ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในการวัดสีฟันของสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก : การศึกษาทางคลินิก

น.ส.ธัญชนก ปุรณะภักดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Reliability and validity of tooth color measurement using spectrophotometer and intraoral scanners: *in vivo study*

Miss Tanchanok Puranapakdee

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในการวัดสีฟันของสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก : การศึกษาทางคลินิก
โดย	น.ส.ธัญชนก ปุรณะภักดี
สาขาวิชา	ทันตกรรมหัตถการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ชัยวัฒน์ มณีนุษย์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.รังสิมา สกุลณะมรรคา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ชัยวัฒน์ มณีนุษย์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.วรรณธนะ สัตตบรรณศุข)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ธัญชนก ปุรณะภักดี : ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในการวัดสีฟันของสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก : การศึกษาทางคลินิก. (Reliability and validity of tooth color measurement using spectrophotometer and intraoral scanners: *in vivo study*) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ทพ.ดร.ชัยวัฒน์ มณีนุษย์

การศึกษาในคลินิกนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเปรียบเทียบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในการวัดสีฟันธรรมชาติของมนุษย์ด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก โดยมีผู้ร่วมในการศึกษาจำนวน 50 คน ใช้ฟันตัดซี่กลางด้านขวาบน (ซี่ 11) ในการทดสอบ ทำความสะอาดฟันด้วยผงพัมมิส ล้างด้วยน้ำจากที่เป่าลมและน้ำ บ้วนปากด้วยน้ำเปล่า ซับให้แห้งด้วยผ้าก๊อซ แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ตามเครื่องที่ใช้ในการวัดสี ได้แก่ กลุ่มเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วีต้าอีซี่เฉดไฟว์ (VITA Easyshade® V) กลุ่มเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสทรีเชฟ (TRIOS 3shape) และกลุ่มเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม (CEREC Omnicam) ทำการวัดสีฟันที่ตำแหน่งกึ่งกลางคอฟัน กึ่งกลางตัวฟัน และ กึ่งกลางปลายฟัน บันทึกสีที่วัดได้เป็นค่าสีของวิต้าทรีดีมาสเตอร์ (Vita 3D-MASTER) นำค่าที่บันทึกได้มาทดสอบความเชื่อมั่นโดยใช้สถิติแลนดอร์ฟคัปปา (Randolph kappa) และใช้สถิติไคว์สแควร์ (Chi's square) เปรียบเทียบความเที่ยงตรงจากร้อยละของความถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเชื่อมั่นในการวัดสีฟันของเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเมอร์และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากทรีออสทรีเชฟ อยู่ในระดับดี (อยู่ในช่วง0.61-0.80) และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม อยู่ในระดับปานกลาง (อยู่ในช่วง 0.41-0.60) สำหรับความเที่ยงตรงในการวัดสีฟันเมื่อเทียบกับเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเมอร์พบว่า เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสทรีเชฟ มีค่าถูกต้องร้อยละ 28.2 และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม มีค่าความถูกต้องร้อยละ 27.7 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p= 0.210) สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่นในการวัดสีฟันของเครื่องสเปคโทโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสทรีเชฟ อยู่ในระดับดี เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก ซีเล็คออมนิแคมอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องสเปค

สาขาวิชา ทันตกรรมหัตถการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6075815232 : MAJOR OPERATIVE DENTISTRY

KEYWORD: spectrophotometer intraoral scanner tooth color measurement clinical study

Tanchanok Puranapakdee : Reliability and validity of tooth color measurement using spectrophotometer and intraoral scanners: *in vivo study*. Advisor: Assoc. Prof. Ph.D. Chaiwat Maneenut, D.D.S.

The aim of this clinical study was to evaluate and compare reliability and validity of spectrophotometer and intraoral scanners for human tooth color measurement. Subject was right maxillary central incisor of 50 volunteers. The tooth was cleaned by pumice, rinsed with water spray and distilled water and dried with gauze. Color measurement was consecutively performed at cervical, middle and incisal areas by VITA Easyshade® V spectrophotometer, TRIOS 3shape intraoral scanner and CEREC Omnicam intraoral scanner. The color was recorded as VITA 3D-MASTER color system. Data was analyzed using Randolph kappa and chi's square for reliability and validity. The result shown that the reliability of VITA Easyshade® V spectrophotometer and TRIOS 3Shape intraoral scanner was in the good strength of agreement (between 0.61-0.80) and CEREC Omnicam intraoral scanner was in the moderate strength (between 0.41-0.60). The validity of TRIOS 3Shape intraoral scanner was 28.2% and of CEREC Omnicam intraoral scanner was 27.7% when compared to VITA Easyshade® V spectrophotometer. There was no significantly different between CEREC Omnicam intraoral scanner and TRIOS 3Shape intraoral scanner (p value = 0.210). It can be concluded that the reliability of VITA Easyshade® V spectrophotometer and TRIOS 3 shape intraoral scanner was in the good range and CEREC Omicam intraoral scanner was in the moderate range. The validity of both intraoral scanners was not significantly different but significant less than VITA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

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

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ รศ.ทพ.ดร. ชัยวัฒน์ มณีนุษย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้คำปรึกษา และคำแนะนำเป็นอย่างดีตลอดปีการศึกษาจนวิทยานิพนธ์สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบคุณ ผศ.ทพญ.ดร.สรนันทร์ จันทรางศุ ผู้ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำด้านการใช้สถิติในงานวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาคทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ธัญชนก ปุรณะภักดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 12

บทนำ 12

ชื่อโครงการวิจัย 12

สถานที่ทำการวิจัย หรือเก็บข้อมูล 12

รูปแบบของการวิจัย 12

ผู้ทำวิจัย 12

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย 12

คำสำคัญ 12

ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย 12

คำถามวิจัย 15

ขอบเขตของงานวิจัย 16

ข้อจำกัดของงานวิจัย 16

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2 16
วรรณกรรมปริทัศน์ 16
สี 17
การรับรู้ของสี 17
องค์ประกอบของสี 18
สีและลักษณะภายนอกของฟัน 19
ชุดเทียบสีฟัน (dental shade guide) 21
ชุดเทียบสีที่มีจำหน่ายทั่วไป (commercial shade guide) 21
ชุดเทียบสีที่ทำขึ้นเฉพาะบุคคล (custom shade guide) 21
การวัดสีฟัน (tooth color measurement) 22
ระบบที่วัดด้วยบุคคล (subjective approach systems) 22
VITAPAN® Classical shade guide 22
VITA Toothguide 3D-MASTER 23
ระบบที่วัดด้วยเครื่องมือวัด (objective approach systems) 27
1. สเปคโทรโฟโตมิเตอร์ 27
ShadeEye NCC ® 28
2. คัลเลอริมิเตอร์ 29
ShadeVision 30
3. เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก 30
บทที่ 3 31
วิธีดำเนินการวิจัย 31
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 31
ผู้เข้าร่วมการทดลอง 31
วิธีดำเนินการวิจัย 32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม..... 41

ประวัติผู้เขียน..... 45

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงกลุ่มทดลองในงานวิจัย 34

ตารางที่ 2 แสดงค่า Intra-rater agreement ของเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม ที่ตำแหน่งคอฟัน กลางฟัน และปลายฟัน 36

ตารางที่ 3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความเที่ยงตรงในการวัดสีได้ถูกต้องโดยรวมที่ 3 ตำแหน่ง คอฟัน กึ่งกลางฟัน และ ปลายฟัน ของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟและเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม 36

ตารางที่ 4 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความเที่ยงตรงในการวัดสีได้ถูกต้องโดยรวมของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม..... 37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 Munsell color system (2)..... 18

รูปที่ 2 ลักษณะของฟันธรรมชาติที่มีปฏิกิริยากับแสงที่ซับซ้อน (2)..... 19

รูปที่ 3 ความใสของเคลือบฟันที่ทำการทำเนื้อฟันออก (2) 20

รูปที่ 4 The incisal halo ลักษณะเส้นบริเวณปลายฟันที่เกิดการสะท้อนแบบ opalescent effect (2)..... 21

รูปที่ 5 A. แถบสีเฉพาะบุคคลที่ทำจากวัสดุที่ใช้อุดจริง B. การใช้งานทางคลินิก (2)..... 22

รูปที่ 6 A.ชุดเทียบสี Vita classical ที่เรียงจาก A–D B. ชุดเทียบสีชนิดเดียวกันที่เรียงจากค่าความสว่างหรือ Value Scale (2)..... 23

รูปที่ 7 VITA Toothguide 3D-MASTER และ Bleach shade guide..... 25

รูปที่ 8 ชุดเทียบสี VITA Linearguide 3D-MASTER..... 26

รูปที่ 9 ชุดเทียบสี Vintage Halo NCC..... 27

รูปที่ 10 เครื่องมือ VITA Easyshade® V..... 29

รูปที่ 11แสดงโปรแกรมการคำนวณค่ากลุ่มตัวอย่าง..... 31

รูปที่ 12แสดงตำแหน่งในการวัดสีด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ 32

รูปที่ 13 แสดงตำแหน่งของการวัดสีในภาพฟันด้วยเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ชื่อโครงการวิจัย

ภาษาไทย ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในการวัดสีฟันของสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก : การศึกษาทางคลินิก

ภาษาอังกฤษ Reliability and validity of tooth color measurement using spectrophotometer and intraoral scanners: in vivo study

สถานที่ทำการวิจัย หรือเก็บข้อมูล

คลินิกบัณฑิตศึกษาภาควิชาทันตกรรมหัตการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบของการวิจัย

เชิงทดลองทางคลินิก

ผู้ทำวิจัย

ทญ. ธัญชนก ปุรณะภักดี

(นิสิตหลังปริญญา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมหัตถการ)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

รศ.ทพ.ดร. ชัยวัฒน์ มณีนุษย์

คำสำคัญ

ภาษาไทย การวัดสีฟัน สเปคโทรโฟโตมิเตอร์ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก

ภาษาอังกฤษ Tooth color measurement, Spectrophotometer, Intraoral scanner

ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของงานทันตกรรมบูรณะคือ การบูรณะฟันให้ได้รูปร่างที่ดี สามารถใช้งานได้และมีความสวยงาม ซึ่งความสวยงามนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยากเพราะฟันธรรมชาติมีลักษณะที่ค่อนข้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซับซ้อนและมีรายละเอียดต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องของสีฟัน ซึ่งเป็นสีโดยรวมที่เกิดจากชั้นเคลือบฟัน เนื้อฟัน และโพรงประสาทฟัน โครงสร้างเหล่านี้มีคุณสมบัติในการดูดแสง ให้แสงส่องผ่านหรือสะท้อนกลับได้แตกต่างกัน รวมถึงสีของพื้นหลังและบริเวณรอบข้างอีกด้วย ส่วนการมองเห็นสีนั้นเกิดจากการที่แสงจากแหล่งกำเนิดตกกระทบกับฟันแล้วสะท้อนมายังตา จากนั้นตาและสมองจะทำงานร่วมกันเพื่อแปลงข้อมูลของแสงที่ได้รับให้กลายเป็นสีต่าง ๆ ปัจจัยที่กล่าวมาเหล่านี้ส่งผลต่อการเลือกสีทางทันตกรรม (1)

