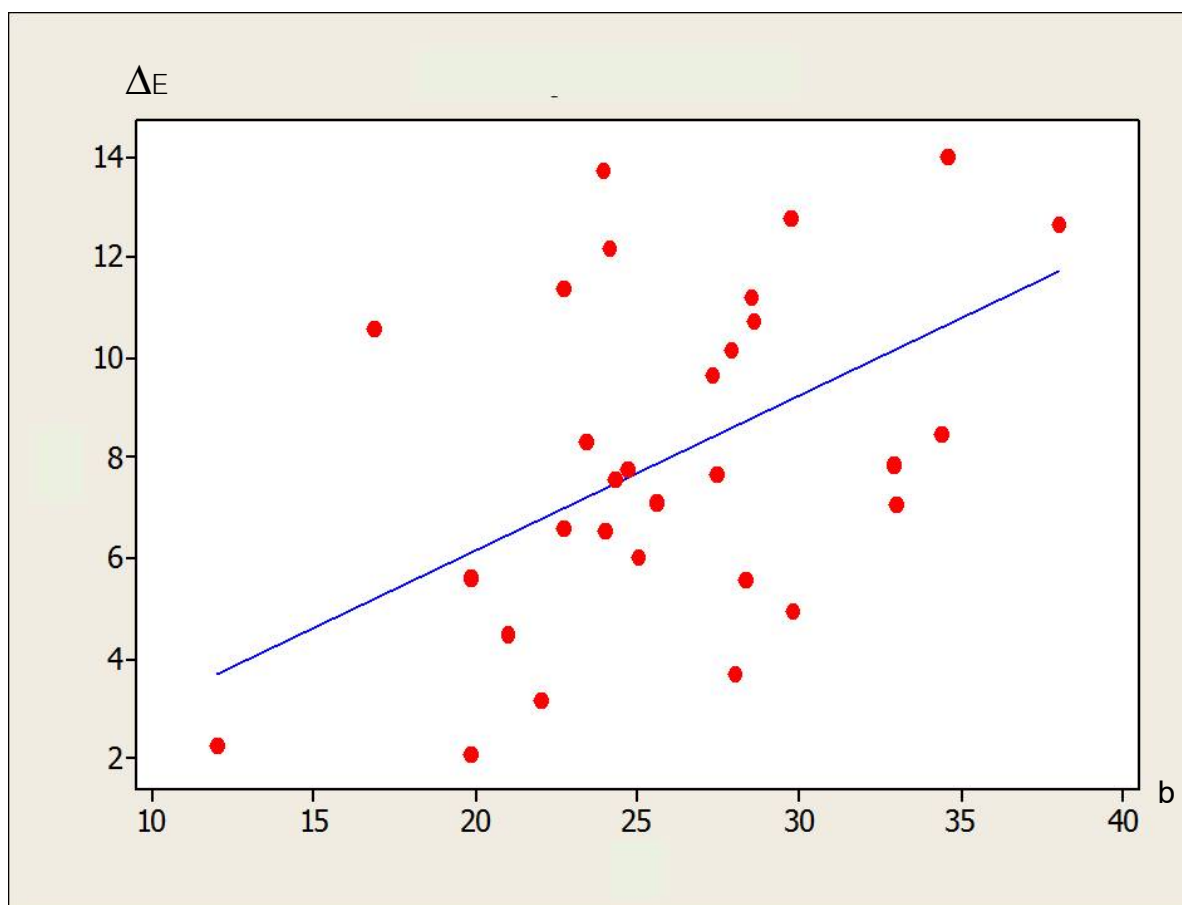
จากภาพประกอบ 18 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีในระบบ CIE lab พบว่าค่าความสว่างหลังฟอกสีฟันมีค่ามากขึ้นจากเดิม ซึ่งมีค่าความสว่างก่อนฟอกสีฟันมีค่า 75.48 ± 2.48 และหลังฟอกสีฟันมีค่าความสว่างเพิ่มเป็น 81.54 ± 2.26 ค่า a^* มีค่าลดลงโดยก่อนฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ย 1.91 ± 2.2 หลังฟอกสีฟันลดลงเป็น 1.2 ± 1.96 และค่า b^* มีค่าลดลงโดยก่อนฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ย 26.01 ± 5.53 และหลังฟอกสีฟันลดลงเป็น 21.75 ± 6.25

4.1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแปรถดถอย ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบการถดถอยมีทั้งหมด 3 ค่า กระบวนการนี้เป็นการลดจำนวนตัวแปรอิสระที่จะนำมาวิเคราะห์ให้น้อยลงเหลือตัวแปรเดียวเท่านั้น นำตัวแปรอิสระใหม่เป็นส่วนประกอบหลัก มาแทนค่าลงในตัวแบบการถดถอยเพื่อพยากรณ์สีฟัน เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของสีนั้นกับค่า L^* a^* b^* พบว่าจะได้สมการความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น สร้างสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายได้ดังนี้

$$\Delta E = 0.309b$$

โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของสีกับค่า b^* มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกและอธิบายได้ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของสี (ΔE) และค่า b^*

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากสมการ $\Delta E = 0.309b$ ค่า b สามารถพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีได้ร้อยละ 88.43 และมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบรูณ์ร้อยละ 33.60 เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบรูณ์ระหว่างตัวแบบส่วนประกอบหลักของชุดข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเอนเอียงน้อย หมายถึงตัวแบบที่ได้มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สีพื้น

