

การวิเคราะห์ความแข็งผิวและปริมาณแร่ธาตุของเรซินคอมโพสิตต่างชนิด เมื่อแช่ในเครื่องดื่มชาเขียวและชาขาว

บุญเลิศ กุเกียรติตระกูล

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และ
หน่วยวิจัยทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สายใจ ตัณฑนุช

อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์
คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พิมพ์มาดา เกษรักษ์

อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์
คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

รองศาสตราจารย์ บุญเลิศ กุเกียรติตระกูล
ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และหน่วยวิจัยทันตวัสดุ
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทรศัพท์: 074-287703
โทรสาร: 074-429877
อีเมล: boonlert.k@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเครื่องดื่มชาเขียวและชาขาวต่อความแข็งผิว และปริมาณแร่ธาตุของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครฟิลล์ ไฮบริด และนาโนฟิลล์ โดยเตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตชนิดละ 20 ชิ้น ในแม่แบบรูปร่างแบน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตรหนา 3 มิลลิเมตร แล้วนำชิ้นตัวอย่างมาวัดความแข็งผิว (VHN) ด้วยเครื่องวัดความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ (FM 700e; Future-Tech, Tokyo, Japan) และวิเคราะห์ธาตุในชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ชนิดแจกแจงพลังงาน (Oxford Instruments PLC, Bucks, UK) เพื่อเป็นข้อมูลก่อนการทดลอง จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างแช่ในเครื่องดื่มชาเขียวหรือชาขาวเป็นเวลา 5 วินาที แล้วแช่น้ำลายเทียมเป็นเวลา 5 วินาที สลับกันจนครบ 10 รอบที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นแช่ในน้ำลายเทียมจนครบ 24 ชั่วโมง ทำซ้ำ 5 รอบ แล้วนำชิ้นตัวอย่างมาตรวจซ้ำอีกครั้ง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (two-way ANOVA with repeated measurement) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบแบบทูกีย์ (Tukey HSD) และการทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($\alpha = .05$) ผลที่ได้พบว่าค่าความแข็งผิวก่อนและหลังทดสอบไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ยกเว้นกลุ่มดูราฟิล์เอส ฟิลเทคแซด 250 และ ฟิลเทคแซด 350 เมื่อแช่ในชาเขียว และกลุ่มฟิลเทคแซด 250 และเคลียฟิลเอสที่เมื่อแช่ในชาขาว มีความแข็งผิวหลังทดสอบ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และพบธาตุออกซิเจนมีปริมาณลดลงภายหลังแช่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) การศึกษานี้แนะนำว่าเครื่องดื่มชาอาจมีผลต่อความแข็งผิวของเรซินคอมโพสิต จึงควรระวังเมื่ออุดด้วยเรซินคอมโพสิตในผู้ป่วยที่ดื่มเครื่องดื่มชา

บทนำ

ในปัจจุบันวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน (tooth-colored restorative materials) ได้รับความนิยมเพื่อบูรณะฟันที่เน้นความสวยงามมากขึ้นจากอดีตที่นิยมใช้บูรณะเฉพาะในตำแหน่งฟันหน้าที่เน้นความสวยงามแต่ในปัจจุบันวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันได้พัฒนาความแข็งแรงมากขึ้นเพียงพอสำหรับบูรณะในตำแหน่งฟันหลังที่รับแรงบดเคี้ยวได้ วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันเหล่านี้ ได้แก่ แก้วไอโอโนเมอร์ (glass ionomer) แก้วไอโอโนเมอร์ดัดแปลง (resin-modified glass ionomer) เรซินคอมโพสิตโพลีแอซิดดัดแปลงหรือคอมโพเมอร์ (polyacid-modified resin composite or compomer) และเรซินคอมโพสิต (resin composite)¹

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุบูรณะที่ถูกคิดค้นขึ้นในช่วงคริสต์ศักราช 1960 โดยพัฒนาจากวัสดุบูรณะเรซินอะคริลิกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อน (coefficient of thermal expansion) ลดลง ทำให้การเปลี่ยนแปลงมิติหลังเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์น้อยกว่าและต้านทานต่อการสึกกร่อนดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุบูรณะเรซินอะคริลิก² ต่อมาเรซินคอมโพสิตได้มีการพัฒนาคุณสมบัติในหลายด้านเพื่อให้สามารถบูรณะฟันได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง และนำมาใช้ในงานทันตกรรมอย่างกว้างขวาง²

เรซินคอมโพสิตประกอบด้วย 3 วัสดุ ได้แก่ เรซินเมทริกซ์ สารอัดแทรก (filler) และสารคู่ควบ (coupling agent)^{3,4} เรซินเมทริกซ์ส่วนใหญ่เป็นไดเมทาคริเลท (dimethacrylate) นอกจากนี้ยังเจือส่วนผสมอื่นเพื่อให้เกิดคุณสมบัติต่างกัน ได้แก่ ไดคีโตน (diketone) เช่น แคมโฟควิโนน (camphorquinone) เพื่อเป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ เทอเทียรีเอมีน (tertiary amine) ช่วยปล่อยอนุมูลอิสระ (free radical) ขณะเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ไฮโดรควิโนน (hydroquinone) ช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ เพื่อยืดอายุวัสดุให้เก็บได้นานขึ้น และไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) หรืออะลูมินัมออกไซด์ (aluminum oxide) เป็นรงควัตถุ ในขณะที่สารอัดแทรกเป็นสารอนินทรีย์ที่มีเสถียรภาพสูงเป็นวัสดุที่มีความคงทนและเป็นส่วนเจือของวัสดุ สารอัดแทรกส่วนใหญ่มีคุณสมบัติที่บ่งชี้ จึงสามารถสังเกตความแตกต่างจากเนื้อฟันและเคลือบฟันเมื่อมองจากภาพรังสี สารอัดแทรกที่ใช้ในเรซินคอมโพสิตมีหลายชนิด ได้แก่ แก้วเบเรียม (barium glass) แก้วโบรอน (boron glass) ลิเทียมอะลูมิเนียมซิลิเกต (lithium aluminium silicate) แก้วสตรอนเทียม (strontium glass) แก้วอิตเทรียม (yttrium glass) แก้วเซอร์โคเนียม (zirconium glass) แบเรียมอะลูมินาซิลิเกต (barium alumina silicate) ผลึกควอตซ์ (crystalline quartz) และคอลลอยด์ซิลิกา (colloidal silica)

เนื่องจากเรซินเมทริกซ์และสารอัดแทรกไม่ยึดเกาะกัน ดังนั้นจึงต้องปรับสภาพสารอัดแทรกด้วยสารคู่ควบ (coupling agent) ประเภทเมทิล (methyl) ไวนิล (vinyl) หรืออีพอกซีไซเลน (epoxy silanes) ซึ่งสารดังกล่าวนี้ปลายด้านหนึ่งของโครงสร้างเป็นซิลอกเซน (siloxane) ยึดกับกลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) บนพื้นผิวของสารอัดแทรก ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์กับมอนอเมอร์ในเรซินเมทริกซ์ สารคู่ควบนี้ช่วยยึดให้สารอัดแทรกยึดติดแน่นกับเรซินเมทริกซ์ โดยชั้นของส่วนยึดนี้เป็นชั้นบางระหว่างวัสดุทั้งสอง เรซินคอมโพสิตที่มีสารคู่ควบปริมาณร้อยละ 1-6 (โดยน้ำหนักของสารอัดแทรก) ทำให้เรซินคอมโพสิตมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดีขึ้น⁵

เรซินคอมโพสิตจำแนกตามขนาดของสารอัดแทรกได้ดังนี้^{4,6} กล่าวคือ ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต ประกอบด้วยสารอัดแทรกประเภทคอลลอยด์ซิลิกา ซึ่งมีขนาดสารอัดแทรกเฉลี่ย 0.04-0.4 ไมครอน สารอัดแทรกขนาดเล็กทำให้ขัดแต่งง่าย ผิวเรียบ และสวยงามแต่มีความแข็งแรงต่ำ เรซินคอมโพสิตดั้งเดิม สารอัดแทรกในเรซินคอมโพสิตชนิดนี้อาจเป็นแก้วเบเรียม แก้วโบรอน ลิเทียมอะลูมิเนียมซิลิเกต แก้วสตรอนเทียม แก้วอิตเทรียม แก้วเซอร์โคเนียม แบเรียมอะลูมินาซิลิเกต และผลึกควอตซ์ ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ขนาดสารอัดแทรกโดยเฉลี่ย 10-20 ไมครอน เรซินคอมโพสิตชนิดนี้มีความแข็งแรงสูงแต่ขัดแต่งให้มีความเงาและสวยงามยาก ไฮบริดเรซินคอมโพสิตประกอบด้วยสารอัดแทรก 2 ชนิดคือ สารอัดแทรกขนาดใหญ่ซึ่งมีขนาดเฉลี่ย 15-20 ไมครอน และสารอัดแทรกประเภทคอลลอยด์ซิลิกามีขนาดเฉลี่ย 0.04-0.4 ไมครอน การใส่สารอัดแทรกประเภทคอลลอยด์ซิลิกาทำให้เรซินคอมโพสิตมีปริมาณสารอัดแทรกมากขึ้น ส่งผลให้วัสดุมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดีขึ้น⁵ สามารถใช้บูรณะในฟันหลังและขัดแต่งได้สวยงามกว่าเรซินคอมโพสิตดั้งเดิมแต่น้อยกว่าไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต จึงจำกัดการใช้งานเฉพาะการบูรณะในฟันหลังและฟันหน้าในบางกรณีเท่านั้น ดังนั้น ในเวลาต่อมาได้มีการผลิตสารอัดแทรกให้มีขนาดเล็กกว่าสารอัดแทรกของไฮบริดเรซินคอมโพสิต โดยมีขนาดสารอัดแทรกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.4-0.6 ไมครอน เรียกสารอัดแทรกในกลุ่มนี้ว่าไมโครไฮบริด ซึ่งสามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง เพราะมีความแข็งแรงเทียบเท่าไฮบริดเรซินคอมโพสิต และขัดแต่งได้สวยงามเหมือนไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต

ในปัจจุบันนาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) ได้ถูกนำมาใช้ผลิตสารอัดแทรกขนาดเล็ก (ขนาดเฉลี่ย 0.005-0.01 ไมครอน) เรซินคอมโพสิตกลุ่มนี้คือ นาโนฟิลล์เรซินคอมโพสิต เนื่องจากสารอัดแทรกมีขนาดเล็กทำให้เรซินคอมโพสิตมีปริมาณสารอัดแทรกมากขึ้น คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีจึงดีขึ้น สามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง ขัดแต่งได้ง่าย ผิวเรียบและสวยงาม^{7,8} อย่างไรก็ตาม เรซินคอมโพสิตที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ นาโนฟิลล์เรซินคอมโพสิต ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต และไฮบริดเรซินคอมโพสิต

เรซินคอมโพสิตสามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง แต่มีข้อจำกัดในการใช้งานคือ ใช้บูรณะในบริเวณที่สามารถกันน้ำลายหรือความชื้นได้เท่านั้นเนื่องจากเป็นวัสดุบูรณะที่ไวต่อความชื้นและไม่สามารถใช้เรซินคอมโพสิตร่วมกับวัสดุที่มีส่วนประกอบของยูจีนอล (eugenol) หรือน้ำมันกานพลู (clove oil) เนื่องจากยูจีนอลและน้ำมันกานพลูสามารถขัดขวางปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของ

เรซินคอมโพสิตได้^{5,8} นอกจากนี้ เรซินคอมโพสิตยังเชื่อมได้จาก
ความเป็นกรดของแผ่นคราบจุลินทรีย์ อาหาร และเครื่องดื่ม^{9,10}

การบริโภคอาหารและเครื่องดื่มบางชนิด เช่น ผลไม้ที่มี
รสเปรี้ยว น้ำอัดลม ชา หรือกาแฟ อาจทำให้สภาวะแวดล้อมในช่อง-
ปากเปลี่ยนแปลง เครื่องดื่มเหล่านี้ทำลายฟันได้ 2 รูปแบบ¹¹ คือ
จากน้ำตาลในเครื่องดื่มซึ่งถูกย่อยสลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ในแผ่นคราบ-
จุลินทรีย์เกิดเป็นกรดอินทรีย์ ทำให้เกิดการละลายแร่ธาตุของฟัน
กลายเป็นฟันผุในที่สุด อีกรูปแบบหนึ่งคือจากความเป็นกรดของ
เครื่องดื่มซึ่งทำให้เกิดฟันกร่อน¹²

เครื่องดื่มชาเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมมากเป็นอันดับ
สองของโลกรองจากน้ำ¹³ เนื่องจากเป็นเครื่องดื่มที่มีกลิ่นและ
รสชาติเฉพาะตัว รวมทั้งประโยชน์ด้านสุขภาพ วัฒนธรรมการดื่มชา
เริ่มตั้งแต่ 4,000-6,000 ปีมาแล้วที่ประเทศจีน และแพร่หลายไป
ทั่วโลก ในปัจจุบันชา (*Camellia sinensis* L.) สามารถแบ่งได้เป็น 3
ประเภทตามกรรมวิธีการผลิต คือ ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ¹³
ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ผ่านกรรมวิธีการหมัก (ชาขาวจัดอยู่ในกลุ่มชา
เขียว เป็นยออ่อนของชาที่ไม่ผ่านการหมัก) ชาดำเป็นชาที่ผ่านการ
หมัก ส่วนชาอู่หลงเป็นชาที่ผ่านกรรมวิธีการหมักเพียงบางส่วน
ส่วนประกอบสำคัญของชา ได้แก่ สารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenolic
compound) คาเฟอีน กรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ฟลูออไรด์
และแร่ธาตุต่าง ๆ ผลของชาต่อสุขภาพมีหลายด้านทั้งในด้านการ
ต้านอนุมูลอิสระ มะเร็ง เชื้อจุลินทรีย์ ด้านการอักเสบ และลดปริมาณ
โคเลสเตอรอล¹³ สำหรับผลของชาต่อสุขภาพช่องปากมีรายงานว่า
การดื่มชาที่ไม่เติมน้ำตาลสามารถลดการเกิดฟันผุในคนได้จาก
ผลของฟลูออไรด์ และสารประกอบโพลีฟีนอลในชาโดยมีผลโดย
ตรงต่อ *S. mutans* และ *S. sobrinus*¹⁴

Bagheri และคณะ¹ ได้ศึกษาผลของสารละลายจำลองของ
อาหารต่อการติดสีของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน (แก้วไอโอโนเมอร์
แก้วไอโอโนเมอร์ดัดแปลง เรซินคอมโพสิตโพลีเอซิดดัดแปลง และ
เรซินคอมโพสิต) เมื่อแช่ในสารที่ทำให้ติดสีรวมทั้งชา พบว่าสาร
ละลายที่มีความเป็นกรดมีผลต่อโครงสร้างของวัสดุบูรณะสีเหมือน-
ฟัน ทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงและเกิดติดสีจากชาได้ สอดคล้อง
กับการศึกษาของ Guler และคณะ¹⁵ ซึ่งศึกษาผลของเครื่องดื่มรวม
ทั้งชาที่ใส่น้ำตาลและไม่ใส่น้ำตาลต่อการติดสีของเรซินคอมโพสิต
ต่างชนิดกัน พบว่าเครื่องดื่มชาทำให้เรซินคอมโพสิตติดสีและเพิ่ม
มากขึ้นเมื่อใส่น้ำตาล

การศึกษาที่ผ่านมาของเรซินคอมโพสิตและชาเป็นการศึกษา
เกี่ยวกับการติดสี ความคงทนของสีของเรซินคอมโพสิตต่อชาชนิด
ใดชนิดหนึ่ง และเป็นการศึกษาในลักษณะแช่เรซินคอมโพสิตในชา

ต่อเนื่องกัน¹⁶⁻¹⁹ ซึ่งอาจไม่ได้เลียนแบบสภาวะใกล้เคียงกับการบริ-
โภคในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นการดื่มในลักษณะไม่ต่อเนื่อง และ
การศึกษาเกี่ยวกับผลของเครื่องดื่มชาต่อคุณสมบัติทางกายภาพ
ได้แก่ ความแข็งผิว ยังมีการศึกษาน้อย อีกทั้งในปัจจุบันวัสดุ
บูรณะเรซินคอมโพสิตมีให้เลือกใช้หลายชนิด จึงเป็นที่น่าสนใจว่า
เครื่องดื่มชาชนิดต่าง ๆ มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความ
แข็งผิวของเรซินคอมโพสิตหรือไม่ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมี
วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเครื่องดื่มชาเขียว และชาขาวต่อ
ความแข็งผิว และปริมาณแร่ธาตุของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิต

เรซินคอมโพสิตที่เลือกใช้ในการศึกษานี้มี 3 ชนิด ๆ ละ 2
เครื่องหมายการค้าดังตารางที่ 1 เตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพ-
สิตชนิดละ 20 ชิ้น โดยใส่เรซินคอมโพสิตในแม่แบบโพลีเททรา-
ฟลูออโรเอทิลีน (polytetrafluoroethylene: PTFE) รูปวงแหวน ขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ที่วางบนแผ่น
กระจกใสให้เต็มแน่น แล้วปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสอีกแผ่นให้แนบ
สนิท กดด้วยแท่งน้ำหนัก 200 นิวตัน จากนั้นนำแท่งน้ำหนักออก
แล้วฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง (Translux EC; Haraeus Kulzer,
Wehrheim, Germany) แสงที่ตาคนมองเห็นได้ (visible light) ความ
ยาวคลื่นแสง 400-500 นาโนเมตร เป็นเวลา 40 วินาที โดยตรวจ
สอบความเข้มแสง (Cure Rite; L.D. Caulk, Milford, Del., USA) ให้
อยู่ในระดับปกติ (อย่างน้อย 600 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ที่
ความยาวคลื่นแสง 400-500 นาโนเมตร) ก่อนฉาย นำเรซินคอมโพสิต
ออกจากแม่แบบฉายแสงซ้ำอีกครั้งเป็นเวลา 40 วินาที เพื่อให้เกิด
ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์สมบูรณ์

การเตรียมเครื่องดื่มชาทดสอบ

เครื่องดื่มชาเขียว (100% Green Tea, Unif Green Tea Sugar
Free: Uni-President (Thailand) Ltd., Maung, Nakhon Prathom) และ
ชาขาว (90.6% White Tea, Puriku White Tea Original: T.C. Pharma-
ceutical Industries Co., Ltd., Bangbon, Bangkok) ที่เลือกใช้ในการ
ศึกษานี้พิจารณาจากชาสำเร็จรูปในท้องตลาดที่มีส่วนประกอบของ
ชาเขียวและชาขาวมากที่สุดชนิดละ 1 เครื่องหมายการค้า เครื่อง
ดื่มชาเขียวและชาขาวที่นำมาศึกษามีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกรด
(วัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter: Orion 900A, Orion
Research, Boston, MA, USA) โดยเครื่องดื่มชาขาวมีค่าความเป็น
กรด-ด่าง (5.04 ± 0.01) ต่ำกว่าชาเขียว (5.86 ± 0.01)

ตารางที่ 1 ชื่อการค้า ขนาดสารอัดแทรก และองค์ประกอบเรซินคอมโพสิตที่เลือกใช้ในการศึกษา

Table 1 Product name, filler size and composition of resin composite selected in this study

Type	Product name	Filler size (mm)	Matrix	Filler	Manufacturer
Nanofill resin composite	Filtek Z350	0.02	Bis-GMA ^a , TEGDMA ^b UDMA ^c , Bis-EMA ^d	Zirconia, silica	3M ESPE, St. Paul, Minn., USA
	Premisa	0.02-1.0	Bis-GMA ^a , TEGDMA ^b	Prepolymerized filler, barium glass, silica	Kerr Corp., Orange, Calif., USA
Hybrid resin composite	Filtek Z250	0.6	Bis-GMA ^a , UDMA ^c , Bis-EMA ^d	Zirconia, silica	3M ESPE, St. Paul, Minn., USA
	Point 4	0.4	Bis-GMA ^a	Barium glass	Kerr Corp., Orange, Calif., USA
Microfill resin composite	Clearfil ST	0.04	Bis-GMA ^a , TEGDMA ^b	Colloidal silica	Kuraray Medical Inc., Osaka, Japan
	Durafil VS	0.04	Bis-GMA ^a , TEGDMA ^b , UDMA ^c	Colloidal silica	Haraeus Kulzer, Wehrheim, Germany

^aBis-GMA, Bisphenol-glycidyl methacrylate; ^bTEGDMA, Triethyleneglycol dimethacrylate; ^cUDMA, Urethanethyl dimethacrylate; ^dBis-EMA, Bisphenol-polyethylene glycol dimethacrylate

การวัดความแข็งผิว

นำชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตทั้งหมดแช่ในน้ำกลั่นแล้วเก็บไว้ในเครื่องอบที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนเริ่มทดสอบ ชับชิ้นตัวอย่างด้วยผ้าก๊อช จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างมาวัดความแข็งผิว (VHN) ด้วยเครื่องวัดความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ส (Vickers hardness: VHN) (FM 700e; Future-Tech, Tokyo, Japan) เพื่อเป็นข้อมูลก่อนการทดลองโดยใช้เข็มรูปปิรามิดฐานสี่เหลี่ยมกดด้วยแรง 1 นิวตัน เป็นเวลา 10 วินาที วัด 5 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งห่างกันอย่างน้อย 4 เท่าของเส้นทแยงมุมจากรอยกดแรก (ประมาณ 100-120 ไมครอน) แล้วนำค่าความแข็งผิวทั้ง 5 ตำแหน่งมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นค่าความแข็งผิวแล้วสุ่มแบ่งชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 ชิ้น เพื่อแช่ในสารทดลองดังนี้ คือ กลุ่มที่ 1 เครื่องดื่มชาขาว และกลุ่มที่ 2 เครื่องดื่มชาเขียว โดยนำ

ชิ้นตัวอย่างแต่ละกลุ่มใส่ในผ้าก๊อชแล้วนำลงแช่ในเครื่องดื่มชาตามกลุ่มที่แบ่งไว้เป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างแช่น้ำลายเทียมเป็นเวลา 5 วินาที สลับกันจนครบ 10 รอบที่อุณหภูมิห้องแล้วแช่ในน้ำลายเทียมจนครบ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ทำซ้ำ 5 รอบ (5 วัน)^{20,21} โดยก่อนทำซ้ำ ล้างชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น และซับแห้งด้วยผ้าก๊อช จากนั้นวัดความแข็งผิวหลังทดสอบด้วยวิธีการเดิมดังได้กล่าวมาแล้ว

การวิเคราะห์ธาตุในชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ชนิดแจกแจงพลังงาน (Energy dispersive X-ray spectrometer: EDX)

เตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดอย่างสุ่มจำนวนกลุ่มละ 5 ชิ้น เพื่อวิเคราะห์ธาตุในชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องสเปกโทรมิ-

เตอร์ชนิดแจ็กแรงพลังงาน (Oxford Instruments PLC, Bucks, UK) ด้วยโปรแกรม ISIS รุ่น 3.0 บันทึกค่าที่ได้เป็นสัดส่วนร้อยละโดยน้ำหนัก โดยแต่ละชิ้นตัวอย่างสุ่มวัด 10 ตำแหน่ง แล้วนำชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตมาแช่ในเครื่องต้มชาเขียวและชาขาวเช่นเดียวกับการทดสอบการวัดความแข็งผิว จากนั้นตรวจสภาพผิวและวิเคราะห์ธาตุชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตภายหลังแช่เครื่องต้มชาอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (two-way ANOVA with repeated measurement) เพื่อศึกษาปัจจัย 2 อย่าง ได้แก่ ชนิดของเรซินคอมโพสิต และชนิดชาต่อค่าความแข็งผิว และปริมาณธาตุ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบที (Tukey HSD) และการทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($\alpha=0.05$)

ผล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของชาเขียวและชาขาวต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครฟิลล์ไฮบริดและนาโนฟิลล์ ได้แก่ ความแข็งผิว และปริมาณแร่ธาตุ ดังรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

ค่าความแข็งผิว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เมื่อพิจารณาผลของตัวแปร 2 อย่าง (ชนิดของเรซินคอมโพสิตและชา) และผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองที่มีต่อค่าความแข็งผิวก่อนและหลังทดสอบ พบว่าชนิดของเรซินคอมโพสิต ชา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองมีผลต่อค่าความแข็งผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$)

ตารางที่ 2 แสดงค่าความแข็งผิวเฉลี่ย (kg/mm^2) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินคอมโพสิตชนิดต่างกัน เมื่อแช่ในชาเขียวและชาขาว เมื่อพิจารณาค่าความแข็งผิวของเรซิน-

ตารางที่ 2 ค่าความแข็งผิวเฉลี่ย (kg/mm^2) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินคอมโพสิตชนิดต่างกัน เมื่อแช่ในชาเขียวและชาขาว

Table 2 Mean hardness (kg/mm^2) and standard deviations of various resin composite immersed in green and white tea

Type of resin composite	Type of tea						
	Green tea			White tea			p-value
	Before	After	Mean difference	Before	After	Mean difference	
Filtek Z350	69.82 $\pm 4.35^*$	65.28 $\pm 7.81^*$	-4.54 $\pm 5.29^b$	62.61 $\pm 2.52^*$	58.89 $\pm 4.03^*$	-3.72 $\pm 4.61^a$	0.673
Premisa	45.84 ± 4.51	45.48 ± 1.61	-0.36 $\pm 4.53^a$	45.96 ± 3.94	45.60 ± 2.07	-0.36 $\pm 4.49^a$	0.711
Filtek Z250	77.65 $\pm 2.65^*$	73.04 $\pm 5.39^*$	-4.61 $\pm 6.36^b$	72.54 ± 7.28	71.62 ± 3.48	-0.93 $\pm 8.52^a$	0.09
Point 4	48.45 ± 1.65	47.43 ± 2.18	-1.02 $\pm 2.22^a$	49.16 ± 1.41	48.86 ± 1.74	-0.30 $\pm 2.00^a$	0.217
CLearfil ST	51.10 ± 1.95	49.36 ± 2.06	-1.71 $\pm 3.43^a$	50.92 $\pm 2.15^*$	46.14 $\pm 3.39^*$	-4.79 $\pm 2.69^b$	0.001 [†]
Durafil VS	22.58 $\pm 1.72^*$	19.06 $\pm 1.53^*$	-3.51 $\pm 2.11^a$	19.48 ± 1.60	18.66 ± 2.23	-0.82 $\pm 2.98^a$	0.004 [†]

Mean difference = Mean of after minus mean of before

*Significant difference between before and after immersions (in row) of each resin composite and tea ($p < .05$)

^{a,b} Significant difference in columns according to Tukey HSD test ($p < .05$)

[†] Significant difference in columns between green and white tea (in row) of each resin composite and tea ($p < .05$)

คอมโพสิตแต่ละชนิดเมื่อแบ่งกลุ่มอย่างสุ่มสำหรับแช่ในชาแต่ละชนิดก่อนเริ่มทดสอบ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ดังนั้นหากแช่เรซินคอมโพสิตในเครื่องดื่มชาแต่ละชนิดแล้วค่าความแข็งผิวเปลี่ยนแปลง จึงอนุมานได้ว่าเป็นผลจากชา และเมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งผิวก่อนทดสอบของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด พบว่าฟิลเทคแซด 250 มีค่าความแข็งผิวสูงที่สุด และสูงมากกว่าเรซินคอมโพสิตกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) รองลงมาคือ ฟิลเทคแซด 350 ในขณะที่เคลียฟิลเอสที่ พอยต์ไฟร์ และพริมิสา มีค่าความแข็งผิวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .001$) และดูราฟิลวีเอสมีค่าความแข็งผิวต่ำที่สุดและแตกต่างจากเรซินคอมโพสิตอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$)

เมื่อพิจารณาความแข็งผิวที่เปลี่ยนแปลง (mean difference) ของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดเมื่อแช่ในเครื่องดื่มชาแต่ละชนิดก่อนและหลังทดสอบ พบว่าเรซินคอมโพสิตทุกชนิดมีค่าความแข็งผิวก่อนและหลังทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ยกเว้นกลุ่มดูราฟิลวีเอส ฟิลเทคแซด 250 และฟิลเทคแซด 350 เมื่อแช่ในชาเขียว และกลุ่มฟิลเทคแซด 250 และเคลียฟิลเอสที่เมื่อแช่ในชาขาวซึ่งมีความแข็งผิวหลังทดสอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งผิวที่เปลี่ยนแปลงของเรซินคอมโพสิตต่างชนิดเมื่อแช่ในเครื่องดื่มชาแต่ละชนิดด้วยการทดสอบทีก็ย พบว่าในกลุ่มที่แช่ชาเขียว ฟิลเทคแซด 250 และฟิลเทคแซด 350 มีค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งผิวสูงที่สุด และสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ในขณะที่ดูราฟิลวีเอส เคลียฟิลเอสที่ พอยต์ไฟร์ และพริมิสา มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .76$) โดยพริมิสามีค่าต่ำที่สุด ส่วนกลุ่มชาขาว เคลียฟิลเอสที่มีค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งผิวสูงที่สุด และสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ในขณะที่ ฟิลเทคแซด 350 ฟิลเทคแซด 250 ดูราฟิลวีเอส พริมิสา และพอยต์ไฟร์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .82$) โดยพอยต์ไฟร์มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งผิวระหว่างเครื่องดื่มชาทั้งสองชนิดของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดด้วยการทดสอบที พบว่าทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ยกเว้นกลุ่มดูราฟิลวีเอสและเคลียฟิลเอสที่ ($p = .004$ และ $p = .001$ ตามลำดับ)

การวิเคราะห์ธาตุในชิ้นตัวอย่าง

ชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตทุกกลุ่มเมื่อแช่เครื่องดื่มชาทั้งสองชนิด นำมาวิเคราะห์ธาตุในชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังทดสอบ

โดยธาตุที่ตรวจพบ 7 ธาตุได้แก่ หมู่ IIA คือ แบริยม (Ba) หมู่ IIIA คือ อะลูมิเนียม (Al) หมู่ IVA คือคาร์บอน (C) และซิลิกอน (Si) หมู่ VA คือฟอสฟอรัส (P) หมู่ VIA คือออกซิเจน (O) และธาตุ ทรานซิชันหมู่ IVB คือเซอร์โคเนียม (Zr) การวิเคราะห์ธาตุในชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ชนิดแจกแจงพลังงาน ค่าของธาตุทุกตัวที่ได้แสดงเป็นสัดส่วนร้อยละเปรียบเทียบกับจำนวนธาตุทั้งหมด ดังนั้นการพิจารณาว่าธาตุใดมีจำนวนลดลงหรือสูญเสียไปหรือไม่ พิจารณาเฉพาะร้อยละของธาตุที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เปรียบเทียบกับร้อยละธาตุก่อนเริ่มทดสอบ หากร้อยละของธาตุใดเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้นแสดงว่าธาตุนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เมื่อพิจารณาผลของตัวแปร 2 อย่าง (ชนิดของเรซินคอมโพสิตและชา) ที่มีต่อปริมาณธาตุในชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังทดสอบ ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของธาตุทั้ง 7 ชนิด พบว่าชนิดของเรซินคอมโพสิตมีผลต่อปริมาณธาตุในชิ้นตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ในขณะที่ชนิดของชาและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองไม่มีผลต่อปริมาณธาตุในชิ้นตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของธาตุเริ่มต้นในเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด (ตารางที่ 3 และ 4) พบว่าร้อยละของธาตุมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยคาร์บอนเป็นธาตุที่พบมากที่สุดในการเรซินคอมโพสิตทุกชนิด รองลงมาคือออกซิเจน เซอร์โคเนียมพบเฉพาะเรซินคอมโพสิตฟิลเทค และแบเรียมพบเฉพาะในพอยต์ไฟร์ และพริมิสา

ตารางที่ 3 และ 4 แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในเรซินคอมโพสิตเมื่อแช่ในชาเขียวและชาขาวตามลำดับ พบว่าเรซินคอมโพสิตทุกกลุ่มมีออกซิเจนลดลงหลังทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ในขณะที่ธาตุอื่นมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อย โดยเมื่อแช่ในชาเขียว พอยต์ไฟร์พบแบเรียมและซิลิกอนลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) เมื่อแช่ในชาขาว ฟิลเทคแซด 250 พบเซอร์โคเนียมและซิลิกอนลดลง พอยต์ไฟร์พบซิลิกอนลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) นอกจากนี้ อะลูมิเนียมพบเฉพาะหลังทดสอบในฟิลเทคแซด 250 ฟิลเทคแซด 350 ดูราฟิลวีเอส และเคลียฟิลเอสที่ ส่วนฟอสฟอรัสพบเฉพาะหลังทดสอบในดูราฟิลวีเอส เคลียฟิลเอสที่ พอยต์ไฟร์ และพริมิสา

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินคอมโพสิตชนิดต่างกันเมื่อแช่ในชาเขียวก่อนและหลังทดสอบ

Table 3 Mean percent element compositions and standard deviations of various resin composites immersed in green tea

Type of resin composite		Mean percent elements $\pm$ s.d.					
		IIA	IVB	IIIA	IVA		VA
		Ba	Zr	Al	C	Si	P
Filtek Z350	Before		1.919		56.053	5.241	36.788
			± 0.169		± 0.682	± 0.323	± 0.583
	After		2.621	0.165	58.250	6.933	32.031
			± 0.184	± 0.086	± 0.598	± 0.371	$\pm 0.489^*$
Premisa	Before	1.448		0.604	54.849	5.377	37.716
		± 0.252		± 0.095	± 0.905	± 0.539	± 0.559
	After	1.679		0.683	57.435	6.190	0.140
		± 0.147		± 0.045	± 0.739	± 0.407	± 0.027
Filtek Z250	Before		2.250		55.519	4.416	37.816
			± 0.235		± 0.728	± 0.435	± 0.422
	After		3.004	0.165	60.122	5.354	31.358
			± 0.470	± 0.029	± 0.782	± 0.621	$\pm 0.487^*$
Point 4	Before	1.586		0.783	57.826	4.063	35.743
		± 0.468		± 0.154	± 2.820	± 0.804	± 1.747
	After	1.359		0.929	61.257	3.851	0.115
		± 0.241		± 0.170	± 0.666	± 0.422	± 0.016
Clearfil ST	Before				58.699	2.906	38.394
					± 1.025	± 0.694	± 0.719
	After			0.153	60.699	4.114	0.128
				± 0.094	± 0.909	± 1.141	± 0.042
Durafill VS	Before				55.087	8.210	36.704
					± 0.827	± 1.310	± 0.563
	After			0.148	60.034	9.342	0.169
				± 0.070	± 0.583	± 0.858	± 0.020

Elements are ordered according to division of periodic system (IIA, IVB, IIIA, IVA, VA, VIA)

*Significant difference between before and after immersions of each resin composite ($p < .05$)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินคอมโพสิตชนิดต่างกันเมื่อแช่ในชาขาวก่อนและหลังทดสอบ

Table 4 Mean percent element compositions and standard deviations of various resin composites immersed in white tea

Type of resin composite		Mean percent elements±s.d.					
		IIA	IVB	IIIA	IVA		VA
		Ba	Zr	Al	C	Si	P
Filtek Z350	Before		2.315		57.459	5.732	34.498
			± 0.369		± 0.828	± 0.749	± 0.544
	After		2.684	0.112	59.980	6.800	30.422
			± 0.330	± 0.045	± 0.682	± 0.554	± 0.612*
Premisa	Before	1.552		0.618	53.037	5.856	38.941
		± 0.214		± 0.116	± 1.506	± 0.858	± 0.857
	After	1.706		0.699	56.820	6.611	0.110
		± 0.153		± 0.045	± 0.411	± 0.409	± 0.021
Filtek Z250	Before		3.824		55.310	6.505	34.358
			± 0.748		± 1.413	± 1.019	± 0.493
	After		3.381	0.114	60.014	5.819	30.614
			± 0.339	± 0.024	0.616	0.449	± 0.433*
Point 4	Before	1.295		0.756	57.284	3.780	36.887
		± 0.148		± 0.077	± 0.801	± 0.373	± 0.377
	After	1.298		0.841	60.916	3.614	0.097
		± 0.118		± 0.204	± 0.759	± 0.424	± 0.018
Clearfil ST	Before				57.678	3.835	38.845
					± 0.995	± 0.684	± 0.660
	After			0.206	61.254	4.470	0.109
				± 0.183	± 0.527	± 0.645	± 0.019
Durafill VS	Before				56.045	6.632	37.322
					± 0.693	± 1.059	± 0.569
	After			0.169	59.787	10.387	0.201
				± 0.067	± 0.908	± 1.369	± 0.026

Elements are ordered according to division of periodic system (IIA, IVB, IIIA, IVA, VA, VIA)

*Significant difference between before and after immersions of each resin composite ($p < .05$)

บทวิจารณ์

การศึกษานี้ได้ออกแบบการศึกษาเพื่อเลียนแบบสภาวะจริงในการดื่มเครื่องดื่มชา โดยออกแบบให้ขึ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตแช่ในเครื่องดื่มชาสลับกับการแช่ในน้ำลายเทียมเนื่องจากในสภาพจริงของการดื่มเครื่องดื่มชา นั้น เครื่องดื่มชาไม่ได้สัมผัสกับฟันหรือวัสดุบูรณะในช่องปากตลอดเวลาแต่มีการหยุดพักเป็นช่วงสลับ

กับการสัมผัสกับน้ำลาย เป็นที่ทราบดีว่าน้ำลายมีบทบาทในการชะล้างและช่วยลดสภาพความเป็นกรดของอาหารและเครื่องดื่มในช่องปากโดยการปรับสภาพให้เป็นกลาง²² ดังนั้นการศึกษานี้จึงนำน้ำลายเทียมมาใช้ร่วมทดสอบเพื่อเลียนแบบสภาวะจริงในช่องปากขึ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการศึกษานี้เตรียมโดยนำวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ต้องการทดสอบใส่ในวงแหวนที่เตรียมไว้ให้เต็ม แล้วปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสให้แนบสนิทเพื่อให้เกิดฟิ-

ผิวของวัสดุที่ต้องการทดสอบเรียบที่สุดเหมือนกระจกโดยไม่ต้องขัดวัสดุให้เรียบ²³⁻²⁴ เพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยกวน (confounding factor) ที่อาจเกิดขึ้นจากขั้นตอนการขัดวัสดุให้เรียบ เมื่อวัดความแข็งแรงผิวก่อนทดสอบ พบว่าวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตกลุ่มฟิลเทคแซด 250 และฟิลเทคแซด 350 มีค่าความแข็งแรงผิวมากที่สุด เนื่องจากเป็นเรซินคอมโพสิตกลุ่มเดียวที่มีเซอร์โคเนียเป็นองค์ประกอบในส่วนของการอัดแทรก ในขณะที่เรซินคอมโพสิตชนิดอื่นไม่มี และดูราฟลิวีสมีค่าความแข็งแรงผิวต่ำที่สุด เนื่องจากวัสดุบูรณะชนิดนี้เป็นเรซินคอมโพสิตกลุ่มไมโครฟิลล์ มีสารอัดแทรกขนาดเล็ก 0.04 ไมครอน ปริมาตรร้อยละ 37.5 และประกอบด้วยคอลลอยคอลลิจิกา เรซินคอมโพสิตกลุ่มนี้มีปริมาณสารอัดแทรกน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเรซินคอมโพสิตชนิดอื่น

หลังจากนำวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดต่างกันไปแช่ในเครื่องต้มชาพบว่าวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตทุกชนิดมีค่าความแข็งแรงผิวก่อนและหลังทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ยกเว้นกลุ่มดูราฟลิวีส ฟิลเทคแซด 250 และฟิลเทคแซด 350 เมื่อแช่ในชาเขียว และกลุ่มฟิลเทคแซด 250 และเคลียฟิลเอสที่เมื่อแช่ในชาขาว ซึ่งมีความแข็งแรงผิวหลังทดสอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งอาจเนื่องจากการออกแบบการศึกษานี้เป็นการแช่เรซินคอมโพสิตในเครื่องต้มชาเป็นช่วงเวลาสั้น (5 วินาที) สลับกับการแช่น้ำลายเทียม 5 วินาที แล้วแช่ในน้ำลายเทียมต่อจนครบ 24 ชั่วโมง ซึ่งน้ำลายเทียมอาจมีผลช่วยชะล้างเครื่องต้มชาออก ทำให้ผลของเครื่องต้มชาต่อความแข็งแรงผิวของเรซินคอมโพสิตไม่เด่นชัด และเมื่อพิจารณาความแข็งแรงผิวที่ลดลง พบว่าไมโครฟิลล์-เรซินคอมโพสิต โดยเฉพาะดูราฟลิวีสมีความแข็งแรงผิวลดลงอย่างมาก ในขณะที่กลุ่มไฮบริดหรือไฮโนฟิลล์มีความแข็งแรงผิวเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า เหตุผลอาจเนื่องจากการกดในเครื่องต้มชาทำให้บิสซิเอ็มเอในเรซินคอมโพสิตอ่อนตัว โดยไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิตมีปริมาณเรซินมาก และมีปริมาณสารอัดแทรกน้อย จึงทำให้ค่าความแข็งแรงผิวลดลงมากกว่า²⁰

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุในชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ชนิดแฉกแสงพลังงาน พบว่าธาตุที่ตรวจพบเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลองค์ประกอบที่ได้จากบริษัทมีความใกล้เคียงกัน หลังจากนำวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดต่างกันไปแช่ในเครื่องต้มชา เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ชนิดแฉกแสงพลังงาน พบว่าหลังทดสอบวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตทุกชนิดมีค่าสัดส่วนปริมาณออกซิเจนลดลง เหตุผลที่อาจเป็นไปได้เนื่องจากฟองอากาศที่แทรกอยู่ในเนื้อวัสดุซึ่งเกิดจากการผสมวัสดุหรือจาก

กระบวนการผลิตวัสดุ²⁵ หากมีปริมาณฟองอากาศมากวัสดุสามารถดูดน้ำได้มาก น้ำจึงเข้ามาแทนที่ฟองอากาศเหล่านี้²⁶ ทำให้ค่าสัดส่วนปริมาณออกซิเจนลดลง นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์แร่ธาตุพบว่าบางแร่ธาตุ เช่น อะลูมิเนียมและฟอสฟอรัส ซึ่งตรวจไม่พบในวัสดุก่อนทดสอบ แต่กลับตรวจพบหลังแช่เครื่องต้มชาอาจเกิดเนื่องจากวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตสึกจึงทำให้เดิมปริมาณแร่ธาตุที่ตรวจไม่พบที่พื้นผิวสามารถตรวจพบได้ อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาต่อเกี่ยวกับคุณสมบัติอื่นของเรซินคอมโพสิตที่อาจเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเครื่องต้มชา

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ ผลที่ได้เป็นแนวทางบ่งบอกถึงโอกาสที่เครื่องต้มชาทำให้เกิดความแข็งแรงผิวของเรซินคอมโพสิตเปลี่ยนแปลง แต่การนำผลไปใช้ในทางคลินิกโดยตรงนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่อาจทำให้สภาวะในช่องปากมีความซับซ้อนและแตกต่างจากสภาวะในห้องปฏิบัติการ อาทิเช่น องค์ประกอบของน้ำลายของน้ำลายที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่ได้ไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องต้มชาชนิดอื่นที่ไม่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้ได้ เนื่องจากองค์ประกอบที่แตกต่างกันของเครื่องต้มชาแต่ละชนิด ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

บทสรุป

การออกแบบการศึกษานี้เป็นความพยายามในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความแข็งแรงผิว และปริมาณแร่ธาตุของเรซินคอมโพสิตชนิดต่างกันเมื่อแช่ในชาเขียวและชาขาว ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ สรุปได้ว่าวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตมีความแข็งแรงผิวก่อนและหลังทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ยกเว้นกลุ่มดูราฟลิวีส ฟิลเทคแซด 250 และฟิลเทคแซด 350 เมื่อแช่ในชาเขียว และกลุ่มฟิลเทคแซด 250 และเคลียฟิลเอสที่เมื่อแช่ในชาขาว ซึ่งมีความแข็งแรงผิวหลังทดสอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และพบธาตุออกซิเจนมีปริมาณลดลงภายหลังแช่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

1. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. **J Dent** 2005;33:389-98.
2. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. 12th ed. Missouri: Mosby; 2006. p. 231-57.
3. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J Am Dent Assoc** 1963;66:57-64.
4. Lutz F, Setcos JC, Phillips RW, Roulet JF. Dental restorative resins. Types and characteristics. **Dent Clin North Am** 1983;27:697-712.
5. Albers HF. Tooth-colored restoratives principle and techniques. 9th ed. Hamilton: BC Decker; 2002. p. 111-25.
6. Van Noort R. Introduction to dental materials. 2nd ed. 2002, London: Mosby. pp. 96-123.
7. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. **J Am Dent Assoc** 2003; 134:1382-90.
8. Roberson TM, Heymann HO, Swift Jr. ED. Sturdevant's art & science of operative dentistry. 5th ed. Missouri: Mosby; 2006. p. 135-242.
9. Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. **Scand J Dent Res** 1984; 92:257-61.
10. Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. **Oper Dent** 2005;30:213-9.
11. Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. **J Dent** 2006;34:2-11.
12. Lussi A, Jaggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. **Caries Res** 2004;38:34-44.
13. Wu CD, Wei GX. Tea as functional food for oral health. **Nutrition** 2002;18:443-4.
14. Hamilton-Miller JM. Anti-cariogenic properties of tea (*Camellia sinensis*). **J Med Microbiol** 2001;50:299-302.
15. 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.
16. Lee YK, Powers JM. Combined effect of staining substances on the discoloration of esthetic Class V dental restorative materials. **J Mater Sci Mater Med** 2007;18:165-70.
17. Omata Y, Uno S, Nakaoki Y, Tanaka T, Sano H, Yoshida S, et al. Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine. **Dent Mater J** 2006;25:125-31.
18. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. **Dent Mater J** 2006;25:371-6.
19. Fujita M, Kawakami S, Noda M, Sano H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food-simulating solutions. **Dent Mater J** 2006;25:352-9.
20. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. **J Dent** 2006;34:214-20.
21. Tanthanuch S, Patanapiradej V. effect of Thai wine on surface roughness and corrosion of various tooth-coloured filling materials. **J Dent Assoc Thai** 2009;59:100-8.
22. Thylstrup A, Fejerskov O. Textbook of clinical cariology. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard; 1994. p. 17-8.
23. Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. **Oper Dent** 2004;29:269-74.
24. Bassiouny MA, Grant AA. The surface finish of a visible light-cured composite resin. **J Prosthet Dent** 1980;44:175-82.
25. Yip HK, To WM, Smales RJ. Effects of artificial saliva and APF gel on the surface roughness of newer glass ionomer cements. **Oper Dent** 2004;29:661-8.
26. Wilson F, Heath JR, Watts DC. Finishing composite restorative materials. **J Oral Rehabil** 1990;17:79-87.

Original Article

Surface Microhardness and Elemental Analysis of Various Resin Composites Immersed in Green and White Tea

Boonlert Kukiattrakoon

Associate Professor
Department of Conservative Dentistry and
Dental Materials Research Unit
Faculty of Dentistry,
Prince of Songkla University

Saijai Tanthanuch

Lecturer
Department of Conservative Dentistry
Faculty of Dentistry,
Prince of Songkla University

Pimmada Kedrak

Lecturer
Department of Conservative Dentistry
Faculty of Dentistry,
Prince of Songkla University

Correspondence to:

Associate Professor Boonlert Kukiattrakoon
Department of Conservative Dentistry and
Dental Materials Research Unit
Faculty of Dentistry,
Prince of Songkla University
Hat Yai, Songkhla 90112
Tel: 074-287703
Fax: 074-429877
E-mail: boonlert.k@psu.ac.th

Abstract

The objectives of this study were to analyze the effect of green and white tea on surface hardness and elemental analysis of microfill, hybrid and nanofill resin composite. Twenty discs of each type of resin composite materials (13 mm in diameter and 3 mm in thickness) were prepared and subjected to hardness measurement (FM 700e; Future-Tech, Tokyo, Japan) and elemental analysis (Oxford Instruments PLC, Bucks, UK) for baseline data. Then the specimens were submitted to 10 alternative cycles of tea exposure for 5 seconds and artificial saliva for 5 seconds. Specimens were stored in artificial saliva until 24 hours. This process was repeated 5 times. The data were performed by using two-way repeated ANOVA, Tukey HSD and *t*-test at 0.05 significant level. The results revealed that there was no statistically significant difference between before and after tea immersion ($p > .05$) except Durafil VS, Filtek Z250 and Filtek Z350 after immersion in green tea and Filtek Z250 and Clearfil ST after immersion in white tea. The oxygen element decreased significantly after tea immersion in all groups ($p < .05$). This study recommended that resin composite have surface hardness changes when exposed to tea. Consequently, it should be concerned regarding restore with resin composite materials in patient who consume tea.

Key words: energy dispersive x-ray; hardness; resin composite; tea