



ผลของการปรับสภาพผิวต่อความแข็งแรง พันธะเชื่อมของพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง กับอะลูมินัสปอร์ซเลน

กาญจนา กาญจนทวีวัฒน์ วท.บ., ท.บ., M.S., D.Sc.¹

บุญเลิศ กู้เกียรติตระกูล ท.บ., วท.ม. (ทันตกรรมประดิษฐ์)²

¹ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมของพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง ยึดติดกับอะลูมินัสปอร์ซเลนด้วยเรซินซีเมนต์ ภายใต้การปรับสภาพผิวต่างกัน

วัสดุและวิธีการ เตรียมแผ่นกลมพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 มม. หนา 1 มม. จำนวน 300 ชิ้น แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 60 ชิ้น มีการปรับสภาพดังนี้ คือ แบบ A) ไม่ปรับสภาพผิว เป็นกลุ่มควบคุม แบบ B) ขัดเรียบด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ แบบ C) กรอด้วยเข็มกรอกากเพชรชนิดหยาบ แบบ D) กัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก เป็นเวลา 5 นาที และแบบ E) กัดด้วยเจลเอทีเอฟ เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเตรียมแผ่นกลมอะลูมินัสปอร์ซเลน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มม. หนา 1.5 มม. อย่างละ 300 ชิ้น แล้วแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 50 ชิ้น มีการปรับสภาพผิว ดังนี้ คือกลุ่ม 1) แบบ A กลุ่ม 2) แบบ B กลุ่ม 3) แบบ C กลุ่ม 4) เป่าทรายด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ เป็นเวลา 20 วินาที กลุ่ม 5) แบบ D และกลุ่ม 6) แบบ E จากนั้นนำแผ่นกลมอะลูมินัสปอร์ซเลนฝังในอะคริลิกเรซินใสเพื่อเป็นที่ยึดจับ แล้วยึดกับแผ่นกลมพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูงด้วยเรซินซีเมนต์ภายใต้แรงกด 200 กรัม เป็นเวลา 6 นาที จากนั้น นำมาทดสอบหาค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมของการยึดติดด้วยเครื่องทดสอบสากล ความเร็วตัดขวาง 0.2 มม. ต่อนาที นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบแบบทูกี

ผลการศึกษา อะลูมินัสปอร์ซเลนเมื่อยึดติดกับพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูงนั้น เมื่อปรับสภาพผิวของพอร์ซเลนทั้ง 2 ชนิดให้มีผิวหยาบ (กลุ่ม 3-6A 3-6C 3-6D และ 3-6E) จะได้ค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อม (25.2 ± 3.8 ถึง 30.2 ± 1.9 เมกะปาสคาล) สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่การยึดระหว่างกลุ่ม 1-2 กับ แบบ A-E และกลุ่ม 5-6 กับแบบ A-B ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สรุป การปรับสภาพผิวของอะลูมินัสปอร์ซเลนและพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง มีผลสำคัญต่อความแข็งแรงพันธะเชื่อมของวัสดุทดสอบ ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงน่าจะนำพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูงมาใช้ซ่อมแซมชิ้นงานที่พอร์ซเลนแตกได้

บทนำ

พอร์ซเลนเป็นวัสดุบูรณะทางทันตกรรมที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีคือทำให้สวยงามเหมือนฟันธรรมชาติได้ ให้ความแข็งผิวที่ใกล้เคียงกับเคลือบฟัน มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพกับเนื้อเยื่อในช่องปาก สามารถรับการขัดแต่งและเคลือบผิวให้มีผิวที่เรียบมันได้ มีการนำความร้อนและกระแสไฟฟ้าที่ต่ำมาก¹ และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อน (coefficient of thermal expansion) ที่ใกล้เคียงกับเคลือบฟันและเนื้อฟัน จึงลดปัญหาการร้าวซึมบริเวณขอบครอบฟันพอร์ซเลนได้²

อย่างไรก็ตาม พอร์ซเลนมีข้อด้อยคือ เปราะ และเมื่อได้รับแรงดึงจะแตกหักง่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเสริมความแข็งแรงให้แก่พอร์ซเลน ซึ่งวิธีหนึ่งคือการเสริมความแข็งแรงในตัวพอร์ซเลนเอง โดยในปี 1965 McLean และ Hughes³ ได้นำเอาเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนมาพัฒนาเป็นอะลูมินัสพอร์ซเลน โดยแทนที่ควอทซ์ด้วยอะลูมินาร้อยละ 40-50 โดยน้ำหนัก ซึ่งอะลูมินาทำหน้าที่เสมือนเป็น “ตัวหยุดรอยแตก” (crack stopper) โดยเป็นผลจากการที่อะลูมินามีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนมากกว่าแก้วแมทริกซ์ (อะลูมินาเท่ากับ $6.4-7.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ และแก้วแมทริกซ์เท่ากับ $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)^{3,4} ในสภาวะเย็นตัวลงภายหลังการเผาขึ้นรูป จะมีความเค้นอัด (compressive stresses) เกิดขึ้นรอบ ๆ อะลูมินา ซึ่งความเค้นอัดนี้เองที่สามารถหยุดการแพร่ของรอยแตกได้⁴ และทำให้อะลูมินัสพอร์ซเลนมีค่ากำลังดัดขวางเพิ่มขึ้นถึง 100-130 เมกะปาสคาล (MPa)⁵

ในปัจจุบัน ครอบฟันอะลูมินัสพอร์ซเลนมีการพัฒนาเพิ่มความแข็งแรงโดยเพิ่มปริมาณของอะลูมินาในส่วนแกนครอบฟันภายใต้เครื่องหมายการค้าชื่ออินซิแรม (In-Ceram[®], Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี 1988 โดย Michael Sadaun ที่เมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส โดยอินซิแรมนั้นใช้ทำครอบฟันหน้าและหลัง และสะพานฟันหน้า⁵ ซึ่งมีค่ากำลังดัดขวาง 384.5 ± 40.01 เมกะปาสคาล⁶ มีความแนบสนิทบริเวณขอบ 24 ไมครอน (μm) และ 58 ไมครอนสำหรับสะพานฟัน^{7,8} อีกทั้งมีค่าความทนแรงดึง (tensile strength) ที่สูงกว่าพอร์ซเลนชนิดอื่น 3-4 เท่า^{9,10} นอกจากนี้ มีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 98.4 จากการใช้งานในช่วง 24-44 เดือน (ค่าเฉลี่ย 37.6 เดือน)¹¹

ถึงแม้พอร์ซเลนจะได้รับการพัฒนาเพื่อเพิ่มความแข็งแรง

แต่ก็ยังพบการแตกของพอร์ซเลนได้จากการบดเคี้ยว¹² ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาด้านความสวยงามและการบดเคี้ยวแก่ผู้ป่วย และเมื่อต้องพิจารณาทำชิ้นงานใหม่ โดยเฉพาะในสภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทยขณะนี้ ผู้ป่วยจะต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ดังนั้นกรรมวิธีในการซ่อมแซมชิ้นงานที่แตก โดยที่ไม่ต้องทำชิ้นงานนั้นใหม่น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่ง วัสดุที่นำมาใช้ซ่อมแซมควรให้ความสวยงามและสามารถเลือกสีได้ใกล้เคียงกับพอร์ซเลนเดิม

การซ่อมแซมชิ้นงานพอร์ซเลนด้วยคอมโพสิตเรซินนั้นเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย¹³ ความแข็งแรงพันธะในการยึดคอมโพสิตเรซินกับพอร์ซเลนมีค่าสูง ทั้งค่ากำลังดัดขวาง (flexural strength)^{14,15} ความทนแรงดึง (tensile bond strength)¹⁶⁻²³ และค่าความแข็งแรงพันธะเฉือน^{24,25} แต่อย่างไรก็ตาม คอมโพสิตเรซินมีข้อด้อยคือ จะเปลี่ยนสีเมื่อเวลาผ่านไป มีความต้านทานต่อการสึก (wear resistance) ต่ำ ไม่สามารถเลือกสีได้เหมือนกับพอร์ซเลน การตกแต่งรูปร่างเมื่อต้องซ่อมแซมฟันเขavn (pontic) ส่วนที่ติดกับเนื้อเยื่อทำได้ยาก มีการดูดน้ำ (water sorption) ทำให้ขอบร้าว และความแข็งแรงพันธะจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป^{2,