4.2 ผลการสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์

จากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จากสมการถดถอยเชิงเส้นสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อการคำนวณสามารถพยากรณ์ผลหลังฟอกสีพื้นได้ทั้งสองรูปแบบ คือการพยากรณ์ผลในรูปแบบสีวีต้าคลาสสิก เช่น หากผู้ป่วยวัดสีก่อนฟอกสีพื้นได้ค่าสี A3 แบบจำลองคอมพิวเตอร์จะพยากรณ์ผลหลังฟอกสีพื้นได้ค่า A1 หรือหากวัดสีพื้นด้วยวิธีวัดด้วยเครื่องมือวัดสีวีต้าอัติโนมัติ จะต้องกรอกข้อมูลในระบบสี CIE lab ลงในส่วนที่ 2 แบบจำลองคอมพิวเตอร์จะแสดงผลการพยากรณ์สีพื้นในระบบ CIE lab และให้ผลการพยากรณ์ในค่าสีวีต้าคลาสสิกเช่นกัน ดังภาพประกอบที่ 20

ToothColorPredictor

Profile
 H.N.: 11
 Name: Puchong
 Last Name: Sanmaneesuk
 Date of Birth: 4/ 4/ 2557
 Gender: Male

Before
☐ L,a,b Method ☒ Vita Shade Method
 L: 0.00
 a: 0.00
 b: 0.00
 VITA-CODE: A3

After
 VITA-CODE: A1 ΔE : 6.35
 L: 81.48 a: 0.14 b: 16.72

Color Scale
 B1 A1 B2 D2 A2 C1 C2 D4 A3 D3 B3 A3.5 B4 C3 A4 C4
 Before: [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue] [Blue]
 After: [Blue] [Blue] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

EASY CLICK
 Tooth Color Predictor
 Creative by M&T

ภาพประกอบ 20 ผลการพยากรณ์สีฟัน

4.3. การทดสอบความถูกต้องของการนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ไปใช้

การทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือโดยคัดเลือกอาสาสมัคร 10 คน โดยวิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อใช้ในการทดสอบโดยหาร้อยละความถูกต้องของข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับผลการวัดสีฟันจากผู้เชี่ยวชาญการวัดสีหลังฟอกสีฟันด้วย ผู้เข้าร่วมวิจัย 10 คน จะได้รับการฟอกสีฟันและวัดสีฟันหลังฟอกสีฟัน ค่าสีที่วัดได้จากผู้เชี่ยวชาญการวัดสี นำมาเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์สีหลังฟอกสีฟันจากแบบจำลองคอมพิวเตอร์ โดยลงข้อมูลที่ได้จากการวัดสีด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกก่อนฟอกสีฟัน และประมวลผลการพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันพบว่าแบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถทำนายผลหลังฟอกสีฟันมีความถูกต้องร้อยละ 90 ดังตารางที่ 5

ตาราง 5 ผลการพยากรณ์การฟอกสีฟันด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิก

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์	ผลการพยากรณ์	
	ค่าสีวีต้าคลาสสิกคาดเดาแม่นยำ	
	ผลการพยากรณ์ถูกต้อง	ผลการพยากรณ์ไม่ถูกต้อง
ผลการวัดสีฟันหลังฟอกสีฟัน	90	10



