บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิต แต่เนื่องจากการเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นจริงในช่องปากนั้นใช้เวลานาน ดังนั้นในการวิจัยส่วนมากจะใช้วิธีการเร่งให้เรซินคอมโพสิตเปลี่ยนสีซึ่งมี 2 วิธี คือ การเร่งให้เก่าโดยปัจจัยจากภายนอกซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสีภายนอก และการเร่งให้เก่าโดยปัจจัยจากภายในซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสีภายใน การเปลี่ยนสีภายนอกนั้นในทางคลินิกสามารถขจัดออกได้โดยการขัดคราบสีออกจากผิวของเรซินคอมโพสิต ส่วนการเปลี่ยนสีภายในนั้นไม่สามารถขจัดออกได้โดยการขัดและมักเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยต้องการรื้อหรือเปลี่ยนวัสดุบูรณะ (van Noort, 2002) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจเฉพาะการเร่งให้เก่าโดยปัจจัยจากภายใน วิธีที่นิยมได้แก่ การใช้แสงอัลตราไวโอเลต (ADA Specification Number 27, 1977) และการใช้แสงจากหลอดซีนอน (ISO 7491, 2000) แต่เนื่องจากเครื่องมือข้างต้นไม่มีในประเทศไทย ถ้าจะใช้เครื่องมือนี้จะต้องสร้างขึ้นมาเองซึ่งต้องใช้งบประมาณที่สูงมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงไม่สามารถใช้เครื่องมือเหล่านี้ได้

การทดสอบเสถียรภาพของสีโดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตนั้นมักมีปัญหาในเรซินคอมโพสิตที่มีสารดูดแสงอัลตราไวโอเลต (UV-absorber) ทำให้การเร่งให้เก่าไม่ได้ผลและไม่ค่อยเห็นการเปลี่ยนแปลงของสี และในปัจจุบันเรซินคอมโพสิตเกือบทุกชนิดมักมีสารดูดแสงอัลตราไวโอเลตเป็นส่วนประกอบเพื่อคงเสถียรภาพของสี (Asmussen, 1981 ; Craig และ Power, 2002) ดังนั้น Asmussen ในปี 1981 จึงศึกษาวิธีการเร่งให้เรซินคอมโพสิตเก่าและเปลี่ยนสี ซึ่งพบมีค่า ΔE ของเรซินคอมโพสิตจากการแช่น้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน สัมพันธ์กับค่า ΔE จากการแช่น้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 เดือน ดังนั้นจึงใช้การแช่น้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ในการเร่งให้เรซินคอมโพสิตเก่าและเปลี่ยนสีแทนการแช่น้ำเป็นระยะเวลานานๆ การศึกษานี้เป็นที่ยอมรับและมีผู้นำมาใช้ในการหาการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตเพราะทำได้ง่ายและสะดวก (Brauer, 1988 ; Imazato และคณะ, 1995 ; Wayne, Cook และ Chong, 1985 ; Vichi, Ferrari และ Davidson, 2003) แต่จากการศึกษาแบบนำร่องของงานวิจัยนี้ พบว่า เมื่อนำเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อ ได้แก่ Z250 Tetric Ceram และ Esthet X ไปแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ΔE ของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อ มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1 ยูนิต ผู้วิจัยจึงเพิ่มระยะเวลาขึ้นเป็น 2 เดือน

ซึ่งพบว่ามี ΔE เฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยมีค่ามากกว่า 1 ยูนิต ซึ่งจากงานวิจัยของ Seghi, Hewlett และ Kim ในปี 1989 ที่กล่าวว่า ถ้า ΔE มากกว่า 1 ยูนิต จะมีผู้สังเกตครึ่งหนึ่งจากจำนวนผู้สังเกตทั้งหมดสามารถแยกความแตกต่างของสีได้ ผู้วิจัยจึงออกแบบการทดลองให้ใช้เวลาในการทำให้เก่านานขึ้นเป็น 2 เดือน

จากภาพที่ 21 เมื่อเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ชนิดผ่านการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่า L* เฉลี่ยของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยพบว่า Z250 มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นๆ คือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากภาพที่ 22 (a) และ 22 (b) ค่า a* และ ค่า b* มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน ซึ่งค่า a* ของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแสดงว่าหลังการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อมีสีค่อนไปทางสีแดง ส่วนค่า b* ของ Tetric Ceram และ Esthet X มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่า b ของ Z250 มีแนวโน้มลดลง แสดงว่า Tetric Ceram และ Esthet X มีสีค่อนไปทางสีเหลือง และ Z250 มีสีค่อนไปทางสีน้ำเงิน อาจกล่าวได้ว่าในภาพรวม Z250 มีการเปลี่ยนสีค่อนไปทางสีแดงและสีน้ำเงินและมีความสว่างมากขึ้น ส่วน Tetric Ceram และ Esthet X มีการเปลี่ยนสีค่อนไปทางสีแดงและสีเหลืองและไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงความสว่าง

จากภาพที่ 23 แสดงค่าความแข็งผิวเฉลี่ยของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อหลังการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าความแข็งผิวเฉลี่ยของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อที่ใช้ในการทดลองนี้ลดลงค่อนข้างมากในสัปดาห์แรก หลังจากนั้นค่อยๆ ลดลงช้าๆ และเริ่มคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Oysead และ Ruyter ในปี 1986 ซึ่งพบว่าเรซินคอมโพสิต จะมีการดูดน้ำมากที่สุดในช่วงสัปดาห์แรก และจะค่อยๆ ลดลงจนเข้าสู่สมดุลเมื่อเวลาผ่านไป 4-8 สัปดาห์ ซึ่งการดูดน้ำจะทำให้อินทรีย์โพลีเมอร์แมทริกซ์อ่อนตัวและมีความแข็งผิวลดลง (Wu และคณะ, 1984 ; Pearson และ Longman, 1989) จากการทดลองนี้พบว่าในสัปดาห์แรก Z250 มีความแข็งผิวเฉลี่ยลดลงจาก 81.96 $\pm$ 1.64 VHN เป็น 76.96 $\pm$1.17 VHN Tetric Ceram มีความแข็งผิวเฉลี่ยลดลงจาก 57.68 $\pm$ 0.56 VHN เป็น 53.46 $\pm$0.71 VHN และ Esthet X มีความแข็งผิวเฉลี่ยลดลงจาก 60.67 $\pm$ 1.09 VHN เป็น 57.12 $\pm$1.23 VHN และมีความแข็งผิวเฉลี่ยหลังการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ดังนี้คือ Z250 มีความแข็งผิวเฉลี่ยเท่ากับ 77.91 VHN Tetric Ceram มีความแข็งผิวเฉลี่ยเท่ากับ 51.69 VHN และ Esthet X มีความแข็งผิวเฉลี่ยเท่ากับ 54.87 VHN จะเห็นว่า Z250 มีความแข็งผิวเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ Tetric Ceram และ Esthet X

และจากภาพที่ 23 จะเห็นว่าในสัปดาห์แรกหลังการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่าความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อไม่มีการเพิ่มขึ้นเหมือนกับค่าความแข็งผิวจากการทดลองของ Schulze และคณะ ในปี 2003 ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะชิ้นตัวอย่างของงานวิจัยนี้อาจไม่มีการเกิดพอลิเมอร์เพิ่มขึ้น (secondary cured) เหมือนการทดลองของ Schulze และคณะ แต่มีผลจากการดูดน้ำซึ่งชัดเจนกว่าและทำให้ความแข็งผิวลดลงตั้งแต่สัปดาห์แรกที่ทำการทดลอง อาจเป็นเพราะในขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่างของงานวิจัยนี้มีการฉายแสงทั่วชิ้นตัวอย่างทั้งสองด้านรวมเวลาทั้งหมด 5 นาที และขัดผิวด้านนอกของเรซินคอมโพสิตที่อาจเกิดพอลิเมอร์ไม่สมบูรณ์เนื่องจากมีการสัมผัสกับออกซิเจนออกไปหลังการฉายแสง (Ferracane, 2001) จากนั้นนำไปแช่ในน้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาทดสอบเพื่อให้ชิ้นตัวอย่างเกิดพอลิเมอร์สมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้จากการศึกษาของ Lovell และคณะ ในปี 2003 พบว่าเรซินคอมโพสิตที่ได้รับการฉายแสงจากเครื่องฉายแสงที่มีความเข้มแสงสูงๆ จะมีจำนวนคาร์บอนพันธะคู่เหลือจากการเกิดพอลิเมอร์ลดลง เป็นไปได้ว่าความเข้มของแสงที่ใช้ในงานวิจัยนี้เพียงพอที่จะทำให้เกิดพอลิเมอร์ค่อนข้างสมบูรณ์ ดังนั้นหลังการแช่ในน้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จึงไม่เกิดพอลิเมอร์เพิ่มขึ้นอีก

