การเปรียบเทียบการขัดระบบต่างๆที่มีผลต่อความแข็งผิวและความหยาบผิวของนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต

ศิริจันทร์ เจียรพุฒิ[1] ฉัตรฤทัย กาญจนโสภณ[2] ณัฐฐาพร นพรัตน์[2] อภิญญาพร โชติมโนธรรม[2]
กิจธนัสถ์ เชียงเงินธัญกุล[2] ชิษณุ เลิศถาวิลจิร[1] วิบุลย์ ไพศาลกอบฤทธิ์[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : เพื่อเปรียบเทียบระบบการขัด ที่มีผลต่อความแข็งผิวและความหยาบผิวของนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต
วัสดุอุปกรณ์และวิธีวิจัย: ใช้นาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต 3 ชนิด โดย แบ่งเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด เป็น 4 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ขัดด้วยซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิงซิสเตม แอสโตรพอล และเอนฮานซ์-โปโก นำมาทดสอบความหยาบผิวด้วยเครื่องโปรไฟโลมิเตอร์ ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม และวัดความแข็งผิวด้วยเครื่องทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาค โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05
ผลการวิจัย : พบว่ากลุ่มที่ขัดด้วยซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตม มีค่าความหยาบผิวน้อยที่สุด ส่วนค่าความแข็งผิวระดับจุลภาค กลุ่มควบคุมมีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มทดสอบ ($p<0.05$) และการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าค่าความแข็งผิววิกเกอร์สไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($p>0.05$)
บทสรุป: พบว่ากลุ่มที่ขัดด้วยซอฟเล็กซ์ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตม ให้ความหยาบผิวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
คำสำคัญ : ระบบขัด นาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต ความแข็งผิว ความหยาบผิว

[1]*ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*
[2]*นิสิตชั้นปีที่ 6 หลักสูตรทันตแพทยศาสตรบัณฑิต คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*

บทนำ

วัสดุเรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุบูรณะที่ได้รับความนิยมอย่างมาก มีความสวยงามและความแข็งแรงที่ดีเพียงพอ สามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง [1] ทั้งนี้ มีการปรับปรุงสมบัติของวัสดุอย่างต่อเนื่อง จนปัจจุบันมีขนาดของวัสดุอัดแทรกเหลือเพียง 5-100 นาโนเมตร [2] เรียกว่า นาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต (nanofilled resin composite) รวมทั้งปรับเปลี่ยนลักษณะของวัสดุเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานทางคลินิก โดยปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบัลค์ฟิลล์ (bulk filled resin composite) ที่

สามารถบ่มตัวได้ที่ความลึก 4 ถึง 5 มิลลิเมตร ทำให้บูรณะด้วยวิธีการอุดเป็นก้อนครั้งเดียวเต็มโพรงฟันได้ อย่างไรก็ตาม ในการบูรณะฟันทุกครั้งต้องมีขัดแต่งวัสดุ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้การบูรณะประสบผลสำเร็จในระยะยาวและป้องกันความล้มเหลวหลังการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตได้ [3,4] โดยการขัดเรียบและการขัดเงาเพื่อให้ได้ความเรียบผิวที่เหมาะสมนั้นขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน เช่น สมบัติทางกายภาพของเรซินคอมโพสิต ความแตกต่างของค่าความแข็งระหว่างผงขัดกับวัสดุขนาด รูปร่างและความแข็งของอนุภาคที่ใช้ในระบบขัด เป็นต้น [5]

โดยทั่วไป แม้พื้นผิววัสดุที่ถูกปิดด้วยแถบใส (mylar strip) ซึ่งให้ความหยาบผิวน้อยที่สุด แต่พื้นผิวกลับประกอบด้วยเรซินเป็นจำนวนมาก (resin-rich surface) ทำให้พื้นผิวของวัสดุนั้นมีความอ่อนแอและไม่คงตัว (unstable surface) ดังนั้น การขัดจึงเป็นการกำจัดชั้นเรซินส่วนเกินนั้นออก ทำให้พื้นผิวมีความแข็งแรงเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยมีค่าความหยาบผิวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ [6] วัสดุบูรณะที่มีค่าความหยาบผิวมากกว่า 0.2 ไมโครเมตร สามารถทำให้เกิดการสะสมคราบจุลินทรีย์นำไปสู่ฟันผุซ้ำและติดสีจากสารภายนอก ทำให้วัสดุบูรณะเปลี่ยนสี [7] นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความหยาบผิว ควรจะมีค่าน้อยกว่า 0.3 ไมโครเมตร เนื่องจากลิ้นและริมฝีปากจะเริ่มรับรู้ถึงความหยาบผิวได้ในระดับที่มากกว่า 0.3 ไมโครเมตรขึ้นไป [8] ในขณะเดียวกันพื้นผิวที่มีค่าความหยาบผิว (Ra) 0.7-1.4 ไมโครเมตร มีจำนวนการสะสมของคราบจุลินทรีย์ที่ไม่ต่างกันอีกด้วย [9]

วัสดุนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต ได้รับการพัฒนาจนมีสมบัติต่างๆ เทียบเท่าชนิดไมโครไฮบริดและขัดแต่งได้เรียบเงาได้เหมือนชนิดไมโครฟิลด์ [10,11] จึงมีผู้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบขัดที่มีผลต่อความหยาบผิวของวัสดุเรซินคอมโพสิตมาพอสมควร แต่พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิตรวมถึงชนิดบัลค์ฟิลล์ในด้านผลของการขัดต่อความหยาบผิวและความแข็งผิวไม่มากนัก

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการขัดแบบต่างๆ ที่มีผลต่อความแข็งผิวและความหยาบผิวของนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิตโดยใช้วัสดุและระบบขัดชนิดใหม่ ร่วมกับวิธีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือที่มีความหลากหลาย เช่น โปรไฟโลมิเตอร์ (profilometer) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) กล้องจุลทรรศน์แบบแรงอะตอม (AFM) และเครื่องทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาค (surface microhardness Tester)

วัสดุและวิธีการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการทดลองนี้ (ตารางที่ 1) ได้แก่ ฟิลเทค ซี350 เอ็กซ์ที (Filtek Z350™ XT, 3M ESPE, USA) ฟิลเทค บัลค์ฟิลล์ (Filtek™ Bulk Fill, 3M ESPE, USA) และ โซนิกฟิลล์ (SonicFill™, Kerr, USA) ชุดหัวขัดเรซินคอมโพสิต (ตารางที่ 2) ได้แก่ ซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชชิง ซิสเตม (Sof-Lex™ diamond polishing system, 3M ESPE, USA) แอสโตรพอล (Astropol, Ivaclar/Vivadent, Lichtenstein) และเอนฮานซ์-โปโก (Enhance-POGO, Dentsply, USA) [5,12-26]

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิตที่นำมาใช้ในการวิจัย [12-18]

ชนิด	*แมทริกซ์*	*ส่วนอัดแทรก*	*ขนาดอนุภาค*	*สี*
Filtek™ Z350 XT (3M ESPE, USA)	Bis-GMA, TEDMA, UDMA, bisphenol A polyethylene Glycol diether Dimetha crylate	ZrO_2/SiO_2 nanocluster, SiO_2 nanofiller (78.5% โดยน้ำหนัก 63.3% โดยปริมาตร)	Nanocluster: 0.6-1.4 µm Nanofiller: 20 nm	A3
Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE, USA)	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA and Procrylat	YbF_3 (100), silica, zirconia, zirconia/silica cluster (76.5% โดยน้ำหนัก 58.5% โดยปริมาตร)	4-20 nm	A3
SonicFill™ (Kerr, USA)	Ethoxylated bisphenol-A-dimethacrylate , Bisphenol- A-bis-(2-hydroxy-3-mehacryloxypropyl) ether, Triethyleneglycoldimetha crylate, 3-trimethoxy silylpropyl methacrylate	SiO_2, Glass, oxide, chemicals (83% โดยน้ำหนัก)	ไม่มีข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิต	A3

ตารางที่ 2 ประเภทของระบบขัดเรซินคอมโพสิตที่นำมาใช้ในการวิจัย [5,19-26]

ระบบขัด	ชนิด	ประเภทผงขัด	อนุภาคผงขัด (µm)
Astropol (Ivaclar/Vivadent, Liechtenstein)	Finisher (สีเทา)	Silicon carbide	26.5
	Polisher (สีเขียว)	Silicon carbide	12.8
	High polisher (สีชมพู)	Fine diamond particle Aluminum oxide	3.5 1
Enhance-POGO (Dentsply, USA)	Enhance finishing system	Aluminium oxide, cured urethane dimethacrylate resin polisher	80-120
	POGO One step diamond micropolisher	Diamond impregnated cured urethane dimetha-crylate resin	5-30
Sof-Lex™ diamond Polishing Systems (3M ESPE, USA)	Fine (Beige)	Aluminium oxide	24
	Superfine (white)	Diamond particle	8

1. การเตรียมเรซินคอมโพสิต เตรียมชิ้นทดสอบเรซินคอมโพสิตจำนวน 60 ชิ้นในแม่แบบโลหะเคลือบเทฟลอนทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร ร่วมกับแถบใส (Mylar strip) ฉายแสง ด้วยเครื่องฉายแสงชนิด LED เป็นเวลา 20 วินาที แบ่งชิ้นงานทดสอบทั้ง 3 ชนิด เป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 20 ชิ้น

2. การขัดแต่งเรซินคอมโพสิตและการเก็บชิ้นทดสอบ แบ่งเรซินคอมโพสิตที่เตรียมไว้แต่ละชนิด เป็น 4 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 ชิ้น คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ขัดด้วยซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชชิง ซิสเตม กลุ่มที่ขัดด้วยแอสโตรพอล และกลุ่มที่ขัดด้วยเอนฮานซ์-โปโก ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายน้ำที่มีความละเอียด 1200 (ยกเว้นกลุ่มควบคุม) แล้วเก็บไว้ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

3. การทดสอบความแข็งผิวและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต

3.1 ประเมินความแข็งผิวโดยใช้เครื่องวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค: FM-810, FUTURE-TECH, Japan ที่ load 500 gm เป็นเวลา 15 วินาที จำนวน 5 รอยกดต่อชิ้นงานทดสอบ 1 ชิ้น โดยมีตำแหน่งกึ่งกลาง 1 ตำแหน่ง และห่างจากกึ่งกลางไปในแนว +x, -x, +y และ –y อีกแนวละ 1 ตำแหน่งตามลำดับ วัดความแข็งผิวในหน่วยวิกเกอร์ส (Vickers hardness number: VHN)

3.2 นำชิ้นทดสอบมาวัดค่าความหยาบผิว (Ra) ด้วยเครื่องมือต่างๆ ดังนี้

3.2.1 สไตลัส โปรไฟโลมิเตอร์ (Talyscan 150, Taylor Hobson Inc., USA) โดยใช้หัว สไตลัสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ไมโครเมตร ระยะในแนวแกน X และ Y แกนละ 2 มิลลิเมตร ค่า resolution 2001 points 6 traces ความเร็ว 1,000 ไมโครเมตรต่อวินาที และประมวลผลโดยใช้โปรแกรม TalyMap Universal ตั้งค่า cut-off ที่ 0.25 มิลลิเมตร

3.2.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM: JSM-6610LV, JEOL Co., USA) กำลังขยาย 200x 1000x

3.2.3 กล้องจุลทรรศน์แบบแรงอะตอม (AFM: SPA 400 SII, Hitachi, Japan) ในพื้นที่ 2 x 2 ตารางไมโครเมตร ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Gwyddion

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระบบขัด 3 ระบบต่อความแข็งผิวและความหยาบผิวของนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิตทั้ง 3 ชนิดจากโปรแกรม IBM SPSS statistics 20 โดยใช้ค่าสถิติ two-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้ LSD

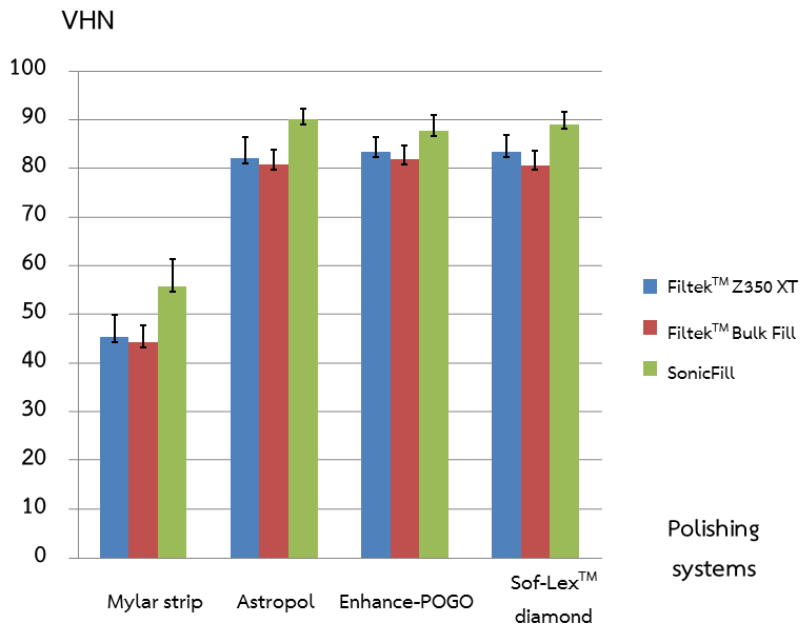
ผลการวิจัย

ผลการทดสอบความแข็งผิว

การทดสอบด้วยเครื่องวัดความแข็งผิวระดับจุลภาคในหน่วยวิกเกอร์ (VHN) พบว่าวัสดุเรซินคอมโพสิตมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์กับระบบการขัดทั้ง 3 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มทดสอบ ($p<0.05$) และการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม ค่าความแข็งผิวระดับจุลภาควิกเกอร์สไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 3 และ แผนภูมิที่ 1)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของความแข็งผิว (VHN) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่วัดโดยเครื่องวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค

ระบบขัด / เรซินคอมโพสิต	ค่าเฉลี่ยของความแข็งผิว (VHN) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	Filtek Z350 XT	**Filtek Bulk Fill**	**SonicFill**
Mylar strip (n=15)	45.2475 (2.01680)	44.2505 (1.31897)	55.7265 (3.49633)
Astropol (n=15)	81.9245 (2.37496)	80.6985 (1.01017)	89.986 (0.53910)
Enhance-PoGo (n=15)	83.2535 (1.17991)	81.726 (1.63066)	87.6245 (2.04092)
Sof-Llex™ diamond polishing system (n=15)	83.2535 (0.36716)	80.5775 (1.82203)	88.954 (1.87565)



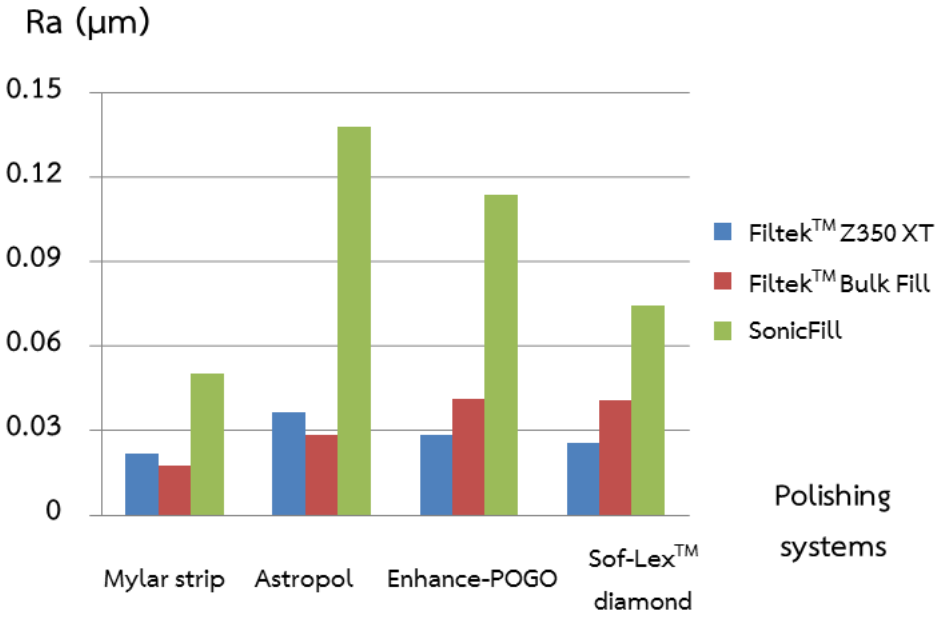
แผนภูมิที่ 1 ค่าเฉลี่ยของความแข็งผิว (VHN) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่วัดโดยเครื่องวัดความแข็งผิวระดับจุลภาค

ผลการทดสอบความหยาบผิว

การทดสอบด้วยเครื่องสไตลัส โปรไฟโลมิเตอร์ พบว่า หลังจากการขัดเรซินคอมโพสิต 3 ชนิด เทียบกับกลุ่มควบคุม วัสดุเรซินคอมโพสิตมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์กับระบบการขัดทั้ง 3 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มควบคุมให้ค่าความหยาบผิวน้อยที่สุดและมีความแตกต่างกับกลุ่มทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนฟิลเทค ซี350 เอ็กซ์ที และโซนิกฟิลล์ เมื่อขัดด้วยซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตม ให้ค่าความหยาบผิวน้อยที่สุด ในขณะที่ฟิลเทค บัลค์ ฟิลล์ เมื่อขัดด้วยแอสโตรพอล ให้ค่าความหยาบผิวน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดสอบทั้ง 3 กลุ่มนั้น พบว่ากลุ่มที่ขัดด้วยซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตม ให้ค่าความหยาบผิวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับอีก 2 กลุ่มทดสอบที่เหลือ โดยกลุ่มที่ขัดด้วยแอสโตรพอล และกลุ่มที่ขัดด้วยเอนฮานซ์-โปโก นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4 และแผนภูมิที่ 2)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความหยาบผิว (Ra) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่วัดโดยเครื่องสไตลัส โปรไฟโลมิเตอร์ (Stylus Profilometer)

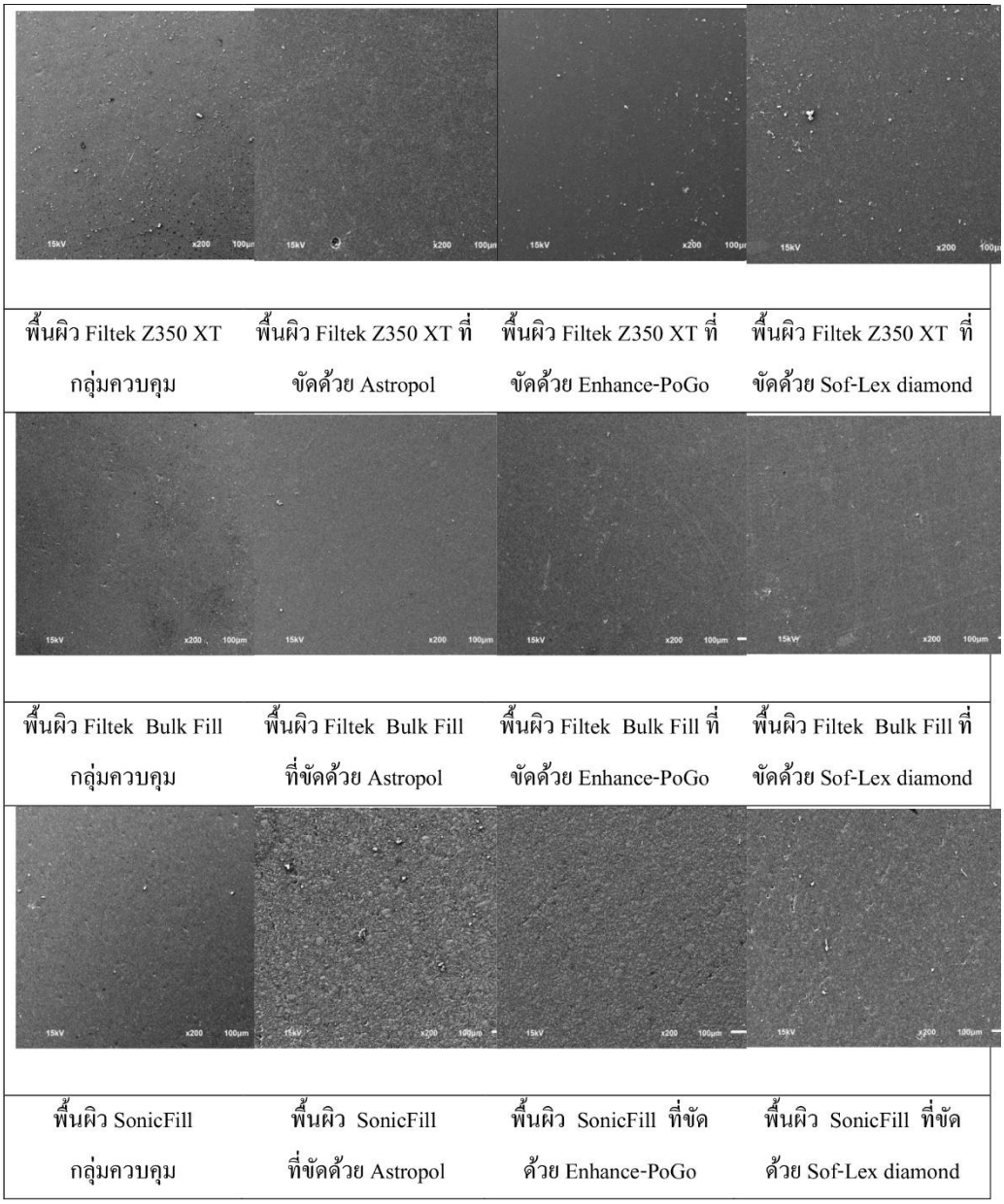
	Filtek Z350 XT	**Filtek Bulk Fill**	**SonicFill**
Mylar strip (n=12)	0.021283333 (0.00128)	0.0175345 (0.00163)	0.0498978 (0.00613)
Astropol (n=12)	0.036252713 (0.00410)	0.0281911 (0.00321)	0.1379991 (0.02502)
Enhance-PoGo (n=12)	0.028313375 (0.00159)	0.04095 (0.00891)	0.113531 (0.02156)
Sof-Lex™ diamond polishing system (n=12)	0.025522292 (0.00488)	0.040765 (0.00678)	0.0743038 (0.02267)



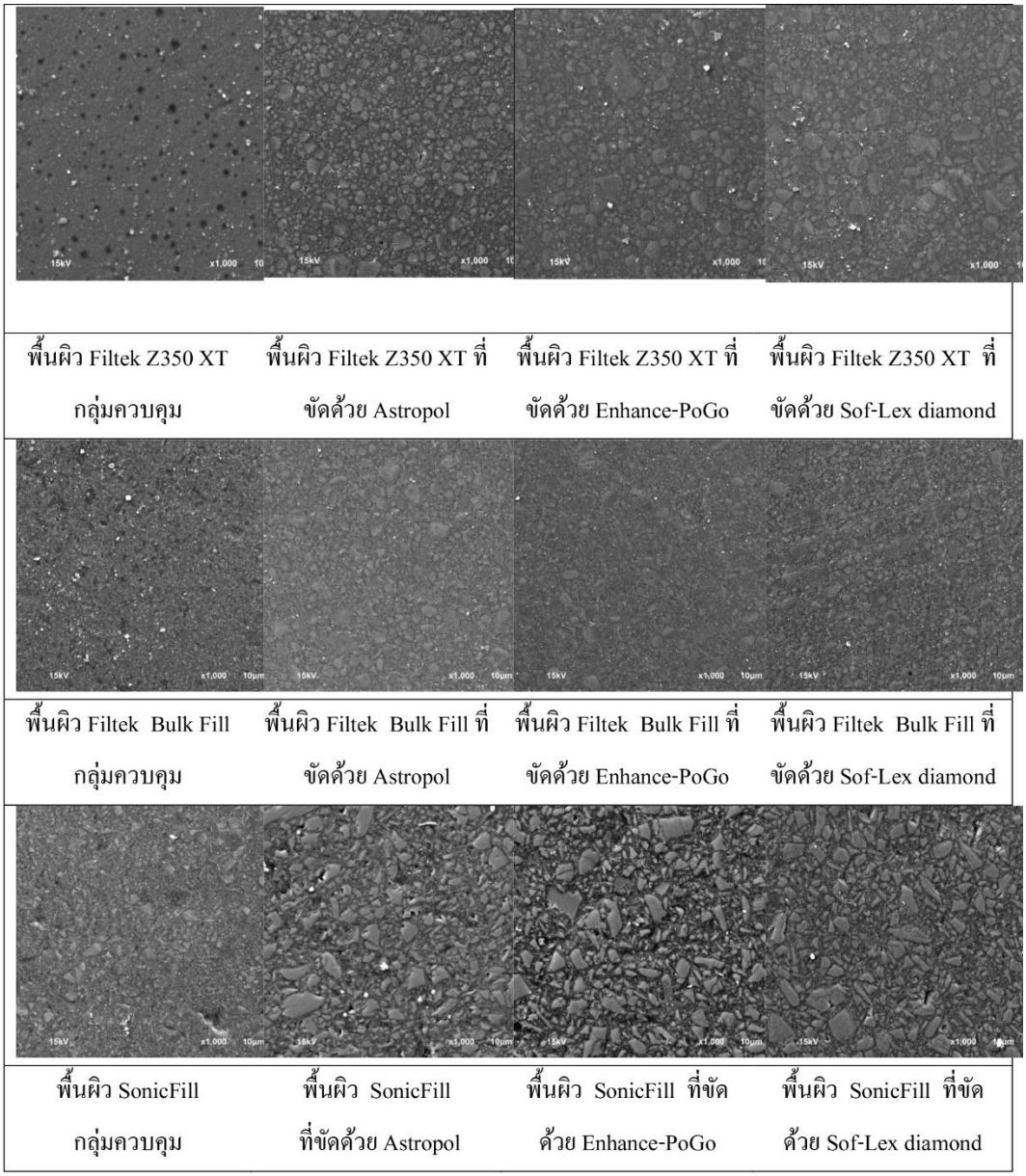
แผนภูมิที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความหยาบผิว (Ra) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่วัดโดยเครื่องสไตลัส โปรไฟโลมิเตอร์

ผลการสำรวจความหยาบผิวจากกล้องจุลทรรศน์จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 และ 1,000 (รูปที่ 1-2) รวมทั้งกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (รูปที่ 3) มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ เรซินคอมโพสิตกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ผ่านการขัดแต่งมีความเรียบพื้นผิวมากที่สุด ในขณะที่กลุ่มที่ผ่านการขัด พบว่าพื้นผิวมีความขรุขระมากขึ้น ทั้งนี้ หากพิจารณาภาพรวมพบว่า โซนิกฟิลล์มีความหยาบผิวมากที่สุดทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการขัด ในขณะที่ฟิลเทค บัลค์ ฟิลล์มีความหยาบผิวน้อยกว่าฟิลเทค ซี350 เอ็กซ์ทีฟิลเทค ซี350 เอ็กซ์

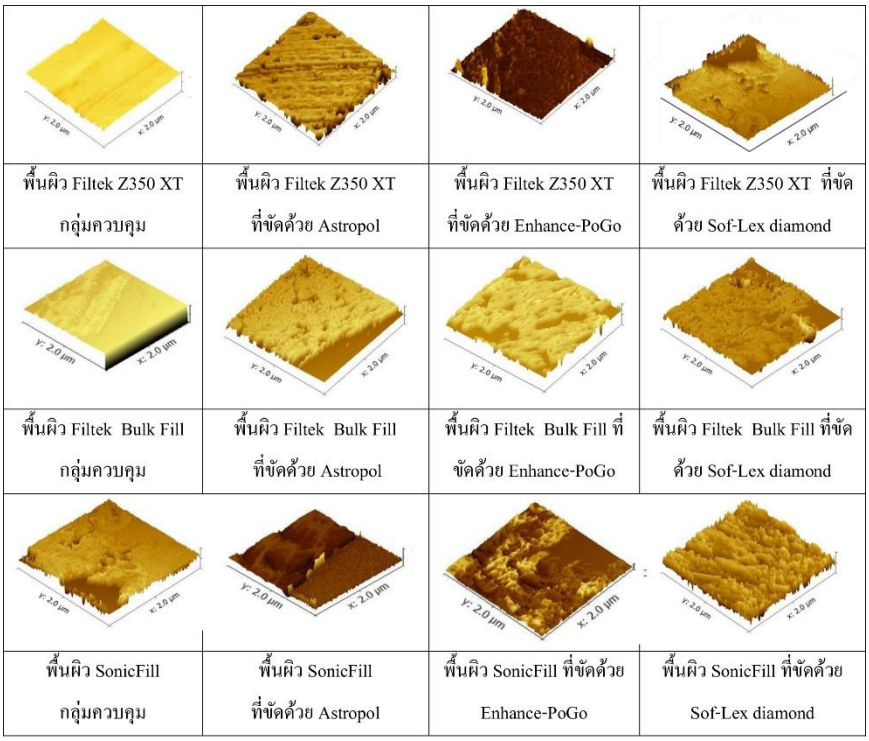
ทีและโซนิกฟิลล์ที่ผ่านการขัดด้วยซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตมมีความหยาบผิวน้อยกว่าแอสโตรพอลและเอนฮานซ์-โปโก ส่วนฟิลเทค บัลค์ ฟิลล์ที่ผ่านการขัดด้วยแอสโตรพอลมีความหยาบผิวน้อยกว่าซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตมและเอนฮานซ์-โปโก



รูปที่ 1 พื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการขัด จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200



รูปที่ 2 พื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการขัด จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 1000



รูปที่ 3 พื้นผิวเรซินคอมโพสิตที่ผ่านการขัดด้วยระบบต่างๆจากกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม

บทวิจารณ์

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการขัดระบบต่างๆที่มีผลต่อความแข็งผิวและความหยาบผิวของนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต 3 ชนิด ในด้านความหยาบผิวนั้น การขัดหลายขั้นตอนจะค่อยๆลดความหยาบของผงขัดลง

ทำให้ได้พื้นผิวที่มีความเรียบมากขึ้นตามลำดับ [18,27,28] โดยหลายการศึกษาแนะนำให้ใช้ระบบขัดหลายขั้นตอน ขณะที่บางรายงานแนะนำให้ใช้แบบขั้นตอนเดียว เนื่องจากให้ผลลัพธ์ที่ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อขัดด้วยระบบหลายขั้นตอน แต่มีข้อดี คือ ลดขั้นตอนในการทำงาน ลดปัญหาการปนเปื้อน [29, 30, 31]

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Schmitt VL และคณะ (2011) และ Almohaimeed M และคณะ (2014) ที่รายงานว่าในกลุ่มควบคุมให้พื้นผิวที่เรียบที่สุด รองลงมาคือการขัดด้วยระบบแผ่นดิสค์ซอฟเล็กซ์ (Sof-Lex Disc) เพราะอลูมินัมออกไซด์สามารถขัดวัสดุอัดแทรกและเรซินแมทริกซ์ออกได้ ในปริมาณเท่าๆกันทำให้วัสดุบูรณะมีพื้นผิวที่เรียบที่สุดเมื่อเทียบกับระบบขัดแบบอื่น [3, 27, 32]

ขณะเดียวกัน การศึกษาของ Patel B และคณะ (2016) ซึ่งศึกษาในนาโนไฮบริดเรซินคอมโพสิต ให้ผลขัดแย้งคือการขัดด้วยหัวขัดที่ทำจากผงเพชร (diamond bur) ร่วมกับโปโก (PoGO) ให้ความเรียบพื้นผิวสูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มควบคุม การใช้ระบบ

ซอฟเล็กซ์ และการใช้หัวขัดที่ทำจากผงเพชรเพียงอย่างเดียวตามลำดับ [33]

ในด้านสมบัติของหัวขัด มีการศึกษาของ Abzal MS และคณะ (2016) กล่าวว่าซอฟเล็กซ์ สไปรัล (Sof-LexTM Spiral) ขัดได้เรียบกว่าแอสโตรพอล (Astropol) แม้ว่าแอสโตรพอลจะมีผงเพชรอยู่ โดยให้เหตุผลว่าอาจเป็น เพราะผงขัดที่อยู่ในซอฟเล็กซ์ สไปรัลมีการยึดติดกับตัวแมทริกซ์ที่ดีกว่า เนื่องจากเป็นแบบยืดหยุ่นได้ ในขณะที่แมทริกซ์ของแอสโตรพอลนั้นยืดหยุ่นน้อยกว่า [34]

ในด้านความแข็งผิว การศึกษาต่างๆล้วนให้ผลตรงกันว่าการขัดแต่งเรซินคอมโพสิตหลังการบูรณะ สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้แก่วัสดุได้ โดยเป็นการกำจัดพื้นผิวที่ประกอบด้วยเรซินเป็นจำนวนมาก (resin rich surface) ออกไป [6] เกิดเป็นพื้นผิวที่มีความแข็งแรงทนทานเหมาะสมต่อการใช้งาน

ความแข็งผิวมีความสัมพันธ์กับสมบัติเฉพาะของวัสดุแต่ละชนิด โดยงานวิจัยของ Korkmaz Y และคณะ (2008) รายงานว่า แกรนดิโอ (Grandio) มีค่าความแข็งผิวสูงที่สุดเมื่อเทียบกับฟิลด์เทคซี250 (Filtek Z250) ซึ่งกล่าวว่า นาโนไฮบริดเรซินคอมโพสิตอย่างแกรนดิโอมีความแข็งผิวมาก เนื่องจากแกรนดิโอมีปริมาณวัสดุอัดแทรกมากกว่า (71.4% โดยปริมาตรและ 87% โดยน้ำหนัก) เมื่อเทียบกับฟิลด์เทค ซี250 (60% โดยปริมาตรและ 66% โดยน้ำหนัก) จึงสรุปได้ว่าการเพิ่มปริมาณวัสดุอัดแทรกส่งผลให้เพิ่มความแข็งผิวด้วย [28] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abouelleil H และคณะ (2015) ที่เปรียบเทียบระหว่างบัลค์ฟิลด์กับเรซินคอมโพสิตเสริมเส้นใย พบว่าโซนิกฟิลด์มีความแข็งผิวมากกว่าฟิลด์เทคบัลค์ฟิลด์ เนื่องมาจากองค์ประกอบของเรซินคอมโพสิตเอง และอัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันที่มากกว่า [35] ดังนั้น การขัดวัสดุจึงเป็นการเพิ่มความแข็งผิวได้อย่างมีนัยสำคัญ และขึ้นกับองค์ประกอบของวัสดุเป็นปัจจัยหลัก [28, 35]

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกับความเรียบของผิวเรซินคอมโพสิตหลังการขัดได้แก่ ลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติเชิงกลของเรซิน คอมโพสิต ความแข็งของอนุภาคในหัวขัดและขนาดของอนุภาคในหัวขัด คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ยึดอนุภาคผงขัดไว้ ความเร็วและน้ำหนักในการขัด รวมไปถึงการใช้น้ำหล่อลื่น (5) ผลการทดลองนี้บ่งชี้ชัดเจนว่าในวัสดุ เรซิน คอมโพสิตที่มีความแข็งผิวสูงเนื่องจากมีปริมาณสารอัดแทรกสูง การขัดผิวให้เรียบจะทำได้ยากกว่าและ ควรจะต้องใช้เวลามากขึ้นกว่าเรซิน คอมโพสิตอีกสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกัน แต่เนื่องจากในการทดลองนี้ มีการควบคุม การขัด โดยใช้ผู้ขัดคนเดียวและใช้เวลาเท่ากันดังนั้นจึงได้ค่าความเรียบผิวที่ต่ำกว่าเรซิน คอมโพสิตอีกสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับการเปรียบเทียบชุดขัดแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่า ขนาดของอนุภาคของผงขัด และชนิดของอนุภาคผงขัดจะมีผลต่อความเรียบเงาด้วย ในชุดขัด Astropolนั้น อนุภาคผงขัด เป็น ซิลิคอน คาร์ไบด์ และจบด้วย อนุภาคไดมอนด์ และขนาด อนุภาค เริ่มจาก

26.5 ไมครอนในสีเทา และ สิ้นสุดที่ 3.5 ในสีชมพู ในขณะที่ ซอฟเลกซ์สไปรอล เริ่มต้นที่ 24 ไมครอน และจบที่ 8ไมครอน พบว่า ชุดขัดทั้งสองชนิดนี้ให้ผิวที่เรียบเงาทีกว่า ชุด เอนฮานซ์-โปโก ซึ่งมีขนาดอนุภาคในหัวขัดที่ใหญ่มาก คือเริ่มที่ 80-120ไมครอน และสิ้นสุดที่ โปโก ซึ่งมีขนาด อนุภาค 5-30ไมครอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเริ่มหัวขัดที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ไปแม้จะจบด้วยหัวขัดที่มีอนภาคไดมอนด์จึงยังไม่สามารถทำให้เรียบได้ นอกจากนี้ ชนิดของ สารอัดแทรกยังมีผลต่อความเรียบของผิวที่ได้หลังการขัดด้วย ในการทำลองนี้ พบว่า ซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตมขัด เรซินคอมโพสิต ฟิลเทค ซี350 เอ็กซ์ทีได้ดีกว่าแอสโตรพอล ในขณะที่ แอสโตรพอลขัด ฟิลเทค บัลคฟิล ได้ดีกว่า ซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตม แต่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างกันของ ความแข็งของอนุภาคผงขัด และ สารอัดแทรก ซึ่งหาก อนุภาคผงขัดไม่แข็งพอที่จะขัด สารอัดแทรก จะทำการขัดได้เพียงเรซิน เมทริกซ์ เท่านั้นซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผิวขัดไม่เรียบได้ (36) งานวิจัยนี้เลือกใช้ ชุดขัด ซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตม แทน ชุดขัด ซอฟเล็กซ์ดิสก์แบบเดิม ซึ่งในชุดขัด ซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชิง ซิสเตม นั้นมีการเปลี่ยนชนิดของ อนุภาคจากอลูมินัมออกไซด์ มาเป็น ไดมอนด์ ซึ่งทำให้ผลการขัดดีขึ้น โดยได้ผลการขัดไม่แตกต่างจาก แอสโตรพอล ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (36) ดังนั้นชุดขัดที่ประกอบไปด้วยหัวขัดที่มี อนุภาค ไดมอนด์ น่าจะให้ผิวขัดที่เรียบเงากว่าชุดขัดที่มีเพียง อลูมินัมออกไซด์เท่านั้น

การใช้กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอมในการตรวจดูผิว เรซิน คอมโพสิต จะทำให้เห็นภาพพื้นผิววัสดุแบบ 3 มิติ และทำให้เกิดความเข้าใจผิวเรซินคอมโพสิตหลังการขัดมากขึ้น กว่าภาพสองมิติจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน ในการดูผิววัสดุหลังการขัดนั้น ควรมีภาพของพื้นผิวประกอบกับการวัดค่าความหยาบผิว (Ra) ทั้งนี้เนื่องจากการที่ สารอัดแทรกและ เรซิน เมทริกซ์ ถูกขัดออกไม่เท่ากันจะส่งผลให้ผิวมีค่าความหยาบที่สูงขึ้นได้ (5)

บทสรุป

การขัดนาโนฟิลด์เรซินคอมโพสิต เป็นการเพิ่มความแข็งผิวแก่วัสดุบูรณะ และการขัดด้วยซอฟเล็กซ์ ไดมอนด์ โพลิชชิ่ง ซิสเตม ให้ความหยาบผิวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณว่าที่ ร.ต.ดิเรกฤทธิ์ จันทรวงษ์ นักวิจัยวิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คุณอุษา มหาอุดมพันธ์ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือในงานวิจัยโดยตลอดจนเสร็จสิ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations.Jada landmark series. 1963; 66: 57-64

2. Ferracane J. Resin composite—State of the art. Dent mater. 2011; 27: 29-38

3. Schmitt V, Puppin-Rontani R, Naufel F, Ludwig D, Ueda J, Sobrinho L. Effect of finishing and polishing techniques on the surface roughness of a nano particle composite resin. Braz J Oral Sci. 2011; 10: 105-8

4. Antonson S, Yazici A, Kilinc E, Antonson D, Hardigan P. Effect of delayed finishing/polishing on surface roughness, hardness and gloss of tooth-coloured restorative materials. Eur J of Dent. 2010; 4: 50-5

5. Jefferies SR. Abrasive Finishing and Polishing in Restorative Dentistry: A State-of-the-art Review. Dent Clinic of North Am. 2007; 51: 379-97

6. Strnald G, Kovacs M, Andras E, Beresescu L. Effect of curing, finishing and polishing tchniques on microhardness of composite restorative materials. Proce Tech. 2015; 19: 233-38

7. Bollenl CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent Mater. 1997 Jul; 13: 258-69.

8. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. Bri Dent J. 2004 Jan; 196: 42-5

9. Weitman RT, Eames WB. Plaque Accumulation on Composite Surfaces after VariousFinishing Procedures. JADA (1939). 1975; 91: 101-6

10. เฉลิมพล และ มนตรี. การบูรณะด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ซันต้าการพิมพ์; 2550

11. ปิยะนารถ เอกวรพจน์. วัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต: สวนประกอบ การพัฒนา และการเลือกใช้งาน Dental Resin Composite: Composition, Development and Selection. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 2557; 6: 122-33

12. 3M ESPE. Filtek Z350 XT Universal Restorative System [technical product profile]. 2010

13. Didem A, Gözde Y, Nurhan O. Comparative Mechanical Properties of Bulk-Fill Resins. Open J of Com Mater. 2014; 4: 117-21

14. 3M ESPE. FiltekTM Bulk Fill Posterior Restorative [technical product profile]. 2013

15. 3M ESPE. Competitive product comparison Filtek Bulk Fill vs Sonicfill [internal 3M ESPE test data]. 2012

16. Kerr. SonicfillTM Sonic-Activated Bulk Fill Composite System [technical profile]. 2012

17. Kerr. Sonicfill portfolio for scientific research [technical profile]. 2015

18. Jung M, Eichelberger K. Polishing of Nanofiller and Hybrid Composites. Oper Dent. 2007; 32: 347-55

19. Ivodar Vivadent,Inc. Astropol and Astrobrush [technical profile]. 2009

20. Ivodar Vivadent,Inc. Astropol [technical profile]. 2011

21. Dentsly Caulk. Enhance Finishing System POGO one-step diamond micro-polisher [technical profile]. 2004

22. Dentsly Caulk. .Enhance and PoGo finishing system [directions for use]. 2003

23. 3M ESPE. 3MTM ESPETMSof-LexTM Diamond Polishing System [technical data sheet]. 2016

24. 3M ESPE. Sof-LexTM Spiral Finishing and polishing wheel [technical data sheet]. 2013

25. 3M ESPE. Sof-LexTM Finishing and Polishing system [technical product profile]. 2013

26. 3M ESPE. Sof-LexTM Spiral Finishing and Polishing Wheels [customer care profile]. 2013

27. Schmitt VL, Puppin-Rontani RM, Naufel FS, Nahsan FPS, Sinhoreti MAC, ´ Baseggio W. Effect of the Polishing Procedures on Color Stability and Surface Roughness of Composite Resins. Int Scho Research Net ISRN Dent. 2011: 1-6

28. Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. J of Oral Sci. 2005; 47: 21-5

29. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Aksoy G. The influence of One-step Polishing Systems on the Surface Roughness and Microhardness of Nanocomposites. Oper Dent. 2008; 33: 44-50

30. Erdemir U, Sancakli HS, Yildiz E. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composite.Eur J of Dent. 2012; 6: 198-205

31. Eden E, Cogulu D, Attin T. The effect of finishing and polishing systems on surface roughness, microhardness and microleakage of nanohybrid composite. J of inter dent and med res. 2012; 5: 155-60

32. Almohaimeed M, Halim SAE. Influence of polishing procedures on properties f Nano-Compsite resin. Life Sci J. 2014; 11: 120-4

33. Patel B, Chhabra N, Jain D. Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid composites. J of Conserv Dent. 2016; 19: 37-40

34. Abzal MS, Rathakrishnan M, Vivekanandhan P, Subbiya A, Sukumaran VG. Evaluation of surface roughness of three different composite resins with three different polishing systems. J Conserv Dent. 2016; 19: 171-4

35. Abouelleil H, Pradelle N, Villat C, Attik N , Colon P, Grosgogeat B. Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites. Res Dent & Endo. 2015; 1-5

36. Madyastha PS et al. Effect of finishing/polishing techiques and time on surface roughness of esthetic restorative materials. Dent Res J (Isfahan) 2017 Sep-Oct.

ผู้รับผิดชอบความ

ผศ.ดร.ทพญ ศิริจันทร์ เจียรพุฒิ

ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา

กรุงเทพมหานคร 10110

โทรศัพท์: 02-649-5000 ต่อ 15112

E-mail address:sirichanswu@gmail.co

Comparison of Polishing Systems on Surface Hardness and Surface Roughness of Nanofilled Resin Composites

Sirichan Chiaraputt[1] Chatruthai Kanchanasopon[1] Natthaporn Nopparat[1]Apinyaporn Chotmanothum[1] Kittanut Chiangngernthanyakoon[1] Chisanu Lertthawinchira[1] Vibul Paisankobrit[2]

Abstract

Objective: *The aim of this study was to evaluate surface hardness and surface roughness of three nanofilled resin composites with three polishing systems.*
Materials and methods: *The resin composites were divided into control group of 5 specimens for each material received no polishing and randomly divided among three finishing and polishing systems (n=5), Sof-Lex Diamond Polishing System, Astropol, and Enhance-POGO. The average surface roughness (Ra) was measured by profilometer, the surfaces were investigated with Scanning Electron Microscope (SEM) and Atom Force Microsope (AFM). Surface hardness was determined by surface microhardness tester. Statistical analysis was performed.*
Results: *Sof-Lex Diamond Polishing System exhibited the significantly lowest Ra value ($p<0.05$) among the polished groups, but there were no statistically significant differences between Astropol and Enhance-POGO. The lowest surface hardness of the resin composites was found in he Mylar strip group, whereas no statistically significant differences were observed between the polishing systems ($p>0.05$).*
Conclusions : *Sof-Lex Diamond Polishing System provided the significantly lowest surface roughness. However, there was no significantly differences of surface hardness among the polished group.*
Keywords: *polishing systems, nanofilled resin composites, surface hardness, surface roughness*

[1]*Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok, 10110*

[2]*Sixth year student, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok, 10110*