

ผลของสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมต่อความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์

Effect of Indirect Resin Composite Color on Early Microhardness of Resin Cement

มาศพงศ์ วงศ์เพชรชาติ¹, สุธิดา ตันศิริรุ่งเรือง², ปาวิศุทธิ์ แก่นจันทร์³, วีรณัฐ ทองงาม³

¹แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลมะขาม จังหวัดจันทบุรี

²แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลบ้านแพ้ว (องค์การมหาชน) จังหวัดสมุทรสาคร

³ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Massapong Wongpetcharat¹, Suthida Tunsiriroongruang², Pavisuth Kanjantra³, Weeranuch Thong-ngarm³

¹Dental Department, Makham Hospital, Chanthaburi

²Dental Department, Banphaeo Hospital (Public Organization), Samutsakhon

³Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2557; 35(1) : 77-85

CM Dent J 2014; 35(1) : 77-85

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของสีของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมต่อค่าความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์ที่ใช้ในการยึดติดชิ้นงาน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: เตรียมชิ้นงานเรซินคอมโพสิตโดยอ้อม อะโดโรแผ่นทรงกลม (เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร) 4 กลุ่มแบ่งตามสีที่ต่างกัน 4 สี กลุ่มที่ 1 สีทรานสพาเคลียร์ 1 กลุ่มที่ 2 สีเอ 1 กลุ่มที่ 3 สีเอ 4 และกลุ่มที่ 4 สีดี 4 นำชิ้นงานอะโดโรแต่ละสีวางทับลงบนเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็นที่บรรจุในแม่พิมพ์โลหะทองเหลือง (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรลึก 0.5 มิลลิเมตร) กลุ่มละ 6 ชิ้นสำหรับ 4 กลุ่มทดสอบ ฉายแสงเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็นผ่านชิ้นงานอะโดโรเรซินคอมโพสิตเป็นเวลา 20 วินาที หลังเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็นแข็ง

Abstract

Purpose: To determine the influence of the color of resin composite restorative materials on the early microhardness of the resin cement used to lute indirect resin composite restorations.

Materials and methods: Four composite discs (2 mm thick and 8 mm in diameter) were prepared from four different colors of indirect resin composites (Adoro®) : Group 1, Transpa clear 1 (TS1) shade; Group 2, A1 shade; Group 3, A4 shade; and Group 4, D4 shade. Six specimens of Multilink® N resin cement were prepared in brass molds (0.5 mm thick and 6 mm in diameter) for each of the four experimental groups. All spec-

Corresponding Author:

ปาวิศุทธิ์ แก่นจันทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

Pavisuth Kanjantra

Assistant Professor Dr., Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

E-mail: pavisuth.k@cmu.ac.th

ตัวเป็นเวลา 9 นาทีนำชิ้นงานเรซินซีเมนต์ไปทดสอบค่าความแข็งระดับจุลภาคแบบนูน นำค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทุกคู่

ผลการศึกษา: สีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมมีผลต่อค่าความแข็งระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) สีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ให้ค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคระดับต้นของเรซินซีเมนต์มากที่สุดคือสีทรานสพาเคลิียร์ 1 ตามด้วยสีเอ 1 สีดี 4 และสีเอ 4 ตามลำดับ

บทสรุป: สีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมมีผลต่อค่าความแข็งระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์

คำสำคัญ: เรซินคอมโพสิตโดยอ้อม ค่าความแข็งระดับจุลภาคแบบนูน เรซินซีเมนต์

imens in each group were light-cured through different compositediscs for 20 seconds. Nine minutes after the curing process the resin cement surfaces were tested with a Knoop microhardness testing machine. The means of the microhardness tests of all groups were analyzed using One - Way ANOVA and the Tukey multiple comparison test.

Results: The Knoop microhardness of the resin cement was significantly influenced by the color of the indirect resin composites ($p < 0.05$). Cured resin cement underneath the TS1 shade indirect resin composite disc exhibited the highest mean microhardness, followed by the A1, D4 and A4 shades, respectively.

Conclusions: The color of an indirect resin composite has an effect on the microhardness of the underlying resin cement.

Keywords: indirect resin composite, Knoop microhardness, resin cement

บทนำ

การบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต (resin composite) สามารถใช้เรซินคอมโพสิตบูรณะฟันโดยตรง (direct resin composite) ในการอุดฟัน และเรซินคอมโพสิตโดยอ้อม (indirect resin composite) ทดแทนการใช้วัสดุอมัลกัม (amalgam) ในกรณีที่ต้องการความสวยงามจากชิ้นงานบูรณะ การสร้างชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมมีข้อบ่งชี้ในการบูรณะฟันที่มีรอยโรคขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ซึ่งมีปัญหาเกิดการแตกหักหากบูรณะด้วยใช้เรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟันโดยตรง โดยขึ้นรูปด้วยซีฟิ่งบนแม่แบบ (die) สามารถแต่งเค้ารูป (contour) โดยเฉพาะด้านประชิดให้มี ความแนบสนิทพอดีกับฟันข้างเคียงได้ดี โดยเฉพาะในฟันหลังที่เข้าบูรณะได้ยาก มีคุณสมบัติเชิงกลด้านความแข็งแรง ทนต่อการสึก (wear resistance) สูงกว่าเรซินคอมโพสิตบูรณะฟันโดยตรง ข้อด้อยของวัสดุที่ต้องมีการแก้ไขคือการหดตัวจากปฏิกิริยาการก่อตัว (polymerization reaction) ของ

