ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:213-22
CU Dent J. 2008;31:213-22

บทวิทยาการ
Original Article

ผลของหัวขัดชนิดต่างๆ ที่มีต่อความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์

กานต์ พิพัฒน์ปัญญานุกูล[1]
วิชญา วิศิษฐ์รัศมีวงศ์[1]
วาสนา พัฒนพีระเดช ทบ., M.D.S., อ.ท. (ทันตกรรมหัตถการ)[2]

[1]นิสิตคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของหัวขัดที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ที่มีต่อความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์

วัสดุและวิธีการ ใส่เรซินคอมโพสิตฟิลเทกแซด 350® ลงในแม่พิมพ์ขนาด 5x4x2 มม.^{3} ปิดทับด้วยแผ่นไมลาร์แล้วฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที จำนวน 120 ชิ้น แบ่งอย่างสุ่มเป็น 6 กลุ่มเท่าๆ กัน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 5 กลุ่มนำไปขัดด้วยหัวขัด 5 ชนิด ได้แก่ ซอฟเฟล็ก® เอ็นฮานส์® โพโก® คอมโพเซฟ® และ เจ็ทเบอร์® จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบหาค่าความหยาบผิวด้วยเครื่องมือวัดความหยาบผิวและเลือกชิ้นตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มของหัวขัดแต่ละชนิด ไปประเมินด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

ผลการศึกษา เมื่อขัดด้วยซอฟเฟล็ก® พบว่าค่าที่ได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญและได้พื้นผิวเรียบดีที่สุด ส่วนกลุ่มที่มีค่าแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเรียงตามลำดับค่าความหยาบผิวจากน้อยไปหามาก ได้แก่ โพโก® เอ็นฮานส์® คอมโพเซฟ® และ เจ็ทเบอร์®

สรุป ความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์หลังการขัดขึ้นอยู่กับชนิดของหัวขัด โดยหัวขัดที่ให้ความเรียบผิวดีที่สุด คือ ซอฟเฟล็ก®

(ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:213-22)

คำสำคัญ: *ความหยาบผิว; เรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์; หัวขัด*

บทนำ

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุสีเหมือนฟันธรรมชาติที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางเนื่องด้วยมีความสวยงามใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ โดยเฉพาะในการบูรณะฟันหน้า ปัจจุบันนี้ได้มีการนำมาใช้บูรณะฟันหลังด้วย เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุที่ประกอบด้วย 3 วัฏภาค ได้แก่ วัฏภาคเรซินเมทริกซ์ (resin matrix phase) วัฏภาควัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ (inorganic filler phase) และสารไซเลนคอบปลิง (silane coupling agent) ซึ่งเป็นตัวเชื่อมวัฏภาคที่ 1 กับ 2 เข้าด้วยกัน เรซินคอมโพสิตมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะเทคโนโลยีการผลิตวัสดุอัดแทรก (filler) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในเรซินคอมโพสิต ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงวัสดุให้มีคุณสมบัติการใช้งานทางคลินิกดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรง ความสวยงามและความเรียบของผิวของวัสดุ[1,2]

การจำแนกประเภทของเรซินคอมโพสิตมีหลายระบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ระบบหนึ่งที่เป็นที่นิยม คือ การจำแนกโดยอาศัยขนาดของวัสดุอัดแทรกเป็นเกณฑ์ ซึ่ง van Noort[3] ได้แบ่งเรซินคอมโพสิต ออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ (1) เทรดิชันนอลเรซินคอมโพสิต (traditional resin composite) ประกอบด้วยวัสดุอัดแทรกที่เป็นแก้ว ซึ่งมีขนาดโดยเฉลี่ย 10-20 ไมครอน อนุภาคที่ใหญ่ที่สุดมีขนาด 40 ไมครอน ข้อเสียของเรซินคอมโพสิตชนิดนี้คือ มีค่าความหยาบผิว (surface roughness) ค่อนข้างสูง เนื่องจากมีบางส่วนของวัสดุอัดแทรกยื่นยาวอยู่เหนือผิวหน้าของเรซิน อันเป็นผลจากการสูญเสียเรซินเมทริกซ์รอบ ๆ อนุภาควัสดุอัดแทรกระหว่างการขัดสี (2) ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต (microfilled resin composite) ใช้อนุภาคคอลลอยดอลซิลิกา (colloidal silica) เป็นวัสดุอัดแทรกขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 0.04 ไมครอน เนื่องจากวัสดุอัดแทรกมีขนาดเล็ก ส่งผลให้เรซินคอมโพสิตชนิดนี้มีผิวหน้าเรียบ แต่ขนาดอนุภาคที่เล็กนี้ทำให้มีพื้นผิวสัมผัสต่อเรซินมาก ทำให้ใส่วัสดุอัดแทรกได้ในปริมาณน้อย จึงมีความแข็งแรงน้อยกว่าเทรดิชันนอลเรซินคอมโพสิต (3) ไฮบริด หรือเบลนด์เรซินคอมโพสิต (hybrid or blended resin composite) ประกอบด้วยอนุภาคของวัสดุอัดแทรกที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉลี่ย 15-20 ไมครอน และคอลลอยดอลซิลิกาขนาด 0.01-0.05 ไมครอน และ (4) ไฮบริดเรซินคอมโพสิตชนิดอนุภาคขนาดเล็ก (small particle hybrid resin composite) จากการพัฒนาวิธีการบดแก้ว ทำให้สามารถบดได้แก้วที่มีขนาดอนุภาคเล็กลงคือ อนุภาคของวัสดุอัดแทรกมีขนาดโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 1 ไมครอน ส่วนมากมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.1-0.6 ไมครอนเท่านั้น ผสมกับคอลลอยดอลซิลิกาขนาด 0.01-0.05 ไมครอนอีกจำนวนหนึ่ง เนื่องจากขนาดอนุภาคของวัสดุอัดแทรกที่เล็กมาก จึงทำให้เรซินคอมโพสิตชนิดนี้มีผิวหน้าเรียบมาก ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเรซินคอมโพสิตที่มีขนาดของวัสดุอัดแทรกเล็กมากเป็นระดับนาโนเมตร คือ เรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ (nanofilled resin composite) มีขนาดโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.005-0.01 ไมครอน ใส่ร่วมกับอนุภาคขนาดนาโน ชนิดแอกโกลเมอเรทเทด (agglomerated nanoparticle) ทำให้เรซินคอมโพสิตชนิดนี้ สามารถบรรจุวัสดุอัดแทรกได้เป็นจำนวนมากโดยยังคงความหนืด อยู่ในระดับที่เหมาะสม[4]

การบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตให้ประสบความสำเร็จ นอกจากจะเลือกใช้ชนิดของวัสดุให้เหมาะสมแล้วต้องคำนึงถึงความหยาบผิวของวัสดุภายหลังการตกแต่งและการขัด แม้ว่าจากการศึกษาวิจัยพบว่าการใช้แผ่นไมลาร์ (mylar strip) ช่วยระหว่างขั้นตอนการอุดและใช้ในการปิดทับผิวหน้าของเรซินคอมโพสิตระหว่างการฉายแสงทำให้ได้ผิวหน้าเรียบที่สุด แต่การขัดยังมีความจำเป็น[5,6]

จากการศึกษาจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่าผิวของวัสดุที่ขุรขระจะทำให้เกิดการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ การติดสีตามขอบ การผุซ้ำ การติดของเศษอาหาร เกิดการระคายเคืองต่อเหงือก เกิดการอักเสบของเหงือกโดยเฉพาะในบริเวณที่อยู่ชิดขอบเหงือกหรือบริเวณใต้เหงือก[7,8] ดังนั้นการแต่งและการขัดภายหลังการบูรณะเป็นขั้นตอนสำคัญในการบูรณะฟันให้ประสบความสำเร็จ จุดมุ่งหมายของการตกแต่งและการขัดเพื่อให้ได้พื้นผิวหน้าที่เรียบที่สุดเท่าที่เป็นไปได้โดยเกิดความเสียหายและรอยรั่วตามขอบของวัสดุบูรณะน้อยที่สุด ดังนั้นประโยชน์ของการมีพื้นผิวเรียบคือ ช่วยป้องกันการเกาะสะสมของคราบจุลินทรีย์ ซึ่งช่วยให้การดูแลรักษาสุขภาพช่องปากทำได้ง่ายขึ้น เกิดความสวยงามและให้ผู้ป่วยเกิดความรู้สึกสบาย[9,10] ในกรณีวัสดุบูรณะเป็นโลหะ ความหยาบผิวจะส่งเสริมให้เกิดการหมองและผุกร่อนของวัสดุ[11] ดังนั้นวัสดุบูรณะที่ไม่ผ่านการขัดจึงมีอายุการใช้งานสั้นกว่าและเกิดการติดสีได้มากกว่าวัสดุบูรณะที่ผ่านการขัด[9,10] เช่นเดียวกับผิวเคลือบฟัน มี

การศึกษาพบว่าฟันที่ผ่านการขัดมีความต้านทานต่อการผุมากขึ้นโดยพบว่าผิวเคลือบฟันจะละลายในกรดน้อยกว่าฟันที่ไม่ได้ขัดถึงร้อยละ15[12] นอกจากนี้หากตำแหน่งของวัสดุบูรณะอยู่ด้านประชิดต่อเหงือก ความบกพร่องที่ผิวหน้าจะส่งผลให้เกิดเหงือกร่นและการอักเสบตามมา[13]

นอกจากนี้ ในการศึกษาทางทันตกรรมมักจะวัดความขรุขระของพื้นผิวแล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับการเกาะติดของคราบจุลินทรีย์บนฟันและวัสดุบูรณะฟัน เพื่อประเมินคุณภาพของการขัดทางคลินิกที่ผิวของวัสดุบูรณะฟัน[8] ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกตด้วยตาเปล่า สำหรับการศึกษานี้ใช้วิธีการวัดความหยาบผิวโดยเครื่องวัดความหยาบผิว (surface roughness tester) และเลือกใช้หัวเข็มเพชร (diamond stylus) ลากผ่านพื้นผิวที่ต้องการทดสอบด้วยแรงกดที่กระทำอย่างสม่ำเสมอ โดยคอมพิวเตอร์จะแปลผลออกมาเป็นค่า Ra (average surface roughness) ซึ่งคือค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวเป็นค่าเฉลี่ยของจุดทุกจุดบนเส้นที่กำหนดบนพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการหาค่าความหยาบมีหน่วยเป็นไมครอน จนถึงปัจจุบันนี้พบว่ามีการศึกษาวิจัยหลายเรื่องที่ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างหัวขัดกับเรซินคอมโพสิตที่ถูกขัด และสามารถสรุปได้ว่าการจับคู่กันอย่างเหมาะสมระหว่างเรซินคอมโพสิตกับหัวขัดที่ใช้ จะส่งเสริมให้เกิดการขัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด เนื่องจากความเรียบ ของพื้นผิวที่ได้นอกจากถูกกำหนดโดยชนิดของหัวขัดที่ใช้แล้ว คุณสมบัติของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดก็มีผลด้วย[14]

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของหัวขัดต่อความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ และเปรียบเทียบค่าความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ เมื่อขัดด้วยหัวขัดชนิดต่าง ๆ

วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ เตรียมชิ้นตัวอย่างโดยนำเรซินคอมโพสิตฟิลเทกแซด 350® (3M ESPE, USA) สี A 3.5 ซึ่งเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ ใส่ในแม่พิมพ์ที่ทำจากอะคริลิกชนิดบ่มตัวเอง (self cure acrylic) (Mesiodent, ทันต-สยาม ประเทศไทย) ขนาด 9x10x4 มม.^{3} ตรงกลางมีหลุมขนาด 4x5x2 มม.^{3} จำนวน 120 ชิ้นที่เตรียมไว้ให้เต็ม ปิดทับด้วยแผ่นไมลาร์ให้แนบสนิทโดยใช้สไลด์แก้ว (glass slide) ช่วยในการกดเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออก จากนั้นฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง (Elipar® TriLight, 3M ESPE, USA) เป็นเวลา 40 วินาที เก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในน้ำปราศจากไอออน ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำชิ้นตัวอย่างไปทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิกส์ (ultrasonic cleanser; 5210, Bransonic, Germany) เป็นเวลา 5 นาที แล้วเป่าให้แห้ง แบ่งชิ้นตัวอย่างออกเป็น 6 กลุ่มโดยใช้วิธีการสุ่มตามหลักทางสถิติศาสตร์ชนิดสุ่มอย่างง่าย (simple sampling) ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม คือ ไม่ถูกนำไปขัด กลุ่มที่ 2 นำไปขัดด้วยแผ่นอลูมินัมออกไซด์ซอฟเฟล็ก® (Sof-lex®) (aluminum oxide disc, 3M ESPE, USA) กลุ่มที่ 3 นำไปขัดด้วยหัวขัดโพโก® (Pogo®) (diamond impregnated point - Dentsply, USA) กลุ่มที่ 4 นำไปขัดด้วยหัวขัดเอ็นฮานส์® (Enhance®) (aluminum oxide impregnated point - Dentsply, USA) กลุ่มที่ 5 นำไปขัดด้วยหัวขัดคอมโพเซพ® (Composhape®) (Diamond bur - Intensive, Switzerland) และกลุ่มที่ 6 นำไปขัดด้วยหัวขัดเจ็ทเบอร์ (Jet bur®) (12- และ30-fluted tungsten carbide bur-Kerr, USA) เมื่อขัดเสร็จจึงนำชิ้นตัวอย่างไปล้างน้ำให้สะอาดและตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มใช้เทคนิคขัดตามที่บริษัทผู้ผลิตหัวขัดแต่ละชนิดกำหนดโดยใช้เวลาในการขัด 40 วินาที และขัดในทิศทางเดียวกันจากซ้ายไปขวา กลุ่มที่ 2 ใช้หัวขัด 1 ชุด ประกอบด้วยความหยาบ 4 ระดับ ต่อชิ้นตัวอย่างหนึ่งชิ้น ส่วนกลุ่มที่ 3-6 ใช้หัวขัด 1 หัวต่อชิ้นตัวอย่าง 4 ชิ้น โดยการขัดใช้ผู้ขัดเพียงคนเดียว

นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมด 120 ชิ้น ไปวัดความหยาบผิวด้วยเครื่องวัดความหยาบผิว (TalyScan 150, Taylor Hobson Ltd., England) โดยใช้หัวเข็มเพชร ส่วนปลายมีรัศมี 2 ไมครอน ในการวัดแต่ละครั้งควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 50 ± 10 เลือกใช้ค่า Ra ที่มีหน่วยการวัดเป็นไมครอนเป็นตัวแสดงผล โดยใช้ช่วงระยะวัดบนผิวชิ้นงานเท่ากับ 2 มม. มีค่าคัทออฟ (cut-off) เท่ากับ 0.25 มม. วัดค่าความหยาบผิวเป็นโปรไฟล์ (profile) 3 เส้น อย่างสุ่มต่อ 1 ชิ้นตัวอย่าง ทิศทางการวัดตั้งฉากกับแนวการขัด บันทึกผลลงในตาราง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาคำนวณด้วย

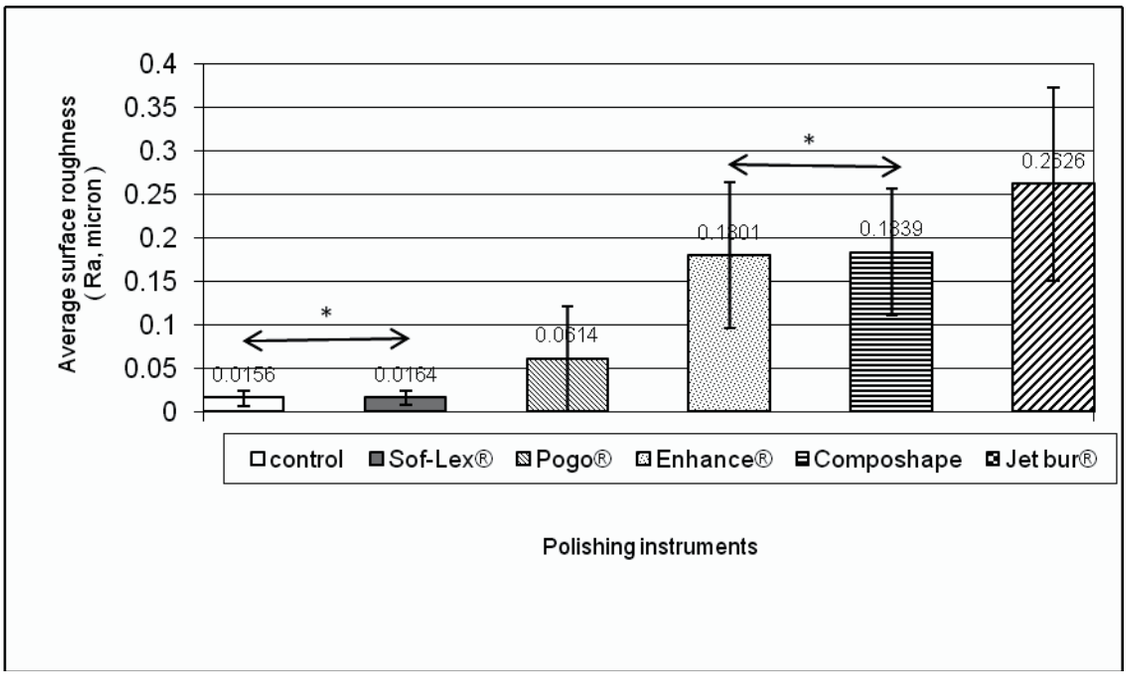
การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 เลือกชิ้นตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตามหลักการทางสถิติศาสตร์ชนิดสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มทั้ง 6 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ชิ้น เป็นตัวแทนกลุ่ม เพื่อนำไปดูลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope) ที่กำลังขยาย 1000 เท่า โดยใช้ผู้ประเมิน 2 คน

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า Ra ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แสดงในรูปที่ 1

เมื่อพิจารณาในกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของ Ra มีค่าต่ำที่สุดในกลุ่มที่ขัดด้วยซอฟเฟล็ก® และเมื่อเรียงค่าเฉลี่ยของ Ra ของกลุ่มที่ขัดด้วยหัวขัดต่างๆ จากน้อยไปมาก ได้ดังนี้ ซอฟเฟล็ก® เอ็นฮานส์® โพโก® คอมโพเซฟ® และ เจ็ทเบอร์® ซึ่งค่าความหยาบผิวโดยเฉลี่ยเมื่อขัดด้วยเอ็นฮานส์® และคอมโพเซฟ® ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าความหยาบผิวโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด และมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มซอฟ-เฟล็ก® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างจากกลุ่มที่ขัดด้วยโพโก® เอ็นฮานส์® คอมโพเซฟ® และ เจ็ทเบอร์® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

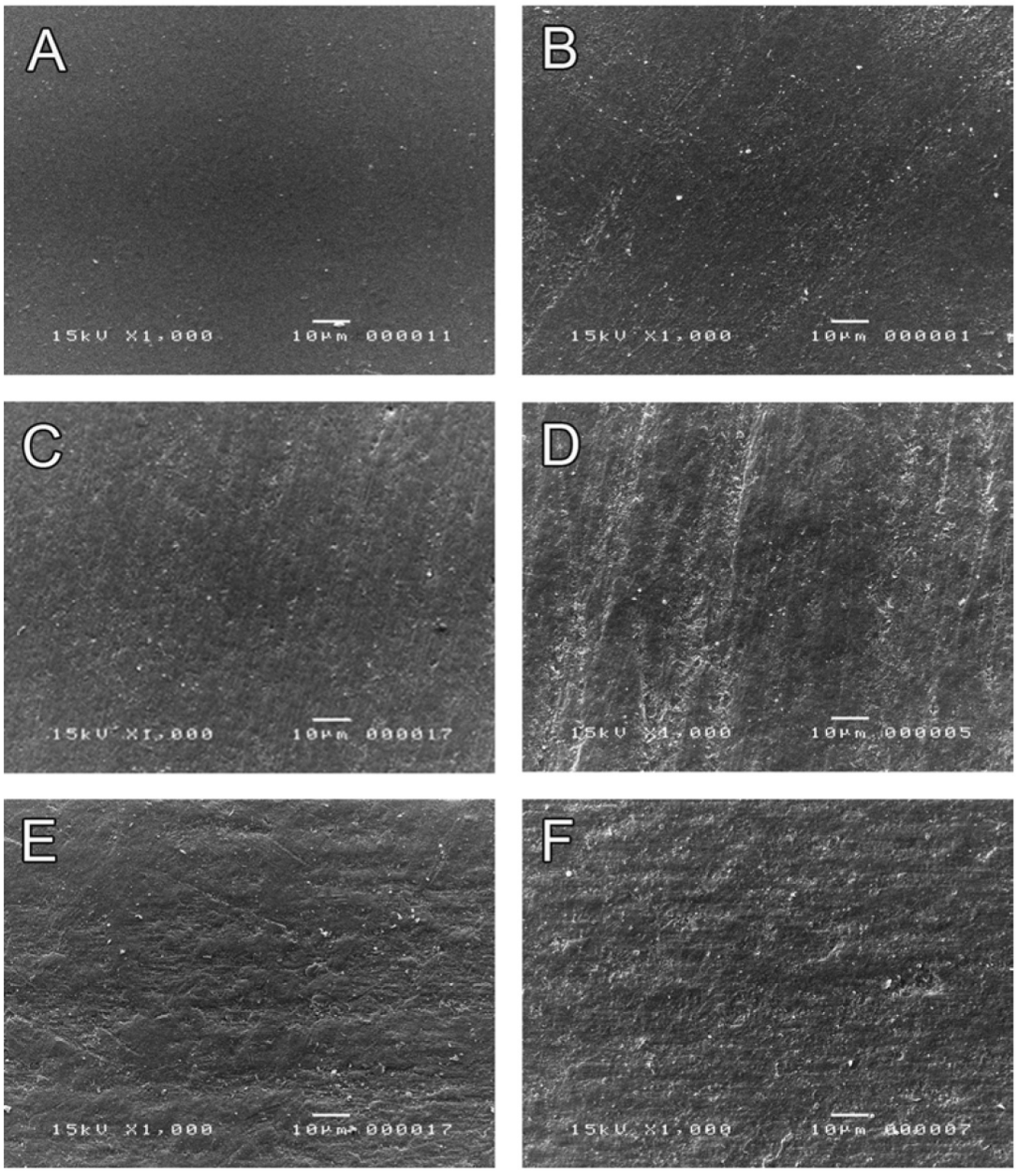
ผลจากการประเมินลักษณะพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ดังแสดงในรูปที่ 2 กล่าวได้ว่าค่าเฉลี่ยของ Ra มีความสัมพันธ์กับความขรุขระผิวของชิ้นตัวอย่าง คือ พื้นผิวมีความขรุขระน้อยเมื่อค่าเฉลี่ยของ Ra ต่ำ และพื้นผิวมีความขรุขระมากเมื่อค่าเฉลี่ยของ Ra สูง



* no statistically different at $p < 0.05$

รูปที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหยาบผิว (Ra) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

Fig. 1 Comparison of the average surface roughness (Ra) between control and experimental groups



รูปที่ 2 ลักษณะพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างเมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด เมื่อ (A) คือชิ้นตัวอย่างที่ไม่ผ่านการขัด (กลุ่มควบคุม) (B) คือชิ้นตัวอย่างที่ขัดด้วยซอฟเฟล็ก® (C) คือชิ้นตัวอย่างที่ขัดด้วยโพโก® (D) คือชิ้นตัวอย่างที่ขัดด้วยเอ็นฮานส์® (E) คือชิ้นตัวอย่างที่ขัดด้วยคอมโพเซฟ® และ (F) คือชิ้นตัวอย่างที่ขัดด้วยเจ็ทเบอร์®

Fig. 2 Scanning electron microscopic study of the sample surfaces after (A) removal of the Mylar strip (control group), (B) polishing with Sof-Lex®, (C) polishing with Pogo®, (D) polishing with Enhance®, (E) polishing with Composhape® and (F) polishing with Jet bur®

วิจารณ์

ผลการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถของหัวขัดชนิดต่าง ๆ ในการขัดผิวเรซินคอมโพสิตฟิลเทกแซด 350® ซึ่งเป็นตัวแทนของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ หลังทำให้แข็งตัวโดยการฉายแสงภายใต้การปิดทับของแผ่นไมลาร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของ Ra เป็นเกณฑ์ ร่วมกับการประเมินลักษณะผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

การวัดค่า Ra ในการทดลองนี้กำหนดให้วัดในทิศทางตั้งฉากกับแนวการขัดเป็นหลัก เพื่อเป็นการควบคุมไม่ให้เกิดตัวแปรอื่นที่อาจมีผลต่อการทดลอง และการประเมินความขรุขระบนผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างโดยใช้ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด อาศัยความคิดเห็นของผู้ประเมินเป็นหลัก เนื่องจากไม่มีค่าความขรุขระเป็นตัวเลขที่แน่นอน ดังนั้นผู้ประเมินจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลในการจัดอันดับความขรุขระผิวของชิ้นตัวอย่าง เพื่อลดปัจจัยดังกล่าวให้น้อยที่สุด จึงกำหนดให้ผู้ทำการวิจัยทั้ง 2 คนทำการเรียงลำดับความขรุขระผิวของชิ้นตัวอย่างอย่างเป็นอิสระต่อกัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งผู้วิจัยทั้ง 2 คนมีความเห็นตรงกัน สำหรับการใช้ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดเป็นการยืนยันผลจากการวัดค่า Ra ด้วยเครื่องวัดความหยาบผิวเท่านั้น ไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อจัดอันดับประสิทธิภาพของหัวขัดได้อย่างแท้จริง เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ด้วยวิธีมองด้วยตาเปล่า พบว่าชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นมีลักษณะผิวเรียบเป็นที่น่าพอใจ และไม่สามารถแยกได้ว่าชิ้นตัวอย่างใดมีความขรุขระมากน้อยกว่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากค่า Ra ของชิ้นตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มล้วนมีค่าน้อยกว่า 0.5 ไมครอน[15]

จากการทดลองพบว่า หัวขัดซอฟเฟล็ก® มีความสามารถในการขัดพื้นผิวของฟิลเทกแซด 350® ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับหัวขัดอื่นอีก 4 ชนิด สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Barastegui และคณะ[16] Tate และ Powers[17] Lu และคณะ[18] และ Barbosa และคณะ[14] ซึ่งทำการศึกษาในเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครฟิลล์ ไฮบริด ไมโครไฮบริด และ แพคเคเบิล (packable) แต่ในการทดลองของ Hoelscher และคณะ[19] ได้ผลว่าประสิทธิภาพของซอฟเฟล็ก® ไม่แตกต่างจากหัวขัดคาร์ไบด์ (carbide bur) และ เอ็นฮานส์® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้ในการขัดเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครฟิลล์ ซึ่งต่างจากการทดลองนี้ที่ใช้เรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์

Paravina และคณะ[20] ทดลองขัดเรซินคอมโพสิตชนิดไฮบริดและไมโครฟิลล์ด้วยหัวขัดโพโก® พบว่าได้ผิวหน้าเรียบกว่าขัดด้วยซอฟเฟล็ก® ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่า Paravina และคณะ ขัดชิ้นตัวอย่างด้วยหัวขัดคาร์ไบด์ 16 ใบมีดก่อนนำไปขัดด้วยโพโก®หรือ ซอฟเฟล็ก® ซึ่งอาจไปช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโพโก®

จากการศึกษาวิจัยจำนวนมากรวมถึงการวิจัยในครั้งนี้เป็นการสนับสนุนผลการศึกษาของ van Noort และ Davis[21] ที่กล่าวว่าประสิทธิภาพในการขัดจะดีที่สุด เมื่อเลือกใช้หัวขัดได้เหมาะสมกับชนิดของเรซินคอมโพสิตที่ใช้ ทั้งนี้เนื่องจากความเรียบพื้นผิวนอกจากจะขึ้นกับชนิดของหัวขัดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวเรซินคอมโพสิตทั้งลักษณะของเมทริกซ์และวัสดุอัดแทรกที่เป็นองค์ประกอบ

อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ซอฟเฟล็ก® นั้นให้ผลดีในเรซินคอมโพสิตหลายชนิด และมีราคาไม่สูงนัก แต่มีข้อด้อยที่มีขั้นตอนการขัดหลายขั้นตอนและต้องทำการขัดตามลำดับจึงจะได้ผลดีที่สุด และเนื่องด้วยซอฟเฟล็ก® มีลักษณะเป็นแผ่นจึงมีข้อจำกัดในการขัดบริเวณด้านบดเคี้ยวของฟัน ต่างจากหัวขัดอื่นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งมีลักษณะเป็นดอกบัว จึงเหมาะสมที่จะใช้ในการขัดด้านบดเคี้ยวหรือแอ่งหว่ำด้านลิ้นของฟันหน้า

การใช้เจ็ทเบอร์® ทำให้เกิดความขรุขระที่ผิวหน้าของเรซินคอมโพสิตได้มากกว่าหัวขัดชนิดอื่นอาจจะเนื่องจากปลายคมด้านตัดของหัวขัดทังสเตนคาร์ไบด์ (tungsten carbide bur) อยู่ที่ขอบของใบมีด ซึ่งถูกออกแบบมาให้มีระยะห่างระหว่างแต่ละใบมีด ทำให้พื้นผิวของเรซินคอมโพสิตในบริเวณหนึ่ง ๆ ไม่ถูกขัดได้พร้อมกันทั่วทั้งบริเวณ ส่งผลให้เกิดความขรุขระขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่มีการอ้างถึงในการศึกษาของ Berastegui และคณะ[16] ที่ว่าหัวขัดทังสเตนคาร์ไบด์ที่มีจำนวนใบมีดน้อย แสดงว่ามีระยะห่างระหว่างใบมีดมาก ทำให้เกิดพื้นผิวที่ขรุขระได้มากกว่าชนิดที่มีใบมีดจำนวนมาก นอกจากนี้จากการศึกษาของ Lutz และคณะ[22] กล่าวว่า จากการที่

พันธะที่ยึดระหว่างส่วนเนื้อเมทริกซ์และฟิลเลอร์ที่เป็นองค์ประกอบในเทรดิชันนอลเรซินคอมโพสิต ไมโครฟิลล์ และไฮบริด มีความแข็งแรงต่ำ ดังนั้นในขณะขัดด้วยหัวขัดทังสเตนคาร์ไบด์ หรือหัวขัดประเภทหิน ทำให้ฟิลเลอร์ขนาดใหญ่นั้นมีแนวโน้มที่จะหลุดออกมาจากเนื้อเมทริกซ์ ทำให้เกิดเป็นหลุม และความขรุขระขึ้นบนผิวของวัสดุ

อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยที่พบว่าหัวขัดทังสเตนคาร์ไบด์30 ใบมีด มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการขัด อเลิร์ท (Alert®) ซึ่งเป็นเรซินคอมโพสิตชนิดแพคเคเบิลที่มีอนุภาคขนาดใหญ่เป็นองค์ประกอบ

เนื่องจากทังสเตนคาร์ไบด์มีข้อดีคือมีความแข็งและคมมากใช้ตัดแต่งผิวเคลือบฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ[23] ดังนั้นแม้ว่าการใช้หัวขัดทังสเตนคาร์ไบด์ 12 ใบมีด อาจทำลายพื้นผิวของเรซินคอมโพสิต และทำให้เกิดความขรุขระขึ้น[24] แต่สามารถใช้หัวขัดคาร์ไบด์ในการตัดแต่งส่วนเกินของเรซินคอมโพสิต เพื่อให้ได้รูปร่างของวัสดุที่ถูกต้องสอดคล้องไปกับลักษณะทางกายวิภาคของฟันก่อนที่จะเริ่มทำการขัดด้วยหัวขัดชนิดอื่น ๆ ต่อไป[16]

แม้ว่าการเปรียบเทียบความหยาบผิวของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่า พื้นผิวของฟิลเทกแซด 350® เรียบดีที่สุดเมื่อใช้แผ่นไมลาร์ปิดทับก่อนการฉายแสงและไม่ผ่านการขัดใด ๆ ซึ่งตรงกับผลจาก Nagem Filho และคณะ[5] แต่การขัดยังคงเป็นกระบวนการที่มีความจำเป็นในการบูรณะฟันด้วยเรซินคอมโพสิตในหลายกรณี เนื่องจากเป็นการยากที่จะทำให้ได้เค้ารูปที่ถูกต้องของวัสดุบูรณะตั้งแต่ขั้นตอนการอุด เพราะโดยปกติแล้วมักอุดวัสดุบูรณะให้เกินกว่าที่ต้องการเล็กน้อยแล้วจึงทำการตัด ตกแต่งและทำให้เรียบเพื่อให้ได้เค้ารูปที่ถูกต้องภายหลังจากวัสดุผ่านขบวนการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) เรียบร้อยแล้ว[4] นอกจากนี้ผิวเรียบที่เกิดจากแผ่นไมลาร์ ซึ่งมักมีความหนาประมาณ 5 ไมครอน จะมีความแข็งผิวที่ต่ำ เนื่องจากมีปริมาณวัสดุอัดแทรกอยู่น้อย

ถึงแม้การขัดเรซินคอมโพสิตหลังการอุดทำให้เรซินคอมโพสิตมีผิวหน้าเรียบซึ่งสามารถลดการเกาะติดของเศษอาหารและคราบจุลินทรีย์ได้ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป 1 ปี พบว่าการเกาะติดของเศษอาหารและคราบจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้นและเพิ่มขึ้นอีกเมื่อระยะเวลาผ่านไป 3 ปี เนื่องจากสภาพแวดล้อมในช่องปากมีผลต่อเรซินคอมโพสิต ทั้งอุณหภูมิ ความเป็นกรด ยาสีฟัน และอาหารที่รับประทาน ซึ่งสามารถทำให้คุณสมบัติของเรซินคอมโพสิตในระยะยาวลดลง[25] ดังนั้นการดูแลรักษาสุขภาพช่องปากจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งไม่ว่าจะขัดวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตด้วยหัวขัดชนิดใดก็ตาม

สรุป

ค่าความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ ฟิลเทกแซด 350® ก่อนขัดมีค่าต่ำกว่าค่าความหยาบผิวหลังขัดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อขัดด้วยหัวขัดโพโก® เอ็นฮานส์® คอมโพเซฟ® และ เจ็ทเบอร์® แต่ค่าทั้งสองนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อขัดด้วยซอฟเฟล็ก® หัวขัดซอฟเฟล็ก® มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการขัดเรซินคอมโพสิตฟิลเทกแซด 350® ในขณะที่หัวขัดเจ็ทเบอร์® มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในการขัดเรซินคอมโพสิตฟิลเทกแซด 350® อย่างไรก็ตาม เมื่อมองด้วยตาเปล่าพบว่าชิ้นตัวอย่างจากทุกกลุ่มมีความเรียบเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยน้อยกว่า 0.5 ไมครอน ดังนั้นจึงสามารถใช้หัวขัดทั้ง 5 ชนิดนี้ขัดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการวิจัยทางทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้เงินทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ บริษัท 3M ESPE, Dentsply และ Accord Corporation ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทางทันตวัสดุศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

1. Schulein TM. Composite resin restoration. Operative dentistry concepts. Iowa: College of Dentistry, The University of Iowa, 2003:199-217.
2. Cross M, Douglas WH?, Fields RP. The relationship between filler loading and particle size distribution in composite resin technology. J Dent Res. 1983;62:850-2.

3. van Noort R. Resin composites and polyacid-modified resin composites. Introduction to dental materials. 2nd ed. Edinburgh: Mosby, 2002:96, 109-11.
4. Roberson TM, Heymann HO, Ritter AV. Art & science of operative dentistry. Dental material. 4th ed. St. Louis: Mosby, 2002:4, 190-211.
5. Nagem Filho H, D'Azevedo MT, Nagem HD, Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. Braz Dent J. 2003;14:37-41.
6. Ozgunaltay G, Yazici AR, Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth - coloured restoratives. J Oral Rehabil. 2003;30:218-24.
7. Carlén A, Nikdel K, Wennerberg A, Holmberg K, Olsson J. Surface characteristics and *in vitro* biofilm formation on glass ionomer and composite resin. Biomaterials. 2001;22:481-7.
8. Ono M, Nikaido T, Ikeda M, Imai S, Hanada N, Tagami J, *et al.* Surface properties of resin composite materials relative to biofilm formation. Dent Mater J. 2007;26:613-22.
9. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. J Prosthet Dent. 2006;96:33-40.
10. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. J Esthet Restor Dent. 2005;17:102-8.
11. Hunt NP, Cunningham SJ, Golden CG, Sheriff M. An investigation into the effects of polishing on surface hardness and corrosion of orthodontic archwires. Angle Orthod. 1999;69:433-40.
12. Wise MD, Dykema RW. The plaque - retaining capacity of four dental materials. J Prosthet Dent. 1975;33:178-90.
13. Willershausen B, Köttgen C, Ernst CP. The influence of restorative materials on marginal gingiva. Eur J Med Res. 2001;6:433-9.
14. Barbosa SH, Zanata RL, Navarro MF, Nunes OB. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface of microfilled, hybrid and packable composite resins. Braz Dent J. 2005;16:39-44.
15. Kaplan BA, Goldstein GR, Vijayaraghavan TV, Nelson IK. The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: a profilometric and scanning electron microscopy study. J Prosthet Dent. 1996;76:34-8.
16. Berastegui E, Canalda C, Brau E, Miquel C. Surface roughness of finished composite resins. J Prosthet Dent. 1992;68:742-9.
17. Tate WH, Powers JM. Surface roughness of composites and hybrid ionomers. Oper Dent. 1996;21: 53-8.
18. Lu H, Roeder LB, Powers JM. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. J Esthet Restor Dent. 2003;15:297-303.
19. Hoelscher DC, Neme AM, Pink FE, Hughes PJ. The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. Oper Dent. 1998;23: 36-42.
20. Paravina RD, Roeder L, Lu H, Vogel K, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. Am J Dent. 2004;17:262-6.
21. van Noort R, Davis LG. The surface finish of composite resin restorative materials. Br Dent J. 1984;157:360-4.
22. Lutz F, Setcos JC, Philips RW. New finishing instruments for composite resins. J Am Dent Assoc. 1983;107:575-80.
23. Phillips RW, Moore BK. Elements of dental materials for dental hygienists and dental assistants. 5thed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1994:25, 284-91.

24. Albers HF. Tooth - colored restoratives. Principles and techniques. 9th ed, Hamilton: BC Decker Inc, 2002: 9, 157-8.

25. Serio FG, Strassler HE, Litkowski LJ, Moffitt WC, Krupa CM. The effect of polish pastes on composite resin surfaces. A SEM study. J Periodontol. 1988;59:837-40.

Effect of polishing instruments on the surface roughness of nanofilled resin composite

Karn Pipatpunyanugoon[1]
Wichaya Wisitrasameewong[1]
Vasana Patanapiradej D.D.S., M.D.S., Diplomate, Thai Board of Operative Dentistry[2]

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

Abstract

Objective To evaluate the effect of different polishing instruments on the surface roughness of a nanofilled resin composite.

Materials and methods Resin composite, Filtek Z350®, was condensed in an 5x4x2 mm^3 block covered with a Mylar strip and then was polymerized with a curing unit for 40 seconds. One hundred and twenty specimens were randomly divided into six groups equally. The first group was a control. The others were polished with Sof-Lex® (3M), Enhance® (Dentsply), Pogo® (Dentsply), Composhape® (Intensiv) and Jet bur® (Kerr). The average surface roughness (Ra) was measured with a surface roughness tester after polishing. Surface roughness of a sample from each group was assessed using a scanning electron microscope. Data were analyzed by One-way ANOVA, at $p < 0.05$.

Results The Sof-Lex® group demonstrated the smoothest surface which was not statistically different from the control group. However, surfaces polished with Pogo®, Enhance®, Composhape® and Jet bur® showed a statistically higher average surface roughness than the control group, respectively ($p < 0.05$).

Conclusion Nanofilled resin composite displayed variable roughness depending on the polishing instruments used. Sof-Lex® gave the best polished surface.

(CU Dent J. 2008;31:213-22)

Key words: *nanofilled resin composite; polishing instruments; surface roughness*