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1. อภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิกเมื่อฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีโดยใช้น้ำยาฟอกสีฟันประกอบที่ด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 การศึกษาครั้งนี้ประเมินผลการเปลี่ยนสีฟัน 2 วิธี คือ วิธีการวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิกและวิธีการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซีเจดแอดวานซ์ พบว่าวิธีการวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิกค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนเฉดสีพบว่าการเปลี่ยนสีฟันขาวขึ้น 7.83 ± 3.49 ทันตแพทย์ผู้ประเมินสีทั้งสองคนให้การประเมินสีตรงกันในระดับความสอดคล้องสถิติหาความเห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้วัดสีโดยใช้สถิติโคเฮนแคปปา (Cohen's kappa statistic) มีค่า 0.774 วิธีการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซีเจดแอดวานซ์ พบว่าค่า a^* และ b^* ลดลง โดยพบว่าค่าความแตกต่างของสีมีค่า 2.1-12.66 ซึ่งโดยปกติแล้วสายตามนุษย์จะเห็นสีเปลี่ยนแปลงเมื่อมีค่าความแตกต่างของสีมีค่า 3.3⁵ สอดคล้องกับการศึกษาของ Zekonis และคณะ³⁶ ในปี ค.ศ. 2003 ศึกษาจากประชากรในประเทศอเมริกาจำนวน 19 คน โดยใช้วิธีฟอกสีฟันที่บ้านด้วยสารคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 จำนวน 10 คน และฟอกสีฟันในคลินิกด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 จำนวน 9 คน พบว่าเมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟัน 2 สัปดาห์ พบว่าวิธีการฟอกสีฟันที่บ้านมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสี 12.98 ± 4.19 และการฟอกสีฟันที่คลินิกมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสี 9.14 ± 3.72 เมื่อวัดโดยใช้เครื่องวัดสี วิธีการฟอกสีฟันที่บ้านมีค่าความแตกต่างของสีมีค่า 10.3 ± 2.6 และการฟอกสีฟันที่คลินิกมีค่าความแตกต่างของสีมีค่า 4.05 ± 1.62 เมื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันในระบบต่างๆ การศึกษาของ Marson และคณะ³⁷ ในปี ค.ศ. 2008 ได้ศึกษาระบบฟอกสีฟัน 4 ระบบ โดยประกอบด้วยระบบที่ไม่ใช้แสงกระตุ้นการฟอกสีฟัน ระบบที่กระตุ้นด้วยแสงฮาโลเจน แสงแอลอีดี และแสงเลเซอร์ในประชากร 40 คน พบว่าการเปลี่ยนสีฟันของวิธีการฟอกสีฟันทั้ง 4 ระบบ สีฟันขาวขึ้นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษากการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันในแถบเอเชีย พบว่าปัจจุบันยังไม่มีกรนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการพยากรณ์สีฟัน การศึกษาในครั้งนี้จัดเป็นการศึกษานำร่องในประชากรเชื้อชาติไทยซึ่งอยู่ในแถบเอเชีย และทำการวัดสีฟันในการฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ซึ่งเป็นระบบที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ทำให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นมาใช้ในการพยากรณ์ประชากรในแถบเอเชียเนื่องจากมีการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านเชื้อชาติมีผลต่อการฟอกสีฟัน ดังการศึกษาของ Zhou X³⁸ ในปี ค.ศ. 2002 ได้ศึกษาในประชากร 308 คน จำนวน 4 กลุ่มเชื้อชาติ โดยใช้แผ่นฟอกสีฟันฟอกสีฟันให้ขาวขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านเชื้อชาติมีผลต่อการเปลี่ยนสีฟันในการฟอกสีฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยด้านอายุ พบว่าอายุมีผลต่อการเปลี่ยนสีของฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากส่วนของเคลือบฟันจะบางลงเมื่อมีอายุมากขึ้น ทำให้เห็นเนื้อฟันซึ่งอยู่ชั้นในและมีสีค่อนข้างเหลืองชัดเจนขึ้น การศึกษาของ Lin และคณะ¹³ ในปี ค.ศ. 2008 ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีฟันหลังฟอกสีฟันโดยใช้แสงเลเซอร์กระตุ้น ศึกษาในประชากรประเทศไต้หวัน 91 คน ทำการฟอกสีฟันทั้งปากพบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยที่อายุมากกว่า 30 ปี มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีฟัน 4.62 ± 2.42 ผู้เข้าร่วมวิจัยที่อายุน้อยกว่า 30 ปี มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสี 5.83 ± 3.06 แตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ ทั้งที่ทำการศึกษาในคนไทยเหมือนกัน ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอายุน้อยกว่า 30 ปี (เฉลี่ย 24.17 ปี) ค่าความแตกต่างของสีเฉลี่ยหลังฟอกสีฟันมีค่า 7.83 ± 3.49 อาจเป็นเพราะมีตำแหน่งอ้างอิงที่แตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้กระทำบนฟันเขี้ยวบนซึ่งฟันซี่นี้มีเคลือบฟันหนาที่สุดเมื่อเทียบกับฟันซี่อื่นๆ ทำให้หลังฟอกสีฟันฟันขาวสว่างขึ้นอย่างเด่นชัด

การศึกษาของ Kugel และคณะ¹¹ ในปี ค.ศ. 2006 ได้ศึกษาระบบฟอกสีฟันโดยไม่ได้อาศัยแสงกระตุ้น และระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นในฟันหน้าตัดบน ฟันหน้าตัดข้างและฟันเขี้ยวบน ผลการศึกษาระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นพบว่า เมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟันมีการเปลี่ยนแปลงสีในฟันเขี้ยวมากกว่าฟันหน้าตัดข้าง และฟันหน้าตัดบนมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด แต่ในผลการศึกษาฟอกสีฟันโดยไม่ใช้แสงกระตุ้นพบว่า ฟันหน้าตัดบนมีการเปลี่ยนสีฟันมากกว่าฟันหน้าตัดข้าง และฟันเขี้ยวมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด เหตุผลสำคัญในการเลือกฟันเขี้ยวบน ในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากการวัดสีที่ตำแหน่งฟันเขี้ยวผู้วัดสีที่เป็นทันตแพทย์ สามารถวัดสีบริเวณตำแหน่งฟันเขี้ยวมีความเห็นสอดคล้องกันมากที่สุด ดังการศึกษาของ Culpepper ในปี ค.ศ. 1970 ได้รายงานการวัดสีพบว่าทันตแพทย์จำนวน 33 คน สามารถวัดสีได้ตรงกันมากที่สุดคือตำแหน่งฟันเขี้ยว โดยวัดสีได้ตรงกันถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 39 ค่าสีที่วัดได้บริเวณฟันเขี้ยวรายงานโดยการศึกษาของ Franchi และคณะ³⁹ ในปี ค.ศ. 2009 ศึกษาในฟัน 16 ซี่ ในประชากร 100 คน ซึ่งเป็นประชากรประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยศึกษาผลการฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันโดยการกระตุ้นด้วยแสง ฟอกสีฟันจำนวน 16 ซี่ ด้วยน้ำยาฟอกสีฟันที่มีสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 37.5 รายงานการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างในฟันเขี้ยวบนพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีจากค่าความสว่างก่อนฟอกสีฟัน มีค่า 70.47 และหลังฟอกสีฟันค่าความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 72.12 การเปลี่ยนแปลงค่าความแตกต่างของสีมีค่าเฉลี่ย 1.85 และในการศึกษานี้ได้รายงานผลของค่าสีในระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีมีค่าความสว่างหลังฟอกสีฟัน 73.6 ± 6.0 ค่า a^* มีค่า -2.6 ± 0.7 และค่า b^* มีค่า 0.2 ± 2.3 ผลการเปลี่ยนเฉดสีฟันมีค่า 5.9 ± 2.52 ผลของค่าสีในระบบฟอกสีฟันที่ไม่ได้อาศัยแสงกระตุ้นมีค่าความสว่างหลังฟอกสีฟันมีค่า 72.5 ± 6.1 ค่า a^* มีค่า -1.9 ± 1.2 และค่า b^* มีค่า 3.2 ± 3.0 ผลการเปลี่ยนเฉดสีฟันมีค่าเฉลี่ย 3.97 ± 2.3 และการศึกษาของ Auschill และคณะ¹² ในปี ค.ศ. 2011 ศึกษาเปรียบเทียบสีฟันหลังฟอกสีฟันเปรียบเทียบผลการฟอกสีฟันระหว่างระบบฟอกสีฟันทั้งสามระบบ พบว่าการเปลี่ยนสีฟันแตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีฟอกสีฟันด้วยแผ่นฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนเฉดสี 11.2 ± 1.8 ระบบฟอกสีฟันที่บ้านมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสีมีค่าเฉลี่ย 11.4 ± 2.0 และระบบฟอกสีฟันใน

