



การสึกของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ภายหลัง การแปรง

พิรพงศ์ กุประดิษฐ์ ท.บ., ป.บัณฑิต (ทันตกรรมหัตถการ)¹

วาสนา พัฒนพีระเดช ท.บ., ป.สูงคลินิก (วิทยาเอนโดดอนต์) M.D.S., อ.ท. (ทันตกรรมหัตถการ)²

จารุพรรณ อุ่นสมบัติ ท.บ., ป.บัณฑิต (ทันตกรรมหัตถการ) Cert.in Oper. Dent., M.S., ABOD²

¹นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณที่สูญหายและความสึกเฉื่อยของการสึกจากการแปรงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม 2 ชนิด (คือแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปและฟูจินายจีพีแคปซูล) กับเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 2 ชนิด (คือแทคเอ็นวันฮันเดรดและฟูจิทูแอลซีแคปซูล) ในห้องปฏิบัติการ

วัสดุและวิธีการ เตรียมชิ้นตัวอย่าง 128 ชิ้นในแบบหล่อโลหะ แบ่งเป็น 4 กลุ่มเท่าๆ กันตามชนิดของวัสดุที่ใช้ทดสอบคือแทคฟิลพลัสแอฟลิแคป ฟูจินายจีพีแคปซูล คือแทคเอ็นวันฮันเดรด และฟูจิทูแอลซีแคปซูล ใช้เครื่องวัดความหยาบผิวโปรไฟโลมิเตอร์ วัดปริมาตรที่สูญหายและความสึกเฉื่อยของแต่ละชิ้นตัวอย่าง แปรงชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องแปรงอัตโนมัติ โดยใช้ชิ้นตัวอย่าง 8 ชิ้นต่อการแปรง 1 ครั้ง จำนวนรอบในการแปรง 20,000 รอบ ความเร็วแปรง 90 รอบต่อนาที แรงกด 150 กรัม ร่วมกับสารละลายยาสีฟัน วัดความแตกต่างของปริมาตรที่สูญหายและความสึกเฉื่อยที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละชิ้นตัวอย่างภายหลังการแปรง ข้อมูลถูกวิเคราะห์ด้วยสถิติครุสคัล-วัลลิส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา ค่าปริมาตรที่สูญหายและความสึกเฉื่อยที่เกิดขึ้นภายหลังการแปรงของแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปมีความแตกต่างจากแทคเอ็นวันฮันเดรด ฟูจิทูแอลซีแคปซูลและฟูจินายจีพีแคปซูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.003$ 0.005 และ 0.031 ตามลำดับ) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฟูจินายจีพีแคปซูลกับแทคเอ็นวันฮันเดรด หรือฟูจิทูแอลซีแคปซูล

สรุป แทคฟิลพลัสแอฟลิแคปมีการสึกที่แตกต่างจากเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งสองชนิด (คือแทคเอ็นวันฮันเดรดและฟูจิทูแอลซีแคปซูล) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมอีกชนิดหนึ่ง (ฟูจินายจีพีแคปซูล)

(ว ทันต จุฬาฯ 2553;33:119-30)

คำสำคัญ: กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์; การทดสอบการแปรง; การสึกจากการแปรง; เครื่องวัดความหยาบผิว; ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลง

บทนำ

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุบูรณะฟันที่มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการได้แก่มีพันธะเคมีกับโครงสร้างของฟัน มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ตลอดอายุการใช้งาน จึงนิยมนำมาใช้ในการควบคุมฟันผุ (caries control) บูรณะฟันเพื่อรอดูอาการของเนื้อเยื่อใน (pulp tissue) หรือในผู้ป่วยมีความเสี่ยงสูงที่จะพบรอยผุเนื่องจากได้รับรังสีรักษา (radiation caries)¹ รวมทั้งใช้ในการบูรณะรอยผุผิวรากฟัน (root surface caries) ซึ่งมักพบในผู้สูงอายุ นอกจากนี้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อน (thermal expansion) ที่ต่ำใกล้เคียงกับฟัน มีความเป็นพิษ (cytotoxicity) ต่ำและมีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ (biocompatibility) เป็นอย่างดี²

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แบ่งได้เป็น 3 ประเภทตามส่วนประกอบของโครงสร้าง^{3,4} คือกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (conventional glass ionomer cement) เรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (resin-modified glass ionomer cement) และเมทัลรีอินฟอสกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (metal-reinforced glass ionomer cement)

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมมีการพัฒนาให้มีการแข็งตัวอย่างรวดเร็ว และมีความเหนียวสูง ไวต่อความชื้นเพียงในช่วง 4-7 นาทีแรกภายหลังจากการผสม^{3,5} ตัวอย่างเช่นฟูจินาย (Fuji IX, GC, Tokyo, Japan) คีแทคโมลาร์ (Ketac Molar, 3M ESPE, St.Paul, USA) และคีแทคฟิลพลัสแอฟลิแคป (Ketac fil plus aplicap, 3M ESPE, St.Paul, USA) ปฏิกริยาการแข็งตัวจะเป็นปฏิกริยาการแข็งตัวชนิดกรด-ต่าง (acid-base reaction) เพียงอย่างเดียว

เรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความแตกต่างจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม คือในส่วนของเหลวจะมีเรซินเอชอีเอ็มเอ (HEMA = hydroxyethyl methacrylate) และมีสารเริ่มปฏิกริยาด้วยแสง (photoinitiator) ได้แก่แคมโฟควิโนน (camphorquinone) ปฏิกริยาจะเป็นชนิดบ่มตัวแบบคูอัล (dual-cured) ซึ่งประกอบด้วย 2 ปฏิกริยา คือปฏิกริยาการแข็งตัวชนิดกรด-ต่างและปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization reaction) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงสีฟ้าที่มีความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร เกิดเป็นเครือข่ายพอลิเมอร์ ตัวอย่างเช่นฟูจิทูแอลซี (Fuji II LC, GC, Tokyo, Japan) ถ้ามีสารเริ่มต้นปฏิกริยาเคมี (chemical

initiators) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยจะทำให้เกิดปฏิกริยาได้ทันทีเมื่อเริ่มผสม เรียกว่าปฏิกริยาการแข็งตัวชนิดออกซิเดชันรีดักชัน (oxidation-reduction reaction)⁶ ตัวอย่างเช่นวิทริเมอร์ (Vitremar, 3M ESPE, St.Paul, USA) นอกจากนี้มีการพัฒนาให้ขนาดสารอัดแทรกของเรซินมอดิไฟด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีขนาดเล็กลงระดับนาโนโดยบริษัทผู้ผลิตให้ชื่อนานาไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (nano-ionomer cement) ตัวอย่างเช่น คีแทคนาโน (Ketac nano, 3M ESPE, St.Paul, USA) หรือเรียกอีกชื่อ ว่าคีแทคเอ็นวันฮันเดรด (Ketac N-100, 3M ESPE, St.Paul, USA)

การสึกในช่องปากเป็นขบวนการที่ซับซ้อนเกิดมาจากหลายปัจจัยได้แก่การขัดถู (abrasive wear) ความล้า (fatigue wear) การกัดกร่อน (corrosive wear) การกัดเซาะ (erosive wear) การยึดติดภายในเนื้อวัสดุถูกทำลาย (adhesive wear) และการกระแทก (impact wear)⁷⁻⁹ การแปรงโดยใส่ยาสีฟันร่วมด้วยอาจจะทำให้ผิวหน้าของวัสดุบูรณะและโครงสร้างของฟันสึกได้ การสึกนี้คือขบวนการทำให้เกิดการสูญเสียวัสดุเกิดขึ้นจากผิวหน้าของวัสดุเคลื่อนที่หรือเลื่อนหรือไถลผ่านกัน⁷ การจำลองรูปแบบของการเกิดการสึกสามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องจักรแอคตา (ACTA)¹⁰ เครื่องมือวิธีโพรคัลคอมเพรสชันสไลดิง (reciprocal compression sliding)¹¹ เครื่องจักรกลระบบอิเล็กทรอนิกส์ (electromechanical)¹² อุปกรณ์พินออนดิสก์ไทป์ (pin-on-disc-type)¹² และเครื่องแปรงอัตโนมัติ¹³ เป็นต้น

วิธีการประเมินลักษณะการสึกของวัสดุแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือการประเมินทางคลินิกและการประเมินทางห้องปฏิบัติการ⁸ ประเมินทางคลินิกสามารถประเมินได้จาก การสังเกตตามหลักเกณฑ์ยูเอสพีเอชเอส (USPHS) ซึ่งรายงานโดย Ryge¹⁴ หรืออาจจะพิมพ์ฟันเพื่อนำมาวิเคราะห์พื้นผิวและนำมาประเมินการสึกในเชิงปริมาณ^{15,16} สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการสึกทางห้องปฏิบัติการได้แก่กล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงชนิดที่มีการดัดแปลง (modified light microscope)¹² และเครื่องโปรไฟล์มิเตอร์ (profilometer)¹³ สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการสึกจากการแปรงนั้นได้แก่ชนิดของขนแปรง¹⁷ วิธีการแปรง¹⁸ ระยะเวลา แรงแรง ความถี่ในการแปรงฟัน จังหวะการแปรง¹⁹ และค่าความสึกจากการเสียดสีของสารขัดสีในยาสีฟันโดยวัดเป็นค่าอาร์ดีเอ (RDA = radioactive dentin abrasion)²⁰

จากผลการศึกษาเรื่องการสึกของวัสดุบูรณะฟันในอดีตพบว่าได้ผลที่แตกต่างกันเช่น การศึกษาของ Momoi²¹ และคณะในปี ค.ศ. 1997 พบว่าเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีการสึกจากการแปรงมากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม การศึกษาของ Shabanian¹² และคณะในปี ค.ศ. 2002 พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมมีการสึกจากเครื่องจักรกระบบอิเล็กทรอนิกส์มากกว่าเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ การศึกษาของ Rios²² และคณะในปี ค.ศ. 2002 พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมมีการสึกจากการแปรงไม่แตกต่างจากเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในปัจจุบันมีกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หลายผลิตภัณฑ์ที่ออกมาใหม่ ยังไม่มีการศึกษาถึงเรื่องการสึกจากการแปรงและการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตส่วนใหญ่จะวัดเฉพาะค่าความหยาบพื้นผิว การสูญเสียน้ำหนัก และแสดงลักษณะพื้นผิว แต่ยังไม่มีการวัดค่าปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังจากการแปรง

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาตรที่สูญหายและความสึกเฉื่อยในเรื่องการสึกจากการแปรงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมกับเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุบูรณะฟันในช่องปากและปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุในแต่ละผลิตภัณฑ์ต่อไป

วัสดุและวิธีการ

นำวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ดั้งเดิมจำนวนสองผลิตภัณฑ์คือคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปและฟูจินายจีพีแคปซูล เรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จำนวนสองผลิตภัณฑ์คือคิแทคเอ็นวันอันเดรด และฟูจิฟูแอลซีแคปซูล (ตารางที่ 1) มาใส่ในแบบหล่อโลหะ ที่ทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม แบบหล่อโลหะประกอบด้วยชั้นบนและชั้นล่าง แบบหล่อโลหะชั้นบนถูกเจาะตรงกลางเป็นช่องที่มีขนาดความกว้าง x ความยาว x ความลึก = 2.0 x 5.0 x 2.0 มิลลิเมตรเพื่อใช้เป็นบริเวณที่จะใส่วัสดุทดสอบ

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

การเตรียมชิ้นตัวอย่างคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปและฟูจินายจีพีแคปซูล มีขั้นตอนเหมือนกันคือนำแคปซูลของวัสดุไปปั่นด้วยเครื่องผสมอะมัลกัม (Amalga Mix II Amalgamator, Gnatus, Ribeirao Preto, Brazil) ตามคำแนะนำของบริษัท

ผู้ผลิต ฉีดวัสดุลงในหลุมแบบหล่อโลหะให้เต็ม ปิดทับด้วยแถบใสเซลลูลอยด์ใช้แผ่นกระจกใสหนา 1 มิลลิเมตรกดทับด้านบนให้แนบสนิทเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออก²³

การเตรียมชิ้นตัวอย่างคิแทคเอ็นวันอันเดรดจะผสมวัสดุด้วยพายผสมตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเตรียมชิ้นตัวอย่างฟูจิฟูแอลซีแคปซูลคือนำแคปซูลไปปั่นด้วยเครื่องผสมอะมัลกัม ทั้งคิแทคเอ็นวันอันเดรดและฟูจิฟูแอลซีแคปซูล หลังจากปิดทับด้วยแถบใสเซลลูลอยด์และกระจกแล้วจะฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง (Elipar Trilight, ESPE 3M, Norristown, USA) ความเข้มแสง 470 นาโนเมตร ระยะเวลาการฉายแสงใช้ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยวางปลายหน้าตัดของระบอบเครื่องฉายแสงให้ชิดกับแผ่นกระจก

ทิ้งไว้ให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์แข็งตัวอย่างสมบูรณ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในภาชนะปิด จากนั้นภายหลังจากครบ 24 ชั่วโมงแล้วเอาแผ่นกระจกใสและแถบใสเซลลูลอยด์ออก กำจัดวัสดุส่วนเกินด้วยใบมีดเบอร์ 11 ตัดขอบวัสดุให้พอดีกับขอบของโลหะ ทำการเตรียมชิ้นตัวอย่างชนิดละ 32 ชิ้น รวมได้ชิ้นตัวอย่างทั้งหมด 128 ชิ้น นำชิ้นตัวอย่างแช่ในน้ำกลั่น เก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง²³

การอ่านค่าพื้นผิวและหาปริมาตรของชิ้นตัวอย่างก่อนการแปรง

อุณหภูมิในห้องก่อนเริ่มทำงานอยู่ในช่วง 24-25 องศาเซลเซียส นำชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำกลั่น เป่าให้แห้ง ในการอ่านค่าชิ้นตัวอย่างจะถูกยึดให้อยู่ตำแหน่งเดิมทั้งก่อนและหลังแปรง วัดค่าพื้นผิวและหาปริมาตรของชิ้นตัวอย่างก่อนการแปรงโดยใช้เครื่องวัดความหยาบพื้นผิว (surface roughness tester, TalyScan 150, Tayior Hobson Ltd., Leicester, England) กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นที่จะวัดในแนวแกน X,Y อยู่บนแบบหล่อโลหะ กำหนดพื้นที่ที่ต้องการให้เครื่องอ่านค่า โดยกำหนดความยาวตามแนวแกน x = 3 มิลลิเมตรและความยาวตามแนวแกน Y = 0.5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1) วัดด้วยความเร็วหัวเข็มคดงที่ 3000 ไมโครเมตรต่อวินาที จะได้ค่าพื้นผิวและปริมาตรของชิ้นตัวอย่างก่อนการแปรง กำหนดพื้นที่วัสดุที่ต้องการคำนวณให้มีความยาวตามแนวแกน x = 2 มิลลิเมตรและความยาวตามแนวแกน Y = 0.5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1) โดยใช้คำสั่งซูม (zoom) จะได้ลักษณะ 3 มิติของพื้นผิวของวัสดุก่อนการแปรง เก็บข้อมูลไว้เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าปริมาตรที่สูญหายและความสึกเฉื่อยที่เปลี่ยนไป

ตารางที่ 1 ชนิดและส่วนประกอบของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

Table 1 Type and compositions of materials.

Materials	Products	Compositions	batch number & Company
Conventional GIC	KF	Powder : Calciumfluoroaluminosilicate glass Liquid : Copolymer of acrylic and maleic acid, water	316381 3M ESPE St.Paul USA
Conventional GIC	F9	Powder : Fluoroaluminosilicate glass Liquid : Polyacrylic acid, Carboxylic acid, water	0801101 GC Tokyo Japan
RMGIC	K100	Paste one : Fluoroaluminosilicate glass, silica, Silane treated silica & zirconia, Methacrylate resin, Dimethacrylate, Photoinitiator Paste two : Water, Polyalkenoic acid, Nanocluster, Silica, zirconia, HEMA, Photoinitiator	20070725 3M ESPE St.Paul USA
RMGIC	F2	Powder : Fluoroaluminosilicate glass Liquid : Polyalkenoic acid, HEMA, TEGDMA, UDMA, water, Photoinitiator	0801141 GC Tokyo Japan
Toothpaste	Colgate®	Sorbital, water, Hydrated Silica, Sodium lauryl sulfate, Flavor, PEG-12, Tetrasodium Pyrophosphate, Cocamidopropyl Betaine, Cellulose gum, Sodium sacchari, Sodium Fluoride, Xanthan gum , Active Fluoride 1000 ppm	Colgate Palmolive Chunburi Thailand

GIC = Glass ionomer cement

HEMA = Hydroxyethyl methacrylate

UDMA = Urethane dimethacrylate

KF = Ketac fil plus aplicap®

K 100 = Ketac-N 100®

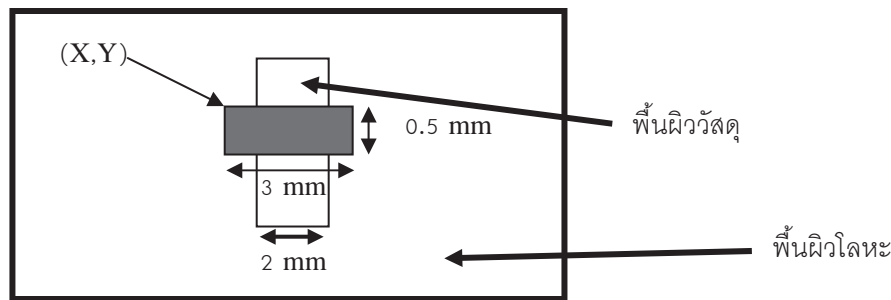
RMGIC = Resin-modified glass ionomer cement

TEGDMA = Triethylene glycol dimethacrylate

PEG = Polyethylene glycol

F9 = Fuji IX GP capsule®

F2 = Fuji II LC capsule®



ภาพที่ 1 พื้นผิวด้านบนของวัสดุและแบบหล่อโลหะ จุดเริ่มต้นที่วัดคือ (X,Y), สีดำ คือ พื้นที่ทั้งหมดที่ถูกวัดมีความยาว x ความกว้าง = 3.0 x 0.5 มิลลิเมตร นำเฉพาะพื้นที่วัสดุไปคำนวณหาปริมาตรที่สูญหายและความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้น ซึ่งมีขนาดความยาว x ความกว้าง = 2.0 x 0.5 มิลลิเมตร

Figure 1 Top surface of material and metal mold. Beginning of origin was (X,Y). Black color is the total area which was measured, had dimensions of length and width = 3.0 x 0.5 mm. Only material area in dimensions of length and width = 2.0 x 0.5 mm was calculated for change in volume and mean depth.

ขั้นตอนการแปร่งขึ้นตัวอย่างด้วยเครื่องแปร่งอัตโนมัติ

ใช้แปร่งสีฟัน (Premium, Accord, Samuthprakran, Thailand) ชนิดขนแปร่งไนลอนความแข็งปานกลางตามมาตรฐานวิชาการแปร่งสีฟันกรมอนามัย พ.ศ. 2547 แพร่งสีฟันไว้ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนการใช้งาน เปลี่ยนแปร่งสีฟันใหม่ทุกครั้งทดสอบ²⁴ ยึดด้ามแปร่งกับเครื่องแปร่ง (V-8 Cross Brushing Machine, SABRI Dental Enterprises, INC., Illinois, USA) เตรียมสารละลายยาสีฟันโดยผสมยาสีฟัน (Colgate double cool stripe, Colgate Palmolive, Chonburi, Thailand) กับน้ำกลั่น โดยมีอัตราส่วนของยาสีฟันต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 25 กรัมต่อ 40 มิลลิลิตร กวนจนกว่าสารละลายยาสีฟันจะเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่องกวนแบบแตกตัว (Dispension mixer, Ultra turrax T25 basic, IKA laborotechnik Janke & Kunkel GmbH & CO.KG, Staufen, Germany) ยึดขึ้นตัวอย่างทั้ง 8 ชิ้นกับเครื่องแปร่ง ติดตั้งสปริงกด 8 ตำแหน่งโดยทุกตำแหน่งมีขนาดและความสูงเท่ากัน ใช้เครื่องวัดปริมาณความตึง (Dontrix tension gauge, Dontrix®, รุ่น 16 OZ, E.T.M. Corporation, 3M Unitex, Monrovia, California, USA) และปรับแรงให้ได้แรง 150 กรัม²⁴ โดยขณะวัด หัวแปร่งสีฟันจะอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางของขึ้นตัวอย่าง และแนวแรงจะต้องตั้งฉากกับแปร่ง ยึดกระบอกพลาสติกของสารละลายยาสีฟันเข้ากับเครื่อง ตั้งค่าจำนวนรอบ 20,000 รอบ²⁵ ด้วยความเร็ว 90 รอบต่อนาที²⁶ เครื่องแปร่งจะหยุดอัตโนมัติหลังจากทำงานเสร็จ

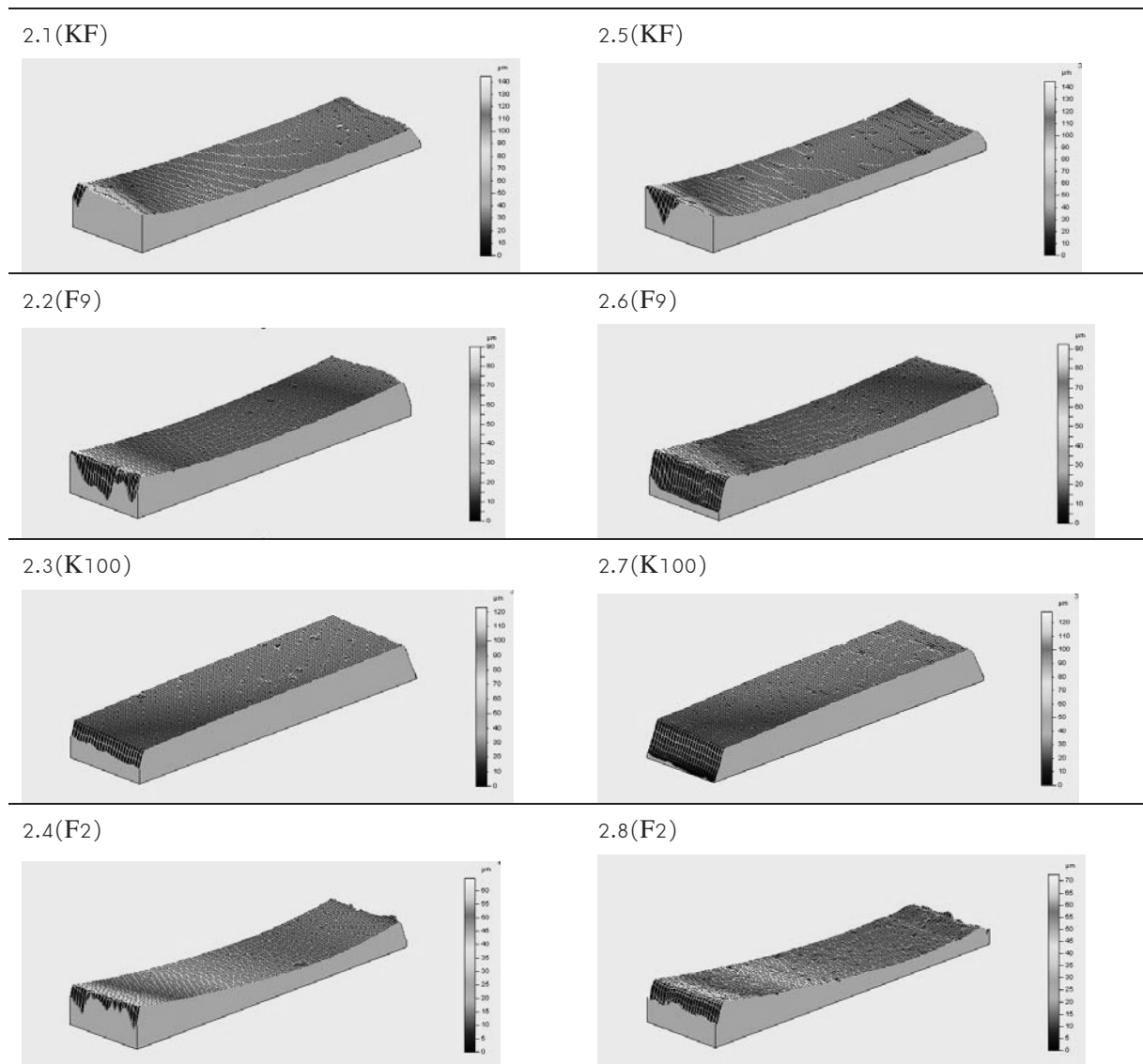
การอ่านค่าพื้นผิวและหาปริมาตรของขึ้นตัวอย่างหลังการแปร่ง

เมื่อครบจำนวนรอบที่กำหนดแล้ว ล้างขึ้นตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด และเป่าให้แห้ง อ่านค่าพื้นผิวและหาปริมาตรของขึ้นตัวอย่างหลังการแปร่งเช่นเดียวกับก่อนการแปร่ง จากนั้นคำนวณหาปริมาตรที่สูญหายและความลึกเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปของวัสดุโดยใช้สองคำสั่ง คำสั่งแรกคือเซอร์เฟซซับแทรกชัน (surface subtraction) เพื่อกำหนดให้เครื่องคำนวณหาความแตกต่างของพื้นผิวทั้งสอง ทั้งก่อนและหลังการแปร่ง โดยใช้พื้นผิววัสดุที่หลังจากใช้คำสั่งซุ่มก่อนการแปร่ง ลบด้วยพื้นผิววัสดุหลังจากใช้คำสั่งซุ่มหลังการแปร่ง จากนั้นใช้คำสั่งที่สองคือปริมาตรของหลุมและยอด (volume of hole and peak) จะได้ปริมาตรที่สูญหาย และความลึกเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงไปของแต่ละขึ้นตัวอย่าง

นำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูป (StatsDirect, StatsDirect Ltd., Cheshire, England) โดยใช้สถิติซิปโรวิลคดับเบิลยูเทส (Shapiro-Wilk W test) พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ จึงวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาตรที่สูญหายและความลึกที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแปร่ง ด้วยการใช้สถิติครุสคัล-วัลลิส (Kruskal-Wallis test) วัสดุทั้ง 4 ผลติภัณฑ์ สุ่มมาจากขึ้นตัวอย่างที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาตรที่สูญหายและความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแปร่ง ไม่เท่ากันอย่างน้อย 1 คู่

(p -value = 0.011 และ 0.006 ตามลำดับ) ดังนั้นการทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่จะใช้สถิติครุสคัล-วัลลิส และ

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีไคโนเวอร์อินแมน (Conover-Inman)



KF = Ketac fil plus aplicap[®] F9 = Fuji IX GP capsule[®]

K 100 = Ketac-N 100[®] F2 = Fuji II LC capsule[®]

ภาพที่ 2 ลักษณะ 3 มิติของพื้นผิวของวัสดุโพลีเมอร์ซีเมนต์ทั้ง 4 ชนิดก่อนการแปรง (ภาพที่ 2.1 ถึง 2.4) และหลังการแปรง (ภาพที่ 2.5 ถึง 2.8)

Figure 2 3 dimensions surface of 4 glass ionomer cements before brushing (Figure 2.1 to 2.4) and after brushing (Figure 2.5 to 2.8)

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบการสึกจากการแปรงของวัสดุกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้ง 4 ผลติภณฑ์ แสดงลักษณะ 3 มิติของพื้นผิวกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซีเมนต์ทั้ง 4 ผลติภณฑ์ก่อนการแปรง (ภาพที่ 2.1 ถึง 2.4) เปรียบเทียบกับหลังการแปรง (ภาพที่ 2.5 ถึง 2.8) พบว่าพื้นผิวหลังการแปรงมีความขรุขระเพิ่มขึ้น และมีปริมาตรลดลง ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่สูญหายและความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแปรงของวัสดุ แสดงในตารางที่ 2

ผลของการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาตรที่สูญหายภายหลังจากการแปรงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้ง 4 ผลติภณฑ์พบว่าคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปแตกต่างจากฟูจิทูแอลซีแคปซูล คิแทคเอ็นวันฮันเดรดและฟูจินายจีพีแคปซูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.005$ 0.003 และ 0.031 ตามลำดับ)

ผลของการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแปรงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้ง 4 ผลติภณฑ์พบว่าคิแทคเอ็นวันฮันเดรดแตกต่างจากคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคป ฟูจินายจีพีแคปซูล และฟูจิทูแอลซีแคปซูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.001$ 0.012 และ 0.023 ตามลำดับ)

วิจารณ์

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการสึกจากการขัดถูโดยวัสดุสามสิ่ง ซึ่งเป็นการสึกที่เกิดจาก 3 องค์ประกอบคือสารละลายยาสีฟัน พื้นผิววัสดุและขนแปรง โดยมีสารละลายยาสีฟันเป็นสารคั่นกลางแทรกอยู่ระหว่างพื้นผิววัสดุกับขนแปรง^{7,8} การที่ใช้ยาสีฟันคอลเกตมาใช้ในการทดลองเพราะเป็นยาสีฟันตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในประเทศไทย (มอก. 45-2540) ผงขัดที่เป็นองค์ประกอบคือไฮเดรทซิลิกา (hydrated silica) มีค่าความสึกจากการขัดสีปานกลางเท่ากับ 40 อาร์ดีเอ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกาและองค์การมาตรฐานนานาชาติที่ 11609 ที่ได้กำหนดค่าความสึกจากการเสียดสีของยาสีฟันว่าไม่ควรมากกว่า 100 อาร์ดีเอ²⁰

แปรงสีฟันที่เลือกใช้ในการศึกษานี้มีส่วนประกอบตรงตามมาตรฐานวิชาการแปรงสีฟันกรมอนามัย พ.ศ. 2547 ส่วนแรงกดของแปรงและการเตรียมสารละลายยาสีฟันกำหนดโดยเกณฑ์มาตรฐานขององค์การมาตรฐานนานาชาติที่ 14569-1 (ISO)²⁴ กำหนดข้อปฏิบัติในการทดสอบความต้านทานต่อการสึกของวัสดุทันตกรรมจากการแปรงฟัน กำหนดให้ใช้ระยะเวลาในการแปรงใช้ 20000 รอบเนื่องจากการศึกษาของ Sorensen และ Nguyen²⁵ พบว่าการแปรงฟันในระยะเวลา

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรที่สูญหายและความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแปรง

Table 2 Mean and standard deviation of volume loss and mean of depth after brushing.

Group (n)	KF (32)	F9 (32)	K100 (32)	F2 (32)
Volume loss (μm^3)	812163.34 ±	482292.47 ±	407910.22 ±	417125.75 ±
Mean ± SD	597877.52	317588.22	280027.71	287623.54
Mean depth (μm)	1.72 ±	1.29 ±	0.84 ±	1.22 ±
Mean ± SD	1.65	0.84	0.40	1.26

KF = Ketac fil plus aplicap® F9 = Fuji IX GP capsule®
 K 100 = Ketac-N 100® F2 = Fuji II LC capsule®

3 ปีจะเทียบเท่ากับการเคลื่อนแปรงสีฟัน 18,768 ครั้งต่อด้าน

เนื่องจากตำแหน่งในการยึดแปรงอาจมีผลต่อการสึกได้ ดังนั้นจึงมีการสร้างตารางการสุม (completed block design) เพื่อช่วยลดความผิดพลาดในแต่ละตำแหน่งการสุมขึ้นตัวอย่าง ผลจากการสร้างตารางการสุมทำให้ทราบถึงจำนวนรอบทั้งหมดที่ต้องทดสอบอย่างน้อยที่สุดคือ 16 รอบ ๆ ละ 8 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 128 ตัวอย่าง แต่ละตำแหน่งทั้ง 8 ตำแหน่งจะมีวัสดุทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์หมุนเวียนกันตำแหน่งละ 4 ครั้งเท่ากันหมด

การศึกษานี้ใช้โปรไฟล์มิเตอร์ในการวัดความหยาบของพื้นผิว วัดด้วยวิธีที่เครื่องมือมีการสัมผัสกับพื้นผิวเช่นการใช้เข็มลาก (stylus) ชนิดปลายเข็มเพชรรูปกลม (sphere) มีรัศมี 2 ไมครอน มีความละเอียดในแนวตั้ง (vertical resolution) 0.06 ไมครอน²⁷ เครื่องจะใช้ร่วมกับโปรแกรมทาลิสแกน (TalyScan) 150[®] สามารถวิเคราะห์ คำนวณค่าพื้นที่ ปริมาตร และความลึกเฉลี่ยออกมา ข้อดีของวิธีนี้คือเหมาะสำหรับวัดพื้นผิวในกรณีที่ได้โอดเลเซอร์ (diode laser) ไม่สามารถวัดได้ในการศึกษาวิจัยนำร่องพบว่าถ้าหากใช้วิธีไดโอดเลเซอร์จะวัดค่าได้ถูกต้องกว่าการใช้เข็มลาก แต่ไม่สามารถวัดค่าของคิแทคเอ็นวันอันเดรตและฟูจิยูแอลซีแคปซูลได้เนื่องจากผิวมันเงามีการสะท้อนแสงสูง จึงพิจารณาเลือกวิธีการใช้เข็มลาก พื้นผิวที่จะวัดด้วยเข็มลากจะต้องมีความแข็งเพียงพอ ข้อเสียของวิธีนี้คือไม่สามารถวัดได้ในตำแหน่งที่มีความกว้างของหลุมน้อยกว่ารัศมีของเข็ม หรือในพื้นที่ที่มีมุม เครื่องวัดความหยาบผิวมีความไวต่อปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ แสง ความสะอาด แรงสั่นสะเทือน เป็นต้น ดังนั้นในช่วงที่ทดสอบจึงมีการกำหนดสภาวะควบคุมต่าง ๆ ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอยู่ในช่วง 24-25 องศาเซลเซียส ควบคุมแสง ความสะอาด แรงสั่นสะเทือน โดยผู้วิจัยจะเลือกช่วงเวลาในการทดสอบคือการอ่านค่าพื้นผิวทั้งก่อนและหลังแปรงจะทำในช่วงเช้า (05.00-06.00 นาฬิกา) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้พบว่ามีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างกว้าง

เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงปัจจัยกวนที่จะเกิดขึ้นจากขั้นตอนในการขัดวัสดุให้เรียบและเตรียมพื้นผิวให้มีสภาพใกล้เคียงกันมากที่สุด ขึ้นตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้จะถูกเตรียมโดยนำวัสดุที่จะทดสอบใส่ในหลุมแบบหล่อโลหะที่เตรียมไว้ให้เต็ม แล้วปิดทับด้วยแถบใสเซลลูลอยด์จากนั้นใช้แผ่นกระจกใสกดทับด้านบนให้แนบสนิทเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออกเพื่อให้เกิดพื้นผิวของวัสดุที่จะทดสอบเรียบที่สุดเหมือนกระจกซึ่งจะได้ไม่ต้องขัดวัสดุให้เรียบ²³ และในระยะ 24 ชั่วโมงแรกระหว่างที่ตั้งวัสดุ

ทิ้งไว้ เพื่อให้วัสดุมีการแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ จะปิดด้วยแผ่นกระจกใสและแถบใสเซลลูลอยด์ตลอดเวลา เก็บในภาชนะปิดเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ แทนการเคลือบผิวด้วยวาร์นิชกันน้ำ ก่อนนำขึ้นตัวอย่างไปแปรงด้วยเครื่องแปรงอัตโนมัติ มีการนำวัสดุแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้วัสดุอิ่มน้ำและป้องกันการดูดน้ำของวัสดุขณะแปรง ในการศึกษาครั้งนี้จะควบคุมสีของวัสดุโดยให้มีสีเดียวกันหมดคือ A 3.5 เพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยกวนต่อการเกิดพอลิเมอร์

ความแตกต่างระหว่างชนิดของวัสดุมีผลต่อความต้านทานการสึกของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ อธิบายได้ว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (คิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคป) มีการสึกที่แตกต่างจากเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (ฟูจิยูแอลซีแคปซูลและคิแทคเอ็นวันอันเดรต) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากในเมทริกซ์ของคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปจะประกอบด้วยโครงร่างโพลีอัลคิลีนเอตและส่วนที่เหลือของสารอัดแทรกที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยา ในขณะที่เมทริกซ์ของฟูจิยูแอลซีแคปซูลและคิแทคเอ็นวันอันเดรต ประกอบด้วยสายพอลิเมอร์ของมอนอเมอร์เอชอีเอ็มเอกับโครงร่างโพลีอัลคิลีนเอต การยึดกันระหว่างกลุ่มเมทาคริเลต (methacrylate) ในเรซินเอชอีเอ็มเอกับกรดโพลีอะคริลิกจะยึดกันโดยใช้พันธะไฮโดรเจน ซึ่งจะยึดกันเป็นโครงร่างตาข่ายซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม³

ความแตกต่างของผลจากขนาดสารอัดแทรกในวัสดุประเภทเดียวกันให้ผลที่แตกต่างกันคือ ขนาดสารอัดแทรกในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมไม่ได้มีความสัมพันธ์กับการสึกเนื่องมาจากคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปมีขนาดสารอัดแทรก 12.50 ไมครอน²⁷ ซึ่งเล็กกว่าฟูจินายจีพีแคปซูลที่มีขนาดสารอัดแทรก 13.43 ไมครอน¹¹ ถ้ามีการสึกจนทำให้สารอัดแทรกหลุดออกไปจากพื้นผิว พื้นผิวหรือหลุมที่เกิดขึ้นควรมีการสึกที่น้อยกว่าฟูจินายจีพีแคปซูล แต่จากผลการศึกษาพบวาคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปมีการสึกที่มากกว่าฟูจินายจีพีแคปซูล ในขณะที่ขนาดสารอัดแทรกในเรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความสัมพันธ์กับการสึกเนื่องมาจากคิแทคเอ็นวันอันเดรตมีขนาดสารอัดแทรกเล็ก ระดับนาโนเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าฟูจิยูแอลซีแคปซูลที่มีขนาดสารอัดแทรก 6.95 ไมครอน²⁸ เมื่อมีการสึกจนทำให้สารอัดแทรกหลุดออกไปจากพื้นผิวพื้นผิวหรือหลุมที่เกิดขึ้นมีการสึกที่น้อยกว่าฟูจิยูแอลซีแคปซูล

ชนิดของสารอัดแทรกจะมีความสำคัญต่อการสึกคือถ้าหากพิจารณาในส่วนผงของคิแทคฟิลพลัสแอฟลิแคปจะ

ประกอบด้วยแคลเซียมฟลูออโรอะลูมิโนซิลิเกตกลาส ซึ่งจะเกิดเกลือแคลเซียมที่ละลายน้ำได้และไม่คงตัว ในขณะที่อีก 3 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยฟลูออโรอะลูมิโนซิลิเกตกลาสซึ่งจะเกิดเกลืออะลูมิเนียมที่มีความคงตัวมากกว่า^{3,4} อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ฟูจินายจีพีแคปซูลมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างจากเมื่อเทียบกับคิแทคฟิลพลัสแอฟฟิแคปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าหากเทียบฟูจินายจีพีแคปซูลกับฟูจิทูแอลซีแคปซูลหรือคิแทคเอ็นวันฮันเดรดจะพบว่าแตกต่างกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

หากพิจารณาความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้นของวัสดุพบว่า คิแทคเอ็นวันฮันเดรดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับคิแทคฟิลพลัสแอฟฟิแคป ฟูจิทูแอลซีแคปซูลและฟูจินายจีพีแคปซูล ความลึกที่เกิดขึ้นคำนวณจากนำพื้นที่ผิวที่เครื่องอ่านค่าได้ก่อนการแปรงลบด้วยพื้นที่ผิวที่อ่านได้หลังการแปรง แต่ค่านี้เป็นค่าความลึกเฉลี่ยเฉพาะหลุมที่พื้นผิวไม่ใช่ความลึกของเนื้อวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นค่าปริมาตรที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังการแปรงน่าจะบอกถึงการสึกที่แท้จริงได้ดีกว่าค่าความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้น จากผลการศึกษาพบว่าทั้งค่าของความลึกเฉลี่ยที่เกิดขึ้นและปริมาตรที่มีการเปลี่ยนแปลงไปทิศทางเดียวกันคือคิแทคเอ็นวันฮันเดรดมีค่าน้อยที่สุด และคิแทคฟิลพลัสแอฟฟิแคปมีค่ามากที่สุด แสดงว่าเกิดทั้งการสึกเนื้อเมทริกซ์และการหลุดออกไปของสารอัดแทรก

ผลการทดลองนี้มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างกว้าง อาจเนื่องมาจาก

1. เครื่องโปรไฟโลมิเตอร์ ถึงแม้ว่าได้มีการสอบเทียบเครื่อง (calibration) ผ่านทุกระบบจากเจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้ผลิตก่อนที่จะเริ่มวิจัย และผู้วิจัยเองได้มีการสอบเทียบเครื่องทุกครั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตก่อนที่จะใช้เครื่อง มีการควบคุมจุดอ้างอิงของทุกชิ้นตัวอย่างให้เป็นจุดเดียวกันหมด อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้พบว่ามีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างกว้างซึ่งคล้ายกับการศึกษาอื่น ๆ ที่ใช้เครื่องวัดความหยาบพื้นผิวส่วนใหญ่^{3,21,29,30}

2. เครื่องแปรงอัตโนมัติมีการตั้งค่าแรงกดที่เป็นระบบสปริง วัดแรงและปรับแรงโดยใช้สกรูทำได้ยากและใช้เวลานานในแต่ละรอบเพื่อให้ได้ค่าที่เท่ากันหมดและถูกต้อง แปรงที่ใช้งานกับเครื่องต้องมีการเจาะซึ่งตำแหน่งการเจาะรูและการยึดแปรงอาจจะส่งผลต่อทิศทางของการแปรงได้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้พบว่ามีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างกว้างเช่นเดียวกันกับการศึกษาอื่น ๆ ที่มีการวัดการสึกจากการขัดถูโดยวัสดุสามสิ่ง^{31,32}

3. ขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่าง แแถบไฮเซลลูลอยด์ที่เปิดผิวสุดจะมีผลต่อระนาบของผิววัสดุ ถ้าหากแผ่นที่ใช้มีความแอ่นโค้ง จะทำให้พื้นผิวไม่เป็นระนาบที่ตรง ส่งผลให้พื้นผิวจะไม่ถูกแปรง นอกจากนี้อาจเกิดรูพรุนภายในเนื้อวัสดุซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้เมื่อนำไปแปรงทำให้เกิดการสึกมากกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นวัสดุที่ใช้ควรเป็นชนิดแคปซูล

4. พื้นที่ที่จะถูกวัดและพื้นที่ที่ใช้คำนวณน้อย แต่ในการวิจัยนี้ได้กำหนดพื้นที่ที่จะถูกวัดความยาวตามแกน X เท่ากับ 3 มิลลิเมตรความยาวตามแกน Y เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาอื่น¹³

ข้อเสนอแนะในการใช้เครื่องมือควรมีการสอบเทียบเครื่องทุกครั้งก่อนที่จะใช้งาน มีการระมัดระวังการถอดใส่ชิ้นงานเพื่อป้องกันจุดอ้างอิงเปลี่ยน อาจมีการเพิ่มขึ้นตัวอย่างให้มากขึ้นเพื่อลดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือเพิ่มพื้นที่ที่จะถูกวัดและพื้นที่ที่ใช้คำนวณ สำหรับเครื่องแปรงอัตโนมัติถ้ามีชนิดที่มีการตั้งค่าแรงโดยใช้น้ำหนักกดที่หัวแปรง จะทำให้วัดค่าแรงกด ทำได้ง่ายและมีความถูกต้องมากขึ้น การเตรียมแถบไฮเซลลูลอยด์ต้องเรียบตรงเพื่อให้พื้นผิววัสดุได้ระนาบที่ตรงทำให้ได้รับแรงที่ถูกต้องและระวางไม่ให้เกิดฟองอากาศขณะฉีดวัสดุ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ ผลที่ได้จะเป็นแนวทางในการบ่งบอกถึงโอกาสที่จะเกิดการสึกจากการแปรงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ทั้งสี่ชนิด แต่การนำผลไปใช้ในทางคลินิกโดยตรงต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เนื่องจากในสภาวะช่องปากมีความซับซ้อนและแตกต่างจากสภาวะในห้องปฏิบัติการ เช่น สภาวะความเป็นกรดต่างของน้ำลาย ผลจากอาหารที่รับประทาน วิธีการแปรงฟันของผู้ป่วยแต่ละราย แรงที่ใช้ ความถี่ ชนิดของขนแปรง รวมถึงยาสีฟันที่ใช้มีความแตกต่างกัน การศึกษานี้จึงเป็นเพียงส่วนหนึ่งของสภาพความเป็นจริงเท่านั้น แต่ในชีวิตประจำวันจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจทำให้วัสดุสึกต่อเนื้อและมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ผลการศึกษาที่ได้สามารถเปรียบเทียบเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบในงานวิจัยนี้เท่านั้นไม่อาจนำไปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ยังไม่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากองค์ประกอบที่แตกต่างกันของวัสดุ และระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างกัน การศึกษานี้สามารถเป็นแนวทางในการทำวิจัยต่อไปเพื่อเปรียบเทียบการสึกกับวัสดุกลุ่มอื่น ๆ อีกเช่น เมททัลอินฟอสฟอกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เรซินคอมโพสิต เป็นต้น

สรุป

คือเทคโนโลยีฟิล์มเคลือบผิวที่มีการศึกษาเปรียบเทียบที่แตกต่างจากเรซินคอมโพสิตโฟลว์ไดนาไมคโพลีเมอร์ซีเมนต์ทั้งสองชนิด (คือเทคโนโลยีวันอันเดรดและฟูจิทูแอลซีแคปซูล) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมอีกชนิดหนึ่ง (ฟูจินายจีพีแคปซูล)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำด้านสถิติ บุคคลากรประจำศูนย์วิจัยทางทันตวัสดุศาสตร์และศูนย์วิจัยทางชีววิทยาของปากทุกท่านที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์การวิจัยและให้ความสะดวกในการดำเนินการวิจัยทุกขั้นตอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

- Hu JY, Chen XC, Li YQ, Smales RJ, Yip KH. Radiation-induced root surface caries restored with glass-ionomer cement placed in conventional and ART cavity preparations: results at two years. *Aust Dent J.* 2005;50:186-90.
- Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000;16:129-38.
- Mount GJ, Bryant RW. Glass ionomer materials. In: Mount GJ, Hume WR, editors. *Preservation and restoration of tooth structure.* 1st, Barcelona: Mosby publishing Company, 1998:69-92.
- Sueo S, Satoshi T, Kazuo H. Characteristics of glass ionomer cements. In: Davidson LH, Mjor IA, editors. *Advance in glass ionomer cements.* 1st, Berlin: Quintessence publishing Co, 1999:15-50.
- Nagaraja UP, Kishore G. Glass Ionomer Cement-The Different Generations. *Trends Biomater. Artif. Organs.* 2005;18:158-65.
- Wilson AD. Resin-modified glass-ionomer cements. *Int J Prosthodont.* 1990;3:425-9.
- Mair LH. Wear in dentistry-current terminology. *J Dent.* 1992;20:140-4.
- Sulong MZ, Aziz RA. Wear of materials used in dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 1990;63:342-9.
- Van Noort R. Resin composites and polyacid-modified resin composites. In: Van Noort R editor. *Introduction to dental materials.* 3rd, London: Mosby publishing company, 2008:119-20.
- Heintze SD, Zappini G, Rousson V. Wear of ten dental restorative materials in five wear simulators--results of a round robin test. *Dent Mater.* 2005;21:304-17.
- Yap AU, Pek YS, Cheang P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. *J Oral Rehabil.* 2003;30:1-8.
- Shabani M, Richards LC. In vitro wear rates of materials under different loads and varying pH. *J Prosthet Dent.* 2002;87:650-6.
- Wilaipan D. Wear of domestic pit and fissure sealants after simulated brushing [dissertation]. Bangkok (BK): Chulalongkorn University; 2006.
- Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J.* 1980;30:347-58.
- Leinfelder KF, Taylor DF, Barkmeier WW, Goldberg AJ. Quantitative wear measurement of posterior composite resins. *Dent Mater.* 1986;2:198-201.
- Phonghanyudh A, Chankanka O, Harnirattisai C. Measurement of the wear of flowable composites in preventive resin restorations. *Mahidol Dent J.* 2002;22:19-28.
- Harrington JH, Terry IA. Automatic and hand toothbrushing abrasions studies. *J Am Dent Assoc.* 1964;68:343-50.
- Bergstrom J, Lavstedt S. An epidemiologic approach to toothbrushing and dental abrasion. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1979;7:57-64.
- Heath JR, Wilson HJ. Abrasion of restorative materials by toothpaste. *J Oral Rehabil.* 1976;3:121-38.
- Wulknitz P. Cleaning power and abrasivity of european toothpastes. *Adv Dent Res.* 1997;11:576-9.
- Momoi Y, Hirosaki K, Kohno A, McCabe JF.

- In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dent Mater.* 1997;13:82-8.
22. Rios D, Honorio HM, de Araujo PA, Machado MA. Wear and superficial roughness of glass ionomer cements used as sealants, after simulated toothbrushing. *Pesqui Odontol Bras.* 2002;16:343-8.
 23. Turssi CP, de Magalhaes CS, Serra MC, Rodrigues Junior AL. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by pH-cycling simulations. *Oper Dent.* 2001;26:576-84.
 24. International Organization for Standardization. Dental materials-Guidance on testing of wear resistance-Part 1:Wear by tooth brushing. ISO/TS 14569-1. 1999;1st ed. (ISO, Switzerland).
 25. Sorensen JA, Nguyen HK. Evaluation of tooth-brush-induced dentin substrate wear using an in vitro ridged-configuration model. *Am J Dent.* 2002;15 Spec No:26B-32B.
 26. Teixeira EC, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17:172-80; discussion 181-2.
 27. Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Lim YK. Changes in scattering and absorption properties of esthetic filling materials after aging. *J Biomed Mater Res part B :Appl Biomater.* 2007;80:131-9.
 28. Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res.* 1997;76:883-94.
 29. Saijai T. Effect of Thai wine on surface roughness and erosion of various tooth-colored filling materials [dissertation]. Bangkok (BK): Chulalongkorn University; 2005.
 30. Philpotts CJ, Weader E, Joiner A. The measurement in vitro of enamel and dentine wear by toothpastes of different abrasivity. *Int Dent J.* 2005;55:183-7.
 31. Kunzelmann KH, Burkle V, Bauer C. Two-body and three-body wear of glass ionomer cements. *Int J Paediatr Dent.* 2003;13:434-40.
 32. Futatsuki M, Nozawa M, Ogata T, Nakata M. Wear of resin-modified glass ionomers: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent.* 2001;25:297-301.

Wear of glass ionomer cements after brushing

Peerapong Kupradit D.D.S., Grad Dip. (Oper. Dent)¹

Vasana Patanapiradej D.D.S., High Grad Dip. (Endodont), M.D.S., Thai board (Oper. Dent)²

Charuphan Oonsombat D.D.S., Grad Dip.(Oper. Dent), Cert. in Oper. Dent., M.S., ABOD²

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

²Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.

Abstracts

Objective To compare the volume loss and mean depth in abrasive wear of 2 conventional glass ionomer cements (Ketac fil plus aplicap[®] and Fuji IX GP capsule[®]) and 2 resin-modified glass ionomer cements (Ketac N-100[®] and Fuji II LC capsule[®]) after brushing, *in vitro*.

Materials and methods 128 specimens were prepared in metal mold. The samples were equally divided into 4 groups according to materials tested, which were Ketac fil plus aplicap[®], Fuji IX GP capsule[®], Ketac N-100[®] and Fuji II LC capsule[®]. Volume loss and mean surface depth of each sample were measured using a Profilometer. Using 8 samples per cycle, the specimens were brushed using V-8 Cross Brushing Machine at 20,000 strokes, 90 cycles per minute, with a brush-head load 150 grams in a toothpaste slurry. Changes in volume loss and mean surface depth of each sample after brushing were measured and statistically analyzed, using Kruskal-Wallis test at a significant level of 0.05.

Results Changes in volume loss and mean depth after brushing of Ketac fil plus aplicap[®] showed significantly different from those of Ketac N-100[®], Fuji II LC capsule[®] and Fuji IX GP capsule[®] ($p = 0.003$ 0.005 and 0.031 respectively) but no significant difference was observed between Fuji IX GP capsule[®] and Fuji II LC capsule[®] or Ketac N-100[®].

Conclusion Wear of Ketac fil plus aplicap[®] was different from resin-modified glass ionomer cements (Ketac N-100[®] and Fuji II LC capsule[®]) and another conventional glass ionomer cement (Fuji IX GP capsule[®]).

(CU Dent J. 2010;33:119-30)

Key words: brushing wear; glass ionomer cement; profilometer; simulated brushing; volume loss