การเลือกสีฟันที่จะบูรณะให้ใกล้เคียงและกลมกลืนกับฟันธรรมชาติต้องอาศัยการประเมินสีฟันเพื่อการเลือกสีของวัสดุหรือส่งต่อและสื่อสารกับช่างทันตกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานที่มีสีตามต้องการ (1) ในการเทียบสีทางทันตกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสวยงามจะมีการทำแผนที่ภาพสี (color mapping)(2) ของฟันโดยแบ่งฟันออกเป็นสามตำแหน่งคือ คอฟัน กึ่งกลางฟัน และปลายฟัน เนื่องจากในฟันหน้าตามธรรมชาตินั้นจะมีความหนาของเคลือบฟัน (enamel) และเนื้อฟัน (dentin) ที่แตกต่างกันในแต่ละตำแหน่ง ทำให้สีที่สะท้อนกลับออกมานั้นไม่เหมือนกัน ส่วนการเทียบสีนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ชุดเทียบสี (shade guide) ใช้เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) และใช้เครื่องคัลเลอริมิเตอร์ (colorimeter) ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมมากและใช้กันมานานคือ การใช้ชุดเทียบสี โดยอาศัยการมองด้วยตาของทันตแพทย์เพียงอย่างเดียว วิธีการนี้มีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือ ปัจจัยภายในตัวบุคคล เช่น ประสบการณ์ ความชำนาญ และความล้าของสายตาทันตแพทย์ และปัจจัยภายนอก เช่น สีและแสงจากสิ่งแวดล้อม(3) มีการศึกษาก่อนหน้าของ Haselton ในปี ค.ศ. 2000(4, 5) พบว่า งานบูรณะฟันด้วยวัสดุสีเหมือนฟันที่เลือกสีโดยการใช้ชุดเทียบสีมีการเลือกสีผิดเฉดถึง 44-63% ต่อมา ได้มีการผลิตเครื่องวัดสีเพื่อใช้ในทางทันตกรรม ได้แก่ สเปคโทรโฟโตมิเตอร์และคัลเลอริมิเตอร์ โดยสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง ระบบวัดแสง และระบบประมวลผลที่สามารถแสดงผลในระบบซีไออีแลบ (CIE lab)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

และระบบสีวิต้าทรีดีมาสเตอร์ (VITA 3D-MASTER) เครื่องจะวัดปริมาณแสงและคลื่นที่มีการสะท้อนกลับมาภายหลังตกกระทบลงบนพื้นผิวของฟัน[6] เมื่อเปรียบเทียบกับสายตามนุษย์พบว่า สเปคโทรโฟโตมิเตอร์มีความแม่นยำมากกว่าและเลือกสีได้ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติหรือวัสดุที่อยู่ใกล้เคียง(7, 8) มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการหลายการศึกษาที่พบว่า สเปคโทรโฟโตมิเตอร์หลายผลิตภัณฑ์ให้ค่าความเชื่อมั่นที่สูงและใกล้เคียงกันในระดับที่มากกว่า 96% แต่ความเที่ยงตรงนั้นมีความแตกต่างกันโดยอยู่ในช่วง 67-93% (9, 10) สำหรับเครื่องคัลเลอริมิเตอร์นั้น สามารถวัดปริมาณแสงที่มีการสะท้อนกลับมาภายหลังตกกระทบพื้นผิวของฟันได้เช่นเดียวกับสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ แต่คัลเลอริมิเตอร์จะทำการตรวจจับเฉพาะความยาวคลื่นของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน เท่านั้น และให้ความเที่ยงตรงไม่ดีเท่าสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ (7, 8)

ในปี ค.ศ. 2017 ได้มีการพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก เพื่อบันทึกรายละเอียดของฟันและเนื้อเยื่อบริเวณใกล้เคียงภายในช่องปากด้วยระบบดิจิตอล ซึ่งจะลดการใช้วัสดุพิมพ์ปากและปูนหล่อ ลดขั้นตอน ลดเวลา และความไม่สบายของผู้ป่วย (11-13) รวมไปถึงสามารถสื่อสารกับช่างห้องปฏิบัติการและผู้ป่วยได้ดีขึ้น(14, 15) นอกจากนั้น เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากบางผลิตภัณฑ์สามารถเก็บภาพของฟันและวัดสีฟันจากข้อมูลภาพที่เก็บไว้ได้ การวัดและเทียบสีมีหลักการทำงานเหมือนโปรแกรมแต่งภาพ โดยกำหนดจุดที่ต้องการวัดสีในภาพ จากนั้นเครื่องจะทำการประมวลผลเทียบข้อมูลสีที่ใกล้เคียงกับสีฟันมากที่สุด อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากในปัจจุบันส่วนใหญ่จะศึกษาเกี่ยวกับความแม่นยำในการลอกรายละเอียดของฟันและเนื้อเยื่อโดยรอบเทียบกับการพิมพ์ปากระบบดั้งเดิม(16-20) ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการวัดสีหรือเทียบสีของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากไม่มากนัก(10, 21, 22) ซึ่งสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการวัดสีด้วยเครื่องมือวัดสีคือ ความเชื่อมั่น (reliability) ที่แสดงถึงความไม่เปลี่ยนแปลงของสีที่วัดได้ในตัวอย่างเดียวกันเมื่อทำการวัดซ้ำ ๆ และความเที่ยงตรง (validity) ที่แสดงถึงความสามารถของเครื่องมือใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวัดได้สีที่ถูกต้อง(23) การศึกษาของ Gotfredsen Kea(10) รายงานว่า ประสิทธิภาพการวัดสีของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากเทียบเท่ากับเครื่องคัลเลอริมิเตอร์และการวัดสีด้วยสายตา การศึกษาของ Hyung-In และคณะ(21) พบว่า ความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากและคัลเลอริมิเตอร์นั้นมีค่าที่ดีมาก แต่ความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากนั้นยังไม่เป็นที่น่าเชื่อถือนัก ผู้วิจัยได้เสนอว่าควรมีการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากเพิ่มมากขึ้น ส่วนการศึกษาของ Brandt และคณะ ในปี ค.ศ. 2017(22) พบว่า ประสิทธิภาพการวัดสีของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากดีกว่าการวัดสีด้วยสายตาและเทียบเท่าเครื่องวัดสีสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ (VITA Easyshade® V) อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่กล่าวข้างต้น ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการวัดสีของเครื่องสแกนเนอร์เทียบกับเครื่องมือวัดสีอื่น ๆ โดยใช้ค่าแสดงผลของสีระบบซีไออีแลบเป็นหลักและเปรียบเทียบด้วยการหาค่าความแตกต่างของสี (delta E) แต่การปฏิบัติงานในคลินิกทันตกรรมส่วนใหญ่นั้น การวัดสีฟันเพื่อเลือกสีวัสดุบูรณะหรือการสื่อสารกับช่างทันตกรรมเพื่อให้สีของวัสดุบูรณะที่ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติมากที่สุดมักใช้ค่าสีในระบบวิต้าคลาสสิคัล (VITA classical) หรือ วิต้าทรีดีมาสเตอร์ โดยเฉพาะอย่ายิ่งในงานทันตกรรมเพื่อความสวยงามมักจะใช้การเทียบสีในระบบวิต้าทรีดีมาสเตอร์เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินและเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของการวัดสีฟันในคลินิกด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก เมื่อวัดค่าสีในระบบวิต้าทรีดีมาสเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามวิจัย

การวัดสีฟันด้วยสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากมีความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงแตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงการวัดสีฟันด้วยเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากกับสเปคโทรโฟโตมิเตอร์

สมมติฐานของงานวิจัย

แบ่งออกเป็น 2 สมมติฐาน คือ

1. ค่าความเชื่อมั่นของการวัดสีของสีฟันมนุษย์ด้วยสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก TRIOSและเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก CEREC Omnicam ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
2. ค่าความเที่ยงตรงของการวัดสีของสีฟันมนุษย์ด้วย เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก TRIOSและเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก CEREC Omnicam ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ขอบเขตของงานวิจัย

เป็นงานวิจัยเชิงทดลองทางคลินิก โดยศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวัดสีฟันแท้ของมนุษย์ด้วยการใช้เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากและการใช้สเปคโทรโฟโตมิเตอร์

ข้อจำกัดของงานวิจัย

เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากที่ใช้ เป็นเครื่องที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการใช้เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากสำหรับวัดสีฟันทางคลินิก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

สี

เซอร์ไอแซคนิวตัน เป็นคนแรกที่ได้แบ่งชนิดของพลังงานแสง เขาพบว่าลำแสงสีขาวเมื่อลำแสงนั้นผ่านปริซึมสามารถแบ่งออกเป็นสีหรือความยาวคลื่นต่าง ๆ และได้ทำการแบ่งลำดับของสีเป็นสเปกทรัม (sprectrum) ได้แก่ สีแดง สีส้ม สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า สีน้ำเงิน และสีม่วง ช่วงความยาวคลื่นเหล่านี้จะรับรู้ได้ด้วยตัวรับสี (color receptor) สามชนิดในตามนุษย์ทำให้เรียกแสงนี้ว่า แสงที่ตามองเห็น (visible light) และในทางฟิสิกส์ช่วงความยาวคลื่นของแสงที่มองเห็นได้จะอยู่ระหว่าง 400 ถึง 700 นาโนเมตร(24, 25)

ถ้าไม่มีแสงจะไม่สามารถเกิดสีได้ เนื่องจากสีเกิดจากแสงตกกระทบลงที่วัตถุและแสงบางความยาวคลื่นถูกดูดซึม ทำให้ช่วงความยาวคลื่นที่ไม่ถูกดูดซึม หรือที่สะท้อนกลับมาทำให้เกิดการรับรู้ของสีที่สมองผ่านทางเซลล์ตัวรับสี

การรับรู้ของสี

การรับรู้ของสีต้องประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบสำคัญคือ แสงสว่างหรือแหล่งกำเนิดแสง วัตถุ และผู้สังเกต

1. แหล่งกำเนิดแสง

การรับรู้สีขึ้นอยู่กับคุณภาพของแสงที่ตกกระทบลงบนวัตถุ แหล่งกำเนิดแสงที่สมบูรณ์คือแสงธรรมชาติที่พบในช่วงเวลากลางวันเหมาะสำหรับการเปรียบเทียบสี ถ้ามีการเปลี่ยนแหล่งกำเนิดแสงจะทำให้การสะท้อนแสงของวัตถุเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน

อุณหภูมิของสี สเปกทรัลรีเฟลกแทนซ์ (spectral reflectance curves) และคัลเลอร์เรนเดอริ่งอินเด็กซ์ (color rendering index, CRI) ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของแสงนั้น ๆ เทียบกับแสงธรรมชาติ ซึ่งแสงที่ให้ค่าอุณหภูมิ 5500K หรือค่า CRI ที่มากกว่า 90 จะเหมาะสมในการเปรียบเทียบสี ในปัจจุบันมีการใช้แหล่งกำเนิดแสงหรือไฟเทียบสีที่ให้ค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเลือกสีเพื่อทดแทนการใช้แสงธรรมชาติ แสงจากไฟยูนิตมักเป็นแสงจากหลอดไฟฟ้าที่มีเส้นลวดภายใน (incandescent light) จะให้แสงในช่วงสเปกทรัมแดงเหลืองที่สูงและช่วงสีฟ้าที่ต่ำ (26)

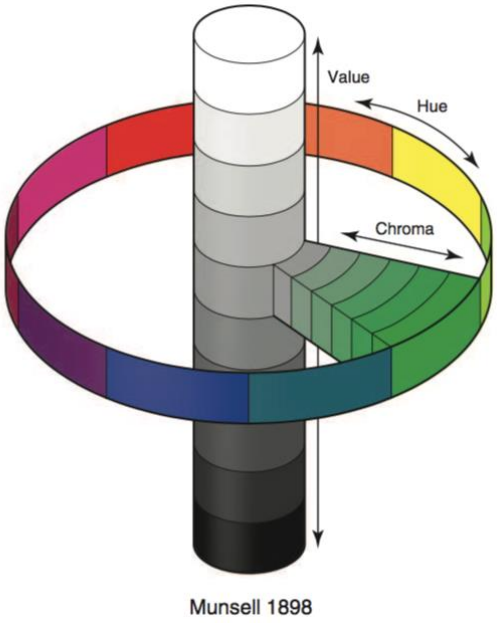
2. วัตถุ

สีคือลักษณะทางฟิสิกส์ของแสงที่เกิดจากการดัดแปลงโดยวัตถุ เช่น วัตถุที่มีลักษณะโปร่งใส (transparent) จะยอมให้แสงผ่านเกือบทั้งหมด วัตถุโปร่งแสง (translucent) จะกระเจิงแสง ดูดซึมและยอมให้แสงผ่านได้ ในขณะที่วัตถุทึบแสงจะไม่ยอมให้แสงผ่าน จะสะท้อนและดูดซึมแสงในช่วงความยาวคลื่นที่หลากหลายของแสงที่มองเห็นได้