คลินิกพบว่า มีการเปลี่ยนเจดมีค่าเฉลี่ย 11.4 ± 2.1 และเมื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงเจดสีในฟันเขี้ยวมีค่ามากกว่าฟันหน้าตัด ในการศึกษาของ Resis และคณะ¹⁵ ในปี ค.ศ.2011 ได้ศึกษาฟันหน้าตัดเปรียบเทียบสีหลังฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้น พบว่ามีการเปลี่ยนเจดสีฟันหลังฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ย 7.7 ± 0.5

ส่วนเรื่องปัจจัยทางเพศนั้นไม่มีผลต่อการฟอกสีฟัน ดังการศึกษาของ Lin และคณะ¹³ ในปี ค.ศ. 2008 พบว่าการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันระหว่างเพศหญิงและเพศชายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพศชายมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสี 5.62 ± 3.02 และเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีฟัน 5.69 ± 3.0

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ใช้วิธีวัดสีฟันโดยใช้แถบวัดสีวีต้าคลาสสิกซึ่งเป็นวิธีวัดสีที่เป็นสากล การวัดสีฟันควรมีการวัดที่เป็นมาตรฐาน และมีผู้เชี่ยวชาญในการวัดสีอย่างน้อยสองคน และทดสอบสถิติหาความเห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้วัดสีทั้งสองคนโดยใช้สถิติโคเฮนแคปปา (Cohen' s kappa statistic) ในการบันทึกผล ควรมีการถ่ายรูปเก็บข้อมูล และใช้เครื่องวัดสีเพื่อช่วยลดปัญหาในการวัดสีคลาดเคลื่อน เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดสีครั้งนี้คือ วีต้าอีซีเจดแอดวานซ์ ซึ่งก่อนวัดควรมีการเทียบมาตรฐานเครื่องทุกครั้งทีวัด และมีการส่งตรวจประสิทธิภาพของเครื่อง ค่าที่ได้จากเครื่องวัดสีจะเป็นค่าที่อยู่ในระบบ CIE lab ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างสมการการพยากรณ์สีฟัน

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำสมการถดถอยมาใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์สีฟัน ซึ่งเหมาะสำหรับการประมาณค่าหรือพยากรณ์ ทั้งนี้เพื่อใช้คาดการณ์ค่าของตัวแปร เมื่อทราบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลกระทบจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่เนื่องจากประชากรที่ศึกษามีจำนวนน้อย และมีการกำหนดช่วงอายุจึงทำให้ตัวแปรมีความหลากหลายน้อย ดังนั้นการคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับสมการเพื่อที่จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยมีค่าน้อยสุดนั่นคือ ค่า b และเมื่อพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแบบและชุดของข้อมูลในการตรวจสอบตัวแบบพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเอนเอียงน้อย นั่นคือตัวแบบที่ได้นั้นสามารถทำนายค่าสีฟันได้น่าเชื่อถือ ส่วนการศึกษาของ Herrera และคณะ³⁰ ที่ได้นำเอาระบบพีชชีมาใช้พยากรณ์สีฟันพบว่าสามารถพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันได้โดยหาความสัมพันธ์จากค่า CIE lab ก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน ซึ่งระบบพีชชีสามารถพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันได้ ยกตัวอย่างหากวัดสีจากแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกก่อนฟอกสีฟันได้ค่าสี B2 หลังฟอกสีฟันจะได้สี A1 หรือ B1 แต่การสร้างสมการของระบบพีชชีค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้สมการการวิเคราะห์สมการถดถอยช่วยในการพยากรณ์ เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากสมการ $\Delta E = 0.309b$ นั้น ค่า b สามารถพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีได้ร้อยละ 88.43 และมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ร้อยละ 33.60 จากสมการ $\Delta E = 0.309b$ พบว่าค่า b มีผลต่อการพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gerlach⁴⁰ ในปี ค.ศ. 2002 เมื่อศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่า b* มีผลทำให้ฟันขาวขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับค่าความสว่างและค่า a* แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ

การศึกษาของ Ishikawa- Nagai และคณะ³² ในปี ค.ศ. 2003 ซึ่งศึกษาในประชากรประเทศอเมริกาจำนวน 196 คน โดยฟอกสีฟันด้วยวิธีการฟอกสีฟันที่บ้าน โดยใช้สารคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 วัดสีฟันบริเวณฟันหน้าตัดกลางและฟันเขี้ยว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันโดยใช้การวิเคราะห์สมการถดถอย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.78 สมการถดถอยเชิงเส้นที่ได้ในการศึกษาของ Ishikawa- Nagai และคณะ คือ $\Delta E = -0.9313L^* + 0.32527 a^* + 0.50046b^* + 1.281$ จากสมการที่ได้ในการศึกษาของ Ishikawa- Nagai และคณะ เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้พบว่า ไม่มีค่า a^* และค่า L^* ในสมการถดถอยเชิงเส้นเนื่องจากตัวแปร L^* และ a^* ไม่มีผลต่อการสร้างสมการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการสร้างสมการเมื่อทดสอบค่าแล้ว ตัวแปร b^* มีผลต่อการพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน ในการวัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์เชิงปริมาณ เลือกใช้วิธีบอกค่าเป็นค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) ซึ่งหากค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนยิ่งน้อยหมายถึงการพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ⁴¹ ในการศึกษาเมื่อนำสมการที่ได้มาทดสอบการพยากรณ์โดยใช้ผลการวัดสีในอาสาสมัครจำนวน 10 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ ค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนมีค่า 33.6 ซึ่งถือว่าไม่น้อยมากนัก เนื่องจากจำนวนประชากร ในการทดสอบมีจำนวนน้อย

แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์สีฟันโดยที่ผู้วิเคราะห์ต้องกรอกชื่อ นามสกุลในส่วนประวัติส่วนบุคคล หลังจากนั้นจึงเลือกวิธีวัดสี หากผู้วัดมีเครื่องวัดสีวีต้าอิชี่เอนด์แอดวานซ์ จะต้องเลือกกดปุ่ม L.a.b method และหากผู้วัดสีมีเฉพาะแถบสีวีต้าคลาสสิกก็ต้องกดปุ่ม Vita Shade method โปรแกรมจะแสดงผลการพยากรณ์ในส่วนที่ 3 โดยจะแสดงเป็นค่า CIE lab และค่าแถบสีวีต้าคลาสสิกพร้อมแสดงภาพบรรยายลำดับสีฟันที่เปลี่ยนแปลงในส่วนที่ 4 รูปฟันและคำอธิบายการเปลี่ยนเฉดสีฟัน ซึ่งสามารถนำแผนภาพการเปลี่ยนแปลงสีฟันนี้มาอธิบายให้ผู้ป่วยเข้าใจได้มากขึ้น ดังภาพประกอบที่ 21



ก

ข

ภาพประกอบ 21 การใช้โปรแกรมอีซีคลิกโดยภาพ (ก) การกรอกข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดสีฟันวีต้าอีซีเอนด์ (ข) ผลการพยากรณ์โดยจะแสดงค่า CIE Lab และพยากรณ์เฉดสีวีต้าคลาสสิก

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาในคนไทย พบว่าการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิกเมื่อฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ฟันจะขาวและสว่างขึ้นใกล้เคียงกับการศึกษาในแถบชาวเอเชีย โดยปัจจัยที่สำคัญที่ควรนำมาพิจารณาคือ อายุของผู้เข้ารับการรักษาและตำแหน่งอ้างอิงที่นำมาใช้ในการวัดสีฟัน นอกจากนี้วิธีการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซีเอนด์แอดวานซ์ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์หาสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ซึ่งสามารถนำมาคาดการณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันได้เป็นประโยชน์สำหรับทันตแพทย์ในการให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่ผู้เข้ารับการรักษาในการคาดการณ์สีฟันหลังจากฟอกสีฟัน ทำให้ผู้ป่วยสามารถทราบระดับความขาวของสีฟันหลังได้รับการฟอกสีฟันได้ชัดเจนขึ้นและเพื่อเป็นช่องทางหนึ่งให้ทันตแพทย์สื่อสารกับผู้ป่วยซึ่งอาจช่วยลดการฟ้องร้องของผู้เข้ารับการรักษาได้

5.2. สรุปผลการศึกษา

แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์ผลการฟอกสีฟันโดยนำมาทดสอบในผู้ป่วย 10 คนพบว่าแบบจำลองสีฟันสามารถพยากรณ์ผลหลังฟอกสีฟันได้ถูกต้องได้ร้อยละ 90 จากการวิเคราะห์สถิติถดถอยเชิงเส้นสมการการวิเคราะห์สมการถดถอย คือ $\Delta E = 0.309b$ ค่า b สามารถพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีได้ร้อยละ 88.43 และมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ร้อยละ 33.60

