ว ทันต จุฬาฯ 2555;35:105-18
CU Dent J. 2012;35:105-18

บทวิทยาการ
Original Article

ผลของยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่อการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต

ณัฐกานต์ วงษ์ประทีปศิริ ท.บ.[1]
วาสนา พัฒนพีระเดช ท.บ., ป. สูงคลินิก (วิทยาเอนโดดอนต์), M.D.S., อ.ท. (ทันตกรรมหัตถการ)[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาว 4 ผลิตภัณฑ์

วัสดุและวิธีการ เตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ (ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที) นาโนไฮบริด (เฮอร์คูไลท์อัลตรา) ไมโครฟิลล์ (ดูราฟิลวีเอส) และไมโครไฮบริด (ฟิลเทคซี 250) ชนิดละ 64 ชิ้น จากแบบหล่อโลหะ แบ่งชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 16 ชิ้น ตามชนิดของยาสีฟันเพื่อฟันขาว 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สปาร์คเคิลไวท์ ฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง คอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง และเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง วัดปริมาตรและความหยาบผิวโดยใช้เครื่องโปรไฟโลมิเตอร์ก่อนและหลังการแปรงด้วยเครื่องแปรงอัตโนมัติ เมื่อใช้แรงในการแปรง 300 กรัม ความเร็ว 90 รอบต่อนาที จำนวน 20,000 รอบ วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ด้วยสถิติความแปรปรวนแบบสองทาง และสถิติแทมเฮนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา หลังการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวทุกผลิตภัณฑ์พบว่าดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกและความหยาบผิวต่างจากเฮอร์คูไลท์อัลตรา ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที และฟิลเทคซี 250 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิงทำให้เรซินคอมโพสิตทั้ง 4 ชนิด เกิดการสึกมากกว่าสปาร์คเคิลไวท์ คอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง และฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง เซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง สปาร์คเคิลไวท์ และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง ทำให้เรซินคอมโพสิตเกิดความหยาบผิวมากกว่าฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง

สรุป ดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกและความหยาบผิวมากที่สุดหลังแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวทุกผลิตภัณฑ์ เซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง สปาร์คเคิลไวท์ และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง ทำให้เรซินคอมโพสิตส่วนใหญ่เกิดการสึกและความหยาบผิวมากกว่าฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง

(ว ทันต จุฬาฯ 2555;35:105-18)

คำสำคัญ: *การสึก; การสึกจากการแปรง; ความหยาบผิว; ยาสีฟันเพื่อฟันขาว; เรซินคอมโพสิต*

บทนำ

เรซินคอมโพสิต (resin composite) มีการใช้งานอย่างกว้างขวางเนื่องจากมีความสวยงาม และเป็นการบูรณะฟันที่สูญเสียเนื้อฟันน้อย ปัจจุบันจึงมีการพัฒนาสมบัติทางกายภาพและทางกล (physical and mechanical properties) อย่างต่อเนื่อง[1] ทั้งด้านความสวยงาม ความมันเงา[2] ความคงทนของสี ความแข็งแรง และความต้านทานการสึก[3] เรซินคอมโพสิตประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ เรซินเมทริกซ์ (resin matrix) วัสดุอัดแทรก (filler) และสารเชื่อมติด (silane coupling agent) เรซินเมทริกซ์ส่วนใหญ่มีส่วนประกอบของอะโรเมติก (aromatic) หรืออะลิฟาติก (aliphatic) ไดเมทาคริยเลทมอนอเมอร์ (dimethacrylate monomer) สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ได้เมื่อถูกกระตุ้นด้วยปฏิกิริยาเคมี (chemical activation) หรือกระตุ้นด้วยแสงที่สามารถมองเห็นได้ (visible-light activation)[4] วัสดุอัดแทรกเป็นส่วนประกอบที่มีหน้าที่ในการเพิ่มความแข็งแรงทำให้เรซินคอมโพสิตมีสมบัติทางกลที่ดีขึ้น เช่น มีความแข็งผิวและความต้านทานการสึกที่มากขึ้น[5] สารเชื่อมติดทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างเรซินเมทริกซ์และวัสดุอัดแทรก[4] เรซินคอมโพสิตสามารถจำแนกตามขนาดของวัสดุอัดแทรกได้ดังนี้ มาโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต (macrofilled resin composites) เป็นเรซินคอมโพสิตที่มีวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่เฉลี่ย 10-20 ไมโครเมตร เมื่อเกิดการสึกของเรซินเมทริกซ์จะทำให้พื้นผิวเกิดลักษณะขรุขระมีความมันเงาต่ำ ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต (microfilled resin composites) คือ เรซินคอมโพสิตที่มีวัสดุอัดแทรกขนาดเล็กโดยมีขนาดเฉลี่ย 0.01-0.05 ไมโครเมตร เมื่อขัดแล้วจะมีความเรียบและความมันเงามากขึ้น เหมาะสำหรับการบูรณะฟันหน้า แต่มีข้อด้อย คือ มีความต้านทานการสึกต่ำจึงไม่เหมาะสมในการบูรณะฟันบริเวณที่รองรับแรง ไฮบริดเรซินคอมโพสิต (hybrid resin composites) คือ เรซินคอมโพสิตชนิดที่มีวัสดุอัดแทรกขนาดแตกต่างกันอย่างน้อยสองชนิดเป็นส่วนประกอบหลัก อันได้แก่วัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่และเล็กที่มีขนาดเฉลี่ย 10-20 และ 0.01-0.05 ไมโครเมตร ตามลำดับ[6] ซึ่งมีการพัฒนาขึ้นเพื่อรวมสมบัติความมันเงาและความแข็งแรงไว้ด้วยกัน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถบูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง[4] ต่อมามีการพัฒนาไฮบริดเรซินคอมโพสิตให้มีวัสดุอัดแทรกขนาดเล็กลง โดยมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ซึ่งเรียกว่าไมโครไฮบริด เรซินคอมโพสิต (microhybrid resin composites) ทำให้วัสดุมีการใช้งานได้ง่าย และสามารถขัดเงาได้เรียบมันมากขึ้น[1] ปัจจุบันมีการพัฒนาเรซินคอมโพสิตชนิดใหม่เป็นเรซินคอมโพสิตที่มีวัสดุอัดแทรกขนาดเล็กลงในระดับนาโนเมตร โดยวัสดุอัดแทรกมีขนาดเฉลี่ย 0.1-100 นาโนเมตร จึงเรียกเรซินคอมโพสิตชนิดนี้ว่า นาโนคอมโพสิต (nanocomposites) นาโนคอมโพสิตมีขนาดวัสดุอัดแทรกเล็กกว่าไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิตแต่มีปริมาณมากกว่า เนื่องจากมีการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้พัฒนาการจัดเรียงตัวของวัสดุอัดแทรกในเรซินเมทริกซ์ จึงทำให้มีสมบัติทางกลและทางกายภาพที่ดีขึ้น สามารถใช้งานได้ง่าย มีความแข็งแรงดึง (tensile strength) ความแข็งแรงกด (compressive strength) ความต้านทานการแตกหัก (resistance to fracture) มากขึ้น[7] และสามารถคงความมันเงา (gloss retention) ได้ดีขึ้นด้วย[8,9] นาโนคอมโพสิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ นาโนฟิลล์เรซินคอมโพสิต (nanofilled resin composites) และนาโนไฮบริดเรซินคอมโพสิต (nanohybrid resin composites)[7]

การแปรงฟันเป็นการดูแลความสะอาดช่องปากที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อควบคุมการเกิดคราบจุลินทรีย์ (dental plaque) ที่ดีที่สุด สามารถทำเองได้ง่าย สะดวก และประหยัด แต่การแปรงฟันด้วยยาสีฟันก็เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสึกของวัสดุบูรณะบริเวณคอฟันและบริเวณฟันหน้าได้[10] ซึ่งการสึกของวัสดุบูรณะที่เกิดขึ้นจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวทำให้วัสดุมีความหยาบผิวที่มากขึ้น การมีความหยาบผิวที่มากขึ้นนี้ทำให้เกิดผลเสียต่างๆ ตามมาได้ เช่น การสะสมคราบจุลินทรีย์มากขึ้น การเกิดฟันผุซ้ำ (secondary caries) และโรคปริทันต์อักเสบ (periodontitis)[11] ยาสีฟันที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด ได้แก่ ยาสีฟันป้องกันฟันผุ ยาสีฟันลดการเกิดคราบจุลินทรีย์ ยาสีฟันลดการเสียวฟัน และยาสีฟันเพื่อฟันขาว โดยยาสีฟันแต่ละชนิดจะมีสมบัติแตกต่างกันไป ตามสมบัติของสารที่เพิ่มเติมลงไปในยาสีฟันชนิดนั้นๆ ปัจจุบันความสวยงามเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตมากขึ้น ยาสีฟันเพื่อฟันขาวจึงมีผู้นิยมใช้มาก ยาสีฟันเพื่อฟันขาวมีสมบัติเด่น คือ ทำหน้าที่ฟอกสีฟัน ควบคุมและกำจัดคราบสีบนตัวฟันเพื่อทำให้ฟันดูขาวขึ้น ส่วนประกอบในการทำหน้าที่ฟอกสีฟัน คือ สารฟอกสี (bleaching agents) ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) และคาร์บาไมด์เปอร์ออกไซด์ (carbamide peroxide) ส่วนประกอบในการทำหน้าที่กำจัดคราบสี คือ สารขัดสี (abrasive agents) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) อะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxide) ไฮเดรตซิลิกา (hydrated silica) และแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium

ตารางที่ 1 เรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการศึกษา

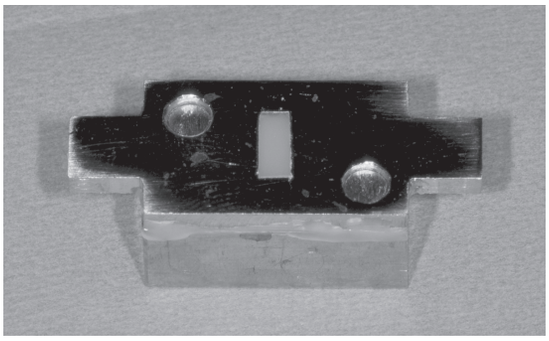
Table 1 Resin composites used in the study

Resin composites (Type)	Composition	Filler level (%w/w) %v/v	Manufacturer	Lot number
Filtek Z350 XT (Nanofill)	Matrix: Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA Filler: SiO_2 nanofiller, ZrO_2 nanofiller, ZrO_2/SiO_2 nanocluster	78.5 (63.3)	3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA	N133353
Herculite Ultra (Nanohybrid)	Matrix: Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA Filler: Silica nanofiller, Prepolymerized filler, Barium glass filler	78	Kerr, Orange, California, USA	3444583
Durafill VS (Microfill)	Matrix: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA Filler: Silicon dioxide	52 (40)	Heraeus Kulzer Gruner, Hanau, Germany	010211,
Filtek Z250 (Microhybrid)	Matrix: Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA Filler: Zirconia/Silica	82 (60)	3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA	N145600

Bis-GMA = Bisphenol A-diglycidyl methacrylate
UDMA = Urethane dimethacrylate
Bis-EMA = Bisphenol A-polyethylene glycol diether dimethacrylate
TEGDMA = Tetraethylene glycol dimethacrylate

carbonate) เป็นต้น[12] โดยยาสีฟันเพื่อฟันขาวแต่ละผลิตภัณฑ์อาจมีทั้งสองส่วนประกอบร่วมกัน หรือมีเพียงส่วนประกอบเดียวเท่านั้น การที่ยาสีฟันเพื่อฟันขาวมีส่วนประกอบในการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดคราบสีเพื่อทำให้ฟันขาวขึ้นนี้อาจส่งผลทำให้เกิดการสึกของฟันและวัสดุบูรณะตามมาได้ ซึ่งปัจจัยที่ได้กล่าวมานี้อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นผิววัสดุ การศึกษาถึงผลของยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่างผลิตภัณฑ์ต่อการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตยังมีน้อย อีกทั้งเรซินคอมโพสิตยังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาถึงผลของยาสีฟันเพื่อฟันขาวที่มีจำหน่ายในประเทศไทยต่อการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาตรการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด คือ นาโนฟิลล์เรซินคอมโพสิต นาโนไฮบริดเรซินคอมโพสิต ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต และไมโครไฮบริดเรซินคอมโพสิต จากการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่างผลิตภัณฑ์ โดยมีสมมุติฐานการวิจัยว่าชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดผลิตภัณฑ์ของยาสีฟันเพื่อฟันขาวมีผลต่อการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตหลังการแปรง โดยการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดหลังแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวผลิตภัณฑ์เดียวกันมีค่าแตกต่างกัน และการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตชนิดเดียวกันหลังแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่างผลิตภัณฑ์มีค่าแตกต่างกัน



รูปที่ 1 ชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตในแบบหล่อโลหะ

Fig. 1 Resin composite specimen mounted in the metal mold

วัสดุและวิธีการ

เตรียมชิ้นตัวอย่างจากเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด คือ นาโนฟิลล์เรซินคอมโพสิต (ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที) นาโนไฮบริดเรซินคอมโพสิต (เฮอร์คูไลท์อัลตรา) ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต (ดูราฟิลวีเอส) และไมโครไฮบริดเรซินคอมโพสิต (ฟิลเทคซี 250) ดังตารางที่ 1 ชนิดละ 64 ชิ้น รวม 256 ชิ้น โดยนำเรซินคอมโพสิตใส่ลงในแบบหล่อโลหะที่เจาะช่องตรงกลางขนาดความกว้าง x ยาว x สูงเท่ากับ 2 x 5 x 2 มิลลิเมตร ให้เต็มแล้วปิดด้วยแถบใสเซลลูลอยด์ (celluloid strip) และใช้แท่งกระจกใส (glasslab) กดทับด้านบนเป็นเวลา 30 วินาที เพื่อกำจัดวัสดุส่วนเกินออก เมื่อครบกำหนดนำแท่งกระจกใสออกและฉายแสงที่ชิ้นตัวอย่างทันทีด้วยเครื่องฉายแสงชนิดไลท์อีมิตติงไดโอด (Light-emitting diode lamp, Elipar S10, 3M ESPE, Minnesota, USA) เป็นเวลา 20 วินาที โดยควบคุมความเข้มแสงไม่ต่ำกว่า 800 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร วัดความเข้มแสงจากเครื่องวัดพลังงานรังสี (Radiometer, Demitron, Kerr, California, USA) เมื่อวัสดุแข็งตัวแล้วนำแถบใสเซลลูลอยด์ออก ใช้ใบมีดเบอร์ 15 กำจัดวัสดุส่วนเกินออกให้พอดีกับขอบของแบบหล่อโลหะจะได้ชิ้นตัวอย่างดังรูปที่ 1 เก็บชิ้นตัวอย่างในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ก่อนการทดลอง

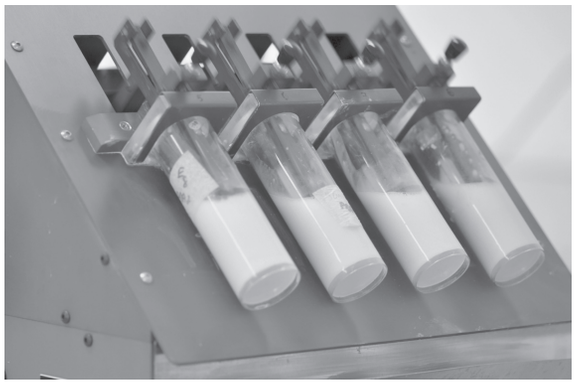
จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำกลั่น ซับให้แห้ง ยึดชิ้นตัวอย่างกับฐานพลาสติกที่ยึดแน่นกับฐานของเครื่องวัดความหยาบผิวโปรไฟโลมิเตอร์ (Profilometer, TalyScan 150, Taylor Hobson Ltd., Leicester, England) เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นตัวอย่างเกิดการเคลื่อนที่และอยู่ในตำแหน่งเดิมเมื่อวัดพื้นผิวหลังการแปรง วัดพื้นผิวชิ้นตัวอย่างก่อนการแปรงด้วยเครื่องวัดความหยาบผิวชนิดปลายเข็มเพชร (Diamond stylus tip) รัศมี 2 ไมโครเมตร โดยทำการวัดบริเวณกึ่งกลางชิ้นตัวอย่างขนาดความกว้าง x ยาวเท่ากับ 2 x 1 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วหัวเข็มคงที่ 3,000 ไมโครเมตรต่อวินาที เมื่อวัดพื้นผิวเสร็จแล้วทำการบันทึกภาพพื้นผิวก่อนการแปรง จากนั้นแบ่งชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 16 ชิ้น เพื่อทำการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาว 4 ผลิตภัณฑ์ คือ สปาร์คเคิลไวท์ ฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง คอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง และเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง ดังตารางที่ 2 ทำการแปรงชิ้นตัวอย่างด้วยแปรงสีฟันไนลอนชนิดอ่อนนุ่มปลายขนแปรงอยู่ในระนาบเดียวกัน (Adult Soft, Premium, Accord, Samutprakarn, Thailand) ในสารละลายยาสีฟันโดยมีอัตราส่วนยาสีฟันต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 25 กรัมต่อ 40 มิลลิลิตร[13] ผสมสารละลายยาสีฟันให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนแบบแตกตัว (Dispension mixer, Ultra-turrax T25 Basic, IKA labortechnik Janke & Kunkel Gmb H & Co. KG, Staufen, Germany) เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นแปรงชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องแปรงอัตโนมัติ (V-8 Cross Brushing Machine, SABRI Dental Enterprises Inc., Illinois, USA) ดังรูปที่ 2 จำนวน 20,000 รอบ ด้วยความเร็ว 90 รอบต่อนาที แรงกด 300 กรัม วัดค่าแรงกดจากเครื่องวัดปริมาณความตึง (Dontrix tension gauge, Dontrix 16 OZ, E.T.M. Corparation, 3M Unitex, California, USA) เมื่อครบจำนวนรอบที่กำหนดทำการเปลี่ยนแปรงสีฟันใหม่ทุกครั้ง[13] เครื่องแปรงอัตโนมัติสามารถแปรงชิ้นตัวอย่างได้รอบละ 8 ชิ้น

ตารางที่ 2 ยาสีฟันเพื่อฟันขาวที่ใช้ในการศึกษา

Table 2 Whitening dentifrices used in the study

Dentifrice	Particle type (wt%)	Manufacturer	Lot number
Sparkle White	Hydrated Silica*	Kuron, Pronova Laboratories, Bangkok, Thailand	324MF020710
Fluocaril Healthy Whitening	Precipitated Calcium Carbonate 10% Hydrated Silica 14.5%	DKSH, IDS Manufacturing Ltd., Pathumthani, Thailand	01310810
Colgate Advanced Whitening	Hydrated Silica*	Colgate-Palmolive, Chonburi, Thailand	120510TH111G
Sensodyne Whitening	Hydrated Silica 21%	GSK, Neocosmed, Pathumthani, Thailand	1690810

*No information from the manufacturer



รูปที่ 2 การแปรงชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตโดยสารละลายยาสีฟันเพื่อฟันขาวบนเครื่องแปรงอัตโนมัติ

Fig. 2 Resin composite specimens being brushed with the whitening dentifrice slurry on the brushing machine

โดยในหนึ่งรอบจะทำการแปรงเรซินคอมโพสิตทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 2 ชิ้น ในสารละลายยาสีฟันผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด ยาสีฟันแต่ละผลิตภัณฑ์จะทำการแปรงทั้งหมด 8 รอบ และเมื่อทำการแปรงเสร็จในแต่ละรอบจะทำการหมุนเวียนตำแหน่งชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิดไปทุกตำแหน่ง เพื่อลดข้อผิดพลาดจากการแปรงในแต่ละตำแหน่งของเครื่องแปรงอัตโนมัติ

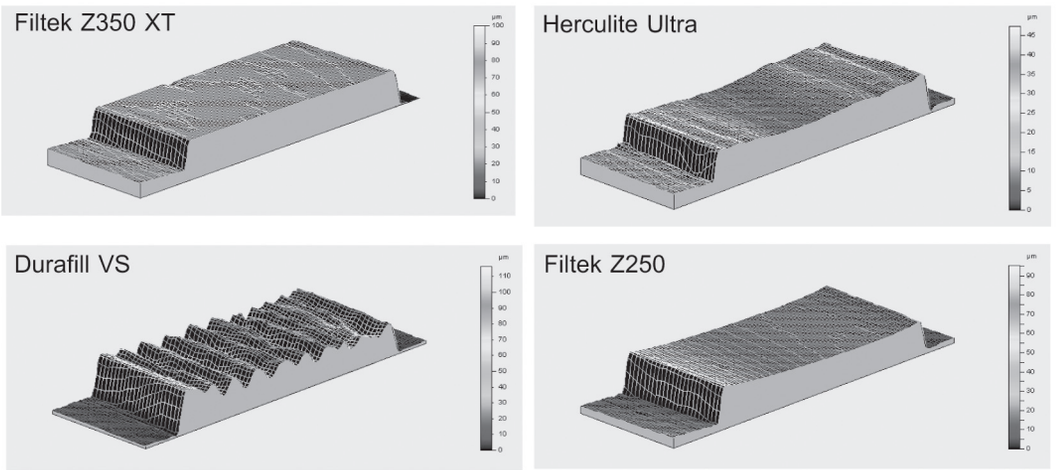
หลังการแปรงล้างชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำสะอาด ซับให้แห้งแล้วนำมาวัดพื้นผิวหลังการแปรง โดยยึดชิ้นตัวอย่างไว้ในตำแหน่งเดิม วัดพื้นผิวหลังการแปรงโดยตั้งค่าเครื่องวัดความหยาบผิวตามค่าที่กำหนดไว้ก่อนการแปรง บันทึกภาพที่ได้จากนั้นเลือกข้อมูลภาพที่ทำการบันทึกไว้ก่อนและหลังการแปรงในเครื่องวัดความหยาบผิวทีละชิ้นตัวอย่าง ใช้คำสั่งคำนวณหาค่าความแตกต่างของปริมาตรก่อนและหลังการแปรง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรที่สูญหายของเรซินคอมโพสิตภายหลังการแปรง(ลูกบาศก์ไมโครเมตร)

Table 3 Mean and standard deviation of volume loss of the resin composites after brushing (μm^3)

Material	Filtek Z350XT	Herculite Ultra	Durafill VS	Filtek Z250
	Mean (SD)			
Sparkle white	13.56 (3.76)^{A,B,b}	19.08 (7.10)^{B,a}	134.76(32.78)^{C,a}	11.05 (2.20)^{A,b}
Fluocaril healthy whitening	6.27 (2.52)^{B,a}	18.49 (5.68)^{C,a}	119.46 (34.50)^{D,a}	1.80 (1.01)^{A,a}
Colgate advanced whitening	10.61 (3.76)^{B,a,b}	23.79 (9.40)^{C,a}	114.44 (35.26)^{D,a}	2.14 (0.76)^{A,a}
Sensodyne whitening	30.39 (10.08)^{B,c}	73.22 (18.36)^{C,b}	142.28 (47.57)^{D,a}	11.26 (3.98)^{A,b}

There is no difference between values within a line that are marked with the same uppercase letter (Tamhane's test, $p < 0.05$).
There is no difference between values within a column that are marked with the same lowercase letter (Tamhane's test, $p < 0.05$).



รูปที่ 3 ลักษณะพื้นผิวของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแปรงด้วยยาสีฟันสปาร์คเคิลไวท์

Fig. 3 Surface pattern of 4 types of resin composite after brushing with Sparkle Whitening

จะได้ค่าการสึกของเรซินคอมโพสิต และคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตโดยนำค่าความหยาบผิวหลังการแปรงลบออกด้วยค่าความหยาบผิวก่อนการแปรง

นำค่าการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของแต่ละกลุ่มการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทาง (Two way Analysis of Variance) เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ทางสถิติ (statistical interaction) ของทั้งสองปัจจัยในการศึกษาครั้งนี้ คือ ชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดผลิตภัณฑ์ของยาสีฟันเพื่อฟันขาว จากนั้นเปรียบเทียบค่าการสึกและการเปลี่ยนแปลงความ-

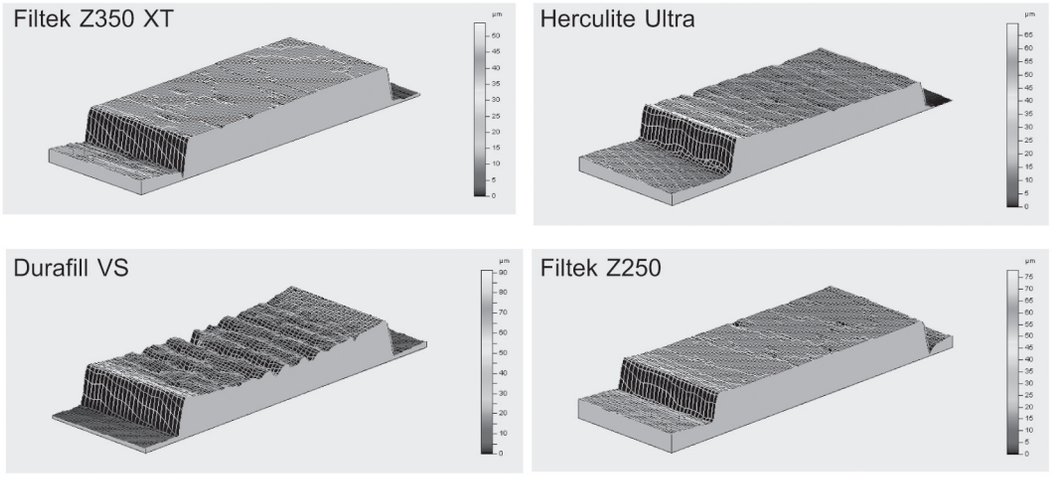
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตภายหลังการแปรง (ไมโครเมตร)

Table 4 Mean and standard deviation of differences in surface roughness of the resin composites after brushing (μm)

Material	Filtek Z350XT	Herculite Ultra	Durafill VS	Filtek Z250
	Mean (SD)			
Sparkle white	0.21 (0.08)^{B,a}	0.23 (0.04)^{B,a}	3.31 (0.56)^{C,b}	0.07 (0.03)^{A,a,b}
Fluocaril healthy whitening	0.09 (0.05)^{A,b}	0.37 (0.08)^{B,b}	1.81 (0.32)^{C,a}	0.05 (0.04)^{A,a}
Colgate advanced whitening	0.21 (0.05)^{A,a}	0.47 (0.14)^{B,b,c}	2.93 (0.79)^{C,b}	0.13 (0.06)^{A,b}
Sensodyne whitening	0.23 (0.14)^{B,b}	0.76 (0.27)^{C,c}	2.96 (0.69)^{D,b}	0.07 (0.04)^{A,a,b}

There is no difference between values within a line that are marked with the same uppercase letter (Tamhane's test, $p < 0.05$).

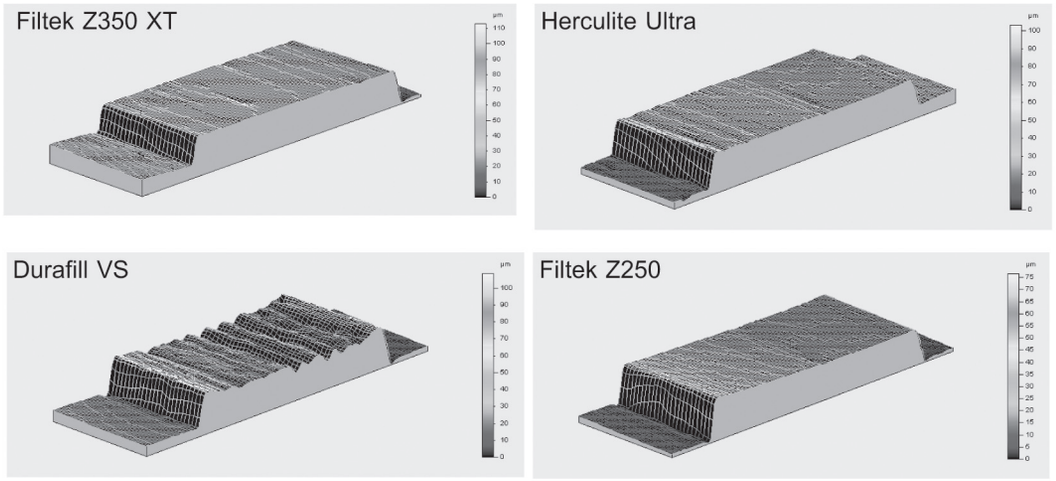
There is no difference between values within a column that are marked with the same lowercase letter (Tamhane's test, $p < 0.05$).



รูปที่ 4 ลักษณะพื้นผิวของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแปรงด้วยยาสีฟันฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง

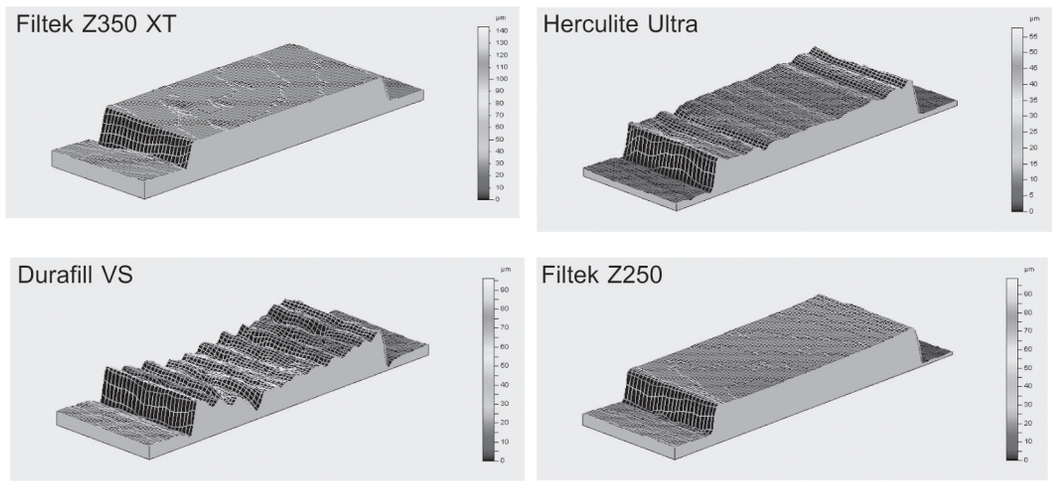
Fig. 4 Surface pattern of 4 types of resin composite after brushing with Fluocaril Healthy Whitening

หยาบผิวของเรซินคอมโพสิตระหว่างกลุ่มการทดลอง โดยใช้สถิติการทดสอบแบบแทมเฮน (Tamhane's test) การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS version 16.0 for Windows; SPSS Inc., Illinois, USA) กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 5 ลักษณะพื้นผิวของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแปรงด้วยยาสีฟันคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง

Fig. 5 Surface pattern of 4 types of resin composite after brushing with Colgate Advanced Whitening



รูปที่ 6 ลักษณะพื้นผิวของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแปรงด้วยยาสีฟันเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง

Fig. 6 Surface pattern of 4 types of resin composite after brushing with Sensodyne Whitening

ผลการศึกษา

จากการศึกษาเปรียบเทียบการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต 4 ชนิด หลังการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาว 4 ผลิตภัณฑ์ ได้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทาง พบว่าชนิดของเรซินคอมโพสิตและชนิดผลิตภัณฑ์ของยาสีฟันเพื่อฟันขาวมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติต่อการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต ($p < 0.00$) และพบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติของชนิดของเรซินคอมโพสิตเมื่อพิจารณาร่วมกับชนิดผลิตภัณฑ์ของยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่อการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต ($p < 0.00$)

จากตารางที่ 3 พบว่าเรซินคอมโพสิตต่างชนิดเกิดการสึกที่แตกต่างกันหลังการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวทุกผลิตภัณฑ์ โดยดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกมากที่สุดและต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมาได้แก่ เฮอร์คูไลท์อัลตรา ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที และ

ฟิลเทคซี 250 ตามลำดับ และพบว่าดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกมากตามแนวการแปรงต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดอื่น เมื่อแปรงด้วยยาสีฟันทุกผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 3-6) เมื่อเปรียบเทียบชนิดผลิตภัณฑ์ของยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่อการสึกของเรซินคอมโพสิตพบว่ายาสีฟันเพื่อฟันขาวทุกผลิตภัณฑ์ทำให้ดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกมากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิงทำให้เฮอร์คูไลท์อัลตราและฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที เกิดการสึกมากกว่ายาสีฟันผลิตภัณฑ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิงและสปาร์คเคิลไวท์ทำให้ฟิลเทคซี 250 เกิดการสึกมากกว่าคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง และฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่าเรซินคอมโพสิตต่างชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวแตกต่างกันหลังการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวทุกผลิตภัณฑ์ โดยดูราฟิลวีเอสเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวมากที่สุด และต่างจากเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.00$) เฮอร์คูไลท์อัลตารองลงมา และฟิลเทคซี 250 เกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวน้อยที่สุด (รูปที่ 3-6) เมื่อเปรียบเทียบชนิดผลิตภัณฑ์ของยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่อการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต พบว่าเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง สปาร์คเคิลไวท์ และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง ทำให้ดูราฟิลวีเอสและฟิลเทคซี 250 เกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวแตกต่างจากฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิงทำให้เฮอร์คูไลท์อัลตราเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวไม่แตกต่างกัน สปาร์คเคิลไวท์และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิงทำให้ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ทีเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวไม่แตกต่างกัน

วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต จากการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาว โดยจำลองการแปรงด้วยเครื่องแปรงอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการ เรซินคอมโพสิตที่นำมาทดลอง 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที เฮอร์คูไลท์อัลตรา ดูราฟิลวีเอส และฟิลเทคซี 250 เป็นเรซินคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ นาโนไฮบริด ไมโครฟิลล์ และไมโครไฮบริด ตามลำดับ ซึ่งเป็นเรซินคอมโพสิตที่มีขนาดและปริมาณของวัสดุอัดแทรกแตกต่างกัน และมีการใช้อย่างแพร่หลาย[1]

ปัจจุบันความสวยงามและความต้องการมีฟันขาวมีความนิยมมากขึ้น จึงทำให้แนวโน้มการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อฟันขาวมีมากขึ้นด้วย[12] ยาสีฟันเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อฟันขาวชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เองได้สะดวก ยาสีฟันเพื่อฟันขาวที่นำมาทดลอง 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สปาร์คเคิลไวท์ ฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง คอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิง และเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป หาซื้อได้ง่าย และเป็นที่รู้จักในท้องตลาด แปรงสีฟันที่ใช้เป็นแปรงสีฟันขนแปรงไนล่อนชนิดอ่อนนุ่ม ซึ่งเป็นขนแปรงชนิดที่มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเหงือกและฟัน[14] ปลายขนแปรงอยู่ในระนาบเดียวกันเพื่อให้แรงที่เท่ากันตลอดแนวการแปรง แรงที่ใช้ในการแปรงเท่ากับ 300 กรัม เพราะเป็นแรงที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดคราบจุลินทรีย์ได้ดี[15] นอกจากนี้จากการศึกษาของ Ganss[16] และคณะในปี ค.ศ. 2009 ยังพบว่าแรงที่เหมาะสมในการแปรงฟันไม่ควรมีค่าเกิน 300 กรัม เนื่องจากการแปรงด้วยแรงที่มากขึ้นจะทำให้เกิดเหงือกร่นและการสึกบริเวณคอฟันได้ ความเร็วที่ใช้ในการแปรงเท่ากับ 90 ครั้งต่อนาที เท่ากันทุกกลุ่มการทดลอง ในปี ค.ศ. 2005 Teixeira[11] และคณะ ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการสึกจากการแปรงไมโครไฮบริดและนาโนฟิลล์เรซินคอมโพสิต หลังการแปรงด้วยจำนวน 10,000 20,000 50,000 และ 100,000 รอบ พบว่าเรซินคอมโพสิตทั้งสองชนิดเริ่มเกิดการสึกแตกต่างกันเมื่อแปรง 20,000 รอบ การทดลองครั้งนี้จึงจำลองการแปรงจำนวน 20,000 รอบ เพื่อศึกษาความแตกต่างของการสึกหลังการแปรงของเรซินคอมโพสิตแต่ละชนิด และเมื่อทำการแปรงครบจำนวนรอบที่กำหนดแล้วจะทำการเปลี่ยนแปรงสีฟันใหม่ทุกครั้ง[13]

จากการทดลองพบว่าการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต หลังการแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวทุกผลิตภัณฑ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกและการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ เฮอร์คูไลท์อัลตรา ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที และฟิลเทคซี 250 ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเรซินคอมโพสิตทั้ง 4 ชนิดนี้ฟิลเทคซี 250 มีสมบัติในการต้านทานการสึกจากการขัดถูได้ดีที่สุด ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ที เฮอร์คูไลท์อัลตารองลงมา และดูราฟิลวีเอสต้านทานการสึกจากการขัดถูด้อยที่สุด O'Brien และ Yee[17] ในปี ค.ศ. 1980 ได้อธิบายถึงสาเหตุการสึกของเรซินคอมโพสิตว่าเกิดได้จากการ

แตกหัก (fracture) การสูญเสียอนุภาคของวัสดุอัดแทรก การสึกของเรซินเมทริกซ์ รอยร้าวจากความล้มเหลวของเรซินเมทริกซ์ และการเกิดฟองอากาศในวัสดุ ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดการสึกเหล่านี้จะส่งผลให้เรซินคอมโพสิตเกิดความหยาบผิวที่ต่างกันได้

จากการทดลองนี้ฟิลเทคซี 250 เกิดการสึกน้อยที่สุด ซึ่งฟิลเทคซี 250 เป็นเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครไฮบริดที่มีวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่และมีปริมาณมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นที่ใช้ในการทดลอง การทดลองนี้ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองของ Wang[18] และคณะในปี ค.ศ. 2004 ซึ่งทำการทดสอบการสึกหลังการแปรงโดยการชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป Wang พบว่าเรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกมากกว่าจะเกิดการสึกน้อยกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากวัสดุอัดแทรกเป็นส่วนประกอบที่มีความแข็งแรงสูงกว่าจึงสามารถป้องกันการสึกจากการแปรงของเรซินเมทริกซ์ได้[19,20] เมื่อเรซินเมทริกซ์เกิดการสึกน้อยจึงทำให้ไม่เกิดการหลุดของวัสดุอัดแทรกบริเวณพื้นผิวของเรซินคอมโพสิตเป็นผลให้เรซินคอมโพสิตเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวลดลง[22]

นอกจากปริมาณวัสดุอัดแทรกแล้วจากการศึกษาของ Kon[21] และคณะ ในปี 2006 เปรียบเทียบการสึกจากการแปรงด้วยแรงขนาด 300 กรัม พบว่าเรซินคอมโพสิตที่เกิดการสึกน้อยที่สุดมีการเผยของวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่บริเวณพื้นผิวหลังการแปรง เมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด จึงเป็นไปได้ว่าการเผยของวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่บริเวณพื้นผิวหลังการแปรงนี้จะเป็นตัวขัดขวางการสึกจากการแปรงของเรซินเมทริกซ์ในเรซินคอมโพสิตได้ เช่นเดียวกับการทดลองนี้ฟิลเทคซี 250 มีวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่ที่สุด จึงเกิดการสึกหลังการแปรงน้อยที่สุด ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ทีและเฮอร์คูไลท์อัลตราเกิดการสึกน้อยรองลงมา อาจเนื่องจากเรซินคอมโพสิตสองชนิดนี้เป็นนาโนคอมโพสิต ซึ่งในส่วนของวัสดุอัดแทรกประกอบไปด้วยวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่และเล็กร่วมกัน โดยฟิลเทคซี 350 เอกซ์ทีเป็นนาโนคอมโพสิตชนิดนาโนฟิลล์ที่มีวัสดุอัดแทรกประกอบด้วยนาโนเมอร์ ซึ่งเป็นวัสดุอัดแทรกขนาดเล็กระดับนาโนเมตร อยู่เป็นอนุภาคเดี่ยวไม่มีการรวมกลุ่มของซิลิกาขนาด 20 นาโนเมตร และเซอร์โคเนียขนาด 4-11 นาโนเมตร และนาโนคลัสเตอร์ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่านาโนเมอร์เกิดจากการรวมกลุ่มของซิลิกาด้วยกันเองหรือซิลิการ่วมกับเซอร์โคเนียร์มีขนาดประมาณ 0.6-10 ไมโครเมตร[22] ส่วนเฮอร์คูไลท์อัลตราเป็นนาโนไฮบริดเรซินคอมโพสิตประกอบด้วยวัสดุอัดแทรกขนาดเล็กของซิลิกาขนาด 20-50 นาโนเมตร แบเรียมกลาสส์ และวัสดุอัดแทรกขนาดใหญ่ชนิดพรีพอลิเมอร์ไรซ์อยู่ร่วมกัน[1,22]

ดูราฟิลวีเอสเป็นไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิตมีวัสดุอัดแทรกชนิดซิลิกาขนาดเล็กประมาณ 0.4 ไมโครเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าซิลิกาในนาโนคอมโพสิต แต่ดูราฟิลวีเอสมีวัสดุอัดแทรกเพียงชนิดเดียวและมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous)[4] ร่วมกับมีปริมาณวัสดุอัดแทรกน้อย จึงทำให้เกิดการสึกมากกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยลักษณะการสึกของดูราฟิลวีเอสหลังการแปรงจะเกิดการสึกตามแนวการแปรงของขนแปรงสีฟันอย่างชัดเจน ต่างจากเรซินคอมโพสิตอีกสามชนิด จึงเป็นไปได้ว่าจากการสึกที่เกิดขึ้นมากนี้ทำให้เกิดความหยาบผิวที่มากตามไปด้วย

แต่การทดลองครั้งนี้ให้ผลต่างจากการทดลองของ Tanoue[23] และคณะ ในปี ค.ศ. 2000 ซึ่งพบว่าเรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก หลังการแปรงด้วยแรง 350 กรัม จำนวน 20,000 รอบ เกิดการสึกมากกว่าเรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก และเรซินคอมโพสิตที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกเท่ากันยังเกิดการสึกที่แตกต่างกันด้วย แสดงให้เห็นว่าปริมาณการสึกไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณวัสดุอัดแทรกในเรซินคอมโพสิต และจากการทดลองของ Chung ในปี ค.ศ. 1990[24] พบว่าปริมาณวัสดุอัดแทรกในเรซินคอมโพสิตไม่ได้มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติการต้านทานการสึกของวัสดุแต่มีผลต่อคุณสมบัติทางกลอื่น เช่น ความแข็งผิวของวัสดุ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของเรซินเมทริกซ์ในเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในการทดลอง โดยชนิดเรซินเมทริกซ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นมอนอเมอร์ชนิดบิสฟีนอล-เอ-ไดไกลซิดิลเมทาคริยเลท (bisphenol A-diglycidyl methacrylate; Bis-GMA) ซึ่งเป็นมอนอเมอร์ที่มีความหนืดสูง (high viscosity) จึงจำเป็นต้องมีการเติมมอนอเมอร์ที่มีความหนืดต่ำกว่าเพื่อเจือจาง (diluents) เช่น เตตระเอทีลีนไกลคอลไดเมทาคริยเลท (tetraethylene glycol dimethacrylate; TEGDMA) เนื่องจากมีน้ำหนักโมเลกุล (molecular weight) น้อยกว่า แต่เตตระเอทีลีนไกลคอลไดเมทาคริยเลททำให้เรซินคอมโพสิตเกิดการหดตัวจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์สูงและมีการดูดซึมน้ำ (water sorption) มาก[25] จึงมีการใช้ยูรีเทนไดเมทาคริยเลท (urethane dimethacrylate; UDMA) และ

บิสฟีนอล-เอ-พอลีเอทีลีนไกลคอลไดอีเธอร์ไดเมทาคริยเลต (bisphenol A-polyethylene glycol diether dimethacrylate; Bis-EMA) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลมากร่วมด้วย เพื่อลดการหดตัวจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ทำให้วัสดุมีสมบัติทางกลที่ดี[4] และเพื่อให้มีความหนืดเหมาะสมกับการใช้งาน[22] จะเห็นได้ว่ามอนอเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติที่ต่างกันไป ดังนั้นปริมาณและชนิดของมอนอเมอร์ในเรซินเมทริกซ์จึงมีผลต่อสมบัติทางกลของเรซินคอมโพสิต ซึ่งแต่ละบริษัทผู้ผลิตจะมีส่วนประกอบและปริมาณของมอนอเมอร์แต่ละชนิดต่างกันไป นอกจากนี้แต่ละบริษัทยังมีการปรับสภาพพื้นผิววัสดุอัด-แทรกเพื่อให้เกิดการยึดติดกับเรซินเมทริกซ์ที่แตกต่างกัน ทำให้เรซินคอมโพสิตมีโครงสร้างระดับโมเลกุลต่างกัน จึงส่งผลต่อคุณสมบัติการต้านทานการสึกของเรซินคอมโพสิตด้วย[23]

ผลการทดสอบการสึกและความหยาบผิวในการทดลองครั้งนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เรซินคอมโพสิตที่เกิดการสึกมากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวมาก และเรซินคอมโพสิตที่เกิดการสึกน้อยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวน้อยตามไปด้วย ตรงกันข้ามกับการทดลองของ Teixeira[11] และคณะ ในปี ค.ศ. 2005 พบว่าฟิลเทคซี 250 ซึ่งมีปริมาณวัสดุอัดแทรกมากกว่าและมีขนาดใหญ่กว่าฟิลเทคสุพรีม แต่เกิดการสึกหลังการแปรงมากกว่าและเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวที่น้อยกว่าอีกด้วย การทดลองของ Teixeira แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติในการต้านทานการสึกไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิต นอกจากนี้ผลการทดลองที่เหมือนหรือต่างกันออกไปของแต่ละการทดลองยังขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดการสึกและความหยาบผิว ชนิดของเครื่องแปรงอัตโนมัติ แรงที่ใช้ในการแปรง จำนวนรอบการแปรง ชนิดและลักษณะของขนแปรงสีฟัน รวมถึงชนิดและความเข้มข้นของสารขัดสีในสารละลายยาสีฟันที่ใช้ในการทดลองด้วย

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของยาสีฟันเพื่อฟันขาวต่อการสึกของเรซินคอมโพสิตพบว่าเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิงทำให้เรซิน-คอมโพสิตทุกชนิดเกิดการสึกมากที่สุด โดยเฉพาะทำให้เฮอร์-คูไลท์อัลตราและฟิลเทคซี 350 เอกซ์ทีเกิดการสึกมากกว่ายาสีฟันชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยาสีฟันทุกชนิดทำให้ดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกมากไม่แตกต่างกัน ผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิงทำให้เกิดการสูญเสียวัสดุบริเวณพื้นผิวที่สัมผัสกับการแปรงมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบของยาสีฟันแต่ละผลิตภัณฑ์พบว่ายาสีฟันเพื่อฟันขาวทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ ไม่มีส่วนประกอบของสารฟอกสี เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่มีความสามารถในการแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) สูง โดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นอาจส่งผลเสียต่อการเชื่อมระหว่างเรซินเมทริกซ์และวัสดุอัดแทรก ซึ่งอาจเป็นเหตุทำให้เกิดการแตกร้าว (crack propagation) และความหยาบผิวของวัสดุที่มากขึ้นตามมา ยาสีฟันเพื่อฟันขาวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีส่วนประกอบสำคัญ คือ สารขัดสีเพื่อทำหน้าที่กำจัดคราบสีบนตัวฟัน โดยแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีชนิด ขนาด และปริมาณของสารขัดสีที่แตกต่างกันไป เซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิงประกอบด้วยสารขัดสีชนิดซิลิกาปริมาณร้อยละ 21 โดยน้ำหนัก สปาร์คเคิลไวท์และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิงประกอบด้วยสารขัดสีชนิดซิลิกาเช่นเดียวกัน แต่ไม่ทราบถึงปริมาณสารขัด-สีจากบริษัทผู้ผลิต ยาสีฟันสามผลิตภัณฑ์นี้ทำให้เรซินคอม-โพสิตส่วนใหญ่เกิดการสึกมากกว่าฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง ซึ่งประกอบด้วยสารขัดสีชนิดซิลิกาปริมาณร้อยละ 14.5 โดยน้ำหนัก และแคลเซียมคาร์บอเนตปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก จะเห็นได้ว่ายาสีฟันที่มีสารขัดสีชนิดซิลิกาเพียงอย่างเดียวทำให้เรซินคอมโพสิตเกิดการสึกมากกว่ายาสีฟันที่มีสารขัดสีชนิดซิลิการ่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนต จากการทดลองของ Camargo[26] และคณะ ในปี ค.ศ. 2001 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าการสึกของสารขัดสีต่างชนิดที่มีขนาดเท่ากัน ซิลิกามีค่าการสึกมาตรฐานของเนื้อฟันมากกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต[26] และซิลิกามีค่าความแข็งผิวมากกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตด้วย[27] ซึ่งเป็นผลให้เกิดการสึกของเรซินคอมโพสิตมากกว่า นอกจากค่าความแข็งผิวของสารขัดสีแล้วปัจจัยที่ทำให้เกิดการสึกของยาสีฟันยังขึ้นกับขนาด รูปร่าง การกระจาย และความเข้มข้นของสารขัดสีในยาสีฟัน[28]

ผลการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวพบว่าเซ็นโซดายน์ไวท์-เทนนิง สปาร์คเคิลไวท์ และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิงทำให้ดูราฟิลวีเอสและฟิลเทคซี 250 เกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวแตกต่างจากฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เซ็นโซดายน์ไวท์เทนนิงและคอล-เกตแอดวานส์ไวท์เทนนิงทำให้เฮอร์คูไลท์อัลตราเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวไม่แตกต่างกัน และสปาร์คเคิลไวท์และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิงทำให้ฟิลเทคซี 350 เอกซ์ทีเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวไม่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิงทำให้เรซินคอมโพสิตส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวน้อยกว่ายาสีฟันผลิตภัณฑ์อื่น แสดงให้เห็นว่ายาสีฟันที่มีส่วนประกอบของแคลเซียม

คาร์บอเนตร่วมกับซิลิกาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวน้อยกว่าซิลิกาเพียงอย่างเดียว ซึ่งให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองของ Amaral[29] และคณะ ในปีค.ศ. 2006 ซึ่งพบว่ายาสีฟันที่มีสารขัดสีชนิดแคลเซียมคาร์บอเนตทำให้เรซินคอมโพสิตเกิดการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวน้อยกว่าซิลิกา

การทดลองครั้งนี้ทำให้ทราบว่าเรซินคอมโพสิตทั้ง 4 ชนิดที่นำมาศึกษาครั้งนี้มีสมบัติความต้านทานการสึกจากการแปรงต่างกัน โดยผลที่ได้นี้สามารถเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุบูรณะบริเวณคอฟันและฟันหน้าที่สัมพันธ์กับการแปรงได้ แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้บ่งบอกถึงการสึกและความหยาบผิวของเรซินคอมโพสิตที่เกิดจากยาสีฟันที่ใช้ในการทดลองนี้เท่านั้น ไม่สามารถเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบกับเรซินคอมโพสิตและยาสีฟันผลิตภัณฑ์อื่นที่ไม่ได้นำมาใช้ในการทดลองได้ รวมถึงการนำวัสดุมาบูรณะในช่องปากควรพิจารณาถึงสมบัติอื่นร่วมด้วย เพื่อให้วัสดุมีอายุการใช้งานได้นานมากขึ้น ยาสีฟันที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นยาสีฟันเพื่อฟันขาว 4 ผลิตภัณฑ์ที่มีจุดประสงค์ในการป้องกันและกำจัดคราบสีบนตัวฟันเพื่อทำให้ฟันดูขาวสะอาดขึ้น แต่จากการทดลองพบว่ายาสีฟันเหล่านี้ทำให้เรซินคอมโพสิตเกิดการสึกและความหยาบผิวที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้ยาสีฟันจึงควรพิจารณาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพการทำความสะอาดร่วมกับการทำให้เกิดการสึก ถ้ามีการศึกษาต่อไปควรมีการเปรียบเทียบการสึกของเคลือบฟัน (enamel) ร่วมกับการสึกของเรซินคอมโพสิต และหลังจากการทดลองควรนำชิ้นตัวอย่างไปตรวจลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดเพื่อสามารถศึกษาลักษณะการสึกของพื้นผิวได้ชัดเจนมากขึ้น

สรุป

ดูราฟิลวีเอสเกิดการสึกและความหยาบผิวมากที่สุดหลังแปรงด้วยยาสีฟันเพื่อฟันขาวทุกผลิตภัณฑ์ เซ็นโซดายน์-ไวท์เทนนิง สปาร์คเคิลไวท์ และคอลเกตแอดวานส์ไวท์เทนนิงทำให้เรซินคอมโพสิตส่วนใหญ่เกิดการสึกและความหยาบผิวมากกว่าฟลูโอคารีลเฮลท์ตีไวท์เทนนิง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท เอสดีเอส เคอร์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเรซินคอมโพสิต บริษัท คิวรอน จำกัด บริษัท ดีเคเอสเอช (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท คอลเกต-ปาล์มโอลีฟ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนยาสีฟันที่ใช้ในงานวิจัย อาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้คำแนะนำทางสถิติ บุคลากรประจำศูนย์วิจัยทางทันตวัสดุศาสตร์ และศูนย์วิจัยทางชีววิทยาช่องปากทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือในการวิจัย และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Ritter AV. Direct resin-based composites: current recommendations for optimal clinical results. Compend Contin Educ Dent. 2005;26:481-90.
2. Setcos JC, Tarim B, Suzuki S. Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. Quintessence Int. 1999;30:169-73.
3. Yap AU. Occlusal contact area (OCA) wear of two new composite restoratives. J Oral Rehabil. 2002;29:194-200.
4. Rawls HR, Equivel-Upshaw J. Restorative Resins. In: Anusavice KJ, editor. Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed. St. Louis: Saunders, 2003:399-437.
5. Gladwin M, Bagby M, editors. Clinical aspect of dental material. 3rd ed. Philadelphia: thePoint, 2009:60-5.
6. Noort RV, editor. Introduction to Dental Materials. 3rd ed. St. Louis: Mosby, 2008:99-121.
7. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. Dent Mater. 2007;23:51-9.
8. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. J Am Dent Assoc. 2003;134:1382-90.
9. Turssi CP, Saad JR, Duarte SL, Jr., Rodrigues AL, Jr. Composite surfaces after finishing and polishing techniques. Am J Dent. 2000;13:136-8.
10. Asmussen E. Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composite resins. Oper Dent. 1985;10:61-73.
11. Teixeira EC, Thompson JL, Piascik JR, Thompson

JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. J Esthet Restor Dent. 2005;17:172-82.

12. Joiner A. Whitening toothpastes: a review of the literature. J Dent. 2010;38 Suppl 2:e17-24.
13. International Organization for Standardization. Dentistry-Toothpaste-Requirements, test methods and marking. ISO 11609. 1995:1st ed. (ISO, Switzerland).
14. Perry DA. Plaque control for the periodontal patient. In: Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR, editors. Carranza's Clinical Periodontology. 10th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2002:651-74.
15. McCracken GI, Janssen J, Swan M, Steen N, de Jager M, Heasman PA. Effect of brushing force and time on plaque removal using a powered toothbrush. J Clin Periodontol. 2003;30:409-13.
16. Ganss C, Schlueter N, Preiss S, Klimek J. Tooth brushing habits in uninstructed adults-frequency, technique, duration and force. Clin Oral Investig. 2009;13:203-8.
17. O'Brien WJ, Yee J, Jr. Microstructure of posterior restorations of composite resin after clinical wear. Oper Dent. 1980;5:90-4.
18. Wang L, Garcia FC, Amarante de Araujo P, Franco EB, Mondelli RF. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. J Esthet Restor Dent. 2004;16:303-15.
19. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. Oper Dent. 2002;27:50-8.
20. Jorgensen KD. Restorative resins: abrasion vs. mechanical properties. Scand J Dent Res. 1980;88: 557-68.
21. Kon M, Kakuta K, Ogura H. Effects of occlusal and brushing forces on wear of composite resins. Dent Mater J. 2006;25:183-94.
22. Chen MH. Update on dental nanocomposites. J Dent Res. 2010;89:549-60.
23. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. J Prosthet Dent. 2000;84:93-7.
24. Chung KH. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. J Dent Res. 1990;69:852-6.
25. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 2007;28:3757-85.
26. Camargo IM, Saiki M, Vasconcellos MB, Avila DM. Abrasiveness evaluation of silica and calcium carbonate used in the production of dentifrices. J Cosmet Sci. 2001;52:163-7.
27. Specialty minerals calcium carbonates in toothpaste and oral care products. [Internet]. US: Specialty Minerals Inc.; c2011 [cited 2011 May 3]. Available from: http://www.specialtyminerals.com/specialty-applications/specialty-markets-for-minerals/personal-care-and-cosmetics/toothpaste/.
28. Nathoo S, Singh S, Petrone DM, Wachs GN, Chaknis P, DeVizio W, et al. Clinical studies to assess the extrinsic stain prevention and stain removal efficacy of a variant of a commercially available dentifrice containing a new dual silica system. J Clin Dent. 2008;19:95-101.
29. Amaral CM, Rodrigues JA, Erhardt MC, Araujo MW, Marchi GM, Heymann HO, et al. Effect of whitening dentifrices on the superficial roughness of esthetic restorative materials. J Esthet Restor Dent. 2006;18:102-8.

The effect of whitening dentifrices on wear and surface roughness of resin composites

Nattakarn Wongprateepsiri D.D.S.[1]
Vasana Patanapiradej D.D.S., High Grad Dip. (Endodont), M.D.S., Thai board (Oper. Dent)[2]

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

Abstracts

Objective The purpose of this study was to investigate wear and surface roughness of 4 types of resin composite after brushing using 4 products of whitening dentifrice.

Materials and methods Sixty-four specimens of each resin composite: nanofill (Filtek Z350 XT), nanohybrid (Herculite Ultra), microfill (Durafill VS) and microhybrid (Filtek Z250) were made using metal molds. Each type of resin composite was divided into 4 groups of 16 specimens according to 4 products of whitening dentifrices: Sparkle White, Fluocaril Healthy Whitening, Colgate Advanced Whitening and Sensodyne Whitening. The volume and surface roughness were measured using a profilometer before and after brushing in a brushing machine with a load of 300 grams, speed of 90 strokes per minute, at 20,000 strokes. Results were analyzed by two-way ANOVA and Tamhane's test at a significant level of 0.05.

Results After brushing with all dentrifrices, Durafill VS showed significantly different wear and surface roughness from Herculite Ultra, Filtek Z350 XT and Filtek Z250 ($p < 0.05$). Sensodyne Whitening produced more wear of resin composites than Sparkle White, Colgate Advanced Whitening and Fluocaril Healthy Whitening. Sensodyne Whitening, Sparkle White and Colgate Advanced Whitening produced more surface roughness of resin composites than Fluocaril Healthy Whitening.

Conclusion Durafill VS showed the most wear and surface roughness when brushed with all whitening dentifrices. Sensodyne Whitening, Sparkle White and Colgate Advanced Whitening produced more wear and surface roughness of resin composites than Fluocaril Healthy Whitening.

(CU Dent J. 2012;35:105-18)

Key words: *resin composites; surface roughness; toothbrush abrasion; wear; whitening dentifrices.*