3. ผู้สังเกต

แสงที่มองเห็นได้จะเข้าตาผ่านทางกระจกตาที่โปร่งใสและมาโฟกัสที่เลนส์ใสของจอประสาทตา โดยที่จอประสาทตาจะประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิดที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสง ได้แก่ โคน (cone) และ รอด (rod)

องค์ประกอบของสี



รูปที่ 1 Munsell color system (2)

สีได้ถูกอธิบายตามระบบมันเซล (munsell system) บริเวณแกนกลางคือค่าความสว่าง เฉดสีเป็นวงกลมล้อมรอบที่มีสีที่แตกต่างกันและความเข้มสีคือระยะทางจากแกนความสว่างที่ค่าความเข้มเพิ่มขึ้นเมื่อห่างจากแกน โดยแบ่งออกเป็น เฉดสี (Hue) ความสว่าง (value) และความเข้มสี (chroma) เมื่อต้องการเลือกสีตามระบบของมันเซล จะเริ่มด้วยความสว่างตามด้วยความเข้มสีและเฉดสีลำดับสุดท้าย (27)

1. เฉดสี

เฉดสี คือคุณลักษณะที่สามารถแบ่งสีจากสีนึงเป็นอีกสีนึง หรือคือสีเนื้อแท้ เช่น สีแดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า ม่วง เป็นต้น (28)

2. ความสว่าง

ความสว่าง คือการบ่งบอกความสว่างหรือความมืดของสี โดยความสว่างของวัตถุนั้นเป็นผลโดยตรงกับปริมาณของแสงที่สะท้อนหรือผ่านไปยังวัตถุ วัตถุที่มีสว่างจะมีปริมาณของสีเทาน้อยและมีค่าความสว่างสูง ส่วนวัตถุที่มีความมืดจะพบมีปริมาณของสีเทามากและมีค่าความสว่างต่ำ

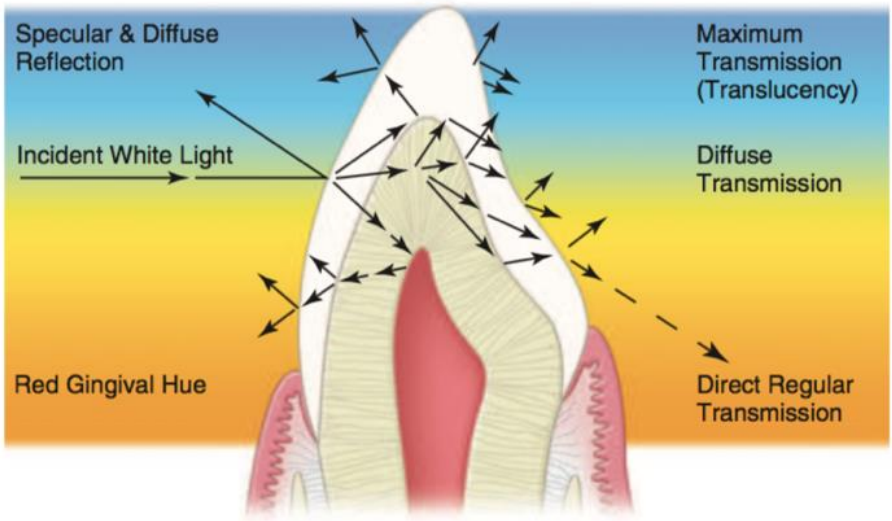
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ความเข้มสี

ความเข้มสี คือความอิ่มตัวหรือความเข้มข้นของเฉดสีนั้น ๆ โดยเมื่อทำการเพิ่มความเข้มสีไปเรื่อย ๆ จะพบว่าสีนั้นมีความมืดขึ้น แสดงว่าความเข้มสีเพิ่มความสว่างจะลดลง ความเข้มสีและความสว่างมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม (27)

สีและลักษณะภายนอกของฟัน

การสะท้อนกลับและผ่านของแสงไปยังฟันทำให้เกิดการรับรู้สีฟันมนุษย์ เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนที่ยังไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทั้งหมด ลักษณะของสีฟันที่ประกอบไปด้วยหลายสี (polychromatic) เกิดจากการทำงานร่วมกันของแสงและการรับรู้สี



CHULALONGKORN UNIVERSITY

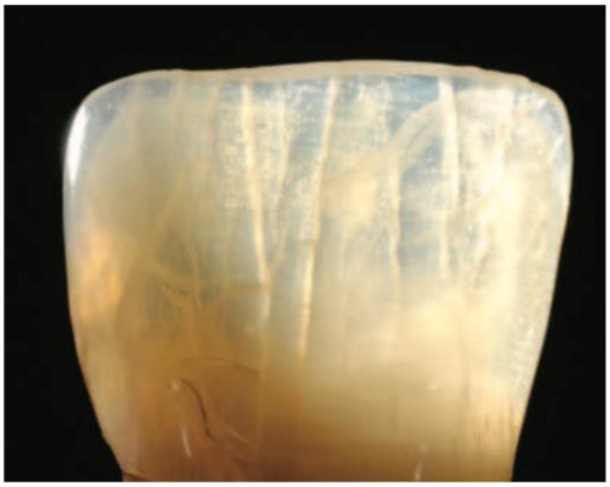
รูปที่ 2 ลักษณะของฟันธรรมชาติที่มีปฏิกิริยากับแสงที่ซับซ้อน (2)

1. เนื้อฟัน (dentin)

โดยทั่วไปแล้วสีของฟันไม่ได้เป็นสม่ำเสมอ ลักษณะของสีฟันจะขึ้นอยู่กับเนื้อฟันเป็นหลัก โดยเฉพาะบริเวณคอฟันที่พบชั้นเคลือบฟันบางจะเห็นสีเนื้อฟันได้ชัดเจน ทำให้บริเวณคอฟันมองเห็นความเข้มสีได้มากที่สุด และความเข้มสีลดลงจากบริเวณกลางฟันไปยังปลายฟัน และเนื้อฟันยังเป็นแหล่งที่ทำให้ฟันเกิดลักษณะ fluorescence (29) ซึ่งเป็นลักษณะความสามารถในการเรืองแสง เมื่อวัตถุนั้น ๆ ปล่อยพลังงานที่ได้รับในลักษณะของแสงที่มีความยาวคลื่นยาวขึ้น

2. เคลือบฟัน (enamel)

ในฟันที่สมบูรณ์ยังไม่สึกกร่อนไปนั้น ส่วนของปลายฟันประกอบไปด้วยเคลือบฟันทั้งหมด โดยลักษณะของเคลือบฟันเมื่อแยกออกมาจากเนื้อฟันจะคล้ายกับกระจกสีขาว ความใสและความสว่างของเคลือบฟันแปรผันตามหลายความหนาของเคลือบฟันและอายุ ความหนาของเคลือบฟันยิ่งมากความสว่างจะสูงขึ้น ลักษณะสีขาวอาจแสดงถึงเคลือบฟันที่มีการสะสมของแร่ธาตุน้อย ในฟันหน้าพบเคลือบฟันบางลงมาทางด้านปลายฟันทำให้พบลักษณะสีเทาหรือฟ้าเมื่อเทียบกับพื้นหลังสีดำของ



ช่องปากและทำให้เกิด incisal halo เคลือบฟันนั้นเกิดลักษณะของ opalescence ได้ โดยลักษณะของ opalescence คือการเกิดสีที่แตกต่างกันของวัตถุเมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นจะสะท้อนกลับทำให้เกิดสีฟ้าในขณะที่แสงที่มีความยาวคลื่นยาวจะส่งผ่านทำให้เกิดสีส้มหรือแดง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3 ความใสของเคลือบฟันที่ทำการทำเนื้อฟันออก (2)

*รูปที่ **4** The incisal halo ลักษณะเส้นบริเวณปลายฟันที่เกิดการสะท้อนแบบ opalescent effect (2)*

ชุดเทียบสีฟัน (dental shade guide)

ชุดเทียบสีคือแถบสีที่ผลิตจากวัสดุเซรามิค เรซินหรือพลาสติก แถบสีมักถูกจัดเรียงด้วยมิติของสี อย่างไรก็ตาม ฟันธรรมชาตินั้นมีสีที่หลากหลาย และซับซ้อนทำให้การใช้ชุดเทียบสีนั้นเป็นได้เพียงเครื่องช่วยเลือกแต่ไม่สามารถให้สีที่แม่นยำได้

ชุดเทียบสีที่มีจำหน่ายทั่วไป (commercial shade guide)

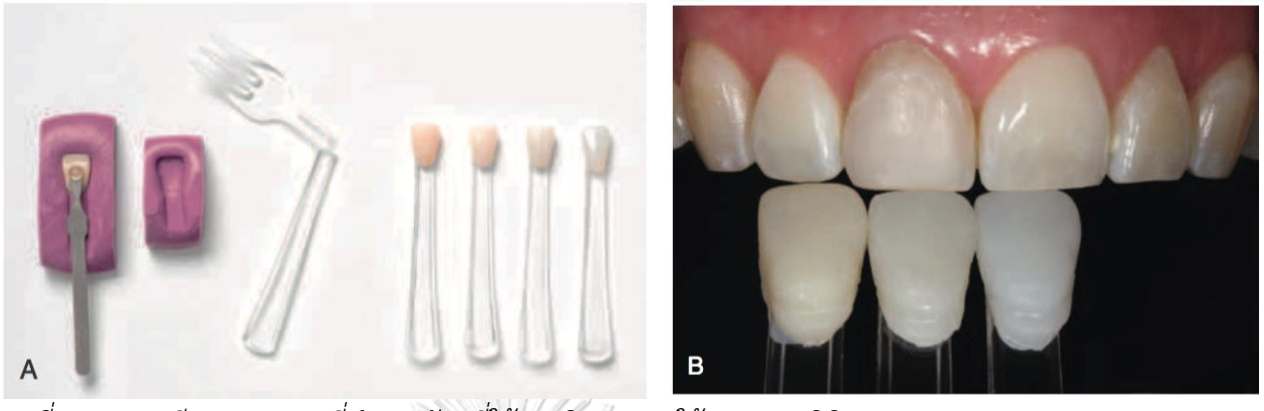
1. ชุดเทียบสีชนิดเซรามิค ได้แก่ VITA Classical, VITA 3D-MASTER และ VITA Linearguide 3D-MASTER

2. ชุดเทียบสีชนิดเรซิน มักทำขึ้นโดยใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดเดียวกับวัสดุที่ใช้อุด ในช่วงแรกชุดเทียบสีชนิดนี้ให้คุณสมบัติที่ดีและเหมือนกันวัสดุอุด แต่เมื่อเวลาผ่านไปมักสีเข้มขึ้นเนื่องจากความไม่คงตัวของสี

3. ชุดเทียบสีชนิดพลาสติกหรืออะคริลิค ชุดเทียบสีชนิดนี้ด้อยกว่าชนิดอื่นๆ ในการเทียบสีและไม่แนะนำให้ใช้ในการเทียบสีฟัน

ชุดเทียบสีที่ทำขึ้นเฉพาะบุคคล (custom shade guide)

