ว ทันต จุฬาฯ 2558;38:35-50
CU Dent J. 2015;38:35-50

บทวิทยาการ
Original Article

เสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ เมื่อแช่ในน้ำกลั่นและไวน์แดง

เกวลิน ปฏิเวธวิทูร ท.บ.[1]
เฉลิมพล ลี้ไวโรจน์ ท.บ., M.S.D., ABOD, ส.ร.ท.พ.ท[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ จากหลายผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีองค์ประกอบและสีแตกต่างกัน เมื่อผ่านการแช่ในสารละลายหรือเครื่องดื่มที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของวัสดุในช่วงเวลาต่าง ๆ

วัสดุและวิธีการ การศึกษานี้ใช้เรซินซีเมนต์ 6 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1) เรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม 4 ผลิตภัณฑ์ คือ เน็กซัสสทรีชนิดก่อตัวด้วยแสง (NxL) เน็กซัสสทรีชนิดก่อตัวสองรูปแบบ (NxD) รีไลเอ็กซ์ วีเนียร์ (RvL) และ วาลิโอลิงค์ วีเนียร์ (VvL) 2) เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ 2 ผลิตภัณฑ์ คือ แมกเซ็มอีไลท์ (MxD) และ รีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็ม แบบแคปซูล (RuD) โดยทำชิ้นงานเป็นแผ่นรูปวงกลมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มม. หนา 0.8 มม. ผลิตภัณฑ์ละ 2 สี ได้แก่ สีใสและสีขาวขุ่น กลุ่มละ 20 ชิ้น ทำการวัดสีครั้งแรกภายหลังวัสดุบ่มตัว เพื่อเป็นค่าพื้นฐาน ด้วยเครื่องวัดและเทียบสี (Ultrascan XE, Hunter Lab, USA) จากนั้นแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น เพื่อแช่ในน้ำกลั่นหรือไวน์แดง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำการวัดสี ณ เวลา 10 20 30 60 และ 90 วัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐานที่วัดไว้ เพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (ΔE^*) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง

ผลการศึกษา เมื่อเรซินซีเมนต์ถูกแช่ในน้ำกลั่นหรือไวน์แดงด้วยเวลาที่นานขึ้น จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงสีของเรซินซีเมนต์ที่แช่ในน้ำกลั่น เรียงจากน้อยไปมาก ในกลุ่มสีใส ได้แก่ NxD VvL NxL RvL MxD และ RuD ในกลุ่มสีขาวขุ่น ได้แก่ RuD NxD NxL VvL RvL และ MxD ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีของเรซินซีเมนต์ที่แช่ในไวน์แดงเรียงจากน้อยไปมาก ในกลุ่มสีใส ได้แก่ VvL RvL NxL RuD MxD และ NxD ในกลุ่มสีขาวขุ่น ได้แก่ RuD VvL RvL NxL NxD และ MxD

สรุป เมื่อเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ และแต่ละสีแช่อยู่ในน้ำกลั่นหรือไวน์แดงจะมีเสถียรภาพของสีเมื่อเวลาผ่านไปต่างกัน จากการทดลอง พบว่าเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่มีการก่อตัวด้วยแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่ก่อตัวสองรูปแบบ และเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ (ยกเว้นกลุ่ม RuD สีขาวขุ่นที่มีเสถียรภาพของสีใกล้เคียงกับเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่มีการก่อตัวด้วยแสง) เรซินซีเมนต์ชนิดสีใสมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสีสูงกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดสีขาวขุ่น กลุ่มที่แช่ในไวน์แดงจะเปลี่ยนแปลงสีมากกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่น

(ว ทันต จุฬาฯ 2558;38:35-50)

คำสำคัญ: *การเปลี่ยนแปลงสี; แช่น้ำกลั่น; แช่ไวน์แดง; ซีเมนต์; น้ำกลั่น; เรซินซีเมนต์; ไวน์แดง; สีของเรซินซีเมนต์; เสถียรภาพของสี*

ผู้รับผิดชอบบทความ เฉลิมพล ลี้ไวโรจน์ Chalermpollee@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันเรซินซีเมนต์ (resin cements) เริ่มนิยมนำมาใช้ในงานทันตกรรมบูรณะเพื่อความสวยงามกันมากขึ้น เพราะได้มีการพัฒนาปรับปรุงคุณสมบัติจากสารยึดติดแบบดั้งเดิมให้มีสีสวยใกล้เคียงฟันธรรมชาติ มีความแข็งแรง ยึดติดกับ ฟันได้ รวมทั้งลดขั้นตอนในการทำงาน ทำให้ใช้งานได้สะดวกมากขึ้น

เรซินซีเมนต์สามารถแบ่งตามกระบวนการเกิดปฏิกิริยาบ่มตัวได้เป็น ชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี (chemical-cured) ชนิดบ่มตัวด้วยแสง (light-cured) และชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ (dual-cured) ซึ่งเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่น (polymerization) ได้ทั้งจากปฏิกิริยาเคมีและแสง[1]

เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีเหมาะในการใช้กับงานที่แสงไม่สามารถผ่านได้หรือชิ้นงานที่มีความหนา มีความทึบแสงมาก เช่น งานเดือยฟัน (post) ครอบฟัน (crown) หรือสะพานฟันติดแน่น (bridge) ที่เป็นโลหะ[2-3] เรซินซีเมนต์กลุ่มนี้มีข้อด้อยในเรื่องระยะเวลาการทำงานที่จำกัด ระยะเวลาแข็งตัวที่ยาวนาน และเมื่อซีเมนต์แข็งตัวแล้วจะกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกยาก ทั้งยังมีปัญหาความมีเสถียรภาพของสี (color stability) ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับงานทันตกรรมเพื่อความสวยงาม[4]

เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัวด้วยแสงมีการใส่สารตั้งต้นให้เกิดปฏิกิริยาบ่มตัวได้ด้วยแสง (photo-initiator) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบแอลฟาไดคีโตน (α-diketone) เช่น แคมฟอร์ควิโนน (camphorquinone) ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่นจากแสงสีฟ้าซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 410 ถึง 500 นาโนเมตร[5] เมื่อถูกกระตุ้นจนถึงระยะกระตุ้น (excited triplet state) จะทำปฏิกิริยาร่วมกับสารประกอบเอมีนตติยภูมิ (tertiary amine)[6] เรซินซีเมนต์ชนิดนี้จึงเหมาะจะใช้กับงานเซรามิกวีเนียร์ (ceramic veneer) งานอินเลย์ (inlay) เรซินคอมโพสิต (resin composite) ที่มีสีอ่อน รวมทั้งชิ้นงานที่ไม่มีโลหะเป็นองค์ประกอบและมีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร[7] เนื่องจากใช้งานสะดวก สามารถควบคุมเวลาในการทำงานและเวลาในการแข็งตัวของวัสดุได้ รวมทั้งมีเสถียรภาพของสีที่ดี[3,7] ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ RelyX™ Veneer (3M ESPE, USA), Variolink™ Veneer (Ivoclar, Lichtenstein), Nexus3™ (Kerr, USA)

เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ[8] จะเกิดปฏิกิริยาก่อตัวเมื่อฉายแสง โดยปฏิกิริยาเคมีจะเกิดอย่างช้า ๆ ทำให้มีเวลาในการทำงานนานจนกว่าจะฉายแสง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นอย่างเดียวไม่เพียงพอ เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ดี จึงควรที่จะมีการฉายแสงร่วมด้วย[9] เหมาะใช้ยึดชิ้นงานที่มีความหนา มีสีเข้มหรือค่อนข้างทึบแสงได้ดีกว่าชนิดบ่มตัวด้วยแสง ทั้งนี้ต้องให้เวลาในการฉายแสงที่เพียงพอเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาก่อตัวอย่างสมบูรณ์ เรซินซีเมนต์บางผลิตภัณฑ์ ผลิตออกมาเป็นทั้งชนิดบ่มตัวด้วยแสง และบ่มตัวสองรูปแบบ โดยให้หลอดสารกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีมาให้ผสมเมื่อต้องการใช้เป็นชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ Variolink™ II (Ivoclar, Lichtenstein), Calibra™ (Dentsply, USA), Nexus3™ (Kerr, USA)

เรซินซีเมนต์สามารถแบ่งตามวิธีการปรับสภาพผิวของตัวฟันได้เป็น เรซินซีเมนต์เอทช์-แอนด์-รินส์ แอดฮีสีฟ (etch-and-rinse adhesive resin) ที่ต้องมีการเตรียมสภาพผิวฟันหลักโดยการใช้กรดกัดแล้วล้างน้ำออก โดยใช้กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ปรับสภาพผิวฟันร่วมกับระบบสารยึดติด (bonding) เมื่อต้องการยึดกับชั้นเนื้อฟัน อาจเรียกซีเมนต์ในกลุ่มนี้ว่า เรซินซีเมนต์กลุ่มดั้งเดิม (conventional resin cement) ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ เรซินซีเมนต์กลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ (self-adhesive resin cements) เรซินซีเมนต์ชนิดนี้เป็นการรวมขั้นตอนต่าง ๆ อยู่ในขั้นตอนเดียวเพื่อความสะดวกในการใช้งาน คือมักทำอยู่ในรูปกระบอกฉีดคู่ (dual-tube automixing) สามารถฉีดออกมาใช้งานได้เลย ไม่ต้องมีขั้นตอนการใช้กรดกัดผิวฟัน แต่ซีเมนต์กลุ่มนี้ยังมีผลการศึกษาน้อย โดยทั่วไปจะพบว่าเรซินซีเมนต์กลุ่มนี้มีระดับการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่นค่อนข้างต่ำ[10] เนื่องจากปัญหาความไม่เข้ากันของมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดกับสารประกอบเอมีนตติยภูมิ การที่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่นไม่สมบูรณ์จะส่งผลต่อคุณสมบัติ ทางกายภาพของวัสดุ เช่น ความแข็งผิวลดลง[11] เสถียรภาพของสีของวัสดุลดลง[12] มีการรั่วซึมตามขอบของวัสดุ มีความเป็นพิษของวัสดุเนื่องจากมอนอเมอร์ (monomer) ที่ไม่เกิดปฏิกิริยา และทำให้กำลังแรงยึดของชิ้นงานและฟันลดลงส่งผลให้อายุการใช้งานของวัสดุบูรณะลดลง

การเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ทั้งจากปัจจัยภายนอก ได้แก่ ผลจากการ

รับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่มีสีต่างๆ เช่น ชา กาแฟ ไวน์แดง การสูบบุหรี่ การขาดการดูแลสุขภาพช่องปากที่ดี รวมทั้งการดูดซับสีจากสารสีที่ละลายน้ำได้ผ่านเข้าไปอยู่ในส่วนของเรซินเมทริกซ์หรือส่วนเนื้อพื้น ส่วนปัจจัยภายในได้แก่ ชนิดของเรซินซีเมนต์ที่แตกต่างกัน[2,13-15] ชนิดสารยึดติดเนื้อฟันที่ใช้[16-18] การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่นที่ไม่สมบูรณ์[8,12] สีของเรซินซีเมนต์เอง[19] รวมทั้งการเปลี่ยนสีภายหลังการฉายแสง[20-26]

ปัจจุบันยังมีการศึกษาเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในระยะยาวที่แช่ในสารละลายแตกต่างกันไม่มากนักและยังไม่มีการศึกษาที่ทำการเปรียบเทียบหลายสีและหลากหลายผลิตภัณฑ์ ในการทดลองนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากหลากหลายบริษัทซึ่งมีองค์ประกอบและสีแตกต่างกัน เมื่อผ่านการแช่ในน้ำหรือไวน์แดงในช่วงเวลาต่างๆ ว่าจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยมีสมมติฐานการทดลอง ได้แก่ ข้อหนึ่ง เรซินซีเมนต์สีเดียวกัน แช่อยู่ในสารละลายประเภทเดียวกันและวัดสี ณ ช่วงเวลาเดียวกัน เรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม มีการเปลี่ยนแปลงของสีไม่แตกต่างจากเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์แอดฮีสีฟ ข้อสอง เรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ ที่แช่อยู่ในสารละลายเดียวกัน และวัดสี ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ชนิดสีใสจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีไม่แตกต่างจากชนิดสีขาวขุ่น และข้อสาม เรซินซีเมนต์ ที่มีสีเดียวกัน ในแต่ละผลิตภัณฑ์ เมื่อวัดสี ณ ช่วงเวลาเดียวกัน และแช่อยู่ในน้ำกลั่นจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีไม่แตกต่างจากเมื่อแช่ในไวน์แดง

วัสดุและวิธีการ

เตรียมชิ้นงานด้วยเรซินซีเมนต์ 6 ผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้จะจัดแบ่งเรซินซีเมนต์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม และเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ โดยรายละเอียดของเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆ ส่วนประกอบทางเคมี ร้อยละของวัสดุอัดแทรกโดยปริมาตรและโดยน้ำหนัก ค่าพีเอช (pH) เริ่มต้นหลังผสม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

เรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม ได้แก่ เน็กซัสทรี (Nexus3) ชนิดก่อตัวด้วยแสง (NxL; Kerr, USA) เน็กซัสทรีชนิดก่อตัวสองรูปแบบ (NxD; Kerr, USA) รีไลเอ็กซ์ วีเนียร์ (RelyX Veneer) ชนิดก่อตัวด้วยแสง (RvL; 3M ESPE, USA) และวาลิโอลิงค์ วีเนียร์ (Variolink Veneer) ชนิดก่อตัวด้วยแสง (VvL; Ivoclar, Lichtenstein) ส่วนเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ ได้แก่ แมกเซ็มอีไลท์ (Maxcem Elite) ชนิดก่อตัวสองรูปแบบ (MxD; Kerr, USA) และรีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็ม แบบแคปซูล (RelyX Unicem Aplicap) ชนิดก่อตัวสองรูปแบบ (RuD; 3M ESPE, USA) รวมเป็น 6 กลุ่มการทดลอง ทำชิ้นงานกลุ่มละ 20 ชิ้น ผลิตภัณฑ์ละ 2 สี รวมเป็น 240 ชิ้น

เตรียมชิ้นงานโดยนำเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆ มาฉีดลงในแบบหล่อที่ทำจากแผ่นพลาสติกพอลิอคริลิก สีใส หนาประมาณ 0.8 ± 0.1 มิลลิเมตร เตรียมแบบหล่อโดยนำแผ่นพลาสติกมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 50 x 50 มิลลิเมตร จำนวน 3 แผ่น นำแผ่นหนึ่งมาเจาะรูตรงกลางเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร และทำจุดอ้างอิงเป็นรูปสามเหลี่ยมแหลมที่ขอบด้านหนึ่ง เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการวัดสีแต่ละครั้งให้ตรงตำแหน่งเดิมโดยให้เส้นผ่านศูนย์กลางรวมไม่เกิน 13 มิลลิเมตร (ดังภาพที่ 1) วางแบบหล่อแผ่นที่เจาะรูบนแผ่นพลาสติกแล้วทำการฉีดเรซินซีเมนต์ลงในแบบหล่อจนเต็ม แล้ววางแถบไมลาร์ (mylar strip) ก่อนนำแผ่นพลาสติกอีกแผ่นมากดทับให้แนบสนิทโดยใช้ตุ้มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมนาน 10 วินาที ส่วนที่เกินจะถูกรีดออกไป จากนั้นฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (DEMI, Kerr, USA) ความเข้มแสง 1,100 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางปลายเครื่องฉายแสงขนาด 13 มิลลิเมตร เป็นเวลา 10 วินาที ก่อนนำแผ่นพลาสติกออก แล้วฉายแสงเรซินซีเมนต์ซ้ำอีกครั้ง ตามเวลาที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ (ตารางที่ 2) ใช้เครื่องวัดพลังงานรังสีตรวจวัดความเข้มแสงให้อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่าที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำก่อนฉายและตรวจความเข้มแสงซ้ำเมื่อฉายแสงทุกๆ 10 ครั้ง การทำชิ้นงานในงานทดลองนี้ ได้ทำกลุ่มละชิ้นจนครบทุกกลุ่มแล้วให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องในการวิจัยช่วยแบ่งกลุ่มและตั้งชื่อชิ้นงานเป็นรหัส พร้อมจัดเก็บให้ถูกกลุ่ม จากนั้นนำไปเก็บในที่แห้งและมืดเป็นเวลา 90 นาทีก่อนนำมาวัดสีครั้งแรก[12] เพื่อเก็บเป็นค่าพื้นฐาน (baseline) ทำขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ซ้ำจนได้ชิ้นงานครบกลุ่มละ 20 ชิ้น ผู้วิจัยไม่ทราบว่าชิ้นงานนั้นๆ เป็นวัสดุชนิดอะไรและเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทไหน ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องในการวิจัยจะนำชิ้นงานมาให้ทำการตรวจวัดสี และบันทึกผลตามรหัสที่กำหนดไว้ เป็นการลดอคติในการทำงานวิจัยได้เป็นอย่างดี จากนั้นแบ่งครึ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น เพื่อแช่ในน้ำกลั่นหรือไวน์แดง (Red wine: Mont Clair,

BIN9 reserve, 2010) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยทำการเทน้ำกลั่นหรือไวน์แดงลงในภาชนะที่เก็บซึ่งเป็นกล่องสุญญากาศในปริมาณเท่าๆ กัน ให้ท่วมชิ้นงาน โดยวางชิ้นงานแนวตั้ง ห่างกันอย่างน้อย 5 มิลลิเมตรเพื่อให้สัมผัสสารละลายทั้งชิ้น ทำการเปลี่ยนสารละลายใหม่ทุกๆ 10 วัน จากนั้นนำมาวัดสีตามเวลาที่กำหนดคือ 10 20 30 60 และ 90 วัน ด้วยเครื่องวัดและเทียบสี (Spectrophotometer, Ultrascan XE, Hunter Lab, USA) แล้วนำผลที่ได้มาเทียบกับค่าพื้นฐานเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสี

เครื่องวัดและเทียบสีนี้ เป็นการวัดสีระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้งานง่าย ไม่ทำลายพื้นผิวที่ทดสอบและมีความแม่นยำ ซึ่งเครื่องจะทำการวัดค่าของสีได้เป็นค่า L^* a^* และ b^* โดยก่อนทำการวัดสี นำชิ้นงานมาล้างด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นซับด้วยกระดาษให้แห้ง ทำการล้างทีละ 5 ชิ้นแล้ววัดสีก่อนทำชิ้น

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆ ส่วนประกอบทางเคมี ร้อยละของวัสดุอัดแทรกโดยปริมาตรและโดยน้ำหนัก ค่าพีเอชเริ่มต้นหลังผสม

Table 1 Composition of each resin cement, chemical composition, percent filler by volume and by weight and initial pH

Product (Manufacturer)	Type	Chemical composition	% Filler by		Initial pH
			Vol	Wt	
Nexus3™ (Kerr Corporation)	Light-cured/ dual-cured resin cement	Alkyl dimethacrylate resins; benzene sulfinic acid sodium monomers of methacrylic salt acid esters, Ba-Al-borosilicate glass	47	70	N/A
Maxcem Elite™ (Kerr Corporation)	Self-etching, self-adhesive dual-cured resin cement	Filler : Barium, fluoroaluminosilicate glass, fumed silica Resin: Multifunctional DMAs, GPDM, proprietary Redox initiators and photoinitiators	46	69	2.5
Variolink® Veneer (Ivoclar Vivadent)	Light-cured resin cement	dimethacrylates, silicon dioxide, ytterbium trifluoride	40	N/A	N/A
RelyX™ Unicem (3M-ESPE)	Self-etching, self-adhesive dual-cured resin cement	Glass powder, silica, calcium hydroxide, initiators, substituted pyrimidine, peroxy compound Liquid: methacrylated phosphoric esters, acetate, dimethacrylate, TEGMA	N/A	72	2.1
RelyX™ Veneer (3M-ESPE)	Light-cured resin cement	Bis-GMA,TEGDMA	47	66	N/A

อื่นๆ ต่อไป เพื่อให้เวลาที่แช่ในสารละลายและเวลาที่อยู่ในอากาศของชิ้นงานแต่ละชิ้นใกล้เคียงกันและเป็นเวลาซึ่งทดลองแล้วว่าสามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการ

ในการวัดแต่ละครั้ง จะกำหนดค่า ดังนี้ ชนิดของเซนเซอร์ (Sensor type) คือ Ultra Scan XE แบบของเซนเซอร์ (Sensor mode) คือ RSIN-Reflectance Specular Induced ตำแหน่งของยูวีฟิลเตอร์ (UV Filter Position) เป็น norminal และใช้ Area view ขนาด 0.375 นิ้ว (9.525 มิลลิเมตร) มีการสอบเทียบเครื่องมือ (standardized) ก่อนการใช้งานทุกครั้ง เครื่องจะทำการวัดสีซ้ำทั้งหมด 5 ครั้งต่อ 1 ชิ้นงาน แล้วนำค่าทั้งหมดมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของค่า L^* a^* และ b^* จากนั้นคำนวณออกมาเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงของสี

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS version 17) ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แยกเป็นการทดสอบต่างๆ ตามสมมติฐานหลักของการวิจัย โดยทำการวิเคราะห์ในแต่ละช่วงเวลาถึงผลของชนิดของเรซินซีเมนต์ การอยู่ในสารละลายแตกต่างกันและสีที่ต่างกันต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์โดยใช้สถิติความแปรปรวนสามทาง (Three-Way ANOVA) เพื่อทดสอบว่ามีปัจจัยร่วมกันหรือไม่ และวิเคราะห์ความแตกต่างกันในแต่ละ

ตารางที่ 2 แสดงเวลาฉายแสงตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ

Table 2 Irradiation time of each resin cement proposed by manufacturers.

Product	Light Intensity (mW/cm^2)	Irradiation Time	
		By manufacturer (s)	DEMI (s)
Nexus3™	≥400	20 (Demi/L.E.Dematron II-5 s L.E.Demetron I/Optilux 501-10 s)	5
Maxcem™ Elite	≥400	20 (Demi/L.E.Dematron II-10 s L.E.Demetron I/Optilux 501-20 s)	10
RelyX™ Veneer	≥400	30 (40: Dark/Opaque shade)	15 (20)
RelyX™ Unicem Aplicap	400	20	10
Variolink® Veneer	400	30	15

ข้อสังเกต 1. การเตรียมชิ้นงานของรีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็มแบบแคปซูล ต้องมีการขั้นตอนผสมก่อนฉายแสง โดยใช้ activator กดแคปซูลก่อน 2 วินาทีแล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นอมัลกัม (RotoMix; 3M) เป็นเวลา 15 วินาที ก่อนนำมาใส่ใน capsule applier เพื่อฉีดซีเมนต์ในแบบหล่อที่ทำไว้

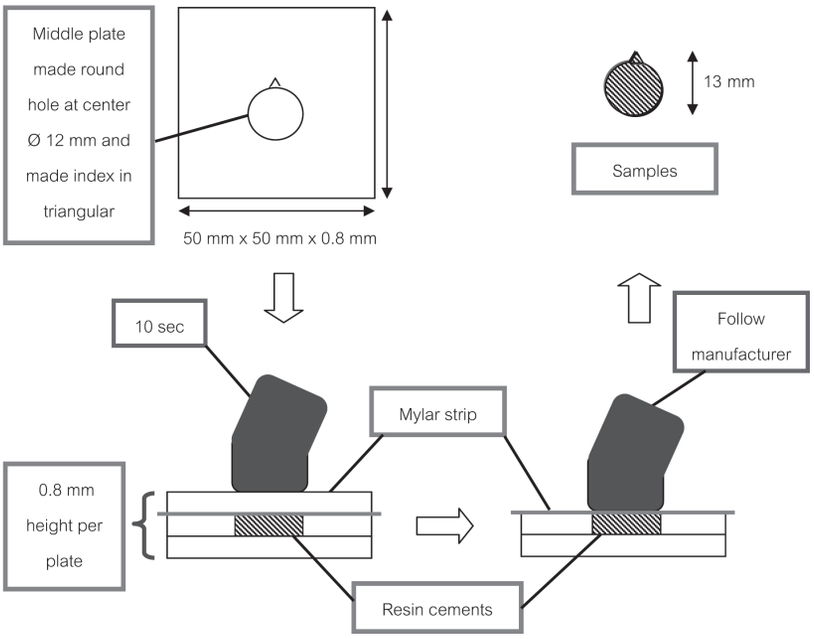
2. เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ แบบกระบอกฉีดคู่ที่ใช้ปลายเครื่องมือในการผสม (NX3, Maxcem) จะต้องมีการฉีดส่วนผสมส่วนแรกทิ้งไปประมาณ 1 เซนติเมตรก่อนนำมาใช้ทำชิ้นงานเพื่อกำจัดซีเมนต์ที่อาจยังผสมไม่เข้ากันดีออกไป

Notice 1. RelyX™ Unicem Aplicap has to activate capsule before light-curing by press the activator 2 sec, then place in amalgamator (RotoMix; 3M) 15 sec. Take the capsule into capsule applier for apply into plastic plate.

2. 2-Syringe Dual-cured resin cements (NX3, Maxcem) which use mixing tip, have to discard early mixing cement about 1 cm before apply into plastic plate.

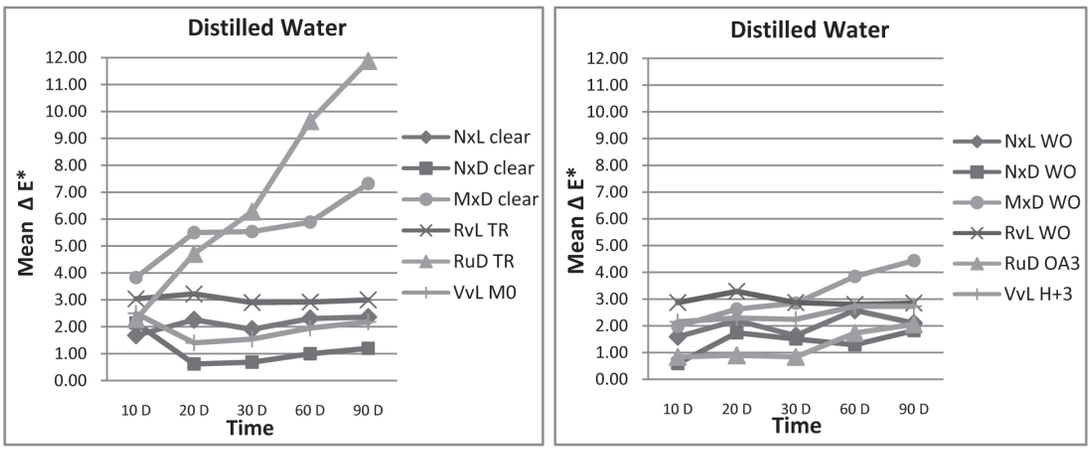
ตัวแปรโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) จะใช้สถิติแบบนอนพารามิเตอร์ (non-parametric) ได้แก่ การวิเคราะห์ด้วยสถิติครัสคาล วัลลิส (Kruskal Wallis test)

กรณีที่ผลที่ได้ปฏิเสธสมมติฐาน กล่าวคือ มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าแตกต่างกันจะวิเคราะห์ต่อด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison) ซึ่งถ้ามีค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกันจะใช้สถิติบอนเฟอโรนี (Bonferroni) แต่ถ้าค่าความแปรปรวนแตกต่างกันจะใช้สถิติบราวน์-ฟอร์ไซท์ (Brown-Forsythe) หรือแทมเฮน (Tamhane's T2)



รูปที่ 1 แสดงแผนภาพการเตรียมชิ้นตัวอย่าง

Fig. 1 Preparation of samples



รูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสี (ค่าเฉลี่ย ΔE^*) ของเรซินซีเมนต์ แต่ละผลิตภัณฑ์ เมื่อแช่ในน้ำกลั่นที่เวลาต่างๆ กัน โดยแยกสีของซีเมนต์ คือสีใส (ซ้าย) และสีขาวขุ่น (ขวา)

Fig. 2 Graph shows compare mean of ΔE^* of each resin cement which immersed in distilled water. Light-shade (left) and dark-shade (right).

ผลการศึกษา

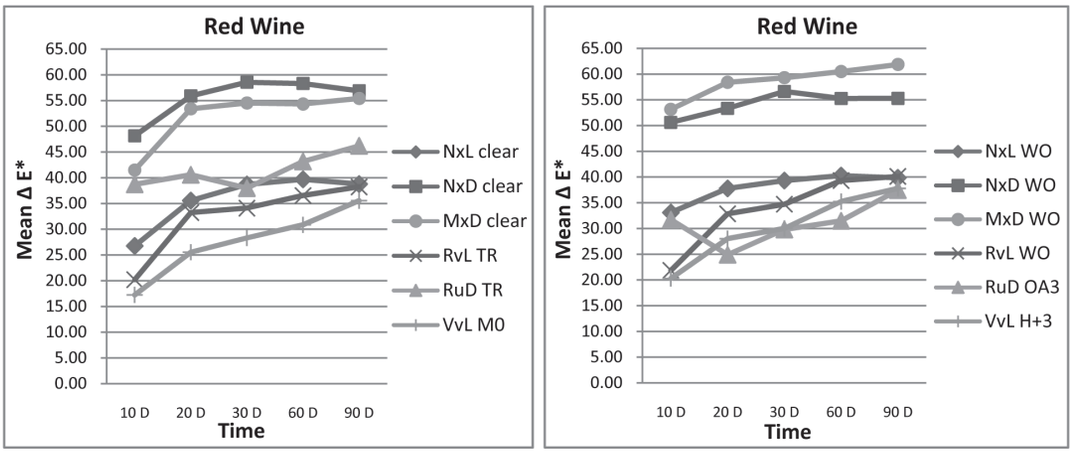
ทำการวิเคราะห์ถึงผลของชนิดเรซินซีเมนต์ การแช่อยู่ในสารละลายที่แตกต่างกันและสีที่ต่างกันต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้สถิติความแปรปรวนสามทางทั้งสามปัจจัย เพื่อทดสอบว่ามีผลร่วมกันในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของเรซินซีเมนต์ โดยพบว่าสารละลายที่แช่มีผลต่อเสถียรภาพของสีมากที่สุด จากนั้นใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อทดสอบหาความต่าง ในแต่ละตัวแปรตามสมมติฐานได้ผลดังนี้

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการเปลี่ยนแปลงของสีของเรซินซีเมนต์ทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มดั้งเดิม กับแต่ละผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ (MxD หรือ RuD) ชนิด สีและแช่ในสารละลายเดียวกัน ในช่วงเวลาต่างๆ ได้ผลดังนี้

เมื่อแช่ชิ้นงานเรซินซีเมนต์ที่มีสีใสในน้ำกลั่น พบว่าซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิมมีการเปลี่ยนแปลงของสี น้อยกว่าซีเมนต์ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟอย่างมีนัยสำคัญเกือบทุกช่วงเวลา ยกเว้น ณ วันที่ 10 ที่ทำการเปรียบเทียบซึ่งพบว่า RuD กับเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม 3 ผลิตภัณฑ์ (NxL NxD และ VvL) มีการเปลี่ยนแปลงของสีที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการตรวจสอบที่ 30 วันขึ้นไป สามารถเรียงลำดับการเปลี่ยนแปลงของสีของซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ จากน้อยไปมากได้ดังนี้ NxD VvL NxL RvL MxD และ RuD (รูปที่ 2 ซ้าย และตารางที่ 3)

เมื่อแช่ชิ้นงานเรซินซีเมนต์ที่มีสีขาวขุ่นในน้ำกลั่น พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสีของ RuD ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟมีค่าน้อยกว่าซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญเกือบทุกเวลาที่ทำการวัดสี การเปรียบเทียบเรซินซีเมนต์กลุ่มดั้งเดิมกับ MxD สีขาวขุ่นในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟพบความแตกต่างกันไปในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อเทียบ MxD กับ RvL จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทุกเวลาที่ทำการวัดสี ส่วนเมื่อเทียบ MxD กับ NxD จะพบว่า NxD มีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่า MxD อย่างมีนัยสำคัญทุกเวลาที่ทำการวัดสีเรียงลำดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย ΔE^* ของซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ จากน้อยไปมาก ณ เวลาต่างๆ กัน ได้แตกต่างกัน ได้แก่ ณ วันที่ 10 เรียงจากน้อยไปมาก คือ NxD RuD NxL VvL MxD และ RvL ณ วันที่ 20 และ 30 เรียงจากน้อยไปมาก คือ RuD NxD NxL VvL RvL และ MxD และ ณ วันที่ 60 และ 90 เรียงจากน้อยไปมาก คือ NxD RuD NxL VvL RvL และ MxD (รูปที่ 2 ขวาและตารางที่ 3)

เมื่อตรวจสอบชิ้นงานเรซินซีเมนต์ที่มีสีใส ที่แช่ในไวน์แดง เปรียบเทียบซีเมนต์กลุ่มดั้งเดิม 4 ผลิตภัณฑ์ กับ MxD หรือ RuD พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเกือบทุกจุดเวลาที่วัดโดยรวมแล้ว NxD มีการเปลี่ยนแปลงของสีมากที่สุดและ VvL มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสี (ค่าเฉลี่ย ΔE^*) ของเรซินซีเมนต์ แต่ละผลิตภัณฑ์ เมื่อแช่ในไวน์แดงที่เวลาต่างๆ กัน โดยแยกสีของซีเมนต์ คือสีใส (ซ้าย) และสีขาวขุ่น (ขวา)

Fig. 3 Graph shows compare mean of ΔE^* of each resin cement which immersed in red wine. Light-shade (left) and dark-shade (right).

ของสีน้อยที่สุดในทุกเวลาที่วัด สามารถเรียงลำดับการเปลี่ยนแปลงของสีของซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ ณ เวลาต่างๆ กันจากน้อยไปมากได้ดังนี้ VvL RvL NxL RuD MxD และ NxD (รูปที่ 3 ซ้าย และตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ ΔE^* ของเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมแต่ละผลิตภัณฑ์ และแต่ละสีกับ MxD หรือ RuD ที่เป็นเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ เมื่อแช่อยู่ในน้ำกลั่นหรือไวน์แดง ณ เวลาต่างๆ

Table 3 Compare Mean of ΔE^* of each conventional resin cement and each shade which immersed in distilled water or red wine with self-adhesive resin cements (MxD or RuD).

Brand	Shade	Solutions	Time				
			10 Days	20 Days	30 Days	60 Days	90 Days
			ΔE_2^* (SD)	ΔE_3^* (SD)	ΔE_4^* (SD)	ΔE_5^* (SD)	ΔE_6^* (SD)
NxL	clear	water	1.68 (0.81)*	2.26 (0.90)*,**	1.91 (0.97)*,**	2.31 (0.90)*,**	2.36 (0.83)*,**
		wine	26.74 (3.63)$^{+,++}$	35.55 (3.22)$^{+,++}$	38.68 (2.99)$^{+}$	39.68 (2.58)$^{+,++}$	38.77 (2.81)$^{+,++}$
	WO	water	1.59 (0.9)**	2.20 (0.79)**	1.63 (1.16)*,**	2.58 (0.71)*,**	2.10 (0.85)*
		wine	33.08 (2.97)$^{+}$	37.79 (2.88)$^{+,++}$	39.32 (1.46)$^{+,++}$	40.28 (1.65)$^{+,++}$	39.85 (1.96)$^{+}$
NxD	clear	water	2.14 (0.37)*	0.62 (0.38)*,**	0.69 (0.22)*,**	1.00 (0.35)*,**	1.20 (0.36)*,**
		wine	48.16 (4.27)$^{+,++}$	55.90 (2.24)$^{+,++}$	58.55 (1.65)$^{+,++}$	58.32 (1.85)$^{+,++}$	56.88 (1.05)$^{+,++}$
	WO	water	0.59 (0.13)*,**	1.74 (0.20)*,**	1.51 (0.16)*,**	1.29 (0.24)*,**	1.82 (0.30)*
		wine	50.60 (4.52)$^{++}$	53.33 (4.29)$^{+,++}$	56.63 (3.02)$^{++}$	55.26 (3.19)$^{+,++}$	55.28 (2.94)$^{+,++}$
RvL	TR	water	3.04 (0.13)*,**	3.22 (0.11)*,**	2.90 (0.25)*,**	2.92 (0.14)*,**	3.00 (0.18)*,**
		wine	20.20 (6.24)$^{+,++}$	33.24 (2.13)$^{+,++}$	34.10 (1.30)$^{+,++}$	36.55 (1.08)$^{+,++}$	38.23 (0.91)$^{+,++}$
	WO	water	2.87 (2.67)**	3.29 (3.13)**	2.87 (2.71)**	2.80 (2.46)	2.85 (2.68)
		wine	21.85 (8.49)$^{+,++}$	32.86 (4.25)$^{+,++}$	34.71 (3.50)$^{+,++}$	39.31 (3.09)$^{+,++}$	40.11 (2.20)$^{+}$
VvL	M0	water	2.50 (0.36)*	1.40 (0.48)*,**	1.54 (0.32)*,**	1.95 (0.56)*,**	2.18 (0.47)*,**
		wine	17.23 (1.59)$^{+,++}$	25.53 (2.59)$^{+,++}$	28.30 (2.85)$^{+,++}$	30.85 (3.34)$^{+,++}$	35.54 (2.93)$^{+,++}$
	H+3	water	2.15 (1.02)**	2.29 (0.33)*,**	2.24 (0.94)**	2.73 (1.00)*,**	2.73 (0.58)*,**
		wine	20.30 (6.72)$^{+,++}$	28.03 (1.97)$^{+,++}$	30.01 (1.56)$^{+}$	35.22 (1.61)$^{+,++}$	37.77 (1.87)$^{+}$
MxD	clear	water	3.83 (0.40)	5.50 (0.51)	5.54 (0.43)	5.89 (0.73)	7.32 (0.69)
		wine	41.49 (4.70)	53.41 (2.19)	54.53 (2.24)	54.33 (3.08)	55.41 (1.85)
	WO	water	1.98 (0.40)	2.63 (0.36)	2.85 (0.39)	3.85 (1.20)	4.44 (0.63)
		wine	53.14 (5.16)	58.40 (4.32)	59.29 (4.45)	60.49 (4.10)	61.86 (3.64)
RuD	TR	water	2.28 (1.03)	4.71 (1.81)	6.28 (2.14)	9.64 (2.19)	11.88 (1.87)
		wine	38.71 (2.28)	40.56 (1.92)	37.96 (2.68)	43.16 (2.76)	46.19 (1.17)
	OA3	water	0.84 (0.25)	0.90 (0.39)	0.84 (0.23)	1.73 (0.20)	2.06 (0.23)
		wine	31.72 (3.56)	24.90 (3.68)	29.80 (2.21)	31.48 (2.93)	37.46 (4.55)

ข้อสังเกต

* คือ ซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิม สีใสและขาวขุ่น เมื่อแช่น้ำกลั่น มีค่าเฉลี่ยของ ΔE^* ต่างกับ MxD สีใสและขาวขุ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(p-value < 0.05)*

** คือ ซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิม สีใสและขาวขุ่น เมื่อแช่น้ำกลั่น มีค่าเฉลี่ยของ ΔE^* ต่างกับ RuD สีใสและขาวขุ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(p-value < 0.05)*

$^{+}$ คือ ซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิม สีใสและขาวขุ่น เมื่อแช่ไวน์แดง มีค่าเฉลี่ยของ ΔE^* ต่างกับ MxD สีใสและขาวขุ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(p-value < 0.05)*

$^{++}$ คือ ซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิม สีใสและขาวขุ่น เมื่อแช่ไวน์แดง มีค่าเฉลี่ยของ ΔE^* ต่างกับ RuD สีใสและขาวขุ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(p-value < 0.05)*

[คือ ค่าเฉลี่ยของ ΔE^* ระหว่างคู่ที่ทำการทดลอง คือซีเมนต์ชนิดเดียวกัน แช่ในสารละลายเดียวกัน แต่มีสีต่างกันในช่วงเวลาต่างๆ นั้น มีการเปลี่ยนแปลงสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(p < 0.05)*

เรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ ในแต่ละสีมีการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อแช่ในน้ำกลั่นน้อยกว่าไวน์แดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกจุดเวลา *(p < 0.05)*

Note

* is Conventional resin cements both clear and white opaque shade (in distilled water) have significantly different mean of ΔE^* from MxD *(p-value < 0.05)*

** is Conventional resin cements clear and white opaque shade (in distilled water) have significantly different mean of ΔE^* from RuD *(p-value < 0.05)*

$^{+}$ is Conventional resin cements both clear and white opaque shade (in red wine) have significantly different mean of ΔE^* from MxD *(p-value < 0.05)*

$^{++}$ is Conventional resin cements clear and white opaque shade (in red wine) have significantly different mean of ΔE^* from RuD *(p-value < 0.05)*

[are mean of ΔE^* of resin cement which have same brand and immersed in same solution, but different shade have significantly different mean of ΔE^* *(p < 0.05)*

Resin cements (different brand and shade) immersed in distilled water have significantly lower mean of ΔE^* than immersed in red wine *(p < 0.05)*

เมื่อตรวจสอบชิ้นงานเรซินซีเมนต์ที่มีสีขาวขุ่น ที่แช่ในไวน์แดง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีของซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิมกับ MxD ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ จะพบว่า MxD มีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกือบทุกเวลาที่ทำการวัดสี ส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับ RuD ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟจะพบความแตกต่างกันไปในแต่ละผลิตภัณฑ์ ในแต่ละเวลาที่วัดสี โดยภาพรวมแล้ว MxD มีการเปลี่ยนแปลงของสีมากที่สุดและ RuD มีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยที่สุดในทุกเวลาที่วัด สามารถเรียงลำดับการเปลี่ยนแปลงของสีของซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์จากน้อยไปมากได้ดังนี้ RuD VvL RvL NxL NxD และ MxD (รูปที่ 3 ขวา และตารางที่ 3)

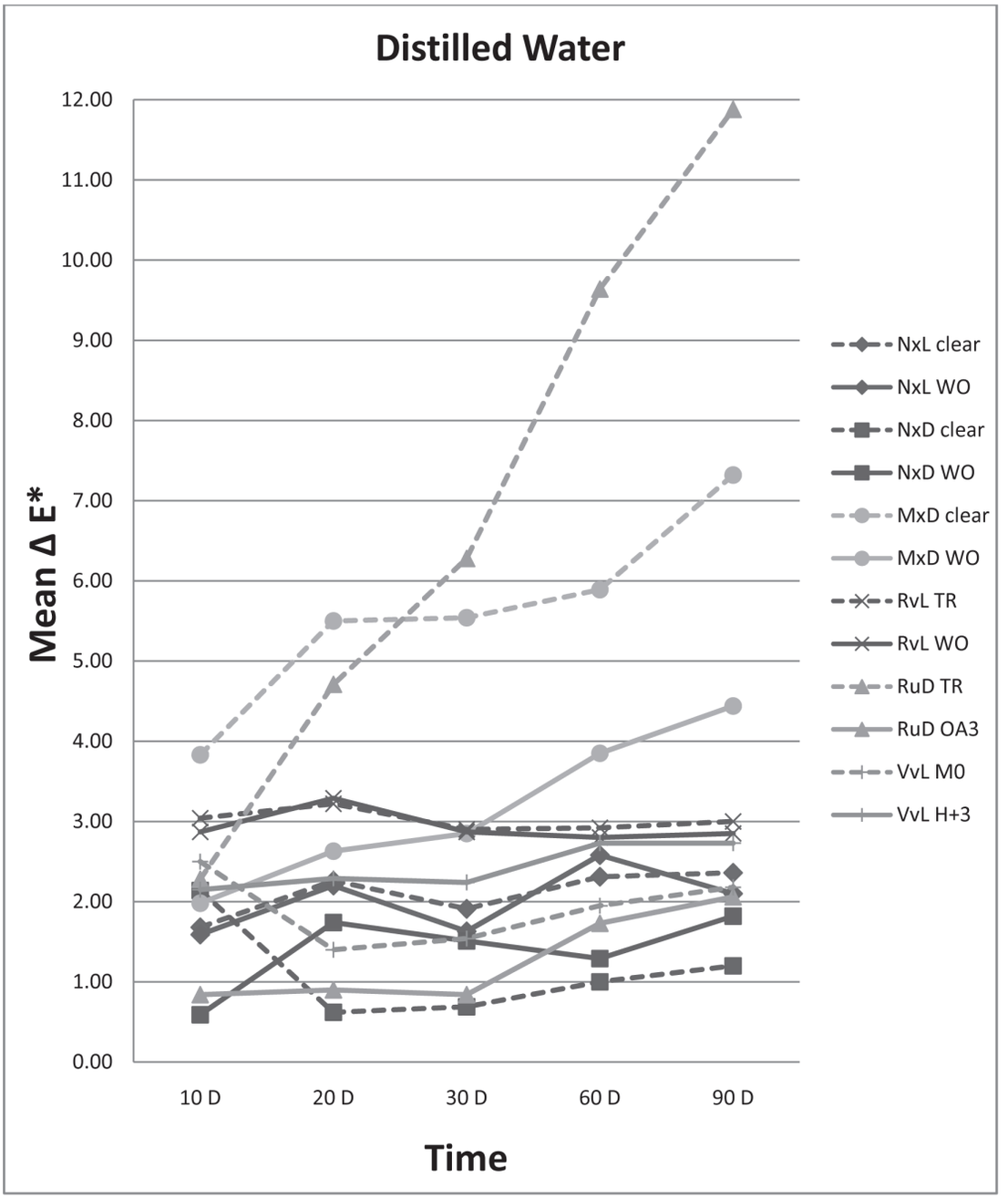
เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสี เปรียบเทียบสีของเรซินซีเมนต์ที่ต่างกัน (สีใสและสีขาวขุ่น) ภายใต้สภาวะที่เป็นซีเมนต์ผลิตภัณฑ์เดียวกัน แช่อยู่ในสารละลายเดียวกัน ในช่วงเวลาต่าง ๆ (ตารางที่ 3) พบว่า ในกลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่น MxD และ RuD ซึ่งเป็นซีเมนต์กลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ สีใสมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าสีขาวขุ่น อย่างมีนัยสำคัญทุกช่วงเวลา ส่วน NxD ซึ่งเป็นซีเมนต์กลุ่มดั้งเดิมที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวสองรูปแบบและ VvL ซึ่งมีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสงนั้น สีใสมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าสีขาวขุ่นอย่างมีนัยสำคัญเกือบทุกช่วงเวลา ในขณะที่ NxL และ RvL ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสีใสและสีขาวขุ่น ในทุกช่วงเวลา แต่เมื่อแช่ชิ้นงานในไวน์แดงพบว่าซีเมนต์กลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟมีการเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างสองสีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกช่วงเวลา โดย MxD สีใสจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าสีขาวขุ่นซึ่งตรงข้ามกับผลที่ได้เมื่อแช่ในน้ำกลั่น ส่วนซีเมนต์กลุ่มในดั้งเดิมมีการเปลี่ยนแปลงสีระหว่างสองสีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบางช่วงเวลาเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 3

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่ออยู่ในสารละลายต่างกัน ภายใต้สภาวะที่เป็นซีเมนต์ผลิตภัณฑ์และสีเดียวกันในช่วงเวลาต่าง ๆ จะพบว่าการแช่ในไวน์แดงมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าการแช่ในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทุกช่วงเวลา แต่การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีค่ามากหรือน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละผลิตภัณฑ์สีและเวลาที่แช่ (รูปที่ 4-5 และตารางที่ 3)

จากการทดลอง เมื่อแช่ชิ้นงานในน้ำกลั่น ซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิมส่วนใหญ่ จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าเรซินซีเมนต์ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟทุกผลิตภัณฑ์ยกเว้นกลุ่ม RuD สีขาวขุ่น ที่จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีใกล้เคียงกับเรซินซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิม นอกจากนี้ซีเมนต์ในกลุ่มดั้งเดิมส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ซีเมนต์ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่แช่ โดยพบว่า ที่ 90 วัน กลุ่มซีเมนต์สีใส RuD จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีไปจากค่าเริ่มต้นมากที่สุด โดยชิ้นงานในไวน์แดงจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าในน้ำกลั่นมาก และกลุ่มซีเมนต์สีขาวขุ่น MxD มีการเปลี่ยนแปลงของสีไปจากค่าเริ่มต้นมากที่สุด

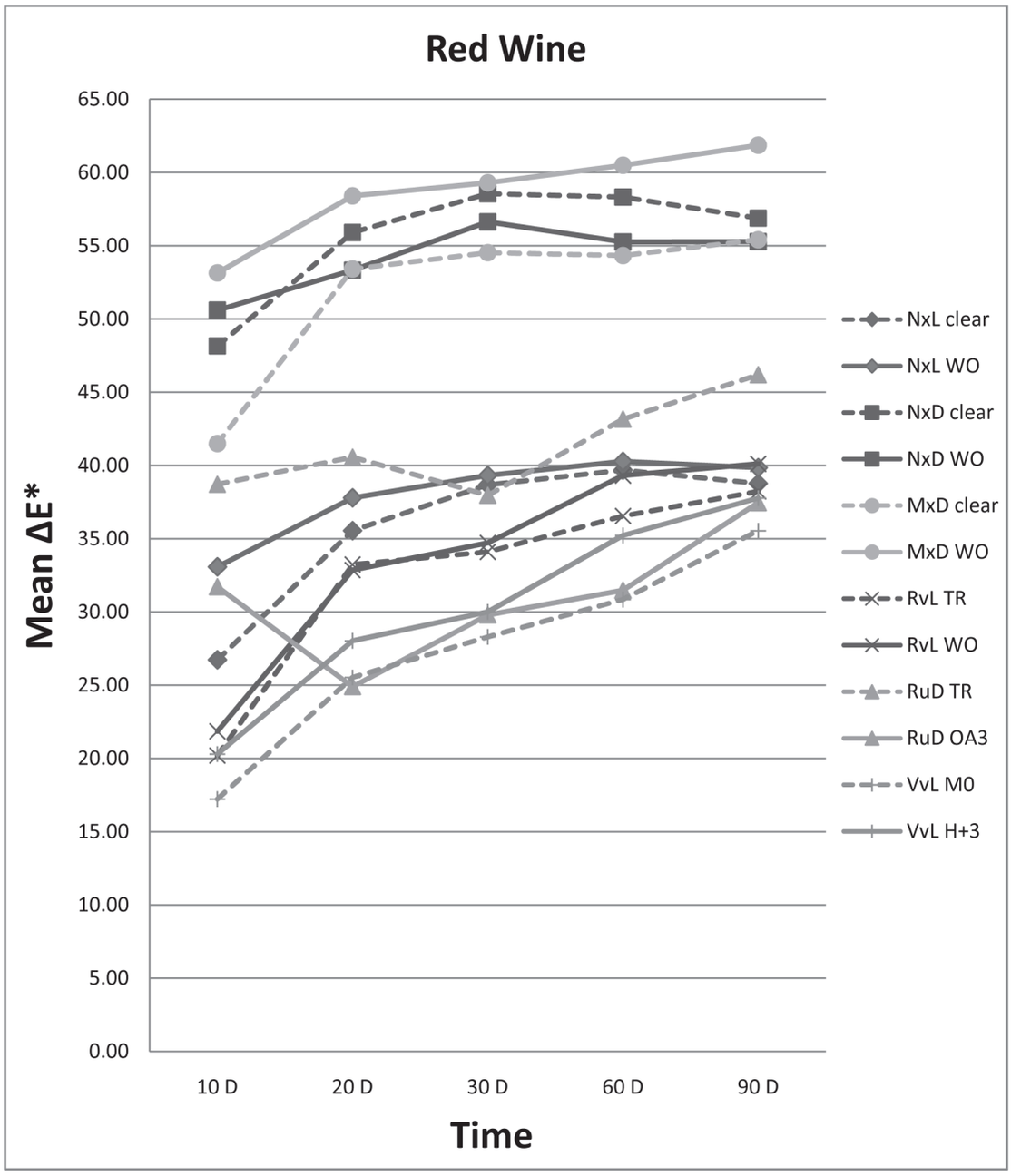
วิจารณ์

ภายหลังการยึดชิ้นงาน เรซินซีเมนต์จะมีการสัมผัสกับสารมีสีต่าง ๆ ตลอดอายุการใช้งาน โดยเฉพาะจากอาหารและเครื่องดื่ม อาจเป็นสาเหตุให้ซีเมนต์เกิดการเปลี่ยนสีไปในที่สุด ทั้งนี้เรซินซีเมนต์จะเผยผึ่งต่อสภาพแวดล้อมในช่องปาก เฉพาะตามขอบของวัสดุบูรณะที่ใช้เรซินซีเมนต์นั้นยึดเท่านั้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนสีตามขอบก็อาจมีผลกระทบต่อความสวยงามของวัสดุบูรณะได้เช่นกัน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงสีนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่นไม่สมบูรณ์[8,12] อาหารและเครื่องดื่ม[28-30] และอัตราการดูดน้ำของวัสดุ[31-33] ในการทดลองนี้ ได้จำลองสภาพแวดล้อมเสมือนว่าเรซินซีเมนต์สัมผัสกับน้ำและไวน์แดง เพื่อตรวจสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ชนิดและสีต่างกัน ณ เวลาต่าง ๆ กันคือ 10 20 30 60 และ 90 วัน แม้ว่าจะไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบช่วงเวลาที่แช่ในน้ำกลั่นหรือไวน์แดงกับช่วงเวลาที่อยู่ภายในช่องปากทางคลินิก แต่ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบ ว่าการแช่ในกาแฟเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะเท่ากับการจำลองการดื่มกาแฟเป็นเวลา 1 เดือน[28-29] ซึ่งคิดมาจากเวลาเฉลี่ยในการดื่มกาแฟประมาณ 15 นาทีต่อแก้วซึ่งในกรณีคนที่ดื่มกาแฟมักจะดื่มเฉลี่ยวันละ 3.2 แก้ว จึงน่าจะนำมาเทียบเคียงในการศึกษานี้ได้ว่า ระยะเวลา 10 20 30 60 และ 90 วัน สามารถเทียบได้กับการใช้งานของเรซินซีเมนต์ ในคลินิกที่เวลา 10 เดือน 2 วัน 1 ปี 9 เดือน 10 วัน 2 ปี 8 เดือน 5 ปี 4 เดือนและ 8 ปี หลังทำการรักษาตามลำดับ



รูปที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสี (ค่าเฉลี่ย ΔE^*) ทั้งสองสีของเรซินซีเมนต์ แต่ละผลิตภัณฑ์ เมื่อแช่ในน้ำกลั่น ที่เวลาต่าง ๆ กัน

Fig. 4 Graph shows compare mean of ΔE^* of each resin cement which have different colors and times immersed in distilled water.



รูปที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสี (ค่าเฉลี่ย ΔE^*) ของเรซินซีเมนต์ แต่ละผลิตภัณฑ์ ทั้งสองสี เมื่อแช่ในไวน์แดง ที่เวลาต่างๆ กัน

Fig. 5 Graph shows compare mean of ΔE^* of each resin cement which have different colors and times immersed in red wine.

การวัดความแตกต่างของสีโดยใช้เครื่องวัดและเทียบสีด้วยระบบ CIEL*a*b* นั้น เป็นวิธีที่ทำได้ไม่ยาก ไม่ทำลายพื้นผิวที่ทดสอบและมีความแม่นยำ ลดอคติจากการใช้ตาเปล่าจำแนกการเปลี่ยนของสี ซึ่งคิดได้โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวัดสี 2 ครั้ง เป็นค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงของสี ซึ่งใช้เป็นพารามิเตอร์ในการประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสีของเรซินซีเมนต์ จากหลายๆ การทดลอง ได้เสนอว่า ถ้าค่าการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่า 3.3 ขึ้นไป มนุษย์จะสามารถสังเกตเห็นความต่างของสีได้ด้วยตาเปล่าในทางคลินิก[24-25,27] ดังนั้น ในทางคลินิกอาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนของสีมากกว่า 3.3 เป็นค่าที่ยอมรับไม่ได้ทางคลินิกเพราะมีผลต่อความสวยงาม

จากตารางที่ 3 เมื่อแช่ซีเมนต์ทั้งสองสีในน้ำกลั่น จะเห็นว่าเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่า 3.3 ส่วนเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่า 3.3 (ยกเว้นบางช่วงเวลา) และเมื่อแช่เรซินซีเมนต์ในไวน์แดง จะเห็นว่าในทุกกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่า 3.3 อย่างไรก็ตาม การทำชิ้นงานเป็นแผ่นบางรูปกลม และแช่ในน้ำตลอดเวลาอาจเป็นการจำลองสภาพที่แตกต่างไปจากความเป็นจริงในทางคลินิก ผลทางคลินิกจริงๆ นั้นควรได้ทำการศึกษาทางคลินิกเพิ่มเติมต่อไป

ผลการทดลองสนับสนุนว่า ชนิดของเรซินซีเมนต์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนสีจากการแช่ในน้ำและไวน์แดง แต่ทั้งนี้ปริมาณหรือองค์ประกอบของเรซินเมทริกซ์ที่แตกต่างกันก็อาจมีผลทำให้มีค่าการเปลี่ยนสีมากหรือน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละผลิตภัณฑ์ได้[32-33] ทั้งนี้เมื่อแช่เรซินซีเมนต์ที่มีสีใสในน้ำกลั่น เรซินซีเมนต์เน็กซัสทรีชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ มีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่ากลุ่มเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม ที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสง ส่วนเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ จะมีการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุด

เน็กซัสทรีมีสองชนิดทั้งชนิดมีปฏิกิริยาบ่มตัวสองรูปแบบ (NxD) และระบบหลอดเดียวที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสง (NxL) ซึ่งจากผลการทดลองนี้ พบว่าทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสีที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าทุกจุดเวลาที่วัดสี ต่างจากซีเมนต์ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟทั้งสองชนิด (MxD และ RuD) ที่มีการเปลี่ยนแปลงสีที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ตามที่ทางบริษัทผู้ผลิตได้ให้ข้อมูลว่า เน็กซัสทรีมีเสถียรภาพของสีในระยะยาวที่ดี เนื่องจากใช้ระบบการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระบบใหม่แทนการใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์และเอมีนในการเริ่มปฏิกิริยาการก่อตัว (BPO-free/amine-free redox initiator system) คือ ใช้สารที่พัฒนามาจากโพรพิลไทโอยูราซิล (propylthiouracil: PTU derivative) ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเปอร์ออกไซด์ตติยภูมิ (tertiary hydroperoxide: t-HPO) เพื่อให้เกิดอนุมูลอิสระมาใช้ในการเริ่มปฏิกิริยาการก่อตัว จึงอาจทำให้ลดการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นจากสารที่เหลือจากการเกิดปฏิกิริยา (by product) เมื่อใช้สารเอมีนตติยภูมิเป็นสารเร่งปฏิกิริยาได้ นอกจากนี้จากการที่มีส่วนประกอบต่างกันระหว่างชนิดบ่มตัวด้วยแสงกับชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ ทำให้การเปลี่ยนสีหลังแช่ในน้ำกลั่นและไวน์แดงมีความแตกต่างกันไป ซึ่งต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปว่าเกิดจากองค์ประกอบใดในวัสดุ

ในกลุ่มเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม ที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสงนั้น (NxL RvL และ VvL) พบว่าเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ มีการเปลี่ยนแปลงสีจากค่าเริ่มต้นแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการมีองค์ประกอบในส่วนเมทริกซ์ (matrix) ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อว่าการการติดสีที่แตกต่างกันนั้นเกิดจากปัจจัยใด

ส่วนในกลุ่มซีเมนต์ที่มีสีขาวขุ่น เมื่อแช่น้ำกลั่น รีไลเอ็กซ์ยูนิเซ็มแบบแคปซูล (RuD) ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าซีเมนต์ในกลุ่มเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญเกือบทุกเวลาที่ทำการวัดสี ส่วนการเปรียบเทียบเรซินซีเมนต์กลุ่มดั้งเดิมกับแมกเซ็มอีไลท์ (MxD) พบความแตกต่างกันไปในแต่ละผลิตภัณฑ์ จะเห็นว่า MxD ทั้งสองสี เมื่อแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลานานขึ้นจะมีเสถียรภาพของสีที่ลดลงตามไปด้วย คือยิ่งแช่นานก็จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากองค์ประกอบภายในเรซินเมทริกซ์ คือมีมอนอเมอร์เป็นจีพีดีเอ็ม (GPDM: glycerol phosphate dimethacrylate) คือมีกลีเซอรอล (glycerol) เป็นองค์ประกอบอยู่ภายในซึ่งในโมเลกุลของกลีเซอรอลนั้นจะมีหมู่ ไฮดรอกซิล (-OH) 3 หมู่ จึงทำให้ละลายน้ำได้ดี มีสมบัติในการจับกับน้ำได้ดี (hydroscopic) อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ MxD มีการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุด

เมื่อแช่เรซินซีเมนต์ชนิดสีใสในไวน์แดง เรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมกลุ่มที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสงมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่ากลุ่มที่เป็นเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ และเรซินซีเมนต์เน็กซัสทรีที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวสองรูปแบบ ส่วนเรซินซีเมนต์ที่มีสีขาวขุ่นนั้น หลังการแช่ในไวน์แดง พบว่า RuD ซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ มีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยที่สุดทุกช่วงเวลา ส่วนเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม กลุ่มที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสงมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าเรซินซีเมนต์เน็กซัสทรีที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวสองรูปแบบ และ MxD เรซินซีเมนต์กลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นผลมาจากระดับการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่นของซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างกันจากองค์ประกอบภายในของซีเมนต์นั้น ๆ โดยส่วนใหญ่ ส่วนเนื้อพื้นของเรซินซีเมนต์จะประกอบด้วยบิส-จีเอ็มเอ (Bis-GMA) เป็นหลัก ปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งบิสจีเอ็มเอนี้มีความสามารถในการดูดน้ำ[34] และสามารถดูดซับแอลกอฮอล์ได้มากกว่าน้ำมาก ซีเมนต์ที่มีปริมาณของบิสจีเอ็มเอมากกว่าก็อาจทำให้มีการดูดซึมแอลกอฮอล์มากกว่าตามไปด้วย รวมทั้งในไวน์แดงซึ่งมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.4-3.8 โดยส่วนใหญ่เป็นกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) และกรดมาลิก (malic acid)[35] และมีแอลกอฮอล์ปริมาณร้อยละ 9 สามารถทำให้ส่วนเนื้อพื้นอ่อนตัว เกิดการหลุดของสารอัดแทรกได้ง่าย ทำให้ซีเมนต์มีความหยาบที่ผิวและเกิดการสึกกร่อนอย่างรวดเร็ว[36] นอกจากนี้สารสีในไวน์แดงก็มีผลต่อการเปลี่ยนสีที่ผิวและเนื้อวัสดุมากกว่าสารสีอื่น ๆ[28-30] ทำให้เมื่อแช่ชิ้นงานในไวน์แดงจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างชัดเจนมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าในทุกกลุ่มการทดลอง แตกต่างจากเมื่อแช่ในน้ำกลั่นที่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนสีด้วยตาเปล่าเพียงไม่กี่กลุ่ม

นอกจากนี้ชนิด ปริมาณ รูปร่างและขนาดของวัสดุอัดแทรกก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการดูดน้ำของวัสดุอาจส่งผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ได้ โดยเมื่อปริมาณสารอัดแทรกเพิ่มขึ้นความ สามารถในการดูดน้ำจะลดลง[31] ทั้งนี้การที่วาลิโอลิงค์ วีเนียร์ (VvL) ซึ่งมีปริมาณสารอัดแทรกน้อยที่สุด (ตารางที่ 1) แต่มีการเปลี่ยนแปลงสีต่ำที่สุด อาจเกิดจากรูปร่างของสารอัดแทรกที่เป็นทรงกลมขนาดเล็ก (microfill) ทำให้เมื่อเกิดการกร่อนผิวขณะแช่ในไวน์แดงจะได้ผิวที่หยาบน้อยกว่าซีเมนต์ชนิดอื่น ๆ ทำให้สีมีการเปลี่ยนน้อยที่สุด[37] จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าสารละลายที่เรซินซีเมนต์แช่อยู่ก็เป็นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในระยะยาวได้

ส่วนการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างสีที่ต่างกันของเรซินซีเมนต์ หรือเรซินคอมโพสิตแต่ละผลิตภัณฑ์ที่แช่ในสารละลายต่างกัน ณ เวลาต่าง ๆ กันนั้น มีการศึกษามากมาย[19-22] ได้กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์เดียวกัน สีที่อ่อนกว่า (light shade) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีได้ชัดเจนกว่าสีเข้ม (dark shade) และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของสีนั้น จะมากหรือน้อย แตกต่างกันไปในแต่ละผลิตภัณฑ์ จากการทดลองกลุ่มที่เป็นซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสงที่มีสีต่างกันเมื่อแช่สารละลายต่าง ๆ ในระยะยาว จะมีการเปลี่ยนแปลงสีระหว่างสองสีต่ำกว่าซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวสองรูปแบบและเรซินซีเมนต์ในกลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ กล่าวคือสีของซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสงที่ต่างกันอาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อแช่สารละลายต่าง ๆ ในระยะยาว ที่เป็นเช่นนี้ อาจมีผลมาจากระดับการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชั่นของซีเมนต์แต่ละชนิดที่มีความแตกต่างกัน ดังที่กล่าวข้างต้นที่ว่า เรซินซีเมนต์กลุ่มเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟเรซินซีเมนต์ซึ่งมีมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรด และเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวสองรูปแบบ มีระดับการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไร-เซชั่นของเรซินซีเมนต์ค่อนข้างน้อยกว่า จึงมีแนวโน้มในการเปลี่ยนสีมากกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่มีปฏิกิริยาบ่มตัวด้วยแสงเพียงอย่างเดียว แต่ทั้งนี้แม้ว่าบริษัทผู้ผลิตจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของเรซินมอ-นอเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบในแต่ละผลิตภัณฑ์ แต่ก็ไม่ได้เปิดเผยปริมาณของแต่ละชนิดว่ามีอัตราส่วนมากน้อยเท่าไร ดังนั้นหากสามารถจัดเตรียมวัสดุที่ทราบทั้งชนิดและปริมาณของเรซินมอนอเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบมาใช้ทดลองได้ จะทำให้ทราบถึงอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวต่อการดูดน้ำของเรซินซีเมนต์ได้มากยิ่งขึ้น

ในการศึกษานี้ดูผลเปรียบเทียบแยกแต่ละช่วงเวลา แต่เมื่อมองภาพรวมแล้ว พบว่าเรซินซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงสีจากค่าเริ่มต้นมากขึ้นตามระยะเวลาที่แช่ แต่การเปลี่ยนแปลงจะมากหรือน้อยต่างกันไป ขึ้นกับชนิดและสีของซีเมนต์นั้นเอง รวมทั้งสารละลายที่แช่อยู่ด้วย ซึ่งในการจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิกนั้นยังควรต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

สรุป

เรซินซีเมนต์ที่ใช้ในการศึกษานี้แต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีสีแตกต่างกัน เมื่อแช่อยู่ในน้ำหรือไวน์แดงจะมีเสถียรภาพของสีเมื่อเวลาผ่านไปแตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่เรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวสองรูปแบบ และเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอทช์-เซลฟ์แอดฮีสีฟ (ยกเว้นกลุ่ม RuD สีขาวขุ่น) นอกจากนี้เรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ชนิดสีใสจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่าชนิดสีขาวขุ่น และเรซินซีเมนต์กลุ่มที่แช่ในไวน์แดงจะเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่น

งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการระมัดระวังการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ภายใต้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันจากน้ำและไวน์แดง รวมทั้งการให้คำแนะนำผู้ป่วยเกี่ยวกับการเลือกรับประทานอาหารภายหลังการรักษาเพื่อลดการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในทางคลินิกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี และงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมวดทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต ครั้งที่ 1 ปีงบประมาณ 2556

เอกสารอ้างอิง

1. Jacobsen PH, Rees JS. Luting agents for ceramic and polymeric inlays and onlays. Int Dent J. 1992;42:145-9.
2. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. J Esthet Dent. 2000; 12:300-8.
3. Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. J Prosthet Dent. 2001;85:479-84.
4. Lee IB, Um CM. Thermal analysis on the cure speed of dual cured resin cements under porcelain inlays. J Oral Rehabil. 2001;28:186-97.
5. Rasetto FH, Driscoll CF, von Fraunhofer JA. Effect of light source and time on the polymerization of resin cement through ceramic veneers. J Prosthodont. 2001;10:133-9.
6. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. Eur J Oral Sci. 1997;105: 97-116.
7. Pegoraro TA, da Silva NRFA, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. Dent Clin North Am. 2007;51:453-71.
8. Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials. Acta Odontol Scand. 2007;65:201-5.
9. Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. Oper Dent. 1993;18:48-55.
10. Vrochari AD, Eliades G, Hellwig E, Wrbas KT. Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. Dent Mater. 2009;25: 1104-8.
11. Pires JA, Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ, Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. Quintessence Int. 1993;24:517-21.
12. Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G, Latta M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. Eur J Oral Sci. 2004;112:280-5.
13. Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. Oper Dent. 1996;21:73-80.
14. Stamatacos C, Simon JF. Cementation of Indirect Restorations: An overview of resin cements. Compendium. 2013;34:42-6.

15. Hekimoglu C, Anil N, Etikan I. Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. Int J Prosthodont. 2000;13:29-33.
16. Gaintantzopoulou M, Kakaboura A, Loukidis M, Vougiouklakis G. A study on colour stability of self-etching and etch-and-rinse adhesives. J Dent. 2009;37:390-6.
17. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. Dent Mater. 2001;17:296-308.
18. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? J Can Dent Assoc. 2003;69:726-31.
19. Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. J Prosthet Dent. 1998;79:372-7.
20. Seghi RR, Gritz MD, Kim J. Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. Dent Mater. 1990;6:133-7.
21. Brauer GM. Color changes of composites on exposure to various energy sources. Dent Mater. 1988;4:55-9.
22. Kucukesmen HC, Usumez A, Ozturk N, Eroglu E. Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. J Dent. 2008;36:219-23.
23. Doray PG, Wang X, Powers JM, Burgess JO. Accelerated aging affects color stability of provisional restorative materials. J Prosthodont. 1997;6:183-8.
24. Eldiwany M, Friedl KH, Powers JM. Color stability of light-cured and post-cured composites. Am J Dent. 1995;8:179-81.
25. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater. 1987;3:246-51.
26. Sidhu SK, Ikeda T, Omata Y, Fujita M, Sano H. Change of color and translucency by light curing in resin composites. Oper Dent. 2006;31:598-603.
27. Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. Dent Mater. 2001;17:87-94.
28. 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;94:118-24.
29. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. Dent Mater J. 2006;25:371-6.
30. Omata Y, Uno S, Nakaoki Y, Tanaka T, Sano H, Yoshida S. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. Dent Mater J. 2006;25:125-31.
31. Blackham JT, Vandewalle KS, Lien W. Properties of hybrid resin composite systems containing prepolymerized filler particles. Oper Dent. 2009;34:697-702.
32. Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of polymethacrylate networks: Bis-GMA/TEGDM copolymers. J Biomed Mater Res. 1987;21:329-38.
33. Santos C, Clarke RL, Braden M, Guitian F, Davy KWM. Water absorption characteristics of dental composites incorporating hydroxyapatite filler. Biomaterials. 2002;23:1897-904.
34. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. Biomaterials. 2003;24:655-65.
35. Gray A, Ferguson MM, Wall JG. Wine tasting and dental erosion. Aust Dent J. 1998;43:32-4.
36. Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. Dent Mater. 2000;16:62-7.
37. Blackham JT, Vandewalle KS, Lien W. Properties of hybrid resin composite systems containing prepolymerized filler particles. Oper Dent. 2009;34:697-702.

Color stability of different resin cements immersed in distilled water and red wine

Kewalin Patiwetwitoon D.D.S.[1]
Chalermpol Leevailoj D.D.S., M.S.D., ABOD, FRCDT[2]

[1]Graduate student, Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective The purpose of this *in vitro* study was to evaluate color stability of resin cements which have different compositions and shades after immersed in different solutions and various times.

Materials and methods Six resin cements of 2 shades (clear and white opaque) of each product, 4 conventional: Nexus 3 light-cured (NxL); Nexus 3 dual-cured (NxD); RelyX Veneer light-cured (RvL); Variolink Veneer light-cured (VvL) and 2 self-etch-self-adhesive : Maxcem Elite dual-cured (MxD) and RelyX Unicem Aplicap dual-cured (RuD), were used. Twenty round disk specimens (12 mm in diameter, 0.8 mm in height) in each group were prepared. The initial color of each specimens was assessed as baseline color using spectrophotometer (Ultrascan XE, Hunter Lab, USA). Then specimens of each group were divided into 2 subgroups and were immersed in distilled water or red wine at 37°C. After 10 20 30 60 and 90 days, the color changes of resin cement were evaluated comparing to baseline color as ΔE^*. Data were analyzed using 3-way ANOVA.

Results Color change (ΔE^*) of each resin cement was increased when time of immersion in distilled water or red wine was longer. When resin cements were immersed in distilled water, color changes from low to high were NxD, VvL, NxL, RvL, MxD, RuD respectively in the clear shade and RuD, NxD, NxL, VvL, RvL, MxD respectively in the white opaque shade. When resin cements were immersed in red wine, color changes from low to high were VvL, RvL, NxL, RuD, MxD, NxD respectively in the clear shade and RuD, VvL, RvL, NxL, NxD, MxD respectively in the white opaque shade.

Conclusion Color stability of resin cements immersed in different solutions was varied among products in different times. From this study, light-cured resin cements had more color stability than dual-cured and self-etch, self-adhesive resin cements (except RuD white opaque shade). Clear shade resin cement tended to change in color more than white opaque shade. Resin cements immersed in red wine showed higher color change than those in distilled water.

(CU Dent J. 2015;38:35-50)

Key words: *cement; color change; color shade of resin cements; color stability; distilled water; immersed in distilled water; immersed in red wine; red wine; resin cements*

Correspondence to Chalermpol Leevailoj, Chalermpollee@gmail.com