วัสดุ ต้องกรอแต่งเนื้อฟัน (dentin) มากกว่าเรซินคอมโพสิตบูรณะฟันโดยตรง^(1,2) ชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมสามารถสร้างชิ้นงานได้ทั้งชิ้นงานคอมโพสิตวีเนียร์ (composite veneer) คอมโพสิตอินเลย์ (composite inlay) คอมโพสิตออนเลย์ (composite onlay) และครอบฟันคอมโพสิต (composite crowns) อย่างไรก็ตามชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมยังมีคุณสมบัติเชิงกลและกายภาพด้อยกว่าชิ้นงานบูรณะโดยอ้อมที่สร้างจากเซรามิกส์ (ceramics) และกระเบื้องเคลือบบนโลหะ (porcelain-fused-to metal) แต่ชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมให้ความสวยงามที่ยอมรับได้และมีราคาถูกกว่าวัสดุข้างต้น จึงยังเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการใช้ชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมให้กับผู้ป่วย^(3,4)

ในปัจจุบันมีการพัฒนาคุณสมบัติเชิงกลและกายภาพชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมให้ดีขึ้นไม่แตกต่างจากเรซินคอมโพสิตบูรณะฟันโดยตรงด้านความสวยงามและความ

แบบสนธิบริเวณขอบ⁽⁵⁾ การพัฒนาโครงสร้าง ส่วนประกอบ วิธีการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวด้วยความร้อน ความดัน ลด การเกิดออกซิเจนขณะก่อตัว ช่วยทำให้ชิ้นงานบูรณะเรซิน-คอมโพสิตโดยอ้อมเกิดการหดตัวจากปฏิกิริยาการก่อตัวลดลง สามารถสร้างรูปร่างของชิ้นงานบูรณะให้แนบสนิทกับเนื้อฟันมากขึ้น^(3,4)

เรซินซีเมนต์ (resin cements) ใช้ยึดติดชิ้นงานบูรณะ โดยอ้อมกับเนื้อฟัน เพราะเรซินซีเมนต์สามารถยึดติดได้ดีทั้งเนื้อฟัน เคลือบฟัน (enamel) ชิ้นงานบูรณะ เซรามิกส์ โลหะ และเรซินคอมโพสิตโดยอ้อม⁽⁶⁾ มีคุณสมบัติที่ดีทั้งด้านความสวยงาม การยึดติด ความแข็งแรงดัดงอ (flexural strength) ความแข็งแรงกด (compressive strength) และมีการละลายตัวต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับซีเมนต์ที่ใช้ยึดติดชิ้นงานในทางทันตกรรมชนิดอื่น^(7,8) สิ่งที่ทำให้คุณสมบัติของเรซินซีเมนต์เกิดการยึดติดที่ดีประการหนึ่งคือค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน (Degree of conversion) เป็นการแสดงร้อยละของพันธะคาร์บอนคู่ (carbon double bond, C=C) ในมอนอเมอร์ (monomer) ที่แตกตัวไปเป็นพันธะคาร์บอนเดี่ยว (carbon single bond, C-C) และเกิดเชื่อมต่อกันเป็นสายโพลีเมอร์ (polymer) ซึ่งค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันสามารถบอกได้ว่าเรซินซีเมนต์นั้นเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวมากน้อยเพียงใด ถ้ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันมากจะส่งผลให้วัสดุมีความแข็งแรง ความต้านทานต่อการสึก ความแข็งผิว อีลาสติกโมดูลัส (elastic modulus) ความแข็งแรงดัดงอ (flexural strength) สูง^(9,10) โดยปัจจัยที่มีผลต่อค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันมีหลายปัจจัย เช่น ชนิดของเรซินซีเมนต์ องค์ประกอบของเรซินซีเมนต์ ปริมาณของเซนซิไทเซอร์ (sensitizer) ความหนืด ชนิดของสารตั้งต้น (initiator) และสารยับยั้ง (inhibitor)⁽⁹⁾ การเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวต่างกัน ความหนาของชิ้นงานบูรณะ เป็นต้น⁽⁸⁾ มีการศึกษาพบว่าเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงร่วมกับบ่มด้วยตัวเอง (dual-cure resin cement) จะมีค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันที่มากกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยตัวเอง (self-cure resin cement)^(8,10) ซึ่งการหาค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันสามารถวัดได้โดยตรงจากการใช้โฟเรียทรานส์ฟอร์มเมอร์อินฟราเรดสเปกโตรสโคปิก (Fourier Transformation Infrared Spectroscopic, FTIR) โดย

วัดค่าพันธะคาร์บอนคู่ของวัสดุก่อนและหลังการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวของวัสดุ นอกจากนี้ยังสามารถวัดโดยอ้อมได้จากการทดสอบความแข็งระดับจุลภาค (microhardness) บนพื้นผิวของเรซินซีเมนต์⁽¹¹⁻¹³⁾

การทดสอบความแข็งระดับจุลภาคเป็นการทดสอบความแข็งโดยใช้หัวกด (Static Indentation Test) ใช้น้ำหนักกดไม่เกิน 1 kgf (1 kgf (kilogramforce) = 9.81 N (Newton)) ได้แก่การทดสอบความแข็งระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์ส (Vickers microhardness) เป็นการทดสอบโดยใช้หัวกดเพชรรูปทรงปิรามิด ที่มีมุม 136° รอยกดมีความลึกประมาณ 1 ใน 7 ของเส้นทแยงมุม เหมาะสำหรับโลหะที่มีความแข็งสูง และการทดสอบความแข็งระดับจุลภาคแบบนูฟ (Knoop microhardness) ใช้หัวกดเพชรรูปปิรามิดที่ทำมุม 130° และ 172.5° หัวกดแบบนูฟทำให้เกิดรอยกดรูปผลึกขนมเปียกปูน (rhombohedral) มีสัดส่วนระหว่างด้านยาวต่อด้านสั้นที่ 7:1 ความลึกของรอยกดอยู่ที่ 1/30 ของความยาว เหมาะสำหรับวัสดุโพลีเมอร์ การทดสอบความแข็งระดับจุลภาคแบบนูฟวัดเฉพาะด้านยาวของรอยกดและใช้คำนวณในสูตรข้างต้นเพื่อหาค่าความแข็งในหน่วย KHN โดยปกติแล้ว การทดสอบความแข็งระดับจุลภาคแบบนูฟถูกนำไปใช้ในงานคล้ายคลึงกับการทดสอบความแข็งระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์ส แต่ลักษณะของหัวกดที่ทำให้รอยกดมีเส้นทแยงมุมด้านหนึ่งยาวกว่าอีกด้านหนึ่งถึง 7 เท่าและมีความลึกเพียง 1 ใน 30 ของเส้นทแยงมุมด้านยาวนี้ ทำให้การทดสอบความแข็งระดับจุลภาคแบบนูฟเหมาะสมกับการทดสอบความแข็งระดับจุลภาค เพราะเส้นทแยงมุมที่ยาวขึ้นนี้ทำให้วัดด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscope) ง่ายขึ้น⁽¹⁴⁾

การศึกษาค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันพบว่าความหนาของชิ้นงานเซรามิกส์ที่มีสีต่างกันส่งผลต่อความแข็งระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ⁽¹⁵⁾ ในขณะเดียวกันมีการศึกษาเปรียบเทียบสีของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตฟิลเท็กแซด 250 (Filtek™ Z250, 3M ESPE, USA) สำหรับอุดฟันนำมาทำเป็นแผ่นชิ้นงานบูรณะโดยอ้อม ใช้ทดสอบการแข็งตัวของเรซินซีเมนต์เมื่อใช้ยึดชิ้นงานบูรณะ พบว่าไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของเรซินซีเมนต์ข้างใต้⁽¹⁶⁾ มีการศึกษาพบว่าเมื่อความหนาของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมเพิ่มขึ้นความแข็งระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ลด

ลง⁽¹⁷⁾ โดยยังพบว่าแสงที่ส่องผ่านชิ้นงานบูรณะเรซินคอม-โพสิตความหนา 4 และ 5 มิลลิเมตรไม่เพียงพอที่จะทำให้เรซินซีเมนต์ข้างใต้เกิดปฏิกิริยาการก่อตัวที่ดี ต้องอาศัยปฏิกิริยาการก่อตัวทางเคมีช่วย แต่ยังไม่พบการศึกษาผลของสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมต่อค่าความแข็งระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์

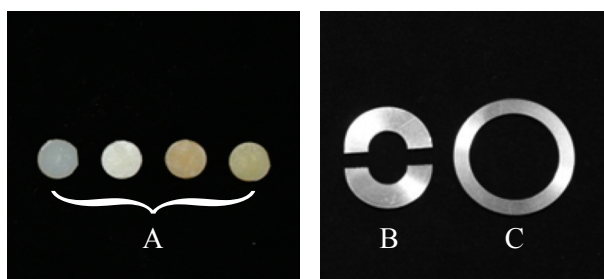
การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมต่อความแข็งระดับจุลภาคระยะต้น (early microhardness) ของเรซินซีเมนต์โดยมีสมมติฐานงานวิจัยคือสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ต่างกันมีผลต่อความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

สร้างแบบโลหะเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel mold) รูปวงแหวนผ่าซีก 2 ด้านประกบเข้าด้วยกัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 8 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร และกำหนดตำแหน่งการวางแบบโลหะโดยการสร้างวงแหวนเหล็กกล้าไร้สนิมสำหรับสวมครอบด้านนอกแบบโลหะ

จากนั้นนำอะโดโร (Adoro®, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) สีทรานสพาเคลียร์ 1 (Transpa clear1) อุดลงในแบบโลหะที่เตรียมไว้ ฉายแสง 20 วินาที แล้วนำเข้าเครื่องอบแสงร่วมกับความร้อนอะโดโร (Lumamat® 100, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) เพื่อให้วัสดุเกิดปฏิกิริยาก่อตัวสมบูรณ์เป็นเวลา 25 นาที ทำซ้ำโดยใช้สีเอ 1 (A1) เอ 4 (A4) และดี 4 (D4) ตามลำดับ ดังรูปที่ 1

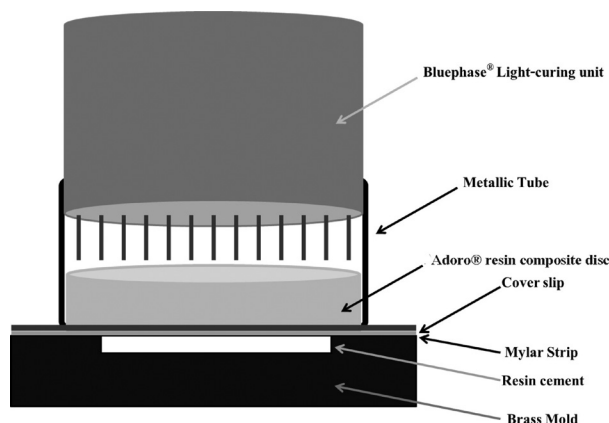
เตรียมแม่พิมพ์โลหะทองเหลือง (brass mold) ที่มีช่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ลึก 0.5 มิลลิเมตร สำหรับฉีดเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็น (Multilink® N, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) เข้าไปในแม่พิมพ์โลหะทองเหลือง ควบคุมปริมาณให้เท่ากันทุกชิ้นงานโดยการวัดระยะและทำเครื่องหมายที่ด้านฉีด วางทับด้วยแผ่นพลาสติกใส กระดาษฟอยล์ และชิ้นงานเรซินคอมโพสิตอะโดโรตามลำดับ กดด้วยตุ้มน้ำหนัก 200 กรัม นาน 30 วินาที โดยกลุ่มที่ 1 ฉายแสง 20 วินาที ห่างจากชั้นทดสอบ 5 มิลลิเมตร ตามคำแนะนำของบริษัท ด้วยเครื่องฉายแสงบลูเฟส (Bluephase®, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ผ่านชิ้นงานเรซินคอมโพสิตอะโดโรสีทรานสพาเคลียร์ 1 กลุ่มที่ 2 ฉายแสงผ่าน



รูปที่ 1 แสดงการเตรียมชิ้นงานเรซินคอมโพสิตอะโดโรโดยอ้อม; A, ชิ้นงานสีทรานสพาเคลียร์ 1 เอ 1 เอ 4 และดี 4 ตามลำดับ; B, แบบโลหะเหล็กกล้าไร้สนิมรูปวงแหวนผ่าซีก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 8 มิลลิเมตร; C, วงแหวนเหล็กกล้าไร้สนิม สำหรับสวมครอบนอกแบบโลหะ

Figure 1 Show the disc specimens from Adoro® indirect resin composite; A, specimens: shades Transpa clear1, A1, A4 and D4, respectively; B, stainless steel mold which can be splitted in half (8 mm in internal diameter); C, outer stainless steel ring using to hold stainless steel mold

ชิ้นงานเรซินคอมโพสิตอะโดโรสีเอ 1 กลุ่มที่ 3 ฉายแสงผ่านชิ้นงานเรซินคอมโพสิตอะโดโรสีเอ 4 และกลุ่มที่ 4 ฉายแสงผ่านอะโดโรสีดี 4 กลุ่มละ 6 ชิ้นทดสอบ เพื่อให้เรซินซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาการก่อตัวจากการฉายแสง ดังรูปที่ 2 รายละเอียดส่วนประกอบของเรซินคอมโพสิตอะโดโรและเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็นดังตารางที่ 1 นำชิ้นงานเรซินคอมโพสิตอะโดโร กระดาษฟอยล์ และแผ่นพลาสติกใสออกจากผิวหน้าของเรซินซีเมนต์ เก็บชิ้นทดสอบเรซินซีเมนต์ในภาชนะที่ปิดแสง ทั้งให้เกิดการแข็งตัวเป็นเวลา 9 นาที เพื่อให้เกิดการก่อตัวชนิดเกิดปฏิกิริยาด้วยสารเคมี (setting time of self-curing) ของเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็นที่บริษัทแนะนำ⁽¹⁸⁾ นำชิ้นงานเรซินซีเมนต์ที่บรรจุในแม่พิมพ์โลหะทองเหลืองไปทดสอบค่าความแข็งระดับจุลภาคแบบนูนๆ โดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งระดับจุลภาค (microhardness tester : STARTECH SMV-1000, Guiyang Sunpoc International Trade Co., Ltd., China) ด้วยแรงกด 10 กรัม นาน 10 วินาที เป็นจำนวน 10 จุดต่อหนึ่งชิ้นงาน โดยกำหนดให้รอยกดห่างกัน 100 ไมครอน (micron) บันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 2 แสดงภาพการเตรียมชิ้นงานเรซินซีเมนต์เพื่อนำไปทดสอบความแข็งระดับจุลภาคระยะต้น

Figure 2 Show the diagram of set-up for light-curing of resin cement for early microhardness test

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

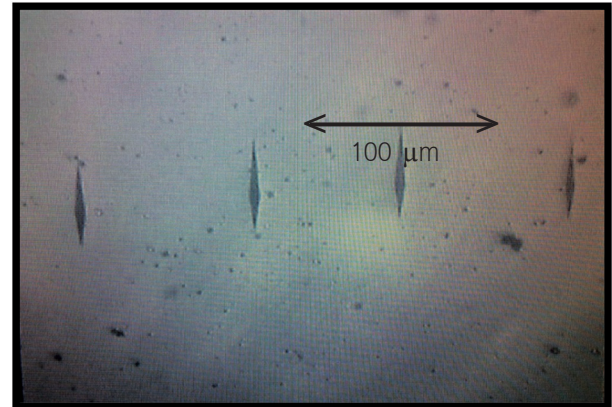
Table 1 Shows the composition of experimental materials

Materials	Company	Composition
Adoro®	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	- Dimethacrylate (17–19 wt.%) - Copolymer and silicon dioxide (82–83 wt.%) - Additional contents: stabilizers, catalysts and pigments (<1 wt.%) - Content of inorganic fillers: 64–65 wt.% /46– 47 vol.%. Particle size: 10–100 nm.
Multilink® N	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	<u>Monomer</u> - Dimethacrylate and HEMA <u>Content of inorganic fillers</u> - Barium glass, ytterbium trifluoride, spheroid mixed oxide - Approximately 40 vol.% - Particle size is 0.25-3.0 µm. Mean particle size is 0.9 µm.

นำค่าความแข็งระดับจุลภาคที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการจำแนกความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างสีที่ต่างกันของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมต่อค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทุกคู่ (Tukey multiple comparison test)

ผลการศึกษา

ลักษณะรอยกดที่ได้จากการทดสอบความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นดังแสดงในรูปที่ 3 โดยแต่ละรอยกดมีระยะห่าง 100 ไมครอน



รูปที่ 3 ลักษณะที่ได้จากการทดสอบความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์

Figure 3 Early microhardness indentation of resin cement

ค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ทำให้ค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์มากที่สุด คือสีทรานสพาเคียร์ 1 (30.84 ± 1.11 kg/mm²) ตามด้วยสีเอ 1 (24.49 ± 0.56 kg/mm²) สีดี 4 (19.74 ± 0.36 kg/mm²) และสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ทำให้ค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์น้อยที่สุด คือ สีเอ 4 (13.46 ± 0.31 kg/mm²)

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่าสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ต่างกันมีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทุกคู่ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าค่าความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์ของทุกกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของ เรซินซีเมนต์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละ กลุ่มการทดลอง

Table 2 Show the average early microhardness of resin cements and standard deviations in experimental groups

The color of indirect resin composites	Means of early microhardness of resin cements (kg/mm ²)
Transpa Clear 1	30.84 ± 1.11 ^a
A1	24.49 ± 0.56 ^b
A4	13.46 ± 0.31 ^c
D4	19.74 ± 0.36 ^d

Groups with different upper case superscripts are statistically different (p<0.05)

บทวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้การวัดค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยา โพลีเมอร์ไรเซชันโดยวิธีอ้อมจากการวัดความแข็งระดับ จุลภาคแบบนูนๆ เนื่องจากการศึกษาพบว่าการวัดด้วยวิธีนี้ สามารถใช้เทียบเคียงค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์- ไรเซชันได้ดีที่สุด⁽¹⁹⁾ เนื่องจากการวัดความแข็งระดับจุลภาค แบบนูนๆเหมาะสมในการทดสอบชิ้นงานที่มีความบางมาก จำเป็นต้องใช้แรงกดต่ำจึงทำให้เกิดรอยกดที่มีขนาดเล็กแต่ คมชัดเมื่อมองผ่านกล้องขยายที่ตัวเครื่อง ส่วนการวัดความ แข็งระดับจุลภาคแบบวิกเกอร์สต้องใช้กับชิ้นงานทดสอบที่มี ความหนามากกว่า 3 มิลลิเมตร⁽²⁰⁾

ชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมด้านบดเคี้ยวควร มีความหนาน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร⁽²¹⁾ และถ้ามีความหนาถึง 4 มิลลิเมตรในบริเวณโพรงฟันด้านประชิดซึ่งแสงไม่สามารถ ส่องผ่านถึง⁽⁸⁾ ความหนาของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิต ที่มากกว่า 2 มิลลิเมตรมีผลทำให้แสงส่องผ่านได้น้อยลง⁽²²⁾ มีการศึกษาพบว่าค่าความแข็งระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ ชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับบ่มด้วยตัวเอง เมื่อส่องผ่านชิ้นงาน บูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ความหนา 4-5 มิลลิเมตรมี ค่าน้อยกว่าที่ความหนา 2-3 มิลลิเมตรอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ⁽¹⁷⁾ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการดูอิทธิพลของแสงที่ส่อง ผ่านชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่มีสีแตกต่างกัน ต่อความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นจากเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัว ด้วยแสงร่วมกับบ่มด้วยตัวเอง จึงเลือกความหนาของชิ้นงาน บูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ 2 มิลลิเมตรซึ่งแสงสามารถ ส่องผ่านได้ดี

เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัวด้วยแสงร่วมกับบ่มด้วยตัว เองเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวสมบูรณ์เมื่อเวลาผ่านไปนาน 24 ชั่วโมง⁽²³⁾ แต่ในทางคลินิกหลังการยึดชิ้นงานบูรณะด้วยเรซิน ซีเมนต์ไปแล้วผู้ป่วยมักใช้งานก่อนเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งอาจ เกิดการสูญเสียการยึดติด (debonding) ในระยะแรกขึ้น ได้⁽²⁴⁾ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกใช้เวลาลงหลังจากเรซิน ซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็นแข็งตัวระยะต้นที่เวลา 9 นาทีตามเวลา การก่อตัวชนิดปฏิกิริยาด้วยสารเคมี ตามคำแนะนำของบริษัท ⁽¹⁸⁾ แต่เป็นเวลาที่เรซินซีเมนต์ยังไม่เกิดปฏิกิริยาก่อตัวอย่าง สมบูรณ์ เนื่องจากการศึกษานี้ต้องการดูความสัมพันธ์ของ ความสามารถในการให้แสงผ่านเรซินคอมโพสิตลงไปสู่เรซิน ซีเมนต์ข้างใต้ ดังนั้นหากทำการวัดความแข็งผิวภายหลังการ เกิดปฏิกิริยาก่อตัวที่สมบูรณ์แล้วอาจไม่สามารถวัดความแตก ต่างของอัตราการเกิดปฏิกิริยาก่อตัวร่วมกับแสงที่เกิดจากการ ฉายแสงผ่านเรซินคอมโพสิตที่มีสีต่างกันได้

จากผลการวิจัยครั้งนี้ยอมรับสมมติฐานงานวิจัยที่ว่า ชิ้น งานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่มีสีต่างกันมีผลต่อความ แข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์ พบว่าค่าเฉลี่ย ความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์เอ็น มากที่สุดเมื่อฉายแสงผ่านชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดย อ้อมสีทรานสพาเคลียร์ 1 (30.84±1.11 kg/mm²) ตามด้วย สีเอ 1 (24.49±0.56 kg/mm²) สีดี 4 (19.74±0.36 kg/ mm²) และสีเอ 4 (13.46±0.31 kg/mm²) ตามลำดับอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบความเข้ม ของสีเรซินคอมโพสิตอะโดโรจะพบว่า สีทรานสพาเคลียร์ 1มี สีที่อ่อนที่สุด สีที่มีความเข้มเพิ่มขึ้นมาคือสีเอ 1 สีดี 4 และสี เอ 4 ตามลำดับ จากการศึกษาก่อนหน้านี้⁽²²⁾ พบว่าค่าเฉลี่ย ความแข็งระดับจุลภาคระยะต้นของเรซินซีเมนต์มัลติลิงก์ออ โตมิกซ์ (Multilink® Automix, Ivoclar Vivadent, Liech- tenstein) ผ่านชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตฟิลเท็กแซด 250 สีเอ 3 ซึ่งเป็นชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตสำหรับบูรณะฟัน โดยตรง มีค่าระหว่าง 16.75±0.78 ถึง 19.37±1.15 kg/ mm² โดยมีค่าอยู่ระหว่างสีเอ 1 และสีเอ 4 ของการวิจัยครั้ง นี้ แสดงให้เห็นว่าสีของชิ้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อม ที่ต่างกันจะมีผลต่อการส่องผ่านของแสง (light transmis- sion) มายังเรซินซีเมนต์ได้ไม่เท่ากัน

การวิจัยครั้งนี้พบว่าเรซินซีเมนต์ภายใต้ชิ้นงานบูรณะ เรซินคอมโพสิตโดยอ้อมอะโดโรโนสีที่มีการส่องผ่านของแสง

ได้มาก เช่น สีทรานสพาเคลิียร์ 1 มีความแข็งแรงระดับจุลภาคระยะต้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับสีที่แสงส่องผ่านได้น้อยเช่นสีเอ 4 ซึ่งองค์ประกอบในชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมอะโดโรแต่ละสีที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ที่เหมือนกันคือปริมาณของสารอัดแทรก (filler) ประมาณร้อยละ 64-65 โดยน้ำหนัก แต่จะแตกต่างกันในส่วนของคุณสมบัติของสี (pigment) ที่ใส่ในแต่ละสี⁽²⁵⁾ ดังนั้นสิ่งที่ส่งผลต่อการส่องผ่านของแสงน่าจะมาจากส่วนของสารสี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมซินโฟนี (Sinfony™, 3M ESPE, Germany) พบว่าความเข้มของแสง (power density) ที่ส่องผ่านเรซินคอมโพสิตสีทรานสลูเซนต์ (translucent) อีนาเมล เดนทิน มีค่าลดลงตามลำดับ⁽²⁶⁾ ถึงแม้จะไม่ทราบถึงคุณสมบัติของเม็ดสีที่ต่างกันอย่างชัดเจน แต่คาดว่าสารสีในเรซินคอมโพสิตสีเดนทินที่มีมากกว่าสีอีนาเมลและสีทรานสลูเซนต์ส่งผลทำให้การส่องผ่านของแสงลดลง^(26,27)

จากการศึกษาในชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมอาร์ตกลาส (Artglass®, HeraeusKulzer GmbH, Germany) ที่มีสีต่างกัน พบว่าส่งผลต่อความสามารถในการส่องผ่านของแสง โดยสีเอ 1 มีการส่องผ่านของแสงมากกว่าสีดี 4 และสีเอ 4 ตามลำดับ เนื่องจากปัจจัยจากความมืดหรือความสว่างของสี (value) มีผลต่อการผ่านของแสงโดยสีที่มีความสว่างกว่าให้แสงส่องผ่านได้ดีกว่าและทำให้เกิดปฏิกิริยาการก่อตัวได้มากกว่าสีที่มีความมืดมากกว่า⁽²⁸⁾ สอดคล้องกับการศึกษาของ Guiraldo และคณะ⁽²²⁾ ที่พบว่าชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตฟิลเท็กแซด 250 สีที่มีความมืด (dark-shades) ทำให้แสงส่องผ่านได้น้อยกว่าสีที่มีความสว่าง (light-shades) เมื่อเปรียบเทียบกับสีในกลุ่มอักษร (shade-letter) เดียวกัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการส่องผ่านของแสงผ่านเซอร์โคเนียเซรามิกส์ (zirconia ceramics) พบว่าสีเอ 1 แสงส่องผ่านได้มากที่สุด (98.52mW/cm^2) ตามด้วยสีดี 4 (29.21mW/cm^2) และสีเอ 4 (19.21mW/cm^2)⁽²⁹⁾ สอดคล้องกับการศึกษาของ Peixoto และคณะ⁽³⁰⁾ ได้ประเมินร้อยละการส่องผ่านของแสงผ่านกลาสเซรามิกส์ (glass ceramics) พบว่าที่ความหนา 2 มิลลิเมตร เซรามิกส์สีเอ 1 มีร้อยละการส่องผ่านของแสงที่มากที่สุด (ร้อยละ 5.51) ตามด้วยสีดี 4 (ร้อยละ 3.23) และสีเอ 4 (ร้อยละ 1.01) โดยการส่องผ่านของแสงที่ลดลงเกิดจากการดูดกลืนแสงของชั้นงานบูรณะโดยอ้อม ดังนั้นวัสดุบูรณะที่มีความเข้มของสีที่มาก

กว่าย่อมทำให้การส่องผ่านของแสงเกิดขึ้นได้น้อยกว่า ซึ่งการส่องผ่านของแสงที่ต่างกันเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของเรซินซีเมนต์⁽⁹⁾ โดยสีที่มีความสว่างมากกว่าแสงส่องผ่านได้มากกว่าสีที่มีความมืด

จากการศึกษาทั้งหมดข้างต้นพบว่า เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการวิจัยครั้งนี้ เมื่อฉายแสงผ่านชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมสีทรานสพาเคลิียร์ 1 มีค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคระยะต้นมากกว่าสีเอ 1 ดี 4 และเอ 4 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากสีที่อ่อนกว่าของชั้นงานบูรณะที่มีผลทำให้แสงส่องผ่านได้มากกว่านั่นเอง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันเป็นไปได้มากกว่าสีที่เข้มขึ้น ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าสีของชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมที่ต่างกันมีผลต่อค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน เนื่องจากการส่องผ่านของแสงไปยังเรซินซีเมนต์ที่ต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาไม่พบว่ามีกำหนดค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคระยะต้นที่เหมาะสมต่อการใช้งานทางคลินิก แต่มีการศึกษาที่พบว่าค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคระยะต้นที่มากขึ้นสัมพันธ์กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันที่มากขึ้น^(19,31) ดังนั้นในการใช้งานเรซินซีเมนต์ทางคลินิกควรทำให้มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน คือเกิดปฏิกิริยาก่อนตัวของเรซินซีเมนต์ให้มากที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของเรซินซีเมนต์นั้นมีหลายปัจจัย เช่น ความหนาของชั้นงาน ระยะเวลาในการฉายแสง⁽¹⁶⁾ ฯลฯ ซึ่งอาจจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคตเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในทางคลินิกให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

บทสรุป

ด้วยข้อจำกัดของการวิจัยในครั้งนี้พบว่าสีของชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมนั้นส่งผลต่อค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ซึ่งเป็นวิธีการเปรียบเทียบค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของเรซินซีเมนต์วิธีอ้อมที่ดีที่สุด โดยชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมสีที่มีความสว่างทำให้เรซินซีเมนต์มีค่าความแข็งแรงระดับจุลภาคมากกว่าชั้นงานบูรณะเรซินคอมโพสิตโดยอ้อมสีที่มีความมืด

ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงร่วมกับบ่มด้วยตัวเองจำเป็นต้องได้รับการกระตุ้นด้วยแสงที่มากเพียงพอจึงจะทำให้เกิดค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณบริษัทยูนิต์เด็นทัล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุเพื่อการศึกษา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเครื่องมือกลาง ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รวมทั้ง อ.ทพ.ดร.นฤมนัส คอวนิช และ ดร.ธนพัฒน์ ศาสตร์จริ ผู้ให้คำปรึกษาทางด้านการวิเคราะห์สถิติ

เอกสารอ้างอิง

- Leinfelder KF and Terry DA. Indirect composite resin systems: A clinical material review. Inside Dentistry [cited 2013 Apr 25]. Available from: <http://www.dentalaegis.com/id/2006/12/indirect-composite-resin-systems-a-clinical-material-review>.
- Blank JT. Scientifically based rationale and protocol for use of modern indirect resin inlays and onlays. *J Esthet Dent* 2000; 12: 195-208.
- Nandini S. Indirect resin composites. *J Conserv Dent* 2010; 13: 184-194.
- Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: A literature review. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17: 224-235.
- Woo ST, Yu B, Ahn JS, Lee YK. Comparison of translucency between indirect and direct resin composites. *J Dent* 2008; 36: 637-642.
- Powers JM and Sakaguchi RL. Craig's Restorative Dental materials. 12th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Publishing; 2006: 479-511.
- Lee IB, An W, Chang J, Um CM. Influence of ceramic thickness and curing mode on the polymerization shrinkage kinetics of dual-cured resin cements. *Dent Mater* 2008; 24: 1141-1147.
- Giráldez I, Ceballos L, Garrido MA, Rodríguez J. Early hardness of self-adhesive resin cements cured under indirect resin composite restorations. *J Esthet Restor Dent* 2011; 23: 116-124.
- Arrais CA, Giannini M, Rueggeberg FA. Kinetic analysis of monomer conversion in auto- and dual-polymerizing modes of commercial resin luting cements. *J Prosth Dent* 2009; 101: 128-136.
- Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 1022-1028.
- Ozturk N, Usumez A, Usumez S, Ozturk B. Degree of conversion and surface hardness of resin cement cured with different curing units. *Quintessence Int* 2005; 36: 771-777.
- Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater* 1985; 1: 11-14.
- Imazato S, McCabe JF, Tarumi H, Ehara A, Ebisu S. Degree of conversion of composites measured by DTA and FTIR. *Dent Mater* 2001; 17: 178-183.
- ทัศนัย แสนพลพัฒน์ สถาบันมาตรฐานวิทยาแห่งชาติ แนวทางการวัด/ทดสอบความแข็ง [cited 2013 Apr 25]. Available from: http://www.nimt.or.th/nimt/upload/contentfile/sys-lab_magazine-217-449.pdf.
- Cardash HS, Baharav H, Pilo R, Ben-Amar A. The effect of porcelain color on the hardness of luting composite resin cement. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 620-623.
- Arrais CA, Rueggeberg FA, Waller JL, de Goes MF, Giannini M. Effect of curing mode on the polymerization characteristics of dual-cured resin cement. *J Dent* 2008; 36: 418-426.

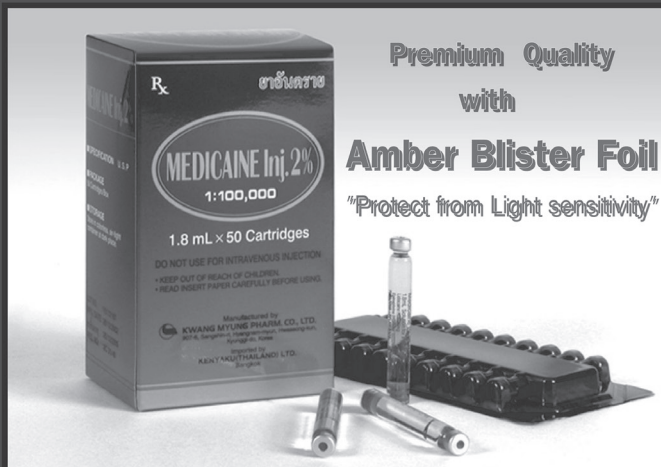
17. de Paula AB, Tango RN, Sinhoreti MA, Alves MC, Puppini-Rontani RM. Effect of thickness of indirect restoration and distance from the light-curing unit tip on the hardness of a dual-cured resin cement. *Braz Dent J* 2010; 21: 117-122.
18. IvoclarVivadent. 2012. "Scientific Documentation truly universal Multilink® N." [cited 2012 Sep 1]. Available from: <http://www.ivoclarvivadent.in/zoolu-website/media/document/3872/Multilink+N>.
19. Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. *J Dent Res* 1988; 67: 932-937.
20. จรรยา ชื่นอารมณ. การวัดความแข็งจุลภาคของฟันและวัสดุทันตกรรม พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2552: 3-21.
21. Burke EJ, Qualtrough AJ. Aesthetic inlays: composite or ceramic?. *Br Dent J* 1994; 176: 53-60.
22. Guiraldo RD, Consani S, Consani RL, Berger SB, Mendes WB, Sinhoreti MA. Light energy transmission through composite influenced by material shades. *Bull Tokyo Dent Coll* 2009; 50: 183-190.
23. Sarr M, Mine A, De Munck J, et al. Immediate bonding effectiveness of contemporary composite cements to dentin. *Clin Oral Investig* 2010; 14: 569-577.
24. Bavbek AB, Goktas B, Sahinbas A, Ozcopur B, Eskitascioglu G, Özcan M. Effect of different mechanical cleansing protocols of dentin for recementation procedures on micro-shear bond strength of conventional and self-adhesive resin cements. *Int J Adhes* 2013; 41: 107-112.
25. IvoclarVivadent. 2012. "SR Adoro® instructions for use." [cited 2012, Aug 15]. Available from: <http://www.abdent.cz/download.aspx?dont-parse=true&FileID=1>.
26. Hong SO, Oh Y, Min JB, et al. Power density of various light curing units through resin inlays with modified layer thickness. *Restor Dent Endod* 2012; 37: 130-135.
27. Johnston WM, Reisbick MH. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dent Mater* 1997; 13: 89-97.
28. Tanoue N, Koishi Y, Matsumura H, Atsuta M. Curing depth of different shades of a photo-activated prosthetic composite material. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 618-23.
29. Duran I and Güler AU. Light transmission of zirconia ceramics with different colors and thicknesses. *J Dent Sci* [cited 2012 Nov21]. Available from: [http://www.e-jds.com/article/S1991-7902\(12\)00169-9/fulltext](http://www.e-jds.com/article/S1991-7902(12)00169-9/fulltext).
30. Peixoto RT, Paulinelli VM, Sander HH, Lanzo MD, Cury LA, Poletto LT. Light transmission through porcelain. *Dent Mater* 2007; 23: 1363-1368.
31. Vandewalle KS, Ferracane JL, Hilton TJ, Erickson RL, Sakaguchi RL. Effect of energy density on properties and marginal integrity of posterior resin composite restorations. *Dent Mater* 2004; 20: 96-106.



บริษัท ชุมิตร 1967 จำกัด

13 ตลาดพร้าว 91 วังทองหลาง กทม. 10310

โทร. 0 2542 1791 - 5, E-mail : schumit1967@schumit.com



Premium Quality
with
Amber Blister Foil
"Protect from Light sensitivity"

Huons

Medicine 2%

Premium Quality Lidocaine 2% 1:100,000

BONDING SYSTEMS



Willmann & Pein GmbH
MADE IN GERMANY

WP Dental

- Additional Silicone
- Glass-Ionomer Cement
- Bonding System
- Pit & Fissure Sealant
- Fluoride Varnish

GLASS LINER

Glass Liner High Pressure Strength Radiopaque Fluoride Release

CALCIDENT 450

Calcident 450 Quickly Dry Radiopaque

Quadrant Universal LC Micro Hybrid Composite



Cavex Holland BV.

Cavex Holland BV.

- Amalgam Alloy
- Composite & Bonding
- Cement
- Outline Impression Paste
- Condensation Silicone

Helmut Zepf GmbH.

Dental Hand Instruments
Made in Germany

Premium Quality



HELMUT ZEPF
MADE IN GERMANY



Schumit 1967 Co.,Ltd.

Distributor and Importer of Premium Quality Products for Dental and Pharmaceutical

Huons

HELMUT ZEPF

CAVEX

Dental

north bel

VAN STRATEN

Schwe

K. KENTYAKU (THAILAND) LTD.