ชุดเทียบสีชนิดนี้เหมาะในการใช้เทียบสีฟันที่ต้องการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิต เริ่มจากการทำแบบหล่อและนำวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ต้องการเทียบสีใส่ลงไปในแบบหล่อและฉายแสง นำแถบสีที่ได้มาเทียบกับฟัน โดยการเทียบสีแบบนี้ในบางกรณีให้ผลที่ดีกว่าการใช้ชุดเทียบสีแบบเซรามิค โดยแนะนำให้ฉายแสงวัสดุให้เต็มที่เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นหลังฉายแสง และการวางเรซินคอมโพสิตลงไปบนฟันที่ต้องการบูรณะเพื่อเทียบสีนั้นอาจให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากกว่า



รูปที่ 5 A. แถบสีเฉพาะบุคคลที่ทำจากวัสดุที่ใช้อุดจริง B. การใช้งานทางคลินิก (2)

การวัดสีฟัน (tooth color measurement)

ในปัจจุบัน การวัดสีฟันสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. วัดด้วยบุคคล (subjective approach systems)
2. วัดด้วยเครื่องมือวัด (objective approach systems)

ระบบที่วัดด้วยบุคคล (subjective approach systems)

คือการใช้สายตาของมนุษย์เพื่อเปรียบเทียบสีของฟันกับชุดเทียบสีที่ถูกสร้างขึ้นมาเป็นค่ามาตรฐาน เริ่มมีการใช้งานครั้งแรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1933 โดยอุปกรณ์ที่สำคัญในการเลือกสีฟันคือชุดเทียบสี ซึ่งในช่วงนั้นชุดแถบสีมีสีให้เลือกใช้จำนวน 60 แถบและทำจากวัสดุเซรามิก หลังจากนั้นมีการพัฒนาชุดเทียบสีอีกมากมายจนกระทั่งประมาณปี ค.ศ. 1950 ได้มีการนำเสนอชุดเทียบสี Vitapan Classical ซึ่งนับได้ว่าเป็นการพัฒนาครั้งสำคัญของชุดเทียบสี

ในปัจจุบันมีชุดเทียบสีให้เลือกหลายชนิดได้แก่

VITAPAN® Classical shade guide

Vitapan Classical รู้จักครั้งแรกในชื่อของ “The Vita Lumin Vacuum Shade Guide“ หลังจากนั้นได้เปลี่ยนมาใช้ชื่อเป็น Vitapan Classical ในเดือนกุมภาพันธ์ ปีค.ศ. 1998 (30) ประกอบด้วยชุดเทียบสีทั้งหมด 16 แถบ แบ่งออกเป็น 4 เฉดสี ได้แก่ A, B, C และ D โดย

A - น้ำตาลแดง (reddish-brownish)

B - เหลืองแดง (reddish-yellowish)

C - เทา (greyish shades)

D - เทาแดง (reddish-grey)

และตัวเลขที่ระบุหลังตัวอักษรนั้นมีตั้งแต่ 1 - 4 นั้นเป็นการแสดงถึงความเข้มสี (chroma) จากน้อยไปมาก โดยชุดเทียบสี Vitpan Classical ได้นำมาใช้ในทางทันตกรรมอย่างแพร่หลายมานาน โดยสามารถนำมาใช้ทั้งการเทียบสีฟันเพื่อบูรณะด้วยเซรามิก และเรซินคอมโพสิต โดยบริษัทผู้ผลิตเรซินคอมโพสิต ส่วนใหญ่ยังได้สร้างระบบสีของวัสดุโดยใช้ชุดเทียบสี Vitapan Classical เป็นพื้นฐานอีกด้วย ชุดเทียบสีชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน ผู้ผลิตจึงผลิตวัสดุที่มีสีที่ทันตแพทย์มีความคุ้นเคยอยู่แล้ว ทำให้สามารถปรับตัวได้ง่ายและยังสามารถใช้ชุดเทียบสีเพียงชุดเดียว และยังทำให้ง่ายต่อการใช้งานวัสดุสีเหมือนฟันเมื่อต้องการแก้ไขงานที่เสียหาย โดยดูจากประวัติการรักษาของผู้ป่วยที่ระบุเฉดสีไว้ (31) แต่จากการพัฒนาวัสดุสีเหมือนฟันทำให้ปัจจุบันสามารถผลิตวัสดุบูรณะที่สามารถลอกเลียนแบบสีได้ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติมากยิ่งขึ้น จึงพบว่าชุดเทียบสี Vitapan Classical มีข้อกำจัดอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นความเหมือนกับสีฟันธรรมชาติ ซึ่งพบว่ามีค่าความเข้มสีที่ต่ำเกินและค่าความสว่างที่สูงเกินฟันธรรมชาติ (32) โดยภาพรวมแล้วชุดเทียบสีชนิดนี้ยังไม่สามารถลอกเลียบสีฟันธรรมชาติที่มีมิติมากเกินได้อย่างสมบูรณ์ (33)

รูปที่ 6 A.ชุดเทียบสี Vita classical ที่เรียงจาก A–D B. ชุดเทียบสีชนิดเดียวกันที่เรียงจากค่าความสว่างหรือ Value Scale ***(2)***

VITA Toothguide 3D-MASTER

จากข้อกำจัดที่เกิดจากชุดเทียบสี Vita classical ได้นำไปสู่การพัฒนาชุดเทียบสีชนิดใหม่ขึ้นโดยในช่วงปี ค.ศ. 1990 ได้แก่ Vita Toothguide 3D-Master ซึ่งได้ออกแบบขึ้นโดยการใช้ความรู้

เกี่ยวกับเฉดสี ความเข้มสีและความสว่างเป็นพื้นฐานในการผลิต โดยตัวเลขในแต่ละแถบจะประกอบตัวเลขที่ 1 (ความสว่าง) - ตัวอักษร (เฉดสี) – ตัวเลขที่ 2 (ความเข้มสี) โดย

ตัวเลขที่ 1 (ความสว่าง) แบ่งความแตกต่างออกเป็น 6 ระดับตั้งแต่ 0 (สว่างที่สุด)ถึง 5 (มืดที่สุด)

ตัวอักษร (เฉดสี) แบ่งความแตกต่างออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ M (ค่ากลาง), L (ค่อนไปทางเหลือง) และ R (ค่อนไปทางแดง)

ตัวเลขที่ 3 (ความเข้มสี) แบ่งความแตกต่างออกเป็น 3 ระดับ ตั้งแต่ 1 (ปริมาณสีน้อยที่สุด) ถึง 3 (ปริมาณสีมากที่สุด)

วิธีการใช้งานของ Vita Toothguide 3D-MASTER ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน

1. เลือกความสว่าง โดยใช้แถบสีบนสุดอันประกอบด้วย 0M1, 1M1, 2M1, 3M1, 4M1 และ 5M1 โดยเลือกสีที่ใกล้เคียงกับสีฟันที่ต้องการเทียบมากที่สุด
2. เลือกความเข้มสี โดยใช้แถบสีในแนวตั้งของค่าความสว่างที่ได้เลือกไว้ เช่นในขั้นตอนแรกได้สี 3M1 ในขั้นตอนนี้ให้ทำการเลือกระหว่าง 3M1, 3M2 และ 3M3
3. เลือกเฉดสี โดยพิจารณาจากแถบสีที่เลือกได้ในขั้นตอนที่สองว่าควรมีเฉดสีค่อนไปทางสีเหลือง (L) หรือสีแดง (R) มากขึ้นหรือไม่

เมื่อเปรียบเทียบกับชุดเทียบสี Vitapan Classical พบว่า Vita Toothguide 3D-MASTER นั้นสามารถเลือกสีได้ใกล้เคียงฟันธรรมชาติมากกว่าและยังมีช่วงของสีให้เลือกได้กว้างกว่าโดยมีการกระจายตัวของสีที่สม่ำเสมอ (34)

ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบการเลือกสีฟันด้วยชุดเทียบสีอย่างต่อเนื่องแต่กลับไม่พบว่ามีชุดเทียบสีใดเลือกสีได้ตรงกับฟันธรรมชาติในช่องปากเมื่อเทียบกับการเลือกสีจากเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ โดยเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละชนิดของชุดเทียบสีพบว่า Vita 3D-MASTER เป็นระบบที่สามารถเลือกสีได้ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติมากที่สุด (35)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 7 VITA Toothguide 3D-MASTER และ Bleach shade guide

3. VITA Linearguide 3D-MASTER

เนื่องจากการใช้งานของ VITA Toothguide 3D-MASTER ที่ประกอบไปด้วยสีทั้งหมด 29 สี รวมอยู่ในชุดเดียวกับทำให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งานจึงได้มีการปรับปรุงรูปแบบการใช้งานให้มีความสะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจมากขึ้น โดยการทำแถบสีเดิมทั้ง 29 สีมาจัดเรียงใหม่ในรูปแบบเรียงกันเป็นแถวเดียว แต่จัดแบ่งเป็นหลาย ๆ แผงโดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดเทียบสี ได้แก่ VITA Valueguide 3D-MASTER และ VITA Chroma/Hueguide 3D-MASTER ส่วนการใช้งานเหมือนกับหลักการของ VITA Toothguide 3D-MASTER แต่ได้ปรับให้เหลือเพียง 2 ขั้นตอนได้แก่

1. นำ VITA Valueguide 3D-MASTER มาเลือกสีฟันที่มีความใกล้เคียงที่สุดโดยเป็นค่าความสว่างตั้งแต่ค่า 0 (สว่างที่สุด) ไปจนถึง 5 (มืดที่สุด)
2. หลังจากนั้นทำการเลือกความเข้มสีและเฉดสีในขั้นตอนเดียวกัน โดยใช้ VITA Chroma/Hueguide 3D-MASTER แผงที่ตรงกับค่าความสว่างที่ได้เลือกไว้ในขั้นตอนแรก และเลือกสีที่ใกล้เคียงที่สุดจากแผงนั้น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

*รูปที่ **8** ชุดเทียบสี VITA Linearguide 3D-MASTER*

4. Vintage Halo NCCTM (natural color concept)

Vintage Halo NCC™ ได้รับการพัฒนาโดยบริษัท Shofu ประกอบไปด้วยแถบสีทั้งหมด 42 สี และสามารถนำสีมาผสมกันเพื่อให้ได้รายละเอียดมากขึ้นเป็น 230 สี แบ่งออกเป็น 3 แผงได้แก่ Stand shades, Valueplus shades และ ValueMinus shades โดยแต่ละแผงจะมีค่าความสว่างที่แตกต่างกันภายในแผงแยกความเข้มสี (ตัวเลข) และ เฉดสี (ตัวอักษร) โดยแบ่งเป็น เฉดสี 3 เฉด ประกอบด้วย B (สีเหลือง) A (สีส้ม) และ R (สีแดง) ส่วนความเข้มสีนั้นแบ่งตัวเลขมีตั้งแต่ 4-6 ช่วงตัวเลข

ขั้นตอนการใช้งานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. เลือกความเข้มสีโดยใช้เฉดสีส้ม (A range) ของ standard shades เป็นตัวเลือก เพราะผลสำรวจพบว่าสีของฟันธรรมชาติมากกว่า 50% อยู่ในช่วงดังกล่าว

2. เลือกเฉดสีโดยใช้ standard shades แผงเดิมโดยเทียบว่าฟันอยู่ในเฉดไหน B (สีเหลือง) A (สีส้ม) และ R (สีแดง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เลือกความสว่างเพื่อปรับความสว่างของสี โดยสามารถเพิ่มความสว่างโดยให้เลือกที่ ValuePlus Shades ในทางตรงกันข้างสามารถลดความสว่างลดโดยให้เลือกที่ ValueMinus shades

นอกจากนี้ระบบนี้ได้มีการพัฒนาการเทียบสีฟันด้วยคำนึงถึงสีของเหงือกซึ่งมีผลต่อ color contrast effect ทำให้มี Gummy Gingival Indicator ที่มีสีแตกต่างกัน 4 สี เพื่อลดผลของ color contrast effect ทำให้สีที่เราตัดสินใจนั้นใกล้เคียงกับฟันจริงมากที่สุด

ข้อจำกัดของชุดเทียบสีระบบนี้คือ ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานกับการบูรณะด้วยเซรามิคเท่านั้นและเมื่อเทียบสีการบูรณะด้วยเซรามิกพบว่าใช้ได้ดีต่อเมื่อบูรณะด้วยเซรามิคของบริษัทผู้ผลิตเท่านั้น ไม่สามารถใช้ข้ามบริษัทได้เนื่องจากมีการเรียกชื่อสีที่แตกต่างกัน

รูปที่ 9 ชุดเทียบสี Vintage Halo NCC

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกสีฟันที่เป็นข้อกำจัดสำคัญที่สุดในการเลือกสีระบบนี้คือ ความสามารถในการรับรู้และความรู้สึกของมนุษย์ เนื่องจากพบความแตกต่างระหว่างบุคคล ประสบการณ์และความชำนาญที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่ในบุคคลเดียวกันอาจเกิดปัจจัยภายในส่งผลได้ เช่น ความล้าของสายตา หรือปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม เช่น แสงจากภายนอกขณะวัด ทำให้มีการผลิตไฟที่มีค่า CRI มากกว่า 90 หรือค่าอุณหภูมิ 5500K แม่นยำมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการวัดสีด้วยสายตามนุษย์เทียบกับชุดเทียบสีนั้นพบความไม่แน่นอนขึ้น จึงได้มีการคิดค้นวิธีการเลือกสีฟันโดยอิเล็กทรอนิกส์ในการเทียบสีฟันเพื่อก้าวข้ามปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากมนุษย์

ระบบที่วัดด้วยเครื่องมือวัด (objective approach systems)

การเลือกสีฟันด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์แบ่งออกตามอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดสีได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. สเปคโทรโฟโตมิเตอร์

สเปคโทรโฟโตมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดสีที่มีประโยชน์ ให้ความแม่นยำมากที่สุดในงานทันตกรรม (36) โดยสามารถวัดปริมาณแสงและช่วงคลื่นที่มีการสะท้อนกลบมาภายหลังตกกระทบลงบนพื้นผิว

ของฟัน (6) สเปคโทรโฟโตมิเตอร์ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง ช่องกระจายแสง ระบบในการตรวจวัด เครื่องตรวจวัด และช่องทางที่เปลี่ยนแสงให้เป็นสัญญาณที่สามารถวิเคราะห์ได้ ข้อดีของเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์คือเหมาะสำหรับการวิเคราะห์สีที่ซับซ้อนเพราะสามารถระบุการสะท้อนกลับของสเปกตรัมแต่ละความยาวคลื่นได้แต่อาจจะมีราคาแพงว่าเครื่องมือชนิดอื่นได้ (37) ส่วนมากแสดงผลในระบบ CIE lab และอาจแสดงผลแบบระบบสีอื่น ๆ ได้ เช่น VITA 3D-MASTER เมื่อเปรียบเทียบกับสายตามนุษย์ หรือวิธีแบบดั้งเดิมพบว่าสเปคโทรโฟโตมิเตอร์มีความแม่นยำมากกว่าและเลือกสีได้ใกล้เคียงกับวัตถุนั้น ๆ (7, 8)

ShadeEye NCC ®

ได้ผลิตขึ้นโดยบริษัท Shofu ซึ่งนับเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเลือกสีฟันได้เครื่องแรกที่วางขายในท้องตลาด โดยเริ่มแรกจะทำการวัดสีที่จุดอ้างอิงเพียงจุดเดียวแล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าสีของฟันทั้งซี่ (38) นอกจากนั้น อุปกรณ์ชนิดนี้สามารถใช้ได้กับเซรามิกที่เป็นระบบของบริษัทผู้ผลิตเพียงระบบเดียวเท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้พัฒนาในส่วนของซอฟต์แวร์ให้สามารถใช้กับระบบอื่น ๆ ได้

VITA Easyshade® V

เครื่องนี้ทำงานโดยใช้สเปคโทรโฟโตมิเตอร์เป็นตัวรับรู้สีโดยอาศัยแหล่งกำเนิดแสงจากหลอดแอลอีดีสีขาวฉายลงบนพื้นผิวฟัน โดยสามารถรับรู้ถึงปริมาณของแสงในช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่มีการสะท้อนกลับและทะลุผ่านฟันจากนั้นนำมาแปลงเป็นข้อมูลในหลายระบบ ได้แก่ Vitapan Classical, Vita 3D-MASTER รวมไปถึงในรูปแบบค่า CIE lab ในฟันธรรมชาติ โดยมีการทำงานของ VITA Easyshade® V แบ่งออกเป็น 4 โหมด ได้แก่

1. Single tooth mode – ใช้ในการวัดสีของฟันโดยใช้วัดที่บริเวณส่วน middle 1/3 ของฟัน จากนั้นเครื่องจะแสดงผลออกมาในระบบ Vitapan Classical และ Vita 3D-MASTER
2. Tooth area mode – ใช้ในการวัดสีของฟันที่ต้องการรายละเอียดของสีที่มากขึ้น โดยแบ่งสีฟันออกเป็น 3 บริเวณ ได้แก่ cervical1/3, middle1/3 และ incisal1/3 โดยระบบจะแสดงค่าสีที่เทียบได้ของแต่ละบริเวณ
3. Restoration mode – ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงาน เช่น ครอบฟัน ออนเลย์ และวีเนียร์เพื่อตรวจสอบสีของชิ้นงานว่าตรงกับสีที่ได้ทำการวัดไว้หรือไม่
4. Training mode – ใช้ในการวัดชุดเทียบสีที่เป็นอะคริลิกเรซินโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อผู้ใช้ได้ทดลองฝึกใช้งานก่อนใช้งานจริงกับผู้ป่วย

ขั้นตอนการใช้งาน VITA Easyshade® V ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. เปิดสวิตช์ เลือกโหมดการใช้งาน
2. ใส่ปลอกป้องกันน้ำลายแล้วทำการปรับให้ได้มาตรฐานที่บริเวณฐานที่วางเครื่อง
3. ทำการวัดสีบนฟันหรือบนวัสดุบูรณะ

4. อ่านค่าที่ได้บนจอแสดงผล

รูปที่ 10 เครื่องมือ VITA Easyshade® V

2. คัลเลอริมิเตอร์

สามารถใช้วัดปริมาณแสงที่มีการสะท้อนกลับมาภายหลังตกกระทบลงบนพื้นผิวของฟันได้ เช่นเดียวกับสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ แตกต่างกันเพียงคัลเลอริมิเตอร์นั้นทำการตรวจจับเฉพาะช่วงความยาวคลื่นในบางช่วงเท่านั้น ไม่สามาถจับทุก ๆ ช่วงความยาวคลื่นของแสงที่มองเห็นได้ด้วยตามนุษย์ ความยาวที่สามารถตรวจจับได้คือ ช่วงของแสงสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินโดยอาศัยเครื่องกรองในการกรองแยกเฉพาะแสงในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ช่วงสีเดียวกับที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลสำหรับค่า CIE โดยคัลเลอริมิเตอร์นั้นไม่สามารถแสดงการสะท้อนคลื่นรังสี (spectral reflectance) ซึ่งทำให้ความแม่นยำน้อยกว่าสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งอายุการใช้งานของฟิลเตอร์ส่งผลต่อความแม่นยำเช่นกัน รวมไปถึงคัลเลอริมิเตอร์ไม่สามารถชดเชยการเกิด metamerism ได้ (9, 37, 39) ตัวอย่างของอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่

ShadeScan™

พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Cynovad เริ่มต้นการทำงานโดยการถ่ายภาพฟัน และทำการเก็บข้อมูลด้วย colorimeter จากนั้นส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผลโดยจะแสดงผลออกมาในลักษณะ shade map และสามารถเลือกระบบสีได้หลากหลาย นอกจากนั้นยังสามารถแสดงผลเกี่ยวกับ ความโปร่งแสง (translucency) ได้อีกด้วย

ShadeVision

พัฒนาขึ้นโดยบริษัท X-Rite โดยเครื่องจะถ่ายภาพฟันธรรมชาติภายใต้แหล่งกำเนิดแสงของตัวเครื่องจากนั้นทำการวิเคราะห์และประมวลผลในคอมพิวเตอร์ โดยค่าที่ได้จะมีข้อมูลสีทั้ง ความเข้มสี เฉดสีและความสว่าง

3. เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก

นอกเหนือจากเครื่องวัดสีที่ได้กล่าวไปข้างต้นยังมีเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากที่พัฒนาเพิ่มความสามารถในการวัดสีได้ โดยเครื่องแสกนเนอร์ในช่องปากเป็นเครื่องสแกนเนอร์ที่ใช้ข้างเก้าอี้ทำฟัน โดยสามารถทำการสแกนฟันที่ผ่านการเตรียมมาแล้วและเนื้อเยื่อบริเวณใกล้เคียงที่จำเป็นต่อการทำงานได้โดยตรง ประกอบด้วย กล้องขนาดพกพาคือกล้องที่สามารถเก็บภาพภายในช่องปากที่มีขนาดเล็กที่ทันตแพทย์สามารถใช้งานได้สะดวกเหมือนกับการกรอฟันด้วยด้ามกรอ ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบภายนอกออกเป็นจุดปลายสุดของโพรบ (probe tip) โพรบ (probe) และตัวเครื่องสแกนเนอร์ (scanner body) (40)

องค์ประกอบภายในเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดแสง เช่น เลเซอร์ หรือ แอลอีดี กระจกสะท้อนแสงที่ทำหน้าที่ทั้งการสะท้อนแสงจากแหล่งกำเนิดไปหาวัตถุหรือฟันและสะท้อนแสงจากฟันไปยังตัวที่รับสัญญาณ และตัวรับสัญญาณภาพ (image sensor) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณต่อไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อดำเนินการและแสดงผล (41)

เทคโนโลยีในการวัดสีของเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากนั้นพบได้ในเครื่องสแกนเนอร์ ระบบ TRIOS บริษัท 3Shape แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการสแกนฟันนั้นคือแอลอีดีที่ครอบคลุมสเปกตรัมแสงที่ตามองเห็น โดย TRIOS color สามารถวัดสีขณะทำการสแกนฟันได้อัตโนมัติใช้รวมกับเครื่องมือ color calibration ทำการรวมข้อมูลสีของฟันเป็นภาพสามมิติในหลากหลายมุม ข้อมูลสีที่ได้มาจะทำการประมวลผลโดยใช้ความรู้จากรูปร่างฟันแบบสามมิติและมุมในการสแกน สีสุดท้ายที่ได้มาเป็นค่าที่ปรับเปลี่ยนมาสู่ระบบ Vita classical และ Vita 3D-Master ที่ทำการเทียบสีที่ใกล้เคียงที่สุดแล้ว (10) นอกจากนั้นระบบ CEREC Omnicam บริษัท Dentsply sirona ใช้แสงแอลอีดีสีขาวในการถ่ายภาพต่อเนื่องนำมาเรียงลำดับข้อมูลที่ได้เพื่อสร้างออกมาเป็นแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งเป็นระบบที่ไม่ต้องใช้ผงเคลือบก่อนทำงานสแกน ได้มีการพัฒนาโปรแกรมในการวัดสีจากฟันที่ทำการสแกนแล้วโดยต้องมีอุปกรณ์เสริมคือเครื่องมือ color calibration ก่อนทำการวัดและต้องทำการ calibration ทุกสองสัปดาห์และค่าที่ได้จะเป็นค่าระบบ Vita classical และ Vita 3D-Master เช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

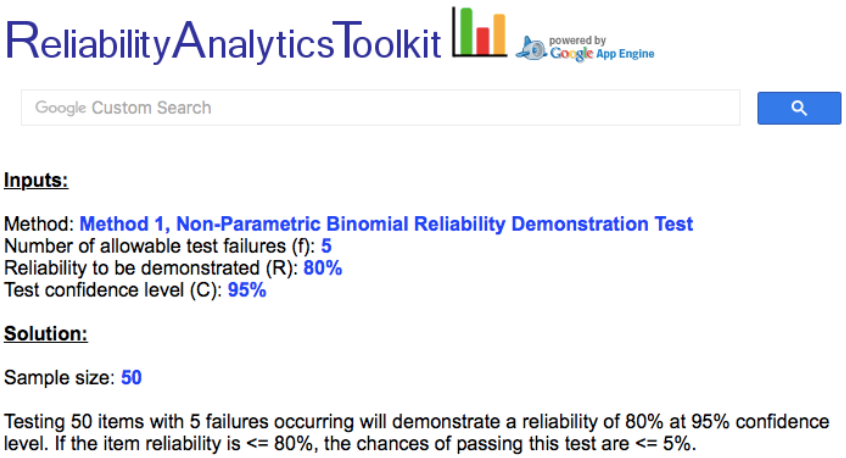
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ บริษัท VITA Zahnfabrik, Germany
2. เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสทรีเชฟ บริษัท 3Shape, Denmark
3. เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม บริษัท Dentsply sirona, USA

ผู้เข้าร่วมการทดลอง

1. จำนวนผู้เข้าร่วมการทดลอง คำนวณจากโปรแกรม Reliability analytics ในเว็บไซต์ https://reliabilityanalyticstoolkit.appspot.com/sample_size?fbclid=IwAR1EBsR6gvDQdXdgsCiX9lmap7z6cj6VU9x5ZvsaJbbGh5HLvxLQSMvXLzo โดยใช้ Non-parametric Binomial Reliability demonstration test เมื่อให้ค่า allowed test failure เท่ากับ 5 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 80% ด้วยค่าความเชื่อถือระดับร้อยละ 95



(confidence level 95%) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 50 คน

รูปที่ 11แสดงโปรแกรมการคำนวณค่ากลุ่มตัวอย่าง

2. ใช้ฟันตัดซี่กลางด้านขวา (ซี่ 11) ของผู้ร่วมการทดลอง 50 คน กำหนดช่วงอายุระหว่าง 20-65 ปี โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าคือ ฟันไม่มีวัสดุอุด รอยโรคฟันผุ คราบสี คราบจุลินทรีย์ เหงือกอักเสบ และโรคปริทันต์ มีฟันข้างเคียง ไม่เคยรักษาราก และไม่อยู่ในระหว่างการฟอกสีฟัน โดยผู้ร่วมการทดลองจะได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลรักษาช่องปาก งดสูบบุหรี่และดื่มชา กาแฟ ในระหว่างการทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำความสะอาดฟันที่จะทดสอบด้วยหัวขัดยางรูปถ้วย (rubber cup) กับผงพัมมิส (pumice) จากนั้นล้างด้วยน้ำจากที่เป่าลมและน้ำ (triple syringe) แล้วให้ผู้เข้าร่วมการทดลองบ้วนปากด้วยน้ำเปล่า เช็ดฟันด้วยผ้าก๊อซแห้งให้สะอาด
2. วัดสีฟันด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม ตามลำดับ แสงโดยรอบช่องปากมาจากไฟเพดานห้องไม่ใช้ไฟจากเก้าอี้ทำฟัน
3. <u>การวัดสีด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์</u>

   3.1 ปรับเครื่องให้ได้มาตรฐานก่อนการวัด และใช้รูปแบบการวัดแบบ tooth area

   3.2 ผู้เข้าร่วมทดลองนั่งตัวตรงในเก้าอี้ทำฟันในระดับสายตาของทันตแพทย์ พิงศีรษะบนที่พิงศีรษะของเก้าอี้ทำฟัน

   3.3 ทันตแพทย์ยืนหันหน้าเข้าหาผู้เข้าร่วมทดลอง เช็ดฟันที่ต้องการวัดด้วยผ้าก๊อซแห้งให้สะอาด รั้งริมฝีปากด้วยอุปกรณ์รั้งริมฝีปาก ทำการวัดสีของฟันตัดซี่กลางด้านขวาบริเวณส่วนคอฟัน ส่วนกลางฟัน และส่วนปลายฟัน ตำแหน่งละ 1 ครั้ง โดยให้ปลายเครื่องมือวัดแนบกับผิวฟันในตำแหน่งที่ต้องการตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องวัด การวัดส่วนคอฟันวางปลายเครื่องมือชิดกับขอบเหงือก การวัดส่วนกลางฟันวางปลายเครื่องให้อยู่กึ่งกลางฟันโดยเหลือระยะบริเวณคอฟันและปลายฟันเป็นความระยะที่เท่ากัน และการวัดส่วนปลายฟันนั้นวางปลายเครื่องมือชิดกับปลายฟัน (รูปที่ 1) ทำการบันทึกค่าสีที่ได้เป็นสีในระบบวิต้าทรีดีมาสเตอร์

   3.4 ทำการวัดฟันซี่เดิมด้วยวิธีการเดิมอีก 2 ครั้ง จะได้ค่าสีบริเวณส่วนคอฟัน ส่วนกลางฟัน และส่วนปลายฟัน ตำแหน่งละ 3 ค่า

   3.5 เมื่อทำการวัดครบ 10 ซี่ จะทำการปรับเครื่องวัดให้ได้มาตรฐาน[21]

รูปที่ 12แสดงตำแหน่งในการวัดสีด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์

4. การวัดด้วยเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม

4.1 ปรับเครื่องให้ได้มาตรฐานก่อนทำการวัด

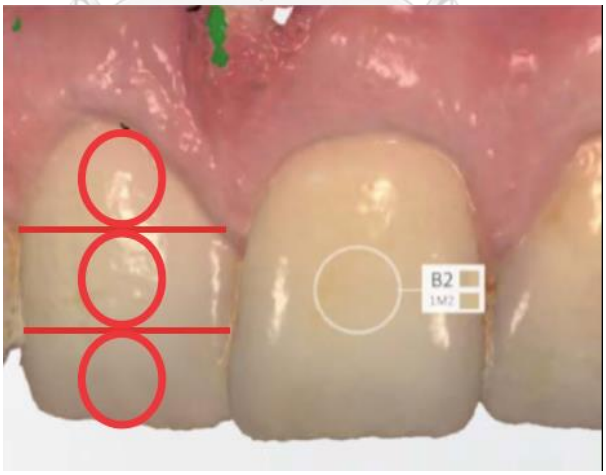
4.2 ผู้เข้าร่วมทดลองนั่งตัวตรงในเก้าอี้ทำฟันในระดับสายตาของทันตแพทย์ พิงศีรษะบนที่พิงศีรษะของเก้าอี้ทำฟัน

4.3 ทันตแพทย์ยืนหันหน้าเข้าหาผู้เข้าร่วมทดลอง เช็ดฟันที่ต้องการวัดด้วยผ้าก๊อซแห้งให้ฟันสะอาด รั้งริมฝีปากด้วยอุปกรณ์รั้งริมฝีปาก และสแกนฟันด้านริมฝีปาก (labial surface) ทันที โดยเริ่มการสแกนจากบริเวณด้านปลายฟัน (incisal area) มายังด้านคอฟัน (cervical area) ขณะทำการสแกน จะมีแสงจากปลายเครื่องสแกนส่องที่ฟันตลอดเวลา

4.4 จากรูปฟันบนหน้าจอแสดงผลของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก วัดความยาวของฟันและแบ่งออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กันในแนวปลายฟัน-คอฟัน (inciso-cervical) ทำการวัดสีบริเวณกึ่งกลางของแต่ละบริเวณๆ ละ 1 ครั้ง (รูปที่ 2) ทำการบันทึกค่าสีที่ได้เป็นสีในระบบวิต้าทรีดีมาสเตอร์

4.5 ทำการสแกนและวัดสีซ้ำในฟันซี่เดิมอีก 2 ครั้ง รวมเป็นทั้งหมดจะเป็นการทำการวัดหาค่าสี 3 ครั้งต่อฟันหนึ่งซี่ จะได้ค่าสีบริเวณส่วนคอฟัน ส่วนกลางฟัน และส่วนปลายฟัน ตำแหน่งละ 3 ค่า

4.6 เมื่อทำการวัดครบ 10 ซี่ จะทำการปรับเครื่องวัดให้ได้มาตรฐาน[21]



รูปที่ 13 แสดงตำแหน่งของการวัดสีในภาพฟันด้วยเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก

การดำเนินการวิจัยนี้ ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ HREC-DCU 2019-035

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ใช้โปรแกรมคำนวณออนไลน์คัปปา (online kappa calculator) ในเว็บไซต์ http://justusrandolph.net/kappa ในการวิเคราะห์ข้อมูลของสถิติเชิงพรรณนา ใช้สถิติแลนดอร์ฟคัปปา (randolph kappa) คำนวณหาความเชื่อมั่นของเครื่องสเปคโทรโฟมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม
2. คำนวณร้อยละความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาซีเล็คออมนิแคม โดยเทียบกับค่าสีที่วัดได้ด้วยเครื่องสเปคโทรโฟมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์
3. นำค่าสีที่วัดได้มาคำนวณความถูกต้องโดยแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์โดยใช้โปรแกรมไมโครซอร์ฟเอ็กเซล (microsoft Excel) และใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS statistics version 22) กำหนดค่านัยสำคัญที่ P=0.05 เปรียบเทียบความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟและเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมโดยใช้สถิติไคว์สแควร์ (chi-square)

กลุ่ม	**วิธีในการวัดสี**	**จำนวนครั้งที่วัด/คน**	**ทดสอบความเที่ยงตรง Intra-rater agreement n = 50**	**ทดสอบ agreement เทียบกับเครื่องมืออ้างอิ n = 150**
1	เครื่องสเปคโทรโฟโทรมิเตอร์ VITA Easyshade® V	3	√	เครื่องมืออ้างอิง
2	เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก TRIOS 3shape	3	√	√
3	เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก CEREC Omnicam	3	√	√

ตารางที่ 1 แสดงกลุ่มทดลองในงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีผู้เข้าร่วมทดลองทั้งหมด 50 คน เป็นหญิง 35 คน ชาย 15 คน ช่วงอายุระหว่าง 24-51 ปี โดยอายุเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมทดลองคือ 29.52 ปี และ ค่าฐานนิยมคือ 28 ปี

การทดสอบความเชื่อมั่นหรือ Intra-rater agreement จะแสดงค่า Percent overall agreement, Free-marginal Kappa และค่า Asymptotic 95% confidence interval ของเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อนำค่า Free-marginal Kappa ที่ได้มาเทียบกับการจัดแบ่งความเชื่อมั่นประเภทโคเฮนคัปปา (Cohen's kappa)[42] พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสเปคโทโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากทริออสทรีเชฟอยู่ในระดับดี (ระหว่าง 0.61-0.80) ส่วนความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (ระหว่าง 0.41-0.60) โดยค่าความเชื่อมั่นในการวัดที่บริเวณคอฟันและกึ่งกลางฟันจะมีค่าใกล้เคียงกันและมากกว่าบริเวณปลายฟัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

		Intra-rater agreement		
	Position	Percent overall agreement	Free-marginal Kappa	Asymptotic 95% confidence interval
VITA Easyshade® V	Cervical (N=50)	78.67%	0.78	[0.69,0.87]
	Middle (N=50)	79%	0.79	[0.70,0.88]
	Incisal(N=50)	70.67%	0.70	[0.60,0.79]
TRIOS 3shape	Cervical (N=50)	78.67%	0.78	[0.68,0.88]
	Middle (N=50)	78%	0.77	[0.68,0.87]
	Incisal (N=50)	64%	0.63	[0.52,0.72]

CEREC Omnicam	Cervical (N=50)	60%	0.59	[0.48,0.69]
	Middle (N=50)	59.33%	0.58	[0.47,0.69]
	Incisal (N=50)	54.67%	0.53	[0.43,0.63]

ตารางที่ 2 แสดงค่า Intra-rater agreement ของเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม ที่ตำแหน่งคอฟัน กลางฟัน และปลายฟัน

เมื่อนำข้อมูลการวัดทั้งหมด 150 ครั้ง มาคำนวณหาความเที่ยงตรงจากค่าความถี่ในการวัดสีที่ถูกต้องของเครื่องมือสแกนเนอร์ทั้งสอง แบ่งตามตำแหน่งการวัดออกเป็น คอฟัน กึ่งกลางฟัน และปลายฟัน พบว่า เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟให้ค่าถูกต้องสูงสุดที่ตำแหน่งปลายฟันคือร้อยละ 36.6 และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมให้ค่าถูกต้องสูงสุดที่ตำแหน่งคอฟันคือ ร้อยละ 37.3 ดังแสดงในตารางที่ 2

	TRIOS 3shape			CEREC Omnicam		
	Cervical (N=150)	Middle (N=150)	Incisal (N=150)	Cervical (N=150)	Middle (N=150)	Incisal (N=150)
Correct	21(14%)	51(34%)	55(36.6%)	56(37.3%)	29(19.34%)	40(26.6%)
Incorrect	129(86%)	99(66%)	95(63.3%)	94(62.6%)	121(80.6%)	110(73.3%)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความเที่ยงตรงในการวัดสีได้ถูกต้องโดยรวมที่ 3 ตำแหน่ง คอฟัน กึ่งกลางฟัน และ ปลายฟัน ของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟและเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อนำข้อมูลการวัดทั้งหมดมาคำนวณหาความเที่ยงตรงจากค่าความถี่ในการวัดสีที่ถูกต้องของเครื่องมือสแกนเนอร์ภายในช่องปากทั้งสองมาเทียบกับค่าสีที่วัดด้วยเครื่องสเปคโทโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์พบว่า เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟให้ค่าถูกต้อง ร้อยละ 28.2 และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมให้ค่าถูกต้อง ร้อยละ 27.7 ดังแสดงในตารางที่ 3

	TRIOS 3shape (N=450)	CEREC Omnicam (N=450)

Correct	127 (28.2%)	125 (27.7%)
Incorrect	323 (71.7%)	325 (72.2%)

ตารางที่ 4 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความเที่ยงตรงในการวัดสีได้ถูกต้องโดยรวมของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากซีเล็คออมนิแคม

และเมื่อนำผลการวัดทั้งหมดไปทดสอบด้วยไคว์สแควร์ ความสัมพันธ์แมคนีมาร์ (McNemar correlation) พบว่า ความเที่ยงตรงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม (P = 0.21)

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาและเปรียบเทียบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในการวัดสีฟันธรรมชาติของมนุษย์ของเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายนอกช่องปาก เนื่องจากการวัดสีในทางทันตกรรมมีความสำคัญต่อผลของการบูรณะฟัน โดยต้องมีความใกล้เคียงกับสีฟันธรรมชาติมากที่สุดเนื่องจากมีการศึกษาก่อนหน้าพบว่าการเทียบสีด้วยตานั้นให้ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงที่ต่ำกว่าการใช้เครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์ (43, 44) การวัดสีด้วยตานั้นทำได้ง่ายแต่ไม่มีความแน่นอนและสีที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับตัวของผู้วัด ซึ่งมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องเช่น อายุ เพศ ประสบการณ์การวัดสี ความล้าของตา (45, 46) การศึกษานี้จึงไม่ได้นำวิธีการวัดสีด้วยตาเปล่ามาเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม เครื่องวัดสีที่ใช้นั้นจะต้องมีทั้งความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงมากที่สุด ผลการศึกษานี้พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเชื่อมั่นระหว่างเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากหนึ่งผลิตภัณฑ์ ส่วนความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทั้งสองผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสีฟันและอายุของฟันพบว่า ฟันจะมีสีคล้ำขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น โดยค่าของสีที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือค่าความสว่าง(47) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ค่าสีที่วัดได้และนำมาคำนวณเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงนั้นได้มาจากฟันซี่เดียวกัน อีกทั้งผู้เข้าร่วมการทดลองส่วนใหญ่จะมีอายุประมาณ 28 ปี ทำให้ปัจจัยเรื่องอายุไม่ส่งผลต่อค่าสีที่วัดได้ในการศึกษานี้ และการศึกษานี้เลือกบันทึกค่าสีในระบบวีต้าทรีดีมาสเตอร์เนื่องจากแถบสีวิต้าทรีดีมาสเตอร์นั้นได้ทำขึ้นเพื่อลอกเลียนแบบการมองเห็นของตามนุษย์ โดยการใช้ความรู้เกี่ยวกับเฉดสี ความเข้มสี และความสว่าง เป็นพื้นฐานในการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับชุดเทียบสีวิต้าคลาสสิคัล พบว่าชุดเทียบสีวิต้าทรีดีมาสเตอร์สามารถเลือกสีได้ใกล้เคียงฟันธรรมชาติมากกว่าและยังมีช่วงของสีให้เลือกได้กว้างกว่าโดยมีการกระจายตัวของสีที่สม่ำเสมอ(34) การบูรณะทางทันตกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสวยงามนิยมใช้ค่าสีจากชุดเทียบสีนี้ในการเลือกสีของวัสดุบูรณะทั้งในคลินิกโดยตรงและการ

สร้างงานจากห้องปฏิบัติการ และในการศึกษานี้ได้ใช้เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์เป็นเครื่องมืออ้างอิงในการหาความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากเนื่องจากมีการศึกษาที่พบว่า ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์นั้นให้ค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องวัดสีอื่น ๆ และมีความเที่ยงตรงมากกว่าสายตามนุษย์(7, 8) และมีการนำเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมืออ้างอิงในหลายการศึกษา (22), (48)

ในการศึกษานี้ การวัดหาค่าสีของเครื่องต่างๆ จะทำที่ตำแหน่งเดียวกันบนฟันซี่เดียวกัน โดยการวัดสีของเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์จะวัดและคำนวณค่าโดยตรงที่ฟัน ส่วนเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทั้งสองผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องสแกนภาพออกมาก่อนแล้วจึงจะหาใช้โปรแกรมคำนวณค่าสีจากภาพฟันที่ได้จากภาพจำนวน 3 ภาพต่อหนึ่งซี่ฟันที่สแกนมาเก็บไว้ในเครื่อง เมื่อดูค่าความเชื่อมั่นในการการวัดที่ตำแหน่งต่างๆของฟันพบว่ามีความแตกต่างกัน ค่าความเชื่อมั่นส่วนของคอฟันและกลางฟันมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่ามากกว่าส่วนของปลายฟัน ทั้งนี้คงเนื่องจากบริเวณปลายฟันของฟันมนุษย์ประกอบไปด้วยชั้นของเคลือบฟันที่หนาและมีเนื้อฟันบางทำให้สีบริเวณปลายฟันนั้นออกมาใสมากกว่าส่วนอื่นที่มีเนื้อฟันหนา(2) จึงทำให้ปัจจัยของแสงจากพื้นหลังนั้นมีผลกระทบกับการวัดสีที่ตำแหน่งปลายฟันมากที่สุด

เมื่อวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นตามการจัดแบ่งประเภทโคเฮนคัปปา(42) พบว่า เครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากทริออสทรีเชฟมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดี ซึ่งแสดงว่าภาพที่ได้จากการสแกนอออกมาของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟของฟันแต่ละซี่ทั้ง 3 ภาพนั้นมีสีคล้ายคลึงกันมาก เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมการประมวลค่าสีจากภาพของเครื่องจึงได้ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องอยู่ระดับดีเช่นเดียวกับเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Brandt และคณะที่พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ เท่ากับ ร้อยละ 76.6 และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ เท่ากับ ร้อยละ 78.3 ซึ่งอยู่ในระดับดีเช่นกัน นอกจากนั้น ยังมีการศึกษาที่พบว่าความเชื่อมั่นในการวัดสีฟันธรรมชาติของมนุษย์ของเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากทริออสทรีเชฟมีค่าในระดับเดียวกัน เช่น การศึกษาของ Ruskunas และคณะ (48) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของสเปคโทรเชด (spectroshade) เท่ากับ ร้อยละ 92 และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากทริออสทรีเชฟเท่ากับ ร้อยละ 87.2 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และการศึกษาของ Liberato และคณะ (43) พบว่า ความเชื่อมั่นของวิต้าอีซี่เฉดมีค่า 0.805 และเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากทริออสทรีเชฟ มีค่า 0.874 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ระดับความเชื่อมั่นของสองการศึกษาดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของ ขนาดฟัน ความหนาของฟันและซี่ฟันที่วัด การศึกษาทางคลินิกที่วัดสีฟันมนุษย์ที่มีขนาดของฟันที่แตกต่างกันพบว่าจะส่งผลต่อตำแหน่งในการวัดซ้ำของเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์(49) นอกจากนั้น จำนวนครั้งที่วัดในฟันซี่นั้น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ก็อาจทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้แตกต่างกัน ในการศึกษานี้ได้ใช้ตำแหน่งในการวัดถึง 3 ตำแหน่ง ซึ่งทำให้จำนวนค่าสีทั้งหมดที่ได้จากการวัดมีมากกว่าการศึกษาอื่น ๆ ที่กล่าวมา เมื่อนำมาค่าทั้งหมดมาคำนวณจึงทำให้ผลศึกษาแตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา นอกจากนั้น มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Ebeid และคณะ (50) ซึ่งศึกษาชิ้นงานเซรามิกวิต้ามาร์กทู (VITA Mark II) 10 เฉดสีด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟและพบว่าค่าความเชื่อมั่นในการวัดสีของเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ เท่ากับ ร้อยละ 44.3 เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก ทริออสทรีเชฟ เท่ากับ ร้อยละ 51.7 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแต่ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขนาดของชิ้นงานที่ใช้วัดสีมีขนาดใหญ่กว่าฟันธรรมชาติ จึงอาจทำให้การกำหนดตำแหน่งของการวัดได้ไม่ตรงกันในทุกครั้งที่วัด และการศึกษานั้นก็ไม่ได้อธิบายถึงตำแหน่งในการวางปลายเครื่องมือขณะวัดสี ซึ่งปัจจัยสองอย่างนี้อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของค่าความเชื่อมั่นได้

ส่วนค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมในการศึกษานี้มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง อาจเป็นผลมาจากการสแกนเพื่อให้ได้ภาพของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมจำนวน 3 ภาพจากฟัน 1 ซี่นั้นให้ภาพและสีที่แตกต่างกัน ส่งผลให้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าสีของภาพที่ได้นั้นแสดงค่าสีของแต่ละภาพออกมาไม่เหมือนกัน จึงทำให้ค่าความเชื่อมั่นด้อยกว่าเครื่องอื่นๆ จากการศึกษาก่อนหน้าของ Kim และคณะปี 2017 ที่เปรียบเทียบความแม่นยำของการขึ้นรูปเมื่อทำการสแกนตำแหน่งที่เตรียมขึ้นมา (artificial landmark) ทั้ง 5 ครั้งและนำมาวางซ้อนทับกัน (superimpose) ของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากชนิดต่างๆ 3 ชนิดคือ เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก CS3500 เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคม และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟ พบว่า เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมนั้นมีค่าแม่นยำต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากยี่ห้ออื่น ๆ (51, 52) ซึ่งอาจเป็นเพราะโปรแกรมการสแกนเพื่อให้เกิดภาพของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมนั้นไม่ดีเท่าที่ควรเลยเป็นเหตุผลที่ภาพแต่ละภาพที่ได้จากการสแกนออกมานั้นมีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าตำแหน่งของฟันมีผลต่อการวัดสี(53) โดยบริเวณกลางฟันของด้านประชิดริมฝีปากของฟันหน้าให้สีที่สม่ำเสมอมากที่สุด(54) แต่ก็มีการศึกษาที่แนะนำว่าตำแหน่งที่สามารถกำหนดตำแหน่งได้แน่นอนและควรวัดสีมากที่สุดนั้นคือบริเวณคอฟัน(55) แต่ในการศึกษานี้พบว่า ในการใช้เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมจะมีความเที่ยงตรงมากที่สุดอที่ตำแหน่งคอฟัน ส่วนเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟมีค่าความเที่ยงตรงสูงสุดอที่ปลายฟัน ซึ่งอาจจะอธิบายได้ว่า การเก็บข้อมูลของเครื่องมือสแกนเนอร์ภายในช่องปากนั้นจำเป็นต้องสแกนภาพฟันที่ต้องการวัดและฟันข้างเคียงเพื่อให้ได้ซึ่งภาพมาก่อนแล้วจึงทำการวัดสีอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการวัดสีของพื้นที่ขนาดใหญ่นั้นอาจจะนำไปสู่การได้สีที่ไม่เที่ยงตรง(56) ซึ่งมีการศึกษาก่อนหน้านี้ได้แนะนำให้วัดสีฟันหลายๆ ตำแหน่ง โดยควรวัดอย่างน้อย 3 ตำแหน่งคือ คอฟัน กลางฟัน และปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ฟัน จึงจะสามารถบอกถึงสีของฟันทั้งซี่และใช้ในการเลือกสีของวัสดุบูรณะเพื่อความสวยงามได้ถูกต้องมากกว่าการวัดตำแหน่งใดตำแหน่งเดียว (53)

สำหรับการหาค่าความเที่ยงตรงจากค่าที่วัดได้ทั้งหมดโดยไม่ได้แยกตำแหน่งเทียบกับค่าสีที่วัดด้วยเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์พบว่า เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟให้ค่าถูกต้อง ร้อยละ 28.2 และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก ซีเล็คออมนิแคมให้ค่าถูกต้อง ร้อยละ 27.7 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ อธิบายได้ว่า อาจเนื่องมาจากขบวนการหรือขั้นตอนการได้มาซึ่งค่าสีที่มีหลายขั้นตอนและไม่ค่อยให้ความสำคัญในเรื่องสีมากนัก เช่น เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมจะทำการเก็บภาพเป็นวีดีโอเพื่อเอาไปใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานซึ่งในการวัดสีก็จะนำภาพนั้นมาใช้ด้วย ส่วนเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟนั้นทางบริษัทผู้ผลิตไม่เปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับหลักการการเก็บภาพ ทำให้ไม่มีข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ถึงความแตกต่าง อย่างไรก็ตาม การวัดสีของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากนั้นจำเป็นต้องมีภาพจากการสแกนฟันก่อนแล้วจึงนำมาวัดสีในขั้นตอนถัดไป ทำให้มีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องมากกว่า ทั้งเรื่องกล้องที่ใช้เก็บภาพ ขั้นตอนการสแกนภาพที่ต้องมีระยะโฟกัส การประมวลภาพให้ต่อเนื่องกัน รวมถึงต้องมีการกำหนดจุดวัดสีและการใช้โปรแกรมเพื่อคำนวณค่าสี สิ่งต่างๆ เหล่านี้อาจทำให้ความเที่ยงตรงในการวัดมีค่าน้อยดังที่พบในการศึกษานี้ แต่เมื่อทดสอบด้วยไคว์สแควร์ความสัมพันธ์แมคนีมาร์จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความเที่ยงตรงในการวัดสีสำหรับเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทั้งสอง

การศึกษาของ Brandt และคณะ (22) พบว่า เมื่อใช้ค่าสีที่วัดด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดเป็นตัวเทียบ ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟจะมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 43.9 ซึ่งมากกว่าการศึกษานี้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rutkunas และคณะ(48) ซึ่งใช้ค่าสีของเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์สเปคโทรเชดเป็นตัวเทียบนั้นให้ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟเท่ากับ ร้อยละ 53.3 เมื่อวัดค่าสีในระบบวิต้าทรีดีมาสเตอร์ ซึ่งการศึกษาก่อนหน้าทั้งสองได้ทำการวัดสีเพียงตำแหน่งเดียวคือกึ่งกลางฟัน แตกต่างจากการศึกษานี้ที่แบ่งซี่ฟันออกเป็น 3 ตำแหน่ง ซึ่งมีการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าบริเวณปลายฟันจะมีความโปร่งใส (translucency) สูงทำให้สีของพื้นหลังส่งผลต่อการวัดสี และบริเวณคอฟันจะได้รับการกระจายของสีมาจากเหงือก(53) ทำให้บริเวณกึ่งกลางฟันด้านริมฝีปากของฟันหน้าให้สีที่สม่ำเสมอมากที่สุด(54) ดังนั้น การวัดทั้งสามตำแหน่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงในการศึกษานี้ต่ำกว่าการศึกษาก่อนหน้าได้

สำหรับเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมนั้น โปรแกรมการวัดสีนั้นพึ่งถูกนำมาใช้ในเครื่องเมื่อปี ค.ศ. 2017 จึงมีการศึกษาก่อนหน้าเกี่ยวกับการวัดสีด้วยเครื่องสแกนเนอร์ซีเล็คออมนิแคมเพียงการศึกษาเดียวซึ่งทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ(50) และพบว่า ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องสแกนเนอร์ทริออสทรีเชฟเท่ากับ ร้อยละ 66 และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปาก

ซีเล็คออมนิแคมเท่ากับร้อยละ 57 ซึ่งมากกว่าการศึกษานี้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในห้องปฏิบัติการซึ่งชิ้นงานนั้นมีสีกำหนดอยู่แล้วและการศึกษาในคลินิกนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของเครื่องที่ใช้อ้างอิง ทำให้ไม่สามารถเอาผลมาเทียบกันได้ สุดท้ายแล้วเพื่อให้ได้มาซึ่งความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นของผลการทดลองนั้นควรมีวิธีการวัดสีและเครื่องมืออ้างอิงในการวัดที่เหมาะสมซึ่งปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือและการกำหนดมาตรฐานในการวัดสีที่เป็นสากล (56)

ในการศึกษานี้ การวัดสีนั้นได้ค่าออกมาเป็นหน่วยนอมินอล (Nominal) คือ ตัวแปรที่จัดออกเป็นกลุ่มๆ ไม่สามารถเรียงลำดับก่อนหลังได้ ทำให้การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแต่ละเครื่องได้ค่าน้อยกว่าเมื่อวัดค่าออกมาเป็นหน่วยที่เป็นตัวเลข และการเปรียบเทียบสีนั้นยังไม่ได้วิธีการที่เป็นมาตรฐานทำให้การเปรียบเทียบผลที่ได้ในการศึกษาที่ต่างกันนั้นทำได้ยาก เนื่องจากการสแกนเพื่อวัดสีของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากนั้นยังไม่มีหลักการที่เป็นมาตรฐาน นอกจากนั้น การวัดทางคลินิกยังมีปัจจัยของผู้วัดเข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วยเช่น ระดับการศึกษาของทันตแพทย์ ความคุ้นเคยเชื่อมั่นในการใช้เครื่องมือ และความชำนาญในการใช้เครื่องมือ เป็นต้น ส่วนการบูรณะฟันเพื่อความสวมงามนั้นยังมีปัจจัยของการเลือกสีของฟันหลังกรอแต่ง (stump shade) มาร่วมด้วย เพื่อให้ได้งานบูรณะที่มีสีคล้ายคลึงกับฟันข้างเคียงมากที่สุด ดังนั้น จึงควรนำปัจจัยเหล่านี้มาทำการศึกษาต่อในอนาคต และจากผลการศึกษานี้ที่พบว่าเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์ที่ออกแบบมาสำหรับใช้งานในคลินิกเหมาะที่จะใช้ในการวัดสีฟันธรรมชาติ ส่วนเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทั้งสองมีค่าความเที่ยงตรงน้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์นั้นไม่เหมาะที่จะใช้วัดสีในคลินิกกรณีที่ต้องการสีที่ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ แต่อาจใช้เป็นเครื่องมือเสริมในการวัดสีฟันคร่าวๆและมีภาพประกอบเพื่อสื่อสารกับช่างทันตกรรม

บทสรุป

ในการวัดสีฟันธรรมชาติในคลินิก สเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์และเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทริออสทรีเชฟให้ค่าเชื่อมั่นในระดับดี เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมให้ค่าความเชื่อมั่นในระดับปานกลาง ส่วนความเที่ยงตรงนั้น เครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทั้งสองมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับสเปคโทรโฟรโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว์ แต่ทั้งสองเครื่องมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว้ส่วนคอฟัน

Percent overall agreement = 78.67%

Free-marginal kappa = 0.78
95% CI for free-marginal kappa [0.69, 0.87]

Fixed-marginal kappa = 0.74
95% CI for fixed-marginal kappa [0.67, 0.82]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว้ส่วนกลางฟัน

Percent overall agreement = 80.00%

Free-marginal kappa = 0.79
95% CI for free-marginal kappa [0.70, 0.88]

Fixed-marginal kappa = 0.75
95% CI for fixed-marginal kappa [0.67, 0.84]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องเปคโทรโฟโตมิเตอร์วิต้าอีซี่เฉดไฟว้ส่วนปลายฟัน

Percent overall agreement = 70.67%

Free-marginal kappa = 0.70
95% CI for free-marginal kappa [0.60, 0.79]

Fixed-marginal kappa = 0.64
95% CI for fixed-marginal kappa [0.56, 0.72]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสส่วนคอฟัน

Percent overall agreement = 78.67%

Free-marginal kappa = 0.78
95% CI for free-marginal kappa [0.68, 0.88]

Fixed-marginal kappa = 0.44
95% CI for fixed-marginal kappa [0.17, 0.71]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสส่วนกลางฟัน

Percent overall agreement = 78.00%

Free-marginal kappa = 0.77
95% CI for free-marginal kappa [0.68, 0.87]

Fixed-marginal kappa = 0.71
95% CI for fixed-marginal kappa [0.61, 0.81]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากทรีออสส่วนปลายฟัน

Percent overall agreement = 63.33%

Free-marginal kappa = 0.62
95% CI for free-marginal kappa [0.52, 0.72]

Fixed-marginal kappa = 0.55
95% CI for fixed-marginal kappa [0.47, 0.63]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมส่วนคอฟัน

Percent overall agreement = 60.00%

Free-marginal kappa = 0.59
95% CI for free-marginal kappa [0.48, 0.69]

Fixed-marginal kappa = 0.41
95% CI for fixed-marginal kappa [0.27, 0.54]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมส่วนกลางฟัน

Percent overall agreement = 59.33%

Free-marginal kappa = 0.58
95% CI for free-marginal kappa [0.47, 0.69]

Fixed-marginal kappa = 0.48
95% CI for fixed-marginal kappa [0.38, 0.57]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องสแกนเนอร์ภายในช่องปากซีเล็คออมนิแคมส่วนปลายฟัน

Percent overall agreement = 54.67%

Free-marginal kappa = 0.53
95% CI for free-marginal kappa [0.43, 0.63]

Fixed-marginal kappa = 0.50
95% CI for fixed-marginal kappa [0.44, 0.55]

# of Cases: 50 # of Categories: 29 # of Raters: 3

ตารางแสดงไคว์สแควร์

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	12.936[a]	9	.166
Likelihood Ratio	12.538	9	.185
Linear-by-Linear Association	9.493	1	.002
McNemar-Bowker Test	8.406	6	.210
N of Valid Cases	150		

a. 10 cells (62.5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .61.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ธัญชนก ปุรณะภักดี
วัน เดือน ปี เกิด	30 มีนาคม พ.ศ. 2535
สถานที่เกิด	กรุงเทพ
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	159/403 อาคารชุดคอมมอนเวลส์ปิ่นเกล้า ถนน จรัญสนิทวงศ์ แขวง บางบำหรุ เขตบางพลัด กรุงเทพ 10700

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY