การพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์

PREDICTION OF COLOR CHANGE AFTER LED-ACTIVATED BLEACHING USING COMPUTER MODEL

พรสวรรค์ ธนธรวงศ์[1] *วิสาขา อุปพงศ์[2]*

Bhornsawan Thanathornwong[1]*, *Visakha Aupapong[2]*

[1]ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[1]Department of General Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.[2]

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[2]Faculty of Dentistry, Thammasat University.

****Correspondent author, E-mail:*** *pornsawa@swu.ac.th*

บทคัดย่อ

การพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิกเมื่อฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ทำการสร้างและประเมินแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คัดเลือกอาสาสมัคร 30 ราย อายุ 18-32 ปี ทำการฟอกสีฟันทั้งปากและบันทึกสีบริเวณฟันเขี้ยวบนขวา บันทึกผลเป็นเฉดสีตามแถบวัดสีวีต้าคลาสสิก และเป็นค่าในระบบสีซีไออีจากเครื่องวัดสีฟันวีต้าอีซี่เฉดแอดวานซ์ ทั้งก่อนฟอกสีฟัน และหลังฟอกสีฟันทันที วัดผลโดยทันตแพทย์ 2 ท่าน (Kappa = 0.704) เครื่องวัดสีฟันวีต้าอีซี่เฉดแอดวานซ์ จะแสดงผลเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าสีในทิศทางแดงเขียว (a*) ค่าสีในทิศทางเหลืองน้ำเงิน (b*) และค่าผลรวมความต่างของสี (ΔE) นำข้อมูลมาหาสมการความสัมพันธ์เพื่อประมาณค่าตัวแปรโดยหาความสัมพันธ์วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย สร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์สีฟัน ประเมินผลโมเดลพยากรณ์โดยการทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือโดยคัดเลือกอาสาสมัคร 10 คน

ผลการศึกษาในการประเมินผลการเปลี่ยนสีฟันตามแถบวัดสีวีต้าคลาสสิก พบว่าหลังฟอกสีฟันมีค่าผลรวมการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีเฉลี่ยเท่ากับ 7.83±3.49 ส่วนการประเมินผลการเปลี่ยนสีฟันจากเครื่องวัดสีฟันวีต้าอีซี่เฉด แอดวานซ์ พบว่า ค่าผลรวมความต่างของสีเฉลี่ยหลังฟอกสีฟัน เท่ากับ 8.07±3.36 จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย สมการการถดถอย คือ ΔE = 0.309b* (ΔE = ค่าผลรวมความต่างของสี b*= ค่าสีในทิศทางเหลืองน้ำเงิน) การพยากรณ์ค่าผลต่างค่าสีโดยรวมมีค่าร้อยละ 88.43 มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ร้อยละ 33.60 และแบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์สีฟันได้ถูกต้องร้อยละ 90

คำสำคัญ: การฟอกสีฟัน ระบบสีซีไออีแอลเอบี ระบบการฟอกสีฟันโดยใช้แสงแอลอีดี ค่าความแตกต่างสีโดยรวม แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟัน

Abstract

The study aims to investigate the whitening efficacy of tooth change after bleaching, create and evaluate a bleaching predictive computer model to forecast the color change of teeth after LED whitening. A total of 30 subjects, age 18 to 32 years, were enrolled in the study by purposive sampling. 25% hydrogen peroxide activated with LED (Zoom™, Discus dental Inc, USA) was used to bleach anterior teeth to the first premolar teeth. Shade evaluations on the right canine were performed before and immediately after treatment using Vita Classical Shade Guide and spectrophotometer (VITA Easyshade® advance, Vident, USA). Shade was determined by 2 dentists (Kappa = 0.704). The Easyshade device indicated lightness (L*), red/ green (a*), yellow/ blue (b*) and color differences (ΔE). A linear-regression equation was obtained from the color data to generate the Easy Click tooth color predictor computer model. The accuracy of the model was confirmed by 10 subjects.

The results showed that after treatment, the average total tooth color difference after treatment was 7.83±3.49 recorded by the VITA shade system. The mean shade change after active treatment was 8.07±.3.36. measuring by VitaEasyshade (Vident, USA). The equation in the linear regression analysis was ΔE = 0.309b*. The predicted ΔE equals 88.43 percent, while the mean square error was 33.6 percent. According to the bleaching computer model in 10 subjects, accuracy in color changing post bleaching was 90 percent.

Keywords: Bleaching, CIE Lab Color System, LED-Activated Bleaching System, Total Color Difference (ΔE), Bleaching Computer Model

บทนำ

การฟอกสีฟันมีครั้งแรกในปี ค.ศ. 1889 [1] ต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบการฟอกสีฟันให้มีประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันให้ขาวขึ้น วิธีการฟอกสีฟันที่นิยมมี 2 รูปแบบ คือ การฟอกสีฟันในคลินิกและที่บ้าน โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการฟอกสีฟันในคลินิก วิธีการฟอกสีฟันทำในคลินิกมีด้วยกันหลายวิธี ขึ้นกับชนิดของแสงที่ใช้กระตุ้น ได้แก่ เลเซอร์ และแสงแอลอีดี การฟอกสีฟันด้วยเลเซอร์นับว่าเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน แต่ก็ยังมีข้อเสียก็คือ มักทำให้เกิดอาการเสียวฟันในระหว่างและหลังการรักษาส่วนการใช้แสงแอลอีดีเป็นวิธีฟอกสีฟันที่สะดวกรวดเร็วที่สุด โดยใช้แสงที่อุณหภูมิต่ำในขบวนการฟอกสีฟัน ไม่ระคายเคืองต่อประสาทฟันและไม่ทำให้เกิดอาการเสียวฟัน จึงได้รับการพิจารณาแล้วว่าปลอดภัยที่สุด มีประสิทธิภาพดีเยี่ยมที่สุดในการฟอกสีฟันที่สามารถหาได้ในปัจจุบัน และมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับการฟอกสีฟันด้วยเลเซอร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวการศึกษานี้จึงเลือกทำการศึกษาการฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี [2] สารที่นิยมใช้คือ สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25-38 ส่วนปัจจัยที่ทำให้การเปลี่ยนสีฟันหลังการฟอกสีฟันแตกต่างกัน ได้แก่ อายุ ผิวเคลือบฟัน วัสดุอุดที่ผิวเคลือบฟัน ฟันเปลี่ยนสีจากยาเตตร้าไซคลิน [3]

การประเมินประสิทธิผลในการฟอกสีฟัน คือ การประเมินการเปลี่ยนแปลงสีฟันที่ขาวขึ้น อาการเสียวฟันและการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ

การประเมินสีฟันที่เปลี่ยนแปลงจะประเมินก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟัน วิธีการประเมินสีฟันมีหลายวิธี เช่น การวัดสีฟันด้วยตา หรือวัดด้วยเครื่องมือวัดสีฟันแบบดิจิตอล ซึ่งปกติทันตแพทย์และผู้ป่วยสามารถรับรู้สีฟันที่เปลี่ยนแปลงในเบื้องต้นด้วยสายตา [4] แต่ทั้งนี้การรับรู้สีฟันภายหลังการฟอกสีฟันนั้นยังคงถกเถียงกันเนื่องจากการวัดสีฟันด้วยตายังมีความเห็นระหว่างทันตแพทย์ที่ไม่ตรงกัน นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีข้อสงสัยในบางประการในเรื่องระดับสีฟันที่ขาวขึ้นอาจเป็นต้นเหตุของการร้องเรียนเนื่องจากสีฟันหลังฟอกสีฟันได้ไม่ตรงตามความคาดหวัง สมาคมทันตแพทย์อเมริกาจึงได้แนะนำให้ผู้ป่วยสอบถามทันตแพทย์เพื่อให้คำแนะนำและระบุการเปลี่ยนสีฟันและวิธีที่เหมาะสมในการฟอกสีฟันให้แก่ผู้ป่วย [5] การฟอกสีฟันในคลินิกมีหลายรูปแบบซึ่งเป็นทางเลือกให้ผู้ป่วยได้เลือกบริการตามความพึงพอใจ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าความคาดหวังของผู้ป่วย คือ ต้องการให้ฟันขาวขึ้นและต้องการทราบระดับความขาวของสีฟันหลังฟอกสีฟัน ดังนั้นหากมีเครื่องมือที่สามารถพยากรณ์สีฟันหลังจากฟอกสีฟันจะทำให้ผู้ป่วยสามารถทราบระดับความขาวของสีฟันหลังได้รับการฟอกสีฟันได้อย่างเป็นรูปธรรม เพื่อเป็นช่องทางหนึ่งให้ทันตแพทย์สื่อสารกับผู้ป่วยซึ่งอาจสามารถช่วยลดการฟ้องร้องของผู้ป่วยได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิกเมื่อฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี

2. เพื่อสร้างและประเมินแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิกเมื่อฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี

งานวิจัยนี้คาดหวังให้ทันตแพทย์ได้มีข้อมูลเบื้องต้นที่ให้ผู้เข้ารับการรักษาในการคาดการณ์สีฟันหลังจากฟอกสีฟัน ทำให้ผู้ป่วยสามารถทราบระดับความขาวของสีฟันหลังได้รับการฟอกสีฟันได้ชัดเจนขึ้นและเพื่อเป็นช่องทางหนึ่งให้ทันตแพทย์สื่อสารกับผู้ป่วยซึ่งอาจสามารถช่วยลดการฟ้องร้องของผู้เข้ารับการรักษาได้

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

1. แถบวัดสีวีต้าคลาสสิก (Vita classical, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)

2. เครื่องวัดค่าสี (Vita Easyshade® Advance, Vident, USA)

3. น้ำยาฟอกสีฟันซึ่งเป็นสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 (Zoom ™, Discus Dental Inc, USA) ได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์การอาหารและยาจากประเทศสหรัฐอเมริกา

4. เครื่องกระตุ้นการฟอกสีฟันระบบแสงแอลอีดี

ผู้เข้าร่วมวิจัย

การศึกษานี้ได้รับอนุมัติทางจริยธรรมการศึกษาในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการศึกษาได้คัดเลือกผู้ร่วมวิจัยสำหรับการฟอกสีฟัน จำนวน 30 ราย โดยวิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการตรวจช่องปาก ขูดหินน้ำลายและขัดฟันในการฟอกสีฟันทั้งปากจะฟอกสีฟันตั้งแต่ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซ้ายถึงฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งขวาทั้งฟันบนและฟันล่าง วัดสีและบันทึกผลเฉพาะฟันเขี้ยวบนขวาก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟันทันที

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยให้เข้าโครงการวิจัย (Inclusion Criteria) ได้แก่ เพศชายหรือ หญิงอายุ 18-32 ปี มีฟันเขี้ยวบนขวาที่บริเวณผิวฟันด้านแก้มไม่ผุหรือเคยได้รับการอุดฟัน และเหงือกมีร่องลึกปริทันต์น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร

เกณฑ์การแยกผู้เข้าร่วมวิจัยมิให้เข้าโครงการวิจัย (Exclusion Criteria) เพียงข้อใดข้อหนึ่ง ได้แก่ มีโรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีฟัน ติดเครื่องมือจัดฟัน ฟันที่มีวัสดุอุดฟันด้านผิวหน้าด้านแก้ม ฟันเตตร้าไซคลิน ตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร เคลือบฟันสึกกร่อนหรือผิดปกติ ผู้สูบบุหรี่ ฟันได้รับการรักษาทางทันตกรรมประดิษฐ์ เช่น สะพานฟัน ครอบฟัน หรือฟันเขี้ยวที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน

วิธีการฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี

1. เตรียมอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วยน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 ม้วนผ้าก๊อซกันน้ำลาย และสารกั้นขอบเหงือกทำการกั้นน้ำลาย ถ่ายภาพฟันเขี้ยวขวา ผู้เข้าร่วมวิจัยสวมแว่นตาสีส้มเพื่อป้องกันแสงที่อาจรบกวนสายตา

2. เป่าลมแล้วบีบสารกั้นขอบเหงือกปิดขอบเหงือกหลังจากนั้นทำการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงเพื่อให้สารกั้นขอบเหงือกแข็งตัว

3. บีบน้ำยาลงถ้วยผสมวัสดุคนให้เข้ากันใช้ไซริงค์ขนาด 2 มิลลิลิตร ดูดน้ำยาฟอกสีฟัน 0.5 มิลลิลิตร ทาที่ตัวฟันให้หนาประมาณ 1 มิลลิเมตรตั้งแต่ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งซ้ายถึงฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งขวาทั้งฟันบนและฟันล่าง

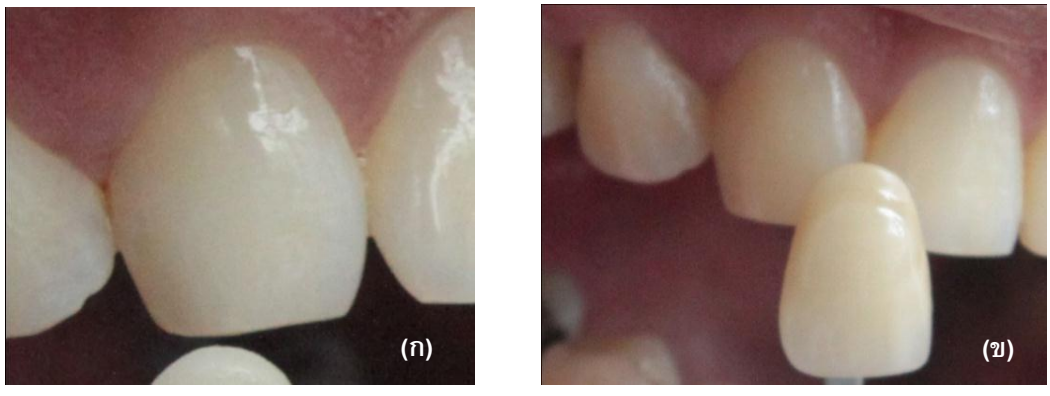
4. เตรียมเครื่องฟอกสีฟันโดยสวมส่วนนำแสงสีส้มต่อเข้ากับเครื่องฟอกสีฟันและปรับตำแหน่งของเครื่องให้ตรงกับช่องปากของผู้เข้าร่วมวิจัย กดปุ่มเริ่มต้นเครื่องทำงานเองครั้งละ 15 นาที 3 ครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การประเมินสีฟันโดยใช้แถบวัดสีฟันวีต้าคลาสสิกและเครื่องวัดค่าสีวีต้าอีซี่แอดวานซ์

การวัดสีด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิก

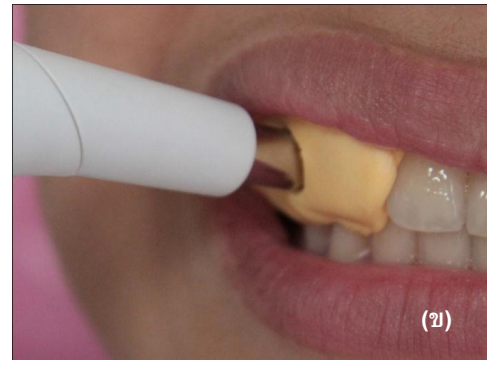
การวัดสีฟันด้วยสายตาวัดโดยการวัดในตำแหน่งกึ่งกลางฟันเขี้ยวและทำในสภาวะฟันเปียกเล็กน้อย ขณะทำการวัดสีให้เช็ดลิปสติกของผู้ร่วมวิจัยออก วัดสีฟันภายใต้แสงธรรมชาติ เปิดหน้าต่างบริเวณที่ตั้งยูนิตปิดไฟโคมส่องปาก วัดสีภายใน 10 วินาที โดยใช้การตัดสินใจครั้งแรก ไม่พิจารณานานเนื่องจากเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 (Optic Nerve) จะล้าได้ง่าย [6] ถ่ายภาพฟันเขี้ยวขวาโดยใช้กล้องดิจิตอล SLR (Pentax) ตั้งกล้องในโหมดแมนนวล (Manual) ความยาวโฟกัสที่ 105 มม. ขนาดของรูรับแสง (Aperture) ที่ F10 ความเร็วชัตเตอร์ 1/60 วินาที และบันทึกผลเป็นเฉดสีฟันตามแถบวัดสีโดยทันตแพทย์ 2 ท่าน บันทึกค่าก่อนฟอกสีฟัน และหลังฟอกสีฟันทันที ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 (ก) สีฟันก่อนฟอกสีฟัน (ข) การวัดสีฟันก่อนฟอกสีฟันด้วยเฉดสีวีต้าคลาสสิก

การวัดสีด้วยเครื่องวัดค่าสีวีต้าอีซี่แอดวานซ์

ทำอุปกรณ์การวัดสีฟันเฉพาะบุคคลโดยทำจากซิลิโคน เจาะรูขนาด 4 มิลลิเมตรเท่ากับขนาดท่อนำแสงของเครื่องวัดสี วัดในตำแหน่งกึ่งกลางฟันตำแหน่งเดียวกับการวัดสีด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิก ดังภาพที่ 2 บันทึกผลเป็นค่า L* a* b* ตามผลจากเครื่องวัดสี โดยบันทึกค่าก่อนฟอกสีฟันและหลังฟอกสีฟันทันที



ภาพที่ 2 (ก) เครื่องวีต้าอีซี่เฉด แอดวานซ์ (ข) การวัดสีด้วยเครื่องโดยทำซิลิโคนเป็นแนวนำแสง

ทฤษฎีและการออกแบบ

จากข้อมูลที่ได้จากผู้ร่วมวิจัยทั้ง 30 ราย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผลหลังฟอกสีฟัน โดยจะแสดงค่าในระบบ CIE Lab ค่าสีแถบสีวีต้าคลาสสิก และค่าผลรวมความต่างสี (ΔE) กับค่า L, a, b เพื่อหาสมการที่ในการพยากรณ์สีฟัน จากนั้นผู้วิจัยจึงสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์สีฟันขึ้น ดังภาพที่ 3

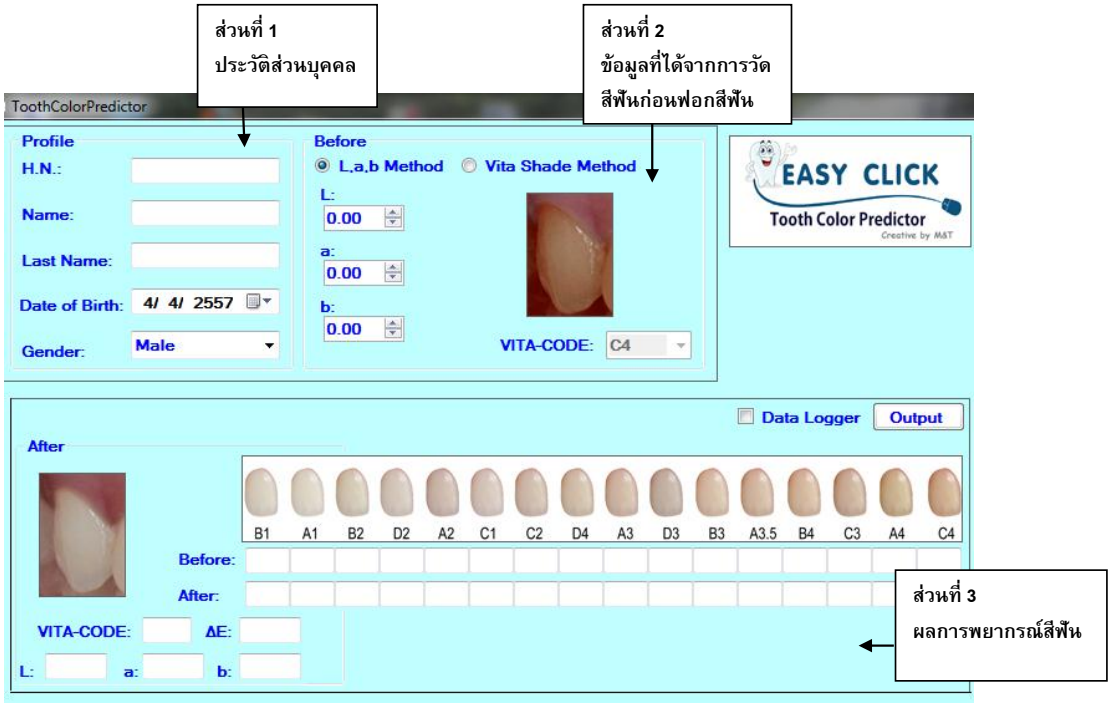
โดยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์สีฟันมีชื่อว่าอีซี่คลิก (Easy Click Tooth Color Predictor) ประกอบด้วยสี่ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ประวัติส่วนบุคคล ชื่อ นามสกุล วัน เดือน ปีเกิด เพศ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าสีฟันโดยการนำโปรแกรมมาใช้นั้น ต้องกรอกข้อมูลในส่วนที่ได้จากการวัดสี โดยในลำดับแรกต้องเลือกวิธีการวัดสี โดยหากวัดด้วยเครื่องให้กดเลือกเลือกที่ปุ่ม L.a.b Method หรือถ้าหากวัดด้วยแถบวัดสีวีต้าคลาสสิกก็ให้เลือกปุ่ม Vita Shade Method และหลังจากนั้นจึงเลือกปุ่มวัดผล Output เพื่ออ่านค่าผลในส่วนที่สาม

ส่วนที่ 3 ผลการพยากรณ์สีฟัน โปรแกรมจะแสดงค่าผลหลังฟอกสีฟัน โดยจะแสดงค่าในระบบ CIE Lab และค่าสีแถบสีวีต้าคลาสสิก และค่าผลรวมความต่างสี (ΔE)

ส่วนที่ 4 ภาพแสดงลำดับสีฟันที่ขาวขึ้น ผลของโปรแกรมจะแสดงลำดับสีฟันที่ขาวขึ้นโดยแสดงเป็นแถบสี ซึ่งจะแสดงผลก่อนและหลังฟอกสีฟัน



ภาพที่ 3 การกรอกข้อมูลในส่วนการวัดสีก่อนฟอกสีฟัน

การประเมินผลโมเดลพยากรณ์

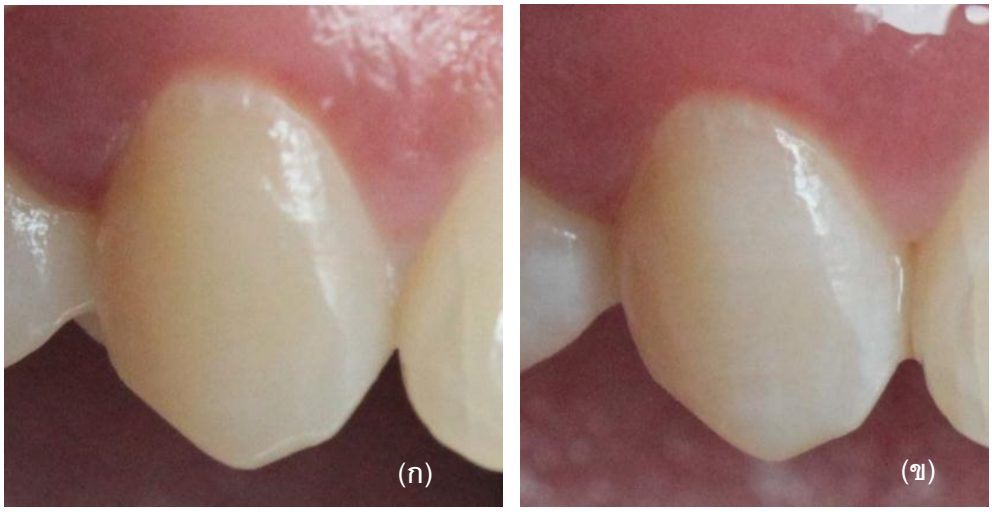
การทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือโดยคัดเลือกอาสาสมัคร 10 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อใช้ในการทดสอบ หาร้อยละความถูกต้องของการเปลี่ยนสีฟันหลังการฟอกสีฟันเปรียบเทียบระหว่างผู้เชี่ยวชาญการวัดสีฟันและแบบจำลองคอมพิวเตอร์ดังกล่าว

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติหาความเห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้วัดสีโดยใช้สถิติโคเฮนแคปปา (Cohen's Kappa Statistic) หาสมการความสัมพันธ์เพื่อประมาณค่าตัวแปรโดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย การทดสอบความแม่นยำของสมการโดยใช้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (Mean Square Error) และการทดสอบความถูกต้องของการนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ไปใช้โดยหาร้อยละความถูกต้องของข้อมูล

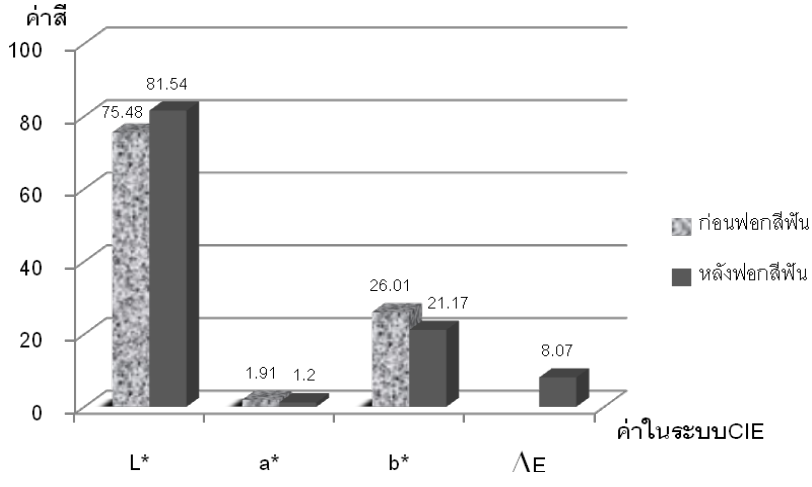
ผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ มีผู้ร่วมวิจัยจำนวน 30 ราย อายุระหว่าง 18-32 ปี อายุเฉลี่ย 24.16±3.71 ปี เป็นเพศชาย 12 คน เพศหญิง 18 คน โดยผู้ร่วมวิจัยได้รับการฟอกสีฟันที่คลินิกทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้ร่วมวิจัยทุกท่านผ่านเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครโดยทันตแพทย์ท่านที่ 1 ประเมินสีฟันโดยใช้วิธีการวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิก และใช้เครื่องวัดค่าสีวีต้าอีซี่แอดวานซ์ทำการวัดสีฟันก่อนฟอกสีฟัน และหลังฟอกสีฟันทันที ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 (ก) ฟันก่อนฟอกสีฟัน (ข) ฟันหลังจากฟอกสีฟัน

ผลการวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิกพบว่าหลังฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงเฉดสีนั้นขาวขึ้น 7.83±3.49 ตามตารางมาตรฐานเปรียบเทียบสีวีต้าคลาสสิกกับค่าความสว่างของเครื่องวีต้าอีซี่เฉด [7] ส่วนการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซี่เฉดพบว่า หลังฟอกสีฟันมีค่าความสว่างเฉลี่ยเป็น 81.54±2.26 พบว่าผลรวมความต่างสีหลังฟอกสีฟันมีค่าเฉลี่ย 8.07± 3.36 ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงค่าสีก่อนและหลังฟอกสีฟัน

หมายเหตุ: ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีในทิศทางแดงเขียว (a*) ค่าสีในทิศทางเหลืองน้ำเงิน (b*) และค่าผลรวมความต่างของสี (ΔE)

โดยพบว่าหลังฟอกสีฟันค่า a* มีค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 1.2±1.96 และค่า b* มีค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 21.17±6.25 นำค่าความสว่าง (L*) ค่าสีในทิศทางแดงเขียว (a*) ค่าสีในทิศทางเหลืองน้ำเงิน (b*) และค่าผลรวมความต่างของสี (ΔE) จากเครื่องวัดสีมาหาความสัมพันธ์ของค่าความแตกต่างสีโดยรวมเฉลี่ยหลังฟอกสีฟันทันที

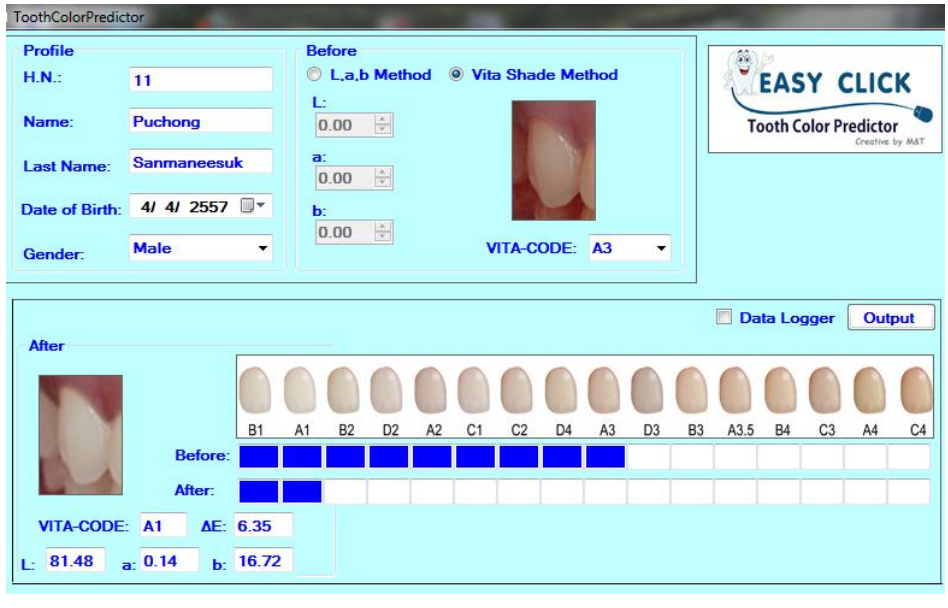
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแปรถดถอย ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบการถดถอยมีทั้งหมด 3 ค่า คือ L* a* และ b* เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของสีนั้น พบว่า ในสมการถดถอยเชิงเส้นไม่มีค่า a* และค่า L* เนื่องจากตัวแปร L* และ a* มีผลต่อการสร้างสมการแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการสร้างสมการเมื่อทดสอบค่าแล้ว ตัวแปร b* มีผลต่อการพยากรณ์ค่าความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน สร้างสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายได้ดังนี้ ΔE = 0.309b* โดย ΔE คือ ค่าผลรวมความต่างของสี b* ค่าสีในทิศทางเหลืองน้ำเงิน และความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของสีกับค่า b* มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวก

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากสมการ ΔE = 0.309b* นั้น จะได้การพยากรณ์ค่าผลต่างค่าสีโดยรวมมีค่าร้อยละ 88.43 และมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ร้อยละ 33.60 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ระหว่างตัวแบบส่วนประกอบหลักของชุดข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเอนเอียงน้อยนั้นคือตัวแบบที่ได้มีประสิทธิภาพในการทำนายสีฟัน

ผลการสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์

จากสมการถดถอยที่ได้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อการคำนวณการพยากรณ์ผลหลังฟอกสีฟันได้ทั้งสองรูปแบบคือ การพยากรณ์ผลในรูปแบบสีวีต้าคลาสสิก เช่น หากวัดสีก่อนฟอกสีฟันได้ค่าสี A3 แบบจำลองคอมพิวเตอร์จะพยากรณ์ผลหลังฟอกสีฟันได้ค่า A1 หรือหากวัดสีฟันด้วยวิธีวัดด้วยเครื่องมือวัดสีวีต้าอี่ซี่เฉดจะต้องกรอกข้อมูลในระบบสี CIE LAB ลงในช่องก่อนฟอกสีฟันในส่วนที่ 2 แบบจำลองคอมพิวเตอร์จะแสดงผลการพยากรณ์สีฟันในระบบ CIE LAB และจะให้ผลการพยากรณ์ในค่าสีวีต้าคลาสสิกเช่นกัน ดังภาพที่ 6

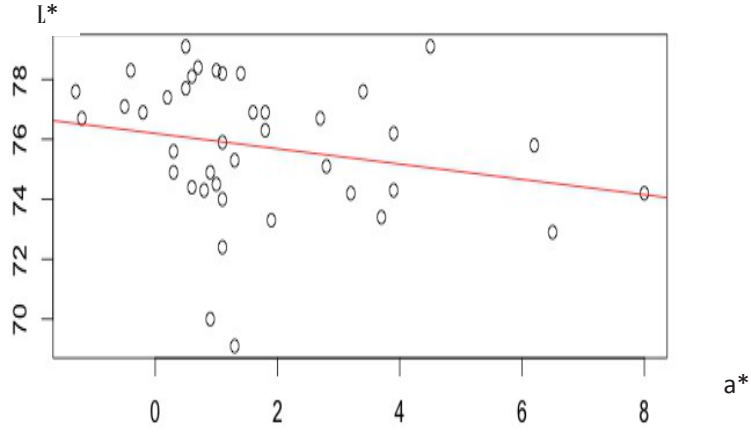


ภาพที่ 6 ผลการพยากรณ์สีฟัน

การทดสอบความถูกต้องของการนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ไปใช้

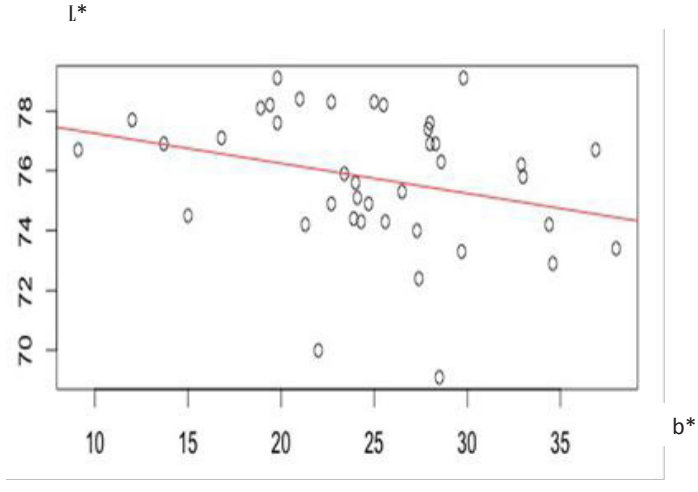
การทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือ โดยคัดเลือกอาสาสมัคร 10 คน โดยวิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อใช้ในการทดสอบหาร้อยละความถูกต้องของการเปลี่ยนสีฟันหลังการฟอกสีฟันเปรียบเทียบระหว่างผู้เชี่ยวชาญการวัดสีฟันและแบบจำลองคอมพิวเตอร์ดังกล่าว โดยมีการวัดสีฟันก่อนฟอกสีฟันและทดสอบแบบจำลองคอมพิวเตอร์โดยลงข้อมูลและประมวลผลการพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันพบว่าแบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถทำนายผลหลังฟอกสีฟันมีความถูกต้องร้อยละ 90

ผลการวัดสีด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซี่เฉดเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง (L*) และค่า a* จะแสดงความสัมพันธ์ดังแผนภาพการกระจายอยู่ในรูปเส้นตรงและเป็นลบ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีค่า 0.22 กล่าวคือเมื่อสีฟันสว่างขึ้นค่า a* ลดลง ดังภาพที่ 7



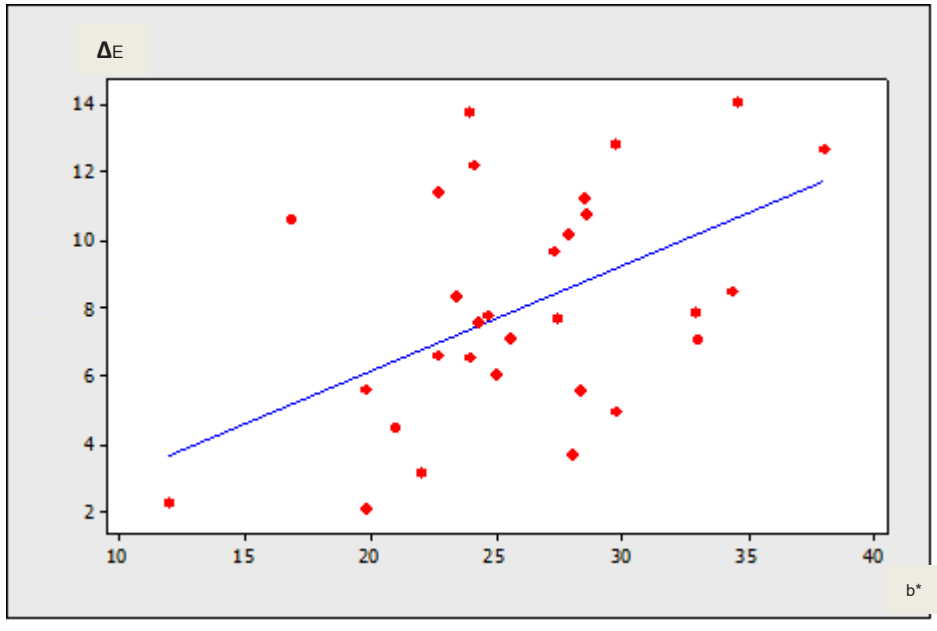
ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง (L*) และค่า a* หลังฟอกสีฟัน

ผลการวัดสีด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซี่เฉดเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง (L*) และค่า b* จะแสดงความสัมพันธ์ดังแผนภาพการกระจายอยู่ในรูปเส้นตรงและเป็นลบ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีค่า 0.28 กล่าวคือเมื่อสีฟันสว่างขึ้นค่า b* ลดลง ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง (L*) และค่า b* หลังฟอกสีฟัน

เมื่อพิจารณาค่าผลต่างสีโดยรวมนั้นกับค่า L* a* b* พบว่าจะได้สมการความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น คือ $\Delta E = 0.309b^*$ ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างสีโดยรวม (ΔE) และค่า b* หลังฟอกสีฟัน

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิก เมื่อฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ใช้น้ำยาฟอกสีฟันประกอบด้วยน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 การศึกษาครั้งนี้ประเมินผลการเปลี่ยนสีฟัน 2 วิธี คือ วิธีการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซี่เฉด แอดวานซ์ และวิธีการวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิก พบว่าการประเมินผลการเปลี่ยนสีฟันจากเครื่องวัดสีฟันวีต้าอีซี่เฉด แอดวานซ์ หลังฟอกสีฟันมีค่าความสว่างเฉลี่ยเป็น 81.54$\pm$2.26 ค่าผลรวมความต่างของสีเฉลี่ยหลังฟอกสีฟัน เท่ากับ 8.07$\pm$3.36 วิธีการวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิกค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงเฉดสีพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีขาวขึ้น 7.83$\pm$3.49 ทันตแพทย์ผู้ประเมินสีทั้งสองคนให้การประเมินสีตรงกันในระดับความสอดคล้องสถิติหาความเห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้วัดสีโดยใช้สถิติโคเฮนแคปปา (Cohen's Kappa Statistic) ได้ค่าเท่ากับ 0.77 มีความเห็นสอดคล้องในระดับดี เมื่อพิจารณาในกรณีที่ความเห็นไม่สอดคล้องกันนั้น พบว่าผู้ประเมินทั้ง 2 ได้ประเมินในลำดับที่ใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันมาก ไม่ข้ามลำดับเฉดสี ทั้งนี้เนื่องจากโดยปกติแล้วสายตามนุษย์จะเห็นสีเปลี่ยนแปลงเมื่อมีค่าผลต่างค่าสีโดยรวมมีค่า 3.3 [8] ผู้ร่วมวิจัยบางท่านอาจมีสีฟันที่กำกึ่งเฉดสีทำให้ทันตแพทย์ผู้ประเมินตัดสินใจยากสุดท้ายประเมินสีฟันออกมาต่างกัน แต่ทั้งนี้ค่าที่ได้จัดว่ามีความเห็นสอดคล้องในระดับดี วิธีการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซี่เฉด แอดวานซ์พบว่าค่า a* และ b* ลดลง โดยพบว่าค่าผลต่างค่าสีโดยรวมมีค่า 2.1-12.66 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zekonis [9] ศึกษาจากประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวน 19 คน โดยใช้วิธีฟอกสีฟันที่บ้านด้วยน้ำยาคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์

ความเข้มข้นร้อยละ 35 จำนวน 10 คน และฟอกสีฟันที่คลินิกด้วยน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 จำนวน 9 คน พบว่าหลังฟอกสีฟัน 2 สัปดาห์เมื่อวัดสีฟันด้วยสายตาด้วยแถบสีวีต้าคลาสสิกการเปลี่ยนแปลงเฉดสีวิธีฟอกสีฟันที่บ้านมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสี 12.98±4.19 และการฟอกสีฟันที่คลินิกมีค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสี 9.14±3.72 เมื่อวัดโดยใช้เครื่องวัดสี การฟอกสีฟันที่บ้านมีค่าผลต่างค่าสีโดยรวมมีค่า 10.3±2.6 และการฟอกสีฟันที่คลินิกมีค่าผลต่างค่าสีโดยรวมมีค่า 4.05±1.62 เมื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันในระบบต่างๆ การศึกษาของ Marson และคณะ [10] ได้ศึกษาระบบฟอกสีฟัน 4 ระบบด้วยน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 โดยกระตุ้นด้วยแสงฮาโลเจน แสงแอลอีดี และแสงเลเซอร์ ในประชากร 40 คน พบว่าการฟอกสีฟันทั้ง 4 ระบบสีฟันที่ขาวขึ้นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันของประชากรในแถบเอเชีย จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าปัจจุบันยังไม่เคยมีการนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการพยากรณ์สีฟัน การศึกษาครั้งนี้ จัดเป็นการศึกษานำร่องในประชากรเชื้อชาติไทย ซึ่งอยู่ในแถบเอเชีย และทำการวัดสีฟันในการฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ซึ่งเป็นระบบที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ทำให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นมาใช้ในพยากรณ์ประชากรในแถบเอเชียได้ เนื่องจากมีการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านเชื้อชาติมีผลต่อการฟอกสีฟัน ดังการศึกษาของ Zhou [11] ได้ศึกษาในประชากร 308 คน 4 กลุ่มเชื้อชาติ โดยใช้แผ่นฟอกสีฟันฟอกสีฟันให้ขาวขึ้น ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านเชื้อชาติมีผลต่อการเปลี่ยนสีฟันในการฟอกสีฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยด้านอายุ พบว่าอายุมีผลต่อการเปลี่ยนสีของฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากส่วนของเคลือบฟันจะบางลงเมื่ออายุมากขึ้น ทำให้เห็นเนื้อฟันซึ่งอยู่ชั้นในและมีสีค่อนข้างเหลืองชัดเจนขึ้น การศึกษาของ Lin และคณะ [12] ทำการศึกษาการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันโดยใช้แสงเลเซอร์กระตุ้น ศึกษาในประชากร ประเทศไต้หวัน 91 คน ทำการฟอกสีฟันทั้งปากพบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยที่อายุมากกว่า 30 ปี มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีฟัน 4.62±2.42 ผู้เข้าร่วมวิจัยที่อายุน้อยกว่า 30 ปี มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสี 5.83±3.06 แตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ ทั้งที่ทำการศึกษาในคนเอเชียเหมือนกัน ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอายุน้อยกว่า 30 ปี (เฉลี่ย 24.17 ปี) ค่าผลต่างค่าสีโดยรวมเฉลี่ยหลังฟอกสีฟันทันทีมีค่า 7.55±3.09 อาจเป็นเพราะมีตำแหน่งอ้างอิงที่แตกต่างกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กระทำบนฟันเขี้ยวบน ซึ่งฟันซี่นี้มีเคลือบฟันหนาที่สุดเมื่อเทียบกับฟันซี่อื่นๆ ทำให้หลังฟอกสีฟัน ฟันจะขาวสว่างขึ้นอย่างเด่นชัด สอดคล้องกับการศึกษาของ Kugel และคณะ [13] ได้ศึกษาระบบฟอกสีฟันโดยไม่ได้ใช้แสงกระตุ้นและระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นในฟันหน้าตัดบน ฟันหน้าตัดข้าง และฟันเขี้ยวบน ผลการศึกษาระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นพบว่าเมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟันทันทีพบว่าการเปลี่ยนแปลงสีในฟันเขี้ยวมีการเปลี่ยนแปลงสีฟันมากกว่าฟันหน้าตัดข้างและฟันหน้าตัดบนมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด แต่ในผลการศึกษาระบบฟอกสีฟันโดยไม่ใช้แสงกระตุ้นพบว่าเมื่อติดตามผลหลังฟอกสีฟันทันทีพบว่าการเปลี่ยนแปลงสีฟันในฟันหน้าตัดบนมีการเปลี่ยนแปลงสีฟันมากกว่าฟันหน้าตัดข้างและฟันเขี้ยวมีการเปลี่ยนสีน้อยที่สุดและในการศึกษานี้เองผลของค่าสีในระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีมีค่าความสว่าง L* หลังฟอกสีฟันมีค่า 73.6±6.0 ค่า a* มีค่า -2.6±0.7 และค่า b*มีค่า 0.2±2.3 ผลการเปลี่ยนแปลงเฉดสีฟันมีค่าเฉลี่ย 5.9±2.52 ผลของค่าสีในระบบฟอกสีฟันที่ไม่ใช้กระตุ้นด้วยแสงมีค่า

ความสว่าง L* หลังฟอกสีฟันมีค่า 72.5±6.1 ค่า a* มีค่า -1.9±1.2 และค่า b* มีค่า 3.2±3.0 ผลการเปลี่ยนแปลงเฉดสีฟันมีค่าเฉลี่ย 3.97±2.3

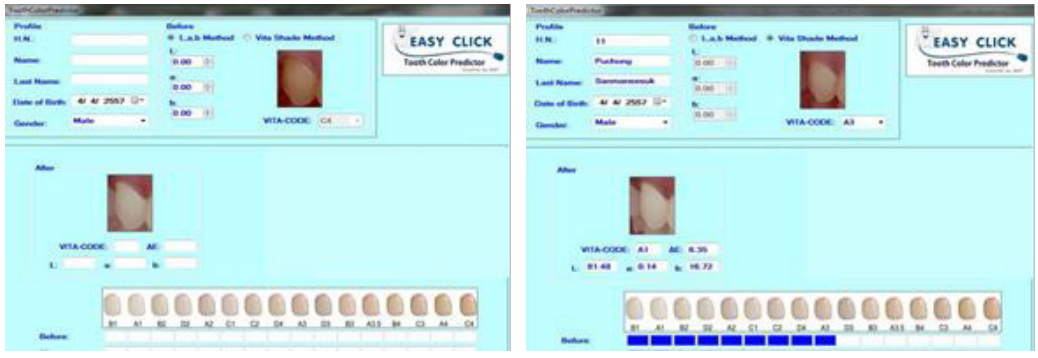
การศึกษาของ Franchi และคณะ [14] ศึกษาผลการฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้น ใช้น้ำยาฟอกสีฟันที่มีสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 37.5 ทำในประชากรประเทศเนเธอร์แลนด์ จำนวน 100 คน พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าสีความสว่างในฟันเขี้ยวบนขวามีการเปลี่ยนแปลงสีจากค่าสีเริ่ม 70.47 เป็น 72.12 มีการเปลี่ยนแปลงค่าความแตกต่างสีโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 1.85 และมีความเข้มสีลดลงจาก 27.14 ลดลงเป็น 26.34 และในการศึกษาของ Resis และคณะ [15] ได้ศึกษาฟันหน้าตัดเปรียบเทียบสีหลังฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันโดยใช้แสงกระตุ้นพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเฉดสีฟันมีค่า 7.7±0.5 ปัจจัยด้านเพศมีการศึกษาของ Lin และคณะ [12] ที่พบว่าปัจจัยทางเพศนั้นไม่มีผลต่อการฟอกสีฟัน

การวัดสีฟันด้วยการใช้แถบวัดสีนั้นในการศึกษานี้ใช้แถบสีวีต้าคลาสสิกซึ่งเป็นวิธีวัดสีที่เป็นสากล และในการศึกษาครั้งนี้มีการวัดมาตรฐานการวัดสีโดยการใช้ผู้เชี่ยวชาญในการวัดสีอย่างน้อยสองคนและทดสอบสถิติหาความเห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้วัดสีโดยใช้สถิติโคเฮนแคปปา (Cohen' s Kappa Statistic) มีการถ่ายภาพเก็บข้อมูล และมีเครื่องวัดสีเพื่อช่วยลดปัญหาการวัดสีคลาดเคลื่อน และเครื่องมือที่มาใช้ในการวัดสีครั้งนี้ คือ วีต้าอีซี่เฉดซึ่งก่อนวัดได้มีการวัดมาตรฐานเครื่องทุกครั้งที่วัด และมีการส่งตรวจประสิทธิภาพของเครื่องก่อนวัดสี ค่าที่ได้จากเครื่องวัดสีจะเป็นค่าที่อยู่ในระบบ CIE Lab ซึ่งมีความสำคัญในการหาสมการการพยากรณ์สีฟัน

สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายที่ได้จากการศึกษานี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีในกลุ่มผู้รับบริการที่มีช่วงอายุ 15-30 ปี ทั้งนี้เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการกำหนดช่วงอายุดังกล่าว เพื่อทำให้ตัวแปรมีความหลากหลายน้อย และในการคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับสมการเพื่อที่จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ได้มีค่าน้อยสุด นั่นคือค่าสีในแกนเหลือง น้ำเงิน (b) และเมื่อพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแบบและชุดของข้อมูลในการตรวจสอบตัวแบบพบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนเอนเอียงน้อยนั่นคือตัวแบบที่ได้นั้นมีประสิทธิภาพในการทำนายค่าสีฟัน ส่วนการศึกษาของ Herrera และคณะ [16] ที่ได้นำเอาระบบฟัซซี่มาใช้ในการพยากรณ์สีฟัน พบว่าสามารถพยากรณ์สีฟันหลังฟอกสีฟันได้ โดยหาความสัมพันธ์จากค่า CIE Lab ก่อนฟอกสีฟันจากการวัดด้วยสายตาจากค่าวีต้าคลาสิก การพยากรณ์ของระบบฟัซซีนั้นมีการสร้างสมการค่อนข้างซับซ้อนหลายตัวแปร ในการศึกษานี้จึงใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยหาความสัมพันธ์ของตัวแปร ได้สมการ $\Delta E = 0.309b^*$ นั่นกล่าวคือการพยากรณ์ค่าผลรวมความต่างสีมีปัจจัยคือ ค่า b ที่มีผลต่อการพยากรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gerlach [17] ศึกษาปัจจัยทางคลินิกพบว่าการเปลี่ยนแปลงแกนสีเหลืองน้ำเงินมีนัยสำคัญทางสถิติที่ทำให้มีความรู้สึกว่าฟันขาวขึ้น ผู้ป่วยรู้สึกฟันขาวขึ้นและพอใจมากขึ้น แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับค่าความสว่างและค่า a แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Ishikawa- Nagai และคณะ [18] ศึกษาในประชากรในประเทศอเมริกาจำนวน 196 คน โดยฟอกสีฟันโดยใช้วิธีการฟอกสีฟันที่บ้านด้วยสารคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพยากรณ์สีฟันโดยใช้การวิเคราะห์สมการถดถอย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.781 โดยมีสมการการพยากรณ์สีฟันดังนี้ $\Delta E = -0.9313L^* + 0.32527a^* + 0.50046b^* + 1.281$

ในการศึกษานี้แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถพยากรณ์สีฟันโดยที่ผู้วิเคราะห์ต้องกรอก

ชื่อ นามสกุล ในส่วนประวัติส่วนบุคคล หลังจากนั้นจึงเลือกวิธีวัดสี หากผู้วัดมีเครื่องวัดสีวีต้าอีซี่เฉดแอดวานซ์ จะต้องเลือกกดปุ่ม L.a.b method และหากผู้วัดสีมีเฉพาะแถบสีวีต้าคลาสสิกให้กดปุ่ม Vita Shade Method โปรแกรมจะแสดงผลการพยากรณ์ในส่วนที่ 3 โดยจะแสดงเป็นค่า CIE Lab และค่าแถบสีวีต้าคลาสสิกพร้อมแสดงภาพบรรยายลำดับสีฟันที่เปลี่ยนแปลงในส่วนที่ 4 รูปฟันและคำอธิบายการเปลี่ยนเฉดสีฟัน ซึ่งสามารถนำแผนภาพการเปลี่ยนแปลงสีฟันนี้มาอธิบายให้ผู้ป่วยเข้าใจได้มากขึ้น ดังภาพที่ 10



(ก) (ข)

ภาพที่ 10 การใช้โปรแกรมอีซี่คลิกโดยภาพ (ก) การกรอกข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดสีฟันวีต้า อีซี่เฉด (ข) ผลการพยากรณ์โดยจะแสดงค่า CIE Lab และพยากรณ์เฉดสีวีต้าคลาสสิก

จากการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาในคนไทย จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันทางคลินิกเมื่อฟอกสีฟันด้วยระบบฟอกสีฟันที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ฟันจะขาวและสว่างขึ้นใกล้เคียงกับการศึกษาที่ต่างประเทศ โดยปัจจัยที่สำคัญที่ควรนำมาพิจารณา คือ อายุของผู้เข้ารับการรักษา และตำแหน่งอ้างอิงที่นำมาใช้ในการวัดสีฟัน นอกจากนี้วิธีการวัดสีฟันด้วยเครื่องวัดสีวีต้าอีซี่เฉดแอดวานซ์นำมาวิเคราะห์หาสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ซึ่งสามารถนำมาคาดการณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันได้ งานวิจัยนี้คาดหวังให้ทันตแพทย์ได้มีข้อมูลเบื้องต้นที่ให้ผู้เข้ารับการรักษาในการคาดการณ์สีฟันหลังจากฟอกสีฟัน ทำให้ผู้ป่วยสามารถทราบระดับความขาวของสีฟันหลังได้รับการฟอกสีฟันได้ชัดเจนขึ้น และเพื่อเป็นช่องทางหนึ่งให้ทันตแพทย์สื่อสารกับผู้ป่วยซึ่งอาจสามารถช่วยลดการฟ้องร้องของผู้เข้ารับการรักษาได้

จากการศึกษานี้สรุปได้ว่าการพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดีโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถทำนายผลหลังฟอกสีฟันมีความถูกต้องร้อยละ 90

ข้อเสนอแนะ ในงานวิจัยครั้งต่อไป การสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี ควรศึกษาปัจจัยทางด้านอื่นๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของฟันด้วย เช่น อายุ ความหนาของผิวเคลือบฟัน เพื่อทำให้แบบจำลองคอมพิวเตอร์มีความสมบูรณ์มากขึ้น และสามารถพยากรณ์ได้แม่นยำขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อพยากรณ์การเปลี่ยนสีฟันหลังฟอกสีฟันด้วยระบบที่กระตุ้นด้วยแสงแอลอีดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Kirk E. (1889). The chemical bleaching of teeth. *Dent. Cosmos*. 31: 273-283.

[2] Dahl JE, Pallesen U. (2003). Tooth bleaching-a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Bio Med*. 14(4): 292-304.

[3] 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.

[4] Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. (1998). Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod*. 24(12): 786-790.

[5] ADA Council on scientific affairs. (2010). *Tooth whitening/bleaching:treatment Considerations for dentists and their patients.* Retrieved November, 2010, from: http://www.ada.org/sections/about/pdfs/HOD_whitening_rpt_pdf

[6] *Osborn J. Advantages of hierarchical linear modeling*. PARE (serial online). (2000). Retrieved October 13, 2013, from: http://PAREomline.net/getvn.asp?v=7&n=1

[7] Imbery TA. Geissberger M, Hakim F, Al-Anezi S, Uram-Tuculescu S, Gottlieb R, Estrich CG. (2013). Evaluation of four dental clinical spectrophotometers relative to human shade observation ADA professional product review. *JADA.* 8(3): 1-12.

[8] 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): 737-741.

[9] Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. (2003). Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent*. 28(2): 114-121.

[10] Marson FC, Sensi LG, Vieira LCC, Araujo. (2008). Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent.* 33(1): 15-22.

[11] Zhou X, Barker RD, Gerlach GRW. (2002). *Impact of behavioral, clinical and demographic parameters on whitening response: evidence from 18 clinical trials.* Research presented at the 80th General session of the IADR March 6-9.

[12] Lin CH, Chou TM, Chen JH, Chen JH, Chuang FH, Lee HE, Coluzzi DJ. (2008). Evaluation of the effect of laser tooth whitening. *Int J Prosthodont*. 21(5): 415-418.

[13] Kugel G, Papathanasiou A, Williams AJ 3rd, Anderson C, Ferreira S. (2006). Clinical evaluation of chemical and light-activated tooth whitening systems. *Compend Contin Educ Dent*. 27(1): 54-62.

[14] Franchi I, Franchi M, Bortolini S, Consolo U, Chau L. (2009). *In vivo measurement of color changes in 1600 natural teeth with Pola office + (SDI, Australia): spectrophotometric shade analysis*. Retrieved October 29, 2016, from: http://www.oralhealthgroup.com/features/in-vivo-measurement-of-colour-changes-in-1600-natural-teeth-with-pola-office-sdi-australia-spectro/

[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): 12-17.

[16] Herrera LJ, Pulgar R, Santana J, Cardona JC, Guillén A, Rojas I, Pérez Mdel M. (2010). Prediction of color change after tooth bleaching using fuzzy logic for Vita classical shades identification. *Applied Optics*. 49(3): 422-429.

[17] Gerlach RW, Barker ML, Sagel PA. (2002). Objective and subjective whitening response of two self- directed bleaching systems. *Am J Dent*. 15: 7A-15A.

[18] Ishikawa-Nagai S, Terui T, Ishibashi K, Weber H, Ferguson M. (2004). Prediction of optical efficacy of vital tooth bleaching using regression analysis. *Color research and application*. 29(5): 390-394.