5.3. ข้อเสนอแนะ

5.3.1. การศึกษาในครั้งนี้ทำในประชากรจำนวนค่อนข้างน้อย ควรเพิ่มจำนวนประชากรให้มากขึ้น และเพิ่มช่วงอายุของประชากร เช่น ช่วงอายุที่มากกว่า 32 ปี เพิ่มการติดตามผลหลังฟอกสีฟัน เช่น เพิ่มการติดตามผลการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟัน 1 เดือน 3 เดือน และ 6 เดือน

5.3.2. การทดลองครั้งนี้สังเกตและวัดสีเฉพาะค่าสีที่ตำแหน่งฟันเขี้ยวบนขวา ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจวัดสีฟันเขี้ยวบนซ้ายด้วย เพื่อเพิ่มข้อมูลและเพื่อลดค่าใช้จ่าย



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

1. Dahl JE, Pallesen U. (2003). Tooth bleaching-a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Bio Med.* 14(4): 292-304.
2. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod.* 34(4): 394-407.
3. Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. (1998). Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod.* 24(12): 786-790.
4. ADA Council on scientific affairs. (2010). *Tooth whitening/bleaching: treatment Considerations for dentists and their patients.* Retrieved November, 2010, from www.ada.org/sections/about/pdfs/HOD_whitening_rpt_pdf/.
5. Wattanapayungkul P, Matis BA, Cochran MA, Moore BK. (1999). A clinical study of the effect of pellicle on the degradation of 10% carbamide peroxide within the first hour. *Quintessence Int.* 30 (11): 737-41.
6. Patel A, Louca C, Millar BJ. (2008). Summary of: an in vitro comparison of tooth whitening techniques on natural tooth color. *Br Dent J.* 204(9): 516-17.
7. Watt A, Addy M. (2001). Tooth discoloration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 190(6): 309-16.
8. Kihn PW. (2007). Vital tooth whitening. *Dent Clin N Am.* 51(2): 319-31.
9. Tavares M, et al. (2003). *Light augments tooth whitening with peroxide.* JADA 134: 167-177.
10. Lima D, Aquiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, Lovadino JR. (2009). In vitro evaluation of the effectiveness of bleaching agents activated by different light sources. *J Prosth.* 18:249-54.
11. Kugel G, Papathanasiou A, Williams AJ 3rd, Anderson C, Ferreira S. (2006). Clinical evaluation of chemical and light-activated tooth whitening systems. *Compendium* 27(1):54-62.
12. Auschill TM. (2005). Efficacy, side-effect and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent.* 30(2):156-63.
13. Lin CH, et al. (2008). Evaluation of the effect of laser tooth whitening. *Int J Prosthodont.* 21(5): 415-18.

14. Gozalo-Diaz D, (2008). Johnson WM, Wee AG. Estimating the color of maxillary central incisors based on age and gender. *J Prosthet Dent*. 100(2): 92-8.
15. Resis A, Dalanhol AP, Cunha TS, Kossatz S, Loguercio AD. (2011). Assessment of tooth sensitivity using a desensitizer before light-activated bleaching. *Oper Dent*. 36(1):12-7.
16. Chu S. (2003). Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth whitening products. *J Esthet Dent*. 15:s42-s48.
17. Culpepper WD. (1970). A comparative study of shade matching procedures. *J Prosthet Dent* 24(2):166-73.
18. Li Y. (2003). Tooth color measurement using chroma meter: techniques, advantages and disadvantages. *J Esthet Restor Dent*. 15 suppl1:33-s41.
19. Klemetti E, (2006). Matela AM, Haag P, Kononen M. Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter. *J Oral Rehabil*. 33:31-5.
20. Florez FLE, et al. (2001). In-office dental bleaching efficacy assessment in function of the light expose regime by digit. *J Dent. Oral Hyg*. 3(8): 99-105.
21. Chang JY, et al. (2012). Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *Kaohsiung J med sc*. 28(9): 490-4 .
22. Sikri VK. (2010). Color: implications in dentistry. *J Conserv dent* .13(4):249-55.
23. Li O, Wang. (2007). Comparison of shade matching by visual observation and intraoral dental colorimeter. *J Oral Rehabil*. 34(11):848-54.
24. Rubino M, Garcia JA, (1994). Jimenez del Barco L, Romero J. Colour measurement of human teeth and evaluation of a colour guide. *Color Res. Appl*. (1):19-21.
25. Imbery T. (2013). Evaluation of four dental clinical spectrophotometers relative to human shade observation. *ADA professional product review*. 8(3):1-12.
26. Sarrett DC. (2002). Tooth whitening today. *JADA* 133(11):1535-8.
27. Matis BA, Cochran MA, Franco M, Al-Ammar W, Eckert GJ, Stropes M. (2007). Eight in-office tooth whitening systems evaluated in vivo: a pilot study. *Oper Dent*. 32(4):322-7.
28. Ontiveros JC, Paravina RD. (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent* 2009;37(11):840-7.
29. Gallagher A, Maggio B, Bowman J, Borden L, Mason S, Felix H. (2002). Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. *J Clin Dent*. 13(6):219-24.

30. Herrera et al. (2001). Prediction of color change after tooth bleaching using fuzzy logic for Vita classical shades identification. *Applied Optics*. 49(3):422-9.
31. Godil SS, Shamim MS, Enam SA, Qidwai U. (2011). Fuzzy logic: a simple solution for complexities in neurosciences. *Surg Neuro Int*. 2011;2: 1-24.
32. Ishikawa-Nagai S, Terui T, Ishibashi K, Weber H, Ferguson M. (2004). Prediction of optical efficacy of vital tooth bleaching using regression analysis. *Color Res. Appl*. 29(5):390-4.
33. Martin-de las Heras S, Valenzuela A, Bellini R, Salas C, Rubino M, (2003). Garcia JAI. Objective measurement of dental color for age estimation by spectroradiometry. *FSI* 132(1): 57-62.
34. Ding C. Using regression mixture analysis in educational research. *PARE* 2006;11:1-11.[serial online] Available online: <http://pareonlinenet/getvn.asp?v=11&n=11>
35. Osborn J. Advantages of hierarchical linear modeling. *PARE* [serial online]. Retrieved October 13,2013 from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=1>
36. Zekonis, R., Matis, B.A., Cochran, M.A., Al Shetri, S.E., & Carlson, T.J. 2003. Clinical evaluation of in-office and at home bleaching treatments. *Oper Dent*. 28.
37. Marson FC, Sensi LG, Vieira LCC, Araujo. Clinical evaluation of In-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent* 2008; 33(1):15-22.
38. Zhou X, Barker RD, Gerlach GRW. Impact of behavioral, clinical and demographic parameters on whitening response: evidence from 18 clinical trials.2002. research presented at the 80th General session of the IADR, March 6-9,2002.
39. Franchil, Franchi M, Bortolini S, Consolo U, (2009) Chau L. In vivo measurement of color changes in 1600 natural teeth with Polaooffice: spectrophotometric shade analysis. *Int Dent* 12(4): 60-68.
40. Gerlach RW, Barker ML, (02 Sagel PA.) Objective and subjective whitening response of two self-directed bleaching systems. *Am J Dent* 2002;15:7A-15A.
41. Makridakis, S. Accuracy Measures: Theoretical and Practical Concerns. *Int J forecasting* 1993; 9: 527-529.

ภาคผนวก

ตาราง 6 ค่าสีระบบ CIE lab และเดลต้าอีวีต้าคลาสสิกก่อนการพอกสีฟันและหลังพอกสีฟันของ
อาสาสมัครวิจัยจำนวน 30 คน

ID	ค่าสีก่อนพอกสีฟัน				ค่าสีหลังพอกสีฟัน				
	ค่าสีวีต้า คลาสสิก	L*	a*	b*	ค่าสีวีต้า คลาสสิก	L*	a*	b*	ΔE
1	A3.5	76.3	1.8	28.6	A2	80.4	0.3	18.8	10.73
2	A3	79.1	4.5	29.8	A2	80.3	3.5	25.1	4.95
3	A3	79.1	0.5	19.8	A2	80.8	0.2	21	2.1
4	C4	69.1	1.3	28.5	A2	80.2	1.1	27	11.2
5	B4	76.9	1.6	28.3	A1	81.3	-1.8	28	5.57
6	A4	72.4	1.1	27.4	A2	78.6	0.6	21	7.67
7	B3	75.6	0.3	24	A1	81.3	1.1	20.9	6.54
8	A3.5	74.3	3.9	24.3	A1	81.2	2.8	21.3	7.6
9	C2	77.1	-0.5	16.8	A2	80.9	-0.2	6.9	10.61
10	A4	74.9	0.3	24.7	A2	80.3	0.2	19.1	7.78
11	A3.5	78.3	-0.4	22.7	A1	81.3	-0.9	13.7	11.41
12	B3	75.9	1.1	23.4	A1	83.6	1.2	20.2	8.33
13	B3	75.1	2.8	24.1	A1	84.6	-1.1	17.5	12.21
14	A3.5	74.4	0.6	23.9	B1	88	0.4	21.9	13.75
15	A3	76.2	3.9	32.9	A2	80.5	4.4	26.3	7.89
16	A4	74.2	8	34.4	A1	81.3	4.9	30.9	8.5
17	A3.5	73.3	1.9	29.7	A1	81.2	0.6	19.7	12.81
18	A4	72.9	6.5	34.6	A1	86.8	6.2	32.9	14.01
19	A3.5	73.4	3.7	38	A1	85.8	1.4	36.9	12.66
20	A3	78.4	0.7	21	A2	80.4	0.6	17	4.47
21	A4	70	0.9	22	A2	80	1	23	3.17
22	B3	74.9	0.9	22.7	A1	80.9	0.7	19.9	6.62
23	A3	77.6	-1.3	19.8	B2	82.5	-1.2	17.1	5.59
24	B4	77.4	0.2	27.9	A1	79.5	-0.6	18	10.15
25	A3.5	74.3	0.8	25.6	A2	79.9	0.5	21.2	7.13
26	B3	77.7	0.5	12	A1	78.7	1	10	2.29
27	A3.5	74	1.1	27.3	A2	80.3	-0.2	20.1	9.65
28	B3	78.3	1	25	A1	84	0.9	23	6.04
29	A3	77.6	3.4	28	A2	80.1	3.3	25.3	3.68
30	A4	75.8	6.2	33	A4	81.5	5.2	28.9	7.09

ตาราง 7 ค่าสีระบบ CIE lab และเฉดสีวีต้าคลาสสิกก่อนการฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟันของ

อาสาสมัครวิจัยจำนวน 10 คน

ID	ก่อนฟอกสีฟัน				หลังฟอกสีฟัน				
	ค่าสีวีต้า คลาสสิก	L*	a*	b*	ค่าสีวีต้า คลาสสิก	L*	a*	b*	ΔE
1	A3	76.7	2.7	36.9	A1	85	5.4	29.7	11.31
2	A3	76.7	-1.2	9.1	A1	82.6	-2	13.1	7.17
3	A3	76.9	-0.2	13.7	A1	81.4	-0.3	6.3	8.66
4	A3.5	74.5	1	15	A2	80.9	1.3	17.1	6.74
5	A3	76.9	1.8	28	A1	81.4	-1.9	12.3	16.75
6	A3.5	75.3	1.3	26.5	A2	79.2	0.9	17.9	8.6
7	A3.5	74.2	3.2	21.3	A2	79.3	3.1	21.1	5.1
8	A3	78.1	0.6	18.9	A1	82.6	0.4	15.1	5.89
9	A3	78.2	1.1	19.4	A2	80.2	0.6	18.5	12.1
10	A3	78.2	1.4	25.5	A1	82.6	1.2	23.2	4.97

ตาราง 8 การพยากรณ์ผลการวัดสีด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์

ลำดับ	ค่าสีก่อนฟอกสีฟัน	ค่าสีหลังฟอกสีฟันที่พยากรณ์	ค่าสีหลังฟอกสีฟันที่วัดได้จริง
1	A3	A1	A1
2	A3	A1	A1
3	A3	A1	A1
4	A3.5	A2	A2
5	A3	A1	A1
6	A3.5	A2	A2
7	A3.5	A2	A2
8	A3	A1	A1
9	A3	A1	A2
10	A3	A1	A1

ตาราง 9 ผลการพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีที่ได้จากสมการพยากรณ์และผลที่วัดได้หลังจากฟอกสีฟัน

ค่าความแตกต่าง ของสีที่วัดได้	ค่าความแตกต่าง ของสีที่พยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์ (Absolute error)	ร้อยละค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute percentage error)
11.31	11.40	0.09	0.81
7.17	2.81	4.36	60.78
8.66	4.23	4.43	51.12
6.74	4.64	2.11	31.23
16.75	8.65	8.10	48.35
8.6	8.19	0.41	4.78
5.1	6.58	1.48	29.05
5.89	5.84	0.05	0.85
12.1	5.99	6.11	50.46
4.97	7.88	2.91	58.54
ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error (MAPE))			33.60

ตาราง 10 ความเห็นพ้องต้องกันระหว่างทันตแพทย์ผู้ประเมินสีสองท่าน

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.774	.080	9.741	.000
N of Valid Cases		30			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

ความเห็นพ้องต้องกันในการวัดสีจากผู้ประเมินสองคนมีค่าสัมประสิทธิ์โคเฮนแคปปาคือ 0.774 ซึ่งจัดความเห็นพ้องต้องกันในระดับเห็นพ้องต้องกันมาก โดยแบ่งเกณฑ์การประเมินระดับความเห็นพ้องต้องกันได้ 6 ระดับ คือ ความเห็นพ้องต้องกันมีค่าน้อยกว่า 0 หมายถึง ไม่มีความเห็นพ้องต้องกัน ความเห็นพ้องต้องกันมีค่า 0.0 - 0.20 หมายถึงความเห็นพ้องต้องกันในระดับน้อยมาก ความเห็นพ้องต้องกันมีค่า 0.21 - 0.40 แสดงความเห็นพ้องต้องกันในระดับน้อย ความเห็นพ้องต้องกันมีค่า 0.41 - 0.60 แสดงความเห็นพ้องต้องกันในระดับปานกลาง ความเห็นพ้องต้องกันมีค่า 0.61 - 0.80 แสดงความเห็นพ้องต้องกันในระดับมาก และความเห็นพ้องต้องกันมีค่า 0.81 - 1.00 แสดงความเห็นพ้องต้องกันในระดับสูงมาก

ที่มา: Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement, 20(1): 37-46.

เลขที่ 12/2557

เอกสารรับรองโครงการวิจัยที่เกี่ยวกับงานวิจัยในมนุษย์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชื่อโครงการ แบบจำลองคอมพิวเตอร์สำหรับการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังการฟอกสีฟัน
ทางคลินิก

ชื่อหัวหน้าโครงการ ทันตแพทย์หญิง เกศินี มาลีพันธุ์

สังกัดหน่วยงาน ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มศว

รับรองโดย คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในการทำวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์

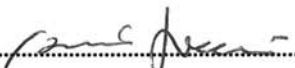
ลงนาม.....

(ผศ.ทพ.สุวิทย์ วิมลจิตต์)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในการทำวิจัย

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่..... ๘ เม.ย. 2557

ลงนาม.....

(รศ.ทพ.ดร.ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน)

คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่..... 8 เม.ย. 2557

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวเกศินี มาลีพันธุ์
สถานที่เกิด	จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	62 หมู่ 9 ตำบลบางกระสอ อำเภอเมืองนนทบุรี 11000
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	168/24-25 ตึกรุ่งเจริญปาร์ค ต.คลองสวนพลู จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539	ประถมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนสาธิตคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนสาธิตคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนสาธิตคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2551	ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2557	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมทั่วไป จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