จากภาพที่ 26 (a-f) แสดงค่า ΔE และ ΔH ของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อ พบว่า เมื่อผ่านการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อจะมีค่า ΔE เพิ่มขึ้นและ ΔH ลดลง โดยพบว่า Z250 จะมีค่า ΔE มากกว่า Tetric Ceram และ Esthet X (ภาพที่ 27) อย่างไรก็ดีค่า ΔE ของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อ มีค่าน้อยกว่า 3.3 ยูนิต ซึ่งตามนุษย์ปกติไม่สามารถแยกความแตกต่างนี้ได้ (Ruyter, Nilner และ Moller, 1987) ดังนั้นค่า ΔE ของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อนี้หลังจากการทำให้เก่ายังคงอยู่ในขอบเขตซึ่งยอมรับได้ในทางคลินิก แต่จากงานวิจัยของ Seghi, Hewlett และ Kim ในปี 1989 ที่กล่าวว่า ถ้า ΔE มากกว่า 1 ยูนิต ผู้สังเกตที่ได้รับการฝึกแยกความแตกต่างของสีจำนวนครึ่งหนึ่งจากจำนวนผู้สังเกตทั้งหมดจะสามารถแยกความแตกต่างของสีได้ ΔE ในงานวิจัยนี้ต่างจาก ΔE จากการศึกษาของ Asmussen ในปี 1981 ซึ่งรายงาน ΔE สูงสุดถึง 20.7 ยูนิต แต่สอดคล้องและใกล้เคียงกับการศึกษาของ Vichi, Ferrari และ Davidson ในปี 2003 พบว่า ΔE ของ Tetric Ceram สี A_2 หลังผ่านการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.3 ยูนิต ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปัจจุบันมีการพัฒนาองค์ประกอบแต่ละ

ชนิดของเรซินคอมโพสิต ทำให้เรซินคอมโพสิตมีคุณสมบัติเชิงกลต่างๆ ดีขึ้น มีการดูดน้ำน้อยลงทำให้เสถียรภาพของสีดีขึ้น (Craig และ Power, 2002)

เมื่อนำค่า L* a* และ b* ของเรซินคอมโพสิตแต่ละยี่ห้อมาหาค่า ΔE ณ วันที่ 1 สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 เพื่อดูว่าเรซินคอมโพสิตแต่ละยี่ห้อที่มีเบอร์สีเดียวกันคือ A_2 จะมีสีต่างกันหรือไม่ ได้ผลดังตารางที่ 5 (a-c) พบว่า ในวันที่ 1 เรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อมีสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก เนื่องจากมีค่า ΔE มากกว่า 3.3 ยูนิต แต่เมื่อเวลาผ่านไปจนถึง สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ΔE ระหว่าง Esthet X และ Z250 มีค่าลดลงเรื่อยๆ และน้อยกว่า 3.3 ยูนิต แสดงว่าเมื่อผ่านการแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สีของ Esthet X และ Z250 ไม่มีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก ซึ่งอาจเป็นผลจากการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตทั้ง 2 ยี่ห้อ ที่อาจมีการเปลี่ยนสีจนตำแหน่งของค่าสีใน CIE Color space เข้าใกล้กันมากขึ้น จนไม่มีความแตกต่างกันเมื่อมองด้วยตาเปล่า ความแตกต่างของสีจากตารางที่ 5 (a-c) แสดงให้เห็นว่าถึงแม้เรซินคอมโพสิตแต่ละยี่ห้อที่ใช้จะมีสีเบอร์เดียวกันคือ A_2 แต่เมื่อมองด้วยตาเปล่าจะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยเฉพาะในวันที่ 1 ดังนั้นผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าจำเป็นต้องใช้แผงเทียบสีฟัน (shade guide) ที่จำเพาะกับเรซินคอมโพสิตแต่ละยี่ห้อในการเลือกสีของเรซินคอมโพสิตเพื่อนำมาบูรณะฟัน จึงจะสามารถบูรณะฟันให้มีสีเหมือนกับสีของฟันธรรมชาติ

คุณสมบัติเชิงกลที่เปลี่ยนแปลงทั้งการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตส่วนหนึ่งเป็นผลจากคุณสมบัติการดูดน้ำ ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดน้ำของเรซินคอมโพสิต ได้แก่ ชนิดของอินทรีย์โพลีเมอร์แมทริกซ์ที่เป็นส่วนประกอบ และขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรก โดย Vichi, Ferrari และ Davidson ในปี 2003 พบว่า ยูดีเอมเอดูดน้ำได้น้อยกว่าไตรเอทีลีนไกลคอลไดเมทาคริเลต และเรซินคอมโพสิตที่มีขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรกที่เล็กจะดูดน้ำมากกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรกที่ใหญ่ ส่วน Pearson และ Longman ในปี1989 และ Indrani และคณะ ในปี 1995 พบว่า ยูดีเอมเอดูดน้ำได้น้อยกว่าบีส-จีเอมเอ นอกจากนี้ปริมาณวัสดุอัดแทรกก็มีผลต่อการดูดน้ำ โดย Oysead และ Ruyter ในปี 1986 พบว่า เรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกสูง จะมีอัตราการดูดน้ำที่น้อยกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกต่ำ ซึ่งตรงกันข้ามกับผลการทดลองของ Yab และ Wee ในปี 2002 ซึ่งพบว่า เรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกสูง จะมีพื้นที่ผิวระหว่างอินทรีย์โพลีเมอร์แมทริกซ์และวัสดุอัดแทรกมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ดูดน้ำได้มากขึ้น ในงานวิจัยนี้การเปลี่ยนสีและความแข็งผิวมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก อาจเป็นเพราะมีการดูดน้ำที่ค่อนข้างน้อย เนื่องมาจากมีการปรับ

ปรุงคุณสมบัติขององค์ประกอบในเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด เช่น เรซินคอมโพสิตมีขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรกที่ละเอียด โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 0.01-3.5 ไมครอน และมีปริมาณวัสดุอัดแทรกที่ค่อนข้างสูง คือร้อยละ 60 โดยปริมาตร ทำให้มีการดูดน้ำน้อยลง

เมื่อเรซินคอมโพสิตมีการดูดน้ำทำให้การยึดระหว่างอินทรีย์โพลีเมอร์แมริกซ์และวัสดุอัดแทรกลดลง (Kalchandra, 1989) การดูดน้ำทำให้เกิดช่องว่างเล็กๆ (gap) เนื่องจากการเสื่อมของสารควบคู่ที่ยึดระหว่างอินทรีย์โพลีเมอร์แมทริกซ์และวัสดุอัดแทรก ทำให้มีเกิดการเปลี่ยนแปลงดัชนีการหักเหของแสง (refractive index) สีของวัสดุจะทึบแสง นอกจากนี้อาจทำให้ของเหลวที่มีสีต่างๆซึมเข้าไปในช่องว่างเล็กๆนั้นได้ง่ายขึ้น เรซินคอมโพสิตจึงเกิดการเปลี่ยนสี (Soderholm, 1983) การเกิดพอลิเมอร์ที่ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดการดูดน้ำ (Pearson และ Longman, 1989) และทำให้มีจำนวนคาร์บอนพันธะคู่เหลือมากขึ้น (Imazato และคณะ, 1995) การมีคาร์บอนพันธะคู่เหลือจากการเกิดพอลิเมอร์ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของคาร์บอนพันธะคู่ที่เหลือกลายเป็นเปอร์ออกไซด์ที่มีสี (Buchalla และคณะ, 2002) นอกจากการดูดน้ำแล้วเรซินคอมโพสิตยังสามารถละลายน้ำได้ โดย Soderholm ในปี 1983 พบว่ามีไอออนบางชนิด เช่น ซิลิกา หลุดออกมาจากเรซินคอมโพสิตเมื่อแช่เรซินคอมโพสิตในน้ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้คุณสมบัติเชิงกลอื่นๆของเรซินคอมโพสิตเปลี่ยนแปลง Pearson และ Longman ในปี 1989 พบว่า การดูดน้ำและการละลายน้ำทำให้ความแข็งผิวลดลง และนอกจากนี้ความร้อนของน้ำที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสในงานวิจัยนี้อาจทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายของแคมโฟควิโนน และทำให้คาร์บอนพันธะคู่ที่เหลือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเป็นเปอร์ออกไซด์ที่มีสี ดังนั้นเรซินคอมโพสิตจึงเกิดการเปลี่ยนสีได้แม้ไม่ได้รับแสง (Ferracane, Moser และ Greener,1985) ในงานวิจัยนี้การเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวน่าจะเป็นผลมาจากการดูดน้ำ ซึ่งทำให้มีการเสื่อมของสารควบคู่ นอกจากนี้การละลายน้ำและการเกิดเปอร์ออกไซด์ที่มีสีจากคาร์บอนพันธะคู่ที่เหลือหลังการเกิดพอลิเมอร์ก็น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวเช่นเดียวกัน

จากภาพที่ 29-31 พบว่าหลังจากแช่เรซินคอมโพสิตในน้ำปราศจากไอออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์จะมีการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวลดลง และระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม โดย Z250 มีค่า Pearson Correlation -0.770 Tertic Ceram มีค่า Pearson Correlation -0.527 และ Esthet X มีค่า Pearson Correlation -0.645 นั่นคือ ถ้ามีการเปลี่ยนสีเพิ่มขึ้น ความแข็งผิวจะลดลง แต่จากข้อมูลทั่วไปในผลการทดลองตอนที่ 1 พบว่า การเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวเกิดขึ้นชัดเจนในช่วง

สัปดาห์แรก หลังจากนั้นจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งข้อสังเกตว่า การเปลี่ยนสีและความแข็งผิวมีความสัมพันธ์กันเฉพาะในช่วงแรกที่แช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสหรือไม่ จึงได้ทำการแยกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง 0-1 สัปดาห์ และช่วง 2-8 สัปดาห์ ได้ผลดังภาพที่ 32-34 ซึ่งพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของ Z250 มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามทั้งสองช่วง โดยช่วง 0-1 สัปดาห์มีค่า Pearson Correlation –0.951 ในขณะที่ช่วง 2-8 สัปดาห์ มีค่า –0.599 ซึ่งมีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของ Tetric Ceram มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามเฉพาะช่วงแรก โดยช่วง 0-1 สัปดาห์ มีค่า Pearson Correlation –0.725 ในขณะที่ช่วง 2-8 สัปดาห์ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของ Esthet X มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามเฉพาะช่วงแรกเช่นเดียวกับ Tetric Ceram โดยช่วง 0-1 สัปดาห์ มีค่า Pearson Correlation –0.743 ในขณะที่ช่วง 2-8 สัปดาห์ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน แสดงว่า ในช่วงสัปดาห์แรกอาจมีการดูดน้ำค่อนข้างมาก ทำให้มีการเปลี่ยนสี และความแข็งผิวลดลง หลังจากนั้นการดูดน้ำลดลงจึงไม่ค่อยมีการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวทำให้ไม่มีความสัมพันธ์กันในช่วง 2-8 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Oysead และ Ruyter ในปี 1986 ซึ่งพบว่า เรซินคอมโพสิตจะมีการดูดน้ำมากที่สุดในช่วงสัปดาห์แรก และจะค่อยๆลดลงจนเข้าสู่สมดุลเมื่อเวลาผ่านไป 4-8 สัปดาห์ แต่ผลการทดลองนี้ต่างกับการทดลองของ Schulze และคณะในปี 2003 ซึ่งใช้เวลาในการทำการทดลอง 5 วัน พบว่า การเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกันเลย แต่เรซินคอมโพสิตมีการเปลี่ยนสี และในขณะเดียวกันความแข็งผิวก็เพิ่มขึ้นด้วย ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะช่วงเวลาที่ทำการทดสอบเป็นช่วงเวลาที่ค่อนข้างสั้นการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวอาจมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจน ทำให้ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิต

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่องปากจากการรับประทานอาหารร้อนและเย็น อาจเป็นการเร่งให้เรซินคอมโพสิตเก่าและเปลี่ยนสี จากผลการวิจัยเมื่อมีการเปลี่ยนสีจะมีความแข็งผิวลดลง โดยเฉพาะในช่วงแรกที่มีการสัมผัสกับของเหลวและความชื้นในช่องปาก ดังนั้นถ้าเห็นการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตในช่องปาก อาจต้องคำนึงถึงการลดลงของความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตด้วย ซึ่งเกิดขึ้นได้ในเรซินคอมโพสิตบางยี่ห้อ ผลจากงานวิจัยนี้อาจนำไปใช้ในการแนะนำผู้ป่วยว่าเมื่อเห็นการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการขัด อาจจะมีคุณสมบัติเชิงกลบางอย่างเปลี่ยนแปลง เช่น

อาจมีความแข็งผิวลดลงซึ่งอาจทำให้เกิดการสึกของวัสดุบูรณะเร็วขึ้น และทำให้เกิดผลเสียอื่นๆ ตามมาในภายหลัง อย่างไรก็ดีในการแนะนำผู้ป่วยให้รื้อหรือเปลี่ยนวัสดุบูรณะควรคำนึงถึงผลเสียอื่นที่อาจมีผลเสียมากกว่าการสึกของวัสดุบูรณะ เช่น การรั่วซึมตามขอบของวัสดุอุด (marginal leakage) และการเสื่อมของสารยึด ซึ่งอาจเกิดผลเสียโดยทำให้มีการรั่วซึมของของเหลวและน้ำลาย เป็นผลให้เกิดฟันผุซ้ำใต้วัสดุบูรณะ ซึ่งมีผลเสียมากกว่าการลดลงของความแข็งผิวที่ทำให้เกิดการสึก ดังนั้นถึงแม้ยังไม่เห็นการเปลี่ยนสีแต่ถ้าเห็นการรั่วซึมตามขอบของวัสดุบูรณะก็ควรแนะนำให้ผู้ป่วยเปลี่ยนวัสดุบูรณะทันที

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวในอนาคตควรศึกษาหาวิธีที่สามารถทำให้เรซินคอมโพสิตเก่าและเปลี่ยนสีอย่างได้ชัดเจนมากขึ้น และสภาวะในการเร่งให้เก่าควรเลียนแบบสภาวะแวดล้อมในช่องปากได้ด้วย นอกจากนี้ผลการวิจัยควรจะทำนายความแข็งผิวโดยใช้การเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตเป็นตัวบ่งชี้ได้ โดยเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression) ซึ่งจะต้องหาปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิว และใช้จำนวนชิ้นตัวอย่างมากพอ เพื่อสร้างสมการทำนายผลออกมา นอกจากนี้ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดน้ำต่อการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิต เพื่อศึกษาว่าอัตราการดูดน้ำมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตมากน้อยเพียงใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิต ชนิดไมโครไฮบริด 3 ยี่ห้อ คือ Z250 Tetric Ceram และ Esthet X โดยการนำไปแช่น้ำปราศจากอิออนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า

1. การเปลี่ยนสีของ Z250 มีค่า ΔE เฉลี่ยประมาณ 2.29 ยูนิต Tetric Ceram มีค่า ΔE เฉลี่ยประมาณ 0.56 ยูนิต Esthet X มีค่า ΔE เฉลี่ยประมาณ 0.97 ยูนิต ซึ่งการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อ มีค่าน้อยกว่า 3.3 ยูนิต แสดงว่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
2. ความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อมีค่าลดลงค่อนข้างมากในช่วงสัปดาห์แรก โดยเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแข็งผิวลดลงใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วงประมาณ 5.92-6.47 VHN หลังจากนั้นจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิว
3. การเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนแปลงความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ยี่ห้อมีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม นั่นคือ ถ้ามีการเปลี่ยนสีเพิ่มขึ้น ความแข็งผิวจะลดลง โดยที่ Z250 มีค่า Pearson correlation –0.770 ส่วน Tetric Ceram มีค่า –0.527 และ Esthet X มีค่า –0.645 เมื่อแยกวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็น 2 ช่วง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของ Z250 ช่วงสัปดาห์แรก มีค่า Pearson correlation เป็น –0.951 ในขณะที่ช่วง 2-8 สัปดาห์ มีค่า –0.599 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของ Tetric Ceram ช่วงสัปดาห์แรก มีค่า Pearson correlation –0.725 ส่วนช่วง 2-8 สัปดาห์ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีและความแข็งผิวของ Esthet X ช่วงสัปดาห์แรก มีค่า Pearson correlation –0.743 ส่วนช่วง 2-8 สัปดาห์ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย