

การศึกษาเปรียบเทียบความเสถียรของสีของเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลและชนิดนาโนฟิล

ฉัตรนลินดา กัทธนาสมบัติ* ศิริจันทร์ เจียรพุก* ชัยณู เลิศกวีลจรัส*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแช่ในสารละลายชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: ชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด ๆ ละ 40 ชิ้น ได้แก่ SonicFill™2, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Filtek™ One Bulk Fill และ Filtek™ Z350XT เก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แบ่งชิ้นตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มย่อย (n = 10) และแช่ในสารละลาย 4 อย่าง คือ น้ำกลั่น กาแฟ เครื่องดื่มอัดลม และชาวม วัดค่าการเปลี่ยนสี (ΔE) ของเรซินคอมโพสิตแต่ละชิ้นก่อนและหลังการแช่ในสารละลาย 4 อย่าง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณการเปลี่ยนสี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติความแปรปรวนสองทางและสถิติทดสอบบอแนโฟโรนีที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p = 0.05)

ผลการทดลอง: เรซินคอมโพสิตมีค่าการเปลี่ยนสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตที่แช่ในกาแฟมีค่ามากกว่าสารละลายชนิดอื่น โดยเฉพาะ Filtek™ Z350XT ที่แช่ในกาแฟมีค่าการเปลี่ยนสีมากที่สุดเท่ากับ 5.60

สรุปผล: ชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดของสารละลายเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต

คำสำคัญ: ความเสถียรของสี การเปลี่ยนสี เรซินคอมโพสิต สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

*ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

A Comparative Study of Color Stability of Bulk Fill and Nanofill Resin Composites

Lunlita Pattaratanasombat* Sirichan Chiaraputt* Chisanu Lertthawinchira*

Abstract

Objective: The purpose of this study was to compare the color stability of four resin composites after 24 hours of immersion in different solutions.

Materials and methods: 40 specimens were each made from four resin composites (Sonic-Fill™2, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Filtek™ One Bulk Fill and Filtek™ Z350XT). All of the specimens were stored in distilled water for 24 hours at 37°C. The specimens were divided into four subgroups (n = 10) and stored in different type of solutions (water, coffee, coca-cola and milk tea). The color of all the specimens were measured before and after immersion in solutions for 24 hours at 37°C with a spectrophotometer. Then, the color changes (ΔE) were calculated. The data were analyzed by two-way ANOVA and Bonferroni test ($p = 0.05$).

Results: There were a statistically significant difference in color change of resin composites. The color changes of the resin composites immersed in coffee was greater than other solutions especially Filtek™ Z350XT immersed in coffee had the highest color change value (5.60).

Conclusion: The type of resin composites and solutions from this study affected the color changes of the resin composites.

Keyword: Color stability, Color change, Resin composite, Spectrophotometer

*Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23 Rd, Wattana, Bangkok 10110 Thailand.

บทนำ (Introduction)

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุบูรณะที่มีการพัฒนาคุณสมบัติอย่างต่อเนื่องจนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย (1) หนึ่งในความท้าทายที่สำคัญของงานทันตกรรมในปัจจุบันคือการเลือกสีของวัสดุบูรณะให้เหมือนฟันธรรมชาติ แม้เรซินคอมโพสิตจะได้รับการพัฒนาอย่างมาก แต่ยังคงเกิดปัญหาเรื่องความเสถียรของสี (2) ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานของวัสดุ (3) ในการทำงานทันตกรรมเพื่อความสวยงามนั้นวัสดุที่เลือกใช้จะต้องสามารถคาดการณ์สีที่สมบูรณ์ได้ การทดสอบสีของวัสดุนิยมใช้การทดสอบความเสถียรของสีด้วยวิธีการเร่งอายุการใช้งานของวัสดุ ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่จะทดสอบการเปลี่ยนสีด้วยระบบ CIE L*a*b (Commission Internationale de l'Eclairage L*a*b) เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูง (2)

การเปลี่ยนสีของวัสดุเรซินคอมโพสิตได้รับอิทธิพลมาจากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก การเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายในคือการเปลี่ยนแปลงในเนื้อวัสดุเกิดจากปฏิกิริยาทางกายภาพและทางกล (physico-mechanical reaction) ของวัสดุ เช่น ชนิดของวัสดุอัดแทรก ชนิดของเรซินเมทริกซ์ ส่วนการเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายนอกได้แก่ การติดคราบสี (staining) การดูดซึมน้ำ การเกิดพอลิเมอร์ไม่เพียงพอ ความหยาบของพื้นผิว (surface roughness) การสูบบุหรี่ อนามัยช่องปาก (oral hygiene) ที่ไม่เหมาะสม การรับประทานอาหารและเครื่องดื่ม เช่น ไวน์แดง ชา กาแฟ เป็นต้น (3,4) โดยเครื่องดื่มหลายชนิดสามารถทำให้ฟันและพื้นผิววัสดุเรซินคอมโพสิตติดคราบสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลได้ (5)

แม้ว่าในปัจจุบันสังคมจะตระหนักถึงเรื่องการรับประทานอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากขึ้น แต่เครื่องดื่มอัดลม (carbonated beverage) ก็ยังคงได้รับความนิยมในกลุ่มวัยรุ่นและผู้ใหญ่ (6) ในขณะเดียวกันชาไข่มุกก็เป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมทั่วเอเชีย สหรัฐอเมริกาและยุโรป (7) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าเครื่องดื่มที่นิยมในปัจจุบันจะส่งผลต่อความเสถียรของสีของเรซินคอมโพสิตหรือไม่ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมี

วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแช่ในสารละลายชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีสมมติฐานคือ ค่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด หลังการแช่ในสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

เตรียมชิ้นตัวอย่างวัสดุเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด ได้แก่ SonicFill™2, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Filtek™ One Bulk Fill และ Filtek™ Z350XT อย่างละ 40 ชิ้น (ตารางที่ 1) โดยใช้พลาสติกอินสตรูเมนต์ตัดวัสดุเรซินคอมโพสิตใส่ในแบบหล่อโลหะรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร ความสูง 2 มิลลิเมตร โดยให้แบบหล่อโลหะอยู่บนแถบเซลลูโลส ซึ่งอยู่เหนือกระจกสไลด์ แล้วปิดทับด้านบนแบบหล่อโลหะด้วยแถบเซลลูโลสและกระจกสไลด์อีกชุดหนึ่ง เพื่อให้พื้นผิวของเรซินคอมโพสิตเรียบและเป็นตัวกำหนดระยะห่างของการฉายแสง ทำการฉายแสงด้านบนแบบหล่อโลหะด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดี (Elipar™ DeepCure-L, 3M ESPE, USA) ที่มีความเข้มแสงมากกว่า 1,000 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 20 วินาที โดยทำการวัดความเข้มแสงก่อนการใช้งานทุกครั้งด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง (check MARC, BlueLight Analytics Inc., Canada) ขัดชิ้นตัวอย่างทั้งด้านบนและด้านล่างด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (Minitech 233, PRESI, France) กระดาษทรายเบอร์ 1000 เป็นเวลา 10 วินาที โดยมีน้ำไหลผ่านตลอดเวลา เก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในน้ำกลั่นในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Contherm 160M, Contherm Scientific Limited, New Zealand) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้กระดาษชำระซับชิ้นงานให้แห้ง ทำการวัดสีของวัสดุครั้งที่ 1 ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UltraScan PRO, Hunter Lab, USA) ก่อนการวัดสีแต่ละครั้ง เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์จะได้รับการสอบเทียบ (calibration) ด้วยมาตรฐานการสอบเทียบสีขาว (white calibration)

ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต กำหนดให้จุดกึ่งกลางของชั้นตัวอย่างเป็นตำแหน่งในการวัดสีเหมือนกันทุกชั้นแล้วบันทึกค่าสีของวัสดุ โดยผู้ทำการทดสอบคนเดียวกัน

ภายหลังการวัดสีวัสดุครั้งที่ 1 แบ่งชิ้นงานออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 10 ชิ้น เก็บชิ้นงานไว้ในสารละลาย ขนาด 50 มิลลิเมตรต่อชิ้น โดยใช้สารละลายทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น กาแฟ (Nescafe black Ice, Nestlé (Thai) Limited, Thailand), เครื่องดื่มอัดลม (Coca-Cola, Thainamthip Co., Ltd., Thailand) และชานม (Sunsu Classic Milk Tea, Sunsu Solution Co., Ltd., Thailand) (รายละเอียดของสารละลายแสดงในตารางที่ 2) โดยเก็บชิ้นงานทั้งหมดไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการศึกษาของ Guler และคณะในปี 2005 กล่าวว่า ผู้ผลิตเครื่องดื่มกาแฟอ้างว่าเวลาเฉลี่ยในการบริโภคเครื่องดื่ม 1 ถ้วย เท่ากับ 15 นาที และในกลุ่มนักดื่มกาแฟจะบริโภคกาแฟเฉลี่ย 3.2 ถ้วยต่อวัน ดังนั้นระยะเวลาในการแช่วัสดุในสารละลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงเป็นการจำลองการบริโภคเครื่องดื่มเป็นเวลา 1 เดือน (8)

หลังจากนั้นล้างชิ้นงานด้วยน้ำกลั่น โดยใช้เครื่องอัลตราโซนิกเป็นเวลา 5 นาที ซับชิ้นงานให้แห้งด้วยกระดาษชำระ ทำการวัดสีของวัสดุครั้งที่ 2 ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ คำนวณค่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตและบันทึกผล ด้วยระบบ CIE L*a*b* โดยมีสูตรดังนี้

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

โดย L* คือค่าความสว่างของวัตถุ มีค่าตั้งแต่ 0 คือสีดำถึง 100 คือสีขาว a* คือพิกัดสีที่อยู่ระหว่างสีแดงกับสีเขียว ถ้า a* มีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีใกล้เคียงไปทางสีแดง แต่ถ้า a* มีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีใกล้เคียงไปทางสีเขียว และ b* คือพิกัดสีที่อยู่ระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงิน ถ้า b* มีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีใกล้เคียงไปทางสีเหลือง แต่ถ้า b* มีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีใกล้เคียงไปทางสีน้ำเงิน

การศึกษาความแตกต่างของสีทางทันตกรรมนิยมใช้ระบบ CIE L*a*b* เนื่องจากสายตาของมนุษย์มีความสามารถในการแยกสีที่แตกต่างกัน จึงมีการกำหนดค่าทั้งหมด 3 ช่วงเพื่อแยกความแตกต่างของสีดังนี้ $\Delta E < 1$ หมายถึงตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้, $\Delta E > 1$ แต่ < 3.3 หมายถึงความแตกต่างของสีสามารถยอมรับได้ในทางคลินิก และ $\Delta E > 3.3$ หมายถึงตาของมนุษย์สามารถแยกความแตกต่างของสีในทางคลินิกได้ (2)

คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอสเวอร์ชัน 20 (SPSS statistics 20, IBM) ทำการตรวจสอบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้สถิติความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วยสถิติทดสอบบอนเฟอโรนี (Bonferroni Test) โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.05$)

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการวิจัย

Table 1. Particulars of the resin composite materials used in this study.

Product	Manufacturer	Resin Composite Type	Composition	Filler Amount by weight	Shade number	Batch
SonicFill™ ²	Kerr	Nanofill	Bis-EMA, TEGDMA, silicon dioxide, glass oxide, and ytterbium trifluoride.	82%	A2	7174616
Tetric N-Ceram Bulk Fill	Ivoclar Vivadent	Nanohybrid	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, barium aluminum silicate glass, ytterbium fluoride, spherical mixed oxide, and Isofiller.	75-77%	Universal A	Y44813
Filtek™ One Bulk Fill	3M ESPE	Nanofill	AFM, AUDMA, UDMA, DDDMA, silica filler, zirconia filler, zirconia/silica cluster, and ytterbium trifluoride.	76.5%	A2	N980743
Filtek™ Z350XT	3M ESPE	Nanofill	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, PEGDMA, silica filler, zirconia filler, and zirconia/silica cluster.	78.5%	A2B	NA96765

Bis-EMA: bisphenol A diglycidyl methacrylate ethoxylated, TEGDMA: Triethyleneglycol-dimethacrylate, Bis-GMA: Bisphenol-A-Glycidyl Dimethacrylate, UDMA: Urethane dimethacrylate, AFM: addition fragmentation monomer, AUDMA: aromatic urethane dimethacrylate, DDDMA: 1, 12-Dodecanediol dimethacrylate, PEGDMA: Polyethylene glycol dimethacrylate.

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดสารละลายที่ใช้ในการวิจัย

Table 2 Particulars of solutions used in this study.

Product	Solution type	Manufacturer	Composition	pH
Nescafe Black Ice	coffee	Nestle	coffee extract, sugar, food additive, sweetener	6.12 ± 0.01
Coca-Cola	carbonated drink	Thainamthip Co.	carbonated water, sugar, color caramel phosphoric acid, caffeine flavors, natural flavors	2.52 ± 0.02
Sunsu Classic Milk Tea	milk tea	Sunsu Solution Co.	black tea extract, sugar, artificial cream, acidity regulator	6.81 ± 0.01

ผลการทดลอง (Results)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลด้วยสถิติความแปรปรวนสองทาง พบว่าปัจจัยด้านชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดของสารละลายมีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction) โดยค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีของ เรซินคอมโพสิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.001$) ดังนั้นชนิดของเรซินคอมโพสิตและสารละลายมีผลต่อการเปลี่ยนสีแตกต่างกัน จึงทำให้ปฏิเสธสมมติฐานงานวิจัยในครั้งนี้ โดยค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต หลังการแช่

ในสารละลายชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แสดงในตารางที่ 3 และ รูปที่ 1

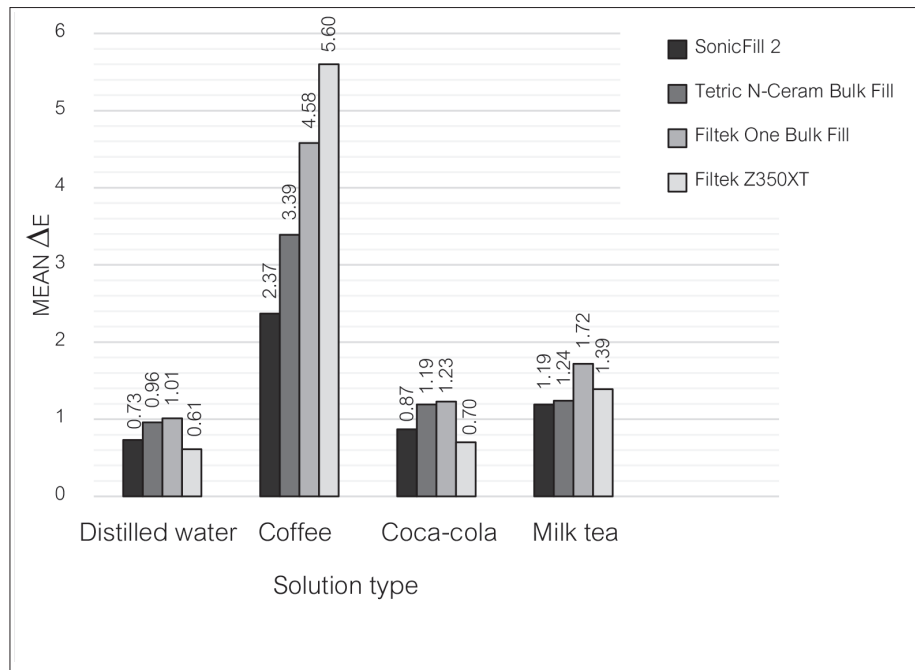
เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านชนิดของเรซินคอมโพสิต พบว่า Filtek™ One Bulk Fill มีแนวโน้มการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตมากที่สุดในทุกสารละลาย รองลงมา ได้แก่ Tetric N-Ceram Bulk Fill และ SonicFill™2 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม Filtek™ Z350XT ที่แช่ในกาแฟมีค่าการเปลี่ยนสีมากที่สุดเท่ากับ 5.60 ± 0.27 ในขณะที่แช่ในน้ำกลั่นมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.61 ± 0.18

ตารางที่ 3 แสดงผลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต

Table 3. Mean and standard deviation of the color change values of the resin composite materials.

Solution type	Resin composite type Mean $\Delta E \pm SD$			
	SonicFill™2	Tetric N-Ceram Bulk Fill	Filtek™ One Bulk Fill	Filtek™ Z350 XT
Distilled water	0.73 ± 0.22 ^{ABa}	0.96 ± 0.29 ^{Aa}	1.01 ± 0.29 ^{Aa}	0.61 ± 0.18 ^{Ba}
Coffee	2.37 ± 0.23 ^{Ab}	3.39 ± 0.29 ^{Bb}	4.58 ± 0.28 ^{Cb}	5.60 ± 0.27 ^{Db}
Carbonated drink	0.87 ± 0.20 ^{Aa}	1.19 ± 0.30 ^{Ba}	1.23 ± 0.27 ^{Ba}	0.70 ± 0.19 ^{Aa}
Milk tea	1.19 ± 0.19 ^{Ac}	1.24 ± 0.20 ^{Aa}	1.72 ± 0.27 ^{Bc}	1.39 ± 0.30 ^{Ac}

The capital letters in the horizontal line, and the lower letters in the vertical line indicate significant differences ($p < 0.05$).



รูปที่ 1 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีตามชนิดของสารละลายและจำแนกตามชนิดของเรซินคอมโพสิต

Fig. 1 Demonstrated bar graph comparing the mean of discoloration values between solution types and resin composite types.

เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านชนิดของสารละลายพบว่าเรซินคอมโพสิตทุกชนิดที่แช่ในกาแฟมีการเปลี่ยนสีมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ชานม เครื่องดื่มอัดลม และน้ำกลั่น ตามลำดับ โดยค่าการเปลี่ยนสีระหว่างเรซินคอมโพสิตที่แช่ในกาแฟกับสารละลายอื่น ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.001$) แต่ค่าการเปลี่ยนสีระหว่างเรซินคอมโพสิตที่แช่ในเครื่องดื่มอัดลมกับน้ำกลั่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อย่างไรก็ตามพบว่าค่าการเปลี่ยนสีระหว่างเรซินคอมโพสิตทุกชนิดที่แช่ในชานมกับสารละลายอื่น ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ยกเว้น Tetric N-Ceram Bulk Fill

การศึกษาความแตกต่างของสีด้วยระบบ CIE L*a*b* พบว่าเรซินคอมโพสิต Tetric N-Ceram Bulk Fill, Filtek™ One Bulk Fill และ Filtek™ Z350XT ที่แช่ในสารละลายกาแฟ มีค่าการเปลี่ยนสีมากกว่า 3.3 ดังนั้นตาของมนุษย์จึงสามารถแยกความแตกต่างของสีในทางคลินิกของวัสดุดังกล่าวได้ ในขณะที่ Sonic-Fill™2 ที่แช่ในสารละลายกาแฟ และเรซินคอมโพสิตทั้ง 4 ชนิดที่แช่ในน้ำกลั่น เครื่องดื่มอัดลม และชานม มีค่าการเปลี่ยนสีน้อยกว่า 3.3 ดังนั้นจึงสามารถยอมรับความแตกต่างของสีในทางคลินิกของวัสดุดังกล่าวได้

ตารางที่ 4 แสดงผลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่าง (ΔL), ค่าพิกัดสีระหว่างสีแดงกับสีเขียว (Δa) และค่าพิกัดสีระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงิน (Δb)

Table 4. Mean and standard deviation of the brightness change values (ΔL), coordinate values of the red-green and coordinate values of the yellow-blue.

Resin composite type	Solution type	ΔL	Δa	Δb
SonicFill™2	Water	-0.28 ± 0.20	0.16 ± 0.10	0.41 ± 0.30
	Coffee	-1.35 ± 0.79	0.17 ± 0.11	1.54 ± 0.72
	Carbonated drink	0.52 ± 0.43	0.13 ± 0.08	0.50 ± 0.30
	Milk tea	-0.78 ± 0.39	-0.16 ± 0.06	0.76 ± 0.53
Tetric N-Ceram Bulk Fill	Water	0.67 ± 0.58	0.14 ± 0.08	-0.53 ± 0.34
	Coffee	-1.10 ± 0.53	0.54 ± 0.22	1.88 ± 0.75
	Carbonated drink	0.81 ± 0.53	0.15 ± 0.11	-0.82 ± 0.61
	Milk tea	0.52 ± 0.34	0.46 ± 0.40	-0.51 ± 0.35
Filtek™ One Bulk Fill	Water	0.93 ± 0.49	0.08 ± 0.05	0.32 ± 0.22
	Coffee	-2.59 ± 0.93	0.90 ± 0.20	3.88 ± 0.79
	Carbonated drink	0.65 ± 0.45	0.10 ± 0.07	0.48 ± 0.26
	Milk tea	1.03 ± 0.44	-0.08 ± 0.04	0.87 ± 0.36
Filtek™ Z350 XT	Water	0.31 ± 0.28	0.09 ± 0.04	0.40 ± 0.26
	Coffee	-5.01 ± 1.62	1.16 ± 0.33	6.70 ± 1.83
	Carbonated drink	-0.24 ± 0.15	0.12 ± 0.09	0.24 ± 0.14
	Milk tea	0.71 ± 0.44	-0.19 ± 0.10	1.40 ± 0.66

เมื่อพิจารณาค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างของวัสดุ (ΔL) หากค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างของวัสดุเป็นลบหมายถึงชั้นตัวอย่างมีความเข้มมากขึ้น ในขณะที่ค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างของวัสดุเป็นบวกหมายถึงชั้นตัวอย่างมีความสว่างมากขึ้น ในการศึกษานี้พบว่าเรซินคอมโพสิตทุกชนิดที่แช่ในกาแฟมีค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างเป็นลบ นอกจากนี้ Filtek™ Z350 XT ที่แช่ในเครื่องดื่มอัดลม และ SonicFill™2 ที่แช่ในน้ำกลั่นและชานม ก็มีค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างเป็นลบเช่นกัน อย่างไรก็ตามพบว่า Filtek™ Z350 XT ที่แช่ในกาแฟมีค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างมากที่สุดเท่ากับ -5.01 ± 1.62

เมื่อพิจารณาค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีแดงกับสีเขียว (Δa) ถ้าค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีแดงกับสีเขียวเป็นลบหมายถึงชั้นตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงไปทางสีเขียว แต่ถ้าค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีแดงกับสีเขียวเป็นบวกหมายถึงชั้นตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงไปทางสีแดง โดยในการศึกษานี้พบว่าเรซินคอมโพสิตที่แช่ในสารละลายทุกชนิดมีค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีแดงกับสีเขียวเป็นบวก ยกเว้น SonicFill™2 Filtek™ One Bulk Fill และ Filtek™ Z350 XT ที่แช่ในชานมมีค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีแดงกับสีเขียวเป็นลบ ซึ่งพบว่า Filtek™ Z350 XT ที่แช่ในกาแฟมีค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีแดงกับสีเขียวมากที่สุดเท่ากับ 1.16 ± 0.33

เมื่อพิจารณาค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงิน (Δb) ถ้าค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงินเป็นลบหมายถึงขึ้นตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงไปทางน้ำเงิน แต่ถ้าค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงินเป็นบวกหมายถึงขึ้นตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงไปทางสีเหลือง ในการศึกษาพบว่าเรซินคอมโพสิตที่แช่ในสารละลายทุกชนิดมีค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงินเป็นบวก ยกเว้น Tetric N-Ceram Bulk Fill ที่แช่ในน้ำกลั่น เครื่องดื่มอัดลม และชานมมีค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงินเป็นลบ โดยพบว่า Filtek™ Z350 XT ที่แช่ในกาแฟมีค่าการเปลี่ยนแปลงพิกัดสีระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงินมากที่สุดเท่ากับ 6.70 ± 1.83

บทวิจารณ์ (Discussion)

ในการศึกษานี้พบว่าชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดของสารละลายมีผลต่อค่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตแตกต่างกันจึงปฏิเสธสมมติฐานงานวิจัยนี้ โดยการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตได้รับอิทธิพลมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ อัตราส่วนของเรซินเมทริกซ์ต่อวัสดุอุดแทรก ความสามารถในการดูดน้ำของเรซินเมทริกซ์ (9) การเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ชนิดของวัสดุอุดแทรก ชนิดของสารติดคราบสี (8,10) และปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างเรซินคอมโพสิตกับสารติดคราบสี (11)

เรซินคอมโพสิตที่มีอัตราส่วนของเรซินเมทริกซ์ต่อวัสดุอุดแทรกสูง คือมีปริมาณเรซินเมทริกซ์มาก แต่มีปริมาณวัสดุอุดแทรกน้อย มักจะมีการดูดซึมน้ำได้มากขึ้นที่บริเวณรอยต่อของวัสดุอุดแทรกกับ เรซินเมทริกซ์ (filler-matrix interface) ซึ่งนำไปสู่การย่อยสลายวัสดุอุดแทรกด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolytic degradation) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีตามมามาก ดังนั้นเรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอุดแทรกต่ำ จะมีความเสถียรของสีที่ไม่ดี (5,11,12) การศึกษาครั้งนี้พบว่า SonicFill™2 มีแนวโน้มการเปลี่ยนสีน้อยที่สุด ซึ่งอาจเนื่องมาจาก SonicFill™2 มีปริมาณวัสดุอุดแทรก

สูงที่สุดเมื่อเทียบกับเรซิน คอมโพสิตที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด คือมีปริมาณวัสดุอุดแทรกร้อยละ 82 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้การเปลี่ยนสีของ SonicFill™2 หลังแช่ในสารละลายทุกกลุ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าน้อยกว่า 3.3 จึงเป็นวัสดุที่สามารถยอมรับความแตกต่างของสีในทางคลินิกได้

ความสามารถในการดูดซึมน้ำเป็นคุณสมบัติโดยตรงของเรซินเมทริกซ์ (11) หลายการศึกษาพบว่าเรซินเมทริกซ์ส่วนใหญ่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic monomers) เช่น ยูรีเทนไดเมทาครีเลท (urethane dimethacrylate) หรือยูดีเอ็มเอ (UDMA) เป็นโมโนเมอร์ที่มีความสามารถในการติดสีน้อยกว่า โมโนเมอร์บิสฟีนอลเอไกลซิไดลไดเมทาครีเลท (Bisphenol-A-Glycidyl dimethacrylate) หรือบิส-จีเอ็มเอ (Bis-GMA) อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติที่หนืดต่ำและดูดซึมน้ำน้อย ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้ดี (5,10,12) อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Bahbishi และคณะ ในปี 2020 พบว่าอีทีออกซิเลทเททบิสฟีนอลเอไดเมทาครีเลท (Ethoxylatedbisphenol A dimethacrylate) หรือบิส-อีเอ็มเอ (Bis-EMA) มีความสามารถในการดูดซึมน้ำน้อยกว่าบิส-จีเอ็มเอและยูดีเอ็มเอ (9) เนื่องจากบิส-อีเอ็มเอ ไม่มีกลุ่มไฮดรอกซิล จึงเป็นสารที่มีความไม่ชอบน้ำสูง การดูดซึมน้ำต่ำ และมีระดับการเกิดพอลิเมอร์สูง (degrees of conversion) (13) ในการศึกษาพบว่า Filtek™ One Bulk Fill มีแนวโน้มการเปลี่ยนสีมากที่สุดในทุกสารละลาย อาจเนื่องมาจาก Filtek™ One Bulk Fill ไม่มีบิส-อีเอ็มเอ เป็นองค์ประกอบ

ในทางคลินิกการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์นั้นจะมีโมโนเมอร์ส่วนเหลือ (residual monomer) ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาหลงเหลืออยู่ (14) จากการศึกษาของ Par และคณะ ในปี 2015 พบว่าปริมาณการเกิดพอลิเมอร์หลังการฉายแสงของเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดดั้งเดิม (15) ซึ่งปริมาณการเกิดพอลิเมอร์จะแปรผกผันกับโมโนเมอร์ส่วนเหลือ (14) หากโมโนเมอร์ส่วนเหลือมากจะไวต่อปฏิกิริยาการย่อยสลาย (reactions of degradation) ส่งผลให้ความ

เสถียรของสึลดลง (16) เนื่องจากน้ำจะเข้าไปที่ช่องว่างระหว่างโครงข่ายพอลิเมอร์ (polymer network) ทำให้เกิดการขยายตัวของช่องว่างเพิ่มมากขึ้น (14,17) ในขณะที่เดียวกันน้ำก็ได้ทำลายพันธะระหว่างโมโนเมอร์และกำจัดโมโนเมอร์ส่วนเหลือออกไป ซึ่งโมโนเมอร์ที่มีขนาดเล็ก เช่น ไตรเอทิลีนไกลคอลไดเมทาครีเลท (Triethylenglycol-dimethacrylate) หรือทีอีจีดีเอ็มเอ (TEGDMA) จะถูกกำจัดออกได้เร็วกว่าโมโนเมอร์ขนาดใหญ่ (14) จึงทำให้เกิดช่องว่างและมีการดูดซึมน้ำเพิ่มมากขึ้นอีกส่งผลให้วัสดุเกิดการย่อยสลายและนำไปสู่การติดสีในที่สุด (16) โดยการศึกษาของ Ferracane ในปี 2006 พบว่าความสามารถในการดูดซึมน้ำของทีอีจีดีเอ็มเอสูงกว่าบิส-จีเอ็มเอและยูดีเอ็มเอ ตามลำดับ เนื่องจากทีอีจีดีเอ็มเอเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ความยืดหยุ่นสูงและความหนืดต่ำ (17) อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้พบว่า Filtek™ Z350XT ซึ่งเป็นเรซิน คอมโพสิตชนิดดั้งเดิม รวมถึงบิส-จีเอ็มเอ และทีอีจีดีเอ็มเอเป็นส่วนประกอบ มีค่าการเปลี่ยนสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อแช่ในกาแฟและชาวม ในขณะที่แช่ในเครื่องดื่มอัดลมและน้ำกลั่น เรซินคอมโพสิตชนิดนี้มีการเปลี่ยนสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบอื่นๆ ในเรซินคอมโพสิต อาทิเช่น ชนิดของวัสดุอุดแทรก โดยใน Filtek™ Z350XT ประกอบด้วยวัสดุอุดแทรกชนิดซิลิกา วัสดุอุดแทรกชนิดเซอร์โคเนีย และวัสดุอุดแทรกชนิดซิลิกาและเซอร์โคเนีย วัสดุอุดแทรกเหล่านี้ อาจทำปฏิกิริยากับสารในกาแฟได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้สารละลายแต่ละชนิดก็มีผลต่อการทำลายโครงข่ายพอลิเมอร์แตกต่างกัน (17) จึงทำให้เรซินคอมโพสิตที่แช่ในสารละลายต่างชนิดกันมีการเปลี่ยนสีที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจต้องมีการศึกษารายละเอียดการเกิดปฏิกิริยาเคมีขององค์ประกอบในเรซินคอมโพสิตและในสารละลายเพิ่มเติมต่อไป

ชนิดและขนาดของวัสดุอุดแทรกมีผลต่อการดูดซับของเหลวและการเปลี่ยนสีบริเวณพื้นผิวของวัสดุ (10,12) หลายการศึกษาพบว่าวัสดุอุดแทรกขนาดเล็ก

จะมีพื้นผิวเรียบและต้านทานการติดสีได้ดีกว่าวัสดุอุดแทรกขนาดใหญ่ (4,8,10,12) อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Ertas และคณะ ในปี 2006 กล่าวว่า วัสดุอุดแทรกขนาดเล็กถูกกำจัดออกได้ง่ายด้วยการตกแต่งและขัดวัสดุ (finishing and polishing) ช่องว่างจำนวนมากจะถูกสร้างขึ้น ทำให้สีสามารถฝังอยู่ในช่องว่างที่เกิดขึ้นได้ (18) สอดคล้องกับการศึกษาของ Mundim และคณะ ในปี 2010 พบว่าเรซินคอมโพสิตที่มีวัสดุอุดแทรกขนาดใหญ่มีการเปลี่ยนสีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเรซินคอมโพสิตที่มีวัสดุอุดแทรกขนาดเล็ก (19) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Malek และคณะ ในปี 2015 พบว่าการเปลี่ยนสีไม่สัมพันธ์กับชนิดของเรซินคอมโพสิต (20) นอกจากนี้ขนาดของวัสดุอุดแทรกแล้ว ความแตกต่างของการเปลี่ยนสีอาจเป็นผลมาจากวิธีการเตรียมวัสดุอุดแทรกที่ต่างกัน โดยในการศึกษานี้เรซินคอมโพสิต SonicFill™2 มีการเตรียมวัสดุอุดแทรกแบบพรีพอลิเมอร์ไรด์ (prepolymerized filler) ในขณะที่เรซินคอมโพสิต Tetric N-Ceram Bulk Fill, Filtek™ One Bulk Fill และ Filtek™ Z350XT มีการเตรียมวัสดุอุดแทรกแบบแอกโกลเมอร์เรตเตด (agglomerated filler) ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่ SonicFill™2 มีการเปลี่ยนสีน้อยกว่าเรซินคอมโพสิตอื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Imamura และคณะ ในปี 2008 ซึ่งทำการศึกษาการเปลี่ยนสีของฟันเทียมที่ผสมเรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ พบว่าฟันเทียมที่มีส่วนผสมของวัสดุอุดแทรกชนิดพรีพอลิเมอร์ไรด์มีการเปลี่ยนสีน้อยกว่าฟันเทียมที่ผสมวัสดุอุดแทรกชนิดซิลิกาเมื่อแช่ในกาแฟ (21) อีกทั้งการศึกษาของ Ertas และคณะ ในปี 2006 (18) พบว่า เรซินคอมโพสิตที่มีวิธีการเตรียมวัสดุอุดแทรกแบบแอกโกลเมอร์เรตเตดเกิดการเปลี่ยนสีมากกว่าวัสดุอุดแทรกชนิดซิลิกาและเซอร์โคเนีย ซึ่งในการศึกษานี้ Filtek™ One Bulk Fill และ Filtek™ Z350XT มีการเตรียมวัสดุอุดแทรกแบบแอกโกลเมอร์เรตเตดสูงถึงร้อยละ 60-70 ซึ่งมากกว่า Tetric N-Ceram Bulk Fill ที่มีการเตรียมวัสดุอุดแทรกแบบแอกโกลเมอร์เรตเตดอยู่ร้อยละ 17 ด้วยเหตุนี้จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้

Filtek™ One Bulk Fill และ Filtek™ Z350XT มีการเปลี่ยนสีมากกว่า Tetric N-Ceram Bulk Fill ในสารละลายเกือบทุกชนิด อย่างไรก็ตามแนวคิดเกี่ยวกับชนิดและขนาดของวัสดุอุดแทรกยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ เนื่องจากแต่ละบริษัทผู้ผลิตไม่ได้รับข้อมูลปริมาณองค์ประกอบต่างๆของวัสดุอย่างชัดเจน

จากการที่เรซินคอมโพสิตสามารถดูดซึมสารละลายที่มีสีต่าง ๆ ได้นั้น (10,12) หลายการศึกษาระบุว่ากาแพทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตมากที่สุด ตามด้วยเครื่องตีอัดลมและน้ำกลั่นตามลำดับ (5,8,18) เช่นเดียวกับในการศึกษาที่พบว่ากาแพเป็นสารละลายที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีมากที่สุด ($\Delta E = 2.37-5.60$) โดยกาแพประกอบด้วยเม็ดสีเหลือง (yellow colorant pigment) เป็นโมเลกุลมีขั้ว (polarities) จึงสามารถเกิดปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ได้ (4) ทำให้อาจมีการดูดซึมสีเข้าไปในส่วนของเรซินเมทริกซ์ (5) อีกทั้งยังประกอบด้วยสารติดคราบสี (staining agent) จำนวนมาก เช่น กรดแกลลิก (gallic acid) (3)

ในการศึกษานี้ต้องการประเมินค่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตที่แช่ในขานมเทียบกับสารละลายอื่น ๆ เนื่องจากขานมก็เป็นเครื่องดื่มที่มีสีเข้มและมีเม็ดสีเหลืองเป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกับกาแพ โดยในการทดลองนี้ผลการศึกษาที่ได้คือขานมทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเป็นอันดับสองรองจากกาแพ ($\Delta E = 1.19-1.72$) แต่มากกว่าเครื่องตีอัดลมและน้ำกลั่น ซึ่งอาจเป็นเพราะขานมมีส่วนผสมของ ชา น้ำตาลและครีมเทียม สอดคล้องกับการศึกษาของ Guler และคณะ ในปี 2005 (8) ที่พบว่าวัสดุบูรณะชั่วคราว (provisional restoration) และไมโครไฮบริดคอมโพสิตมีการเปลี่ยนสีของวัสดุเมื่อแช่ในกาแพมากที่สุด รองลงมาคือกาแพที่ผสมน้ำตาลและครีมเทียม, ชาที่มีส่วนผสมของน้ำตาล, เครื่องดื่มอัดลม และน้ำกลั่น ตามลำดับ โดยครีมเทียมอาจมีผลทำให้ความเข้มข้นของสารละลายลดลงจึงเกิดการติดสีน้อยลง สำหรับเครื่องตีอัดลมนั้น แม้ว่าจะมีความเป็นกรดสูง ($pH = 2.52 \pm 0.02$) มีโอกาสเกิดการทำลายพื้นผิวของวัสดุมาก แต่เกิดการเปลี่ยนสีน้อยกว่ากาแพ

และขานม ($\Delta E = 0.70-1.23$) อาจเพราะเครื่องตีอัดลมไม่มีเม็ดสีเหลืองเป็นองค์ประกอบ (18) และในการศึกษานี้ได้กำหนดให้น้ำกลั่นเป็นตัวควบคุมเนื่องจากน้ำกลั่นเป็นสารละลายที่ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีจนสายตาของมนุษย์สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ (9)

การเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตมีความสัมพันธ์กับหลายปัจจัยดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นการเลือกวัสดุเรซินคอมโพสิตสำหรับการบูรณะจึงควรพิจารณาพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มของผู้ป่วยด้วย โดยเฉพาะการบูรณะในบริเวณฟันหน้าที่ต้องการความสวยงาม (5) อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการอาจไม่สามารถจำลองสภาวะการใช้งานจริงในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ กล่าวคือในการศึกษานี้ได้แช่วัสดุในสารละลายชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน แต่ในสถานการณ์จริงในช่องปากมีการสัมผัสกับเครื่องดื่มแบบไม่ต่อเนื่องและมีน้ำลายที่อาจทำให้เครื่องดื่มต่าง ๆ เจือจางลง ดังนั้นอาจต้องใช้ระยะเวลาสั้นขึ้นในการประเมินค่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตจากการบริโภคเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ เป็นประจำ และเนื่องจากการศึกษานี้ได้ทำการทดลองในเครื่องดื่มเพียง 4 ชนิดเท่านั้น อาจแตกต่างจากพฤติกรรมการบริโภคจริง และอาจไม่สามารถนำผลการทดลองไปใช้ในการประเมินเครื่องดื่มชนิดอื่นได้ เพราะเครื่องดื่มแต่ละชนิดมีส่วนประกอบแตกต่างกันแม้จะเป็นเครื่องดื่มที่มีรสชาติคล้ายคลึงกันก็ตาม นอกจากนี้ในชีวิตประจำวันมนุษย์มีการทำความสะอาดช่องปากด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแปรงฟันซึ่งส่งผลต่อการติดสีเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ชิ้นงานไม่ได้รับการขัดหรือแปรงภายหลังการแช่ในสารละลายชนิดต่าง ๆ ซึ่งอาจส่งผลให้เรซินคอมโพสิตติดสีมากกว่าการใช้งานจริง อีกทั้งแบบหล่อที่ใช้ในการทดลองเป็นทรงกระบอกซึ่งมีรูปร่างแตกต่างจากโพรงฟันที่บูรณะทางในคลินิก ดังนั้นในอนาคตจึงควรมีการศึกษาความเสถียรของสีของเรซินคอมโพสิตเพิ่มเติมในทางคลินิกต่อไป

บทสรุป (Conclusion)

ชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดของสารละลายที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต โดยเป็นที่ทราบกันว่ากาแฟเป็นสารละลายที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตได้อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้พบว่า ซานมก็ส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า SonicFill™2 มีการเปลี่ยนสีที่สามารถยอมรับได้ทางคลินิกในทุกสารละลาย จึงเหมาะสำหรับการบูรณะฟันในผู้ป่วยที่บริโภคเครื่องดื่มประเภทกาแฟ เครื่องดื่มอัดลม และชาเป็นประจำ

ดังนั้นในการบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตควรคำนึงถึงพฤติกรรมการบริโภคของผู้ป่วยด้วย หากผู้ป่วยนิยมบริโภคเครื่องดื่มที่มีความสามารถในการติดสีเหล่านี้เป็นประจำ ทันตแพทย์อาจต้องพิจารณารายละเอียดของวัสดุที่เลือกใช้ให้มีความเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถทำนายผลการรักษาให้กับผู้ป่วยด้วย

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และหน่วยวิจัยคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเงินรายได้หน่วยงาน สังกัดคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997;105(2):97-116.
2. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater.* 2004;20(6):530-4.

3. Shamszadeh S, Sheikh-Al-Eslamian SM, Hasani E, Abrandabadi AN, Panahandeh N. Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to coffee/water immersion. *Int J Dent.* 2016;2016:7186140. doi: 10.1155/2016/7186140.

4. Barutcgil C, Barutcgil K, Ozarslan MM, Dundar A, Yilmaz B. Color of bulk-fill composite resin restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(2):E3-E8. doi: 10.1111/jerd.12340.

5. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent.* 2009;3(1):50-6.

6. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent.* 2006;34(3):214-20.

7. Min JE, Green DB, Kim L. Calories and sugars in boba milk tea: implications for obesity risk in Asian Pacific Islanders. *Food Sci Nutr.* 2017;5(1):38-45.

8. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005;94(2):118-24.

9. Bahbishi N, Mzain W, Badeeb B, Nassar HM. Color stability and micro-hardness of bulk-fill composite materials after exposure to common beverages. *Materials (Basel).* 2020; 13(3):787. doi: 10.3390/ma13030787.

10. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent.* 2012;40(Suppl 2):e55-63. doi: 10.1016/j.jdent.2012.06.002.

11. Nuaimi H, Ragab H. Effect of aggressive beverage on the color stability of different nano-hybrid resin based composite. *European J Gen Dent.* 2014;3(3):190-3.
12. Karadas M, Demirbuga S. Evaluation of color stability and surface roughness of bulk-fill resin composites and nanocomposites. *Meandros Med Dent J.* 2017; 18(3):199-205.
13. Gajewski VE, Pfeifer CS, Froes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J.* 2012;23(5):508-14.
14. Cebe MA, Cebe F, Cengiz MF, Cetin AR, Arpag OF, Ozturk B. Elution of monomer from different bulk fill dental composite resins. *Dent Mater.* 2015;31(7):e141-9. doi: 10.1016/j.dental.2015.04.008.
15. Par M, Gamulin O, Marovic D, Klaric E, Tarle Z. Raman spectroscopic assessment of degree of conversion of bulk-fill resin composites--changes at 24 hours post cure. *Oper Dent.* 2015;40(3):E92-101. doi: 10.2341/14-091-L.
16. Silami FD, Mundim FM, Garcia Lda F, Sinhoreti MA, Pires-de-Souza Fde C. Color stability of experimental composites containing different photoinitiators. *J Dent.* 2013;41(Suppl 3):e62-6. doi: 10.1016/j.jdent.2012.10.009.
17. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 2006;22(3):211-22.
18. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J.* 2006;25(2):371-6.
19. Mundim FM, Garcia Lda F, Pires-de-Souza Fde C. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *J Appl Oral Sci.* 2010;18(3):249-54.
20. Afzali BM, Ghasemi A, Mirani A, Abdolazimi Z, Baghban AA, Kharazifard MJ. Effect of ingested liquids on color change of composite resins. *J Dent (Tehran).* 2015;12(8):577-84.
21. Imamura S, Takahashi H, Hayakawa I, Loyaga-Rendon PG, Minakuchi S. Effect of filler type and polishing on the discoloration of composite resin artificial teeth. *Dent Mater J.* 2008;27(6):802-8.

ติดต่อขอทราบ :

ทพญ.ลลณลิตา ภัทรธนาสมบัติ
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เลขที่ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110
โทรศัพท์ 093 6916 949
อีเมล: lunli.ptr@gmail.com

Corresponding author:

Dr. Lunlita Pattaratanasombat
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University,
114 Sukhumvit 23 Rd, Wattana, Bangkok 10110,
Thailand.
Tel: (669) 369 16949
E-mail: lunli.ptr@gmail.com

Received Date: Aug 25, 2021

Revised Date: Sep 13, 2021

Accepted Date: Nov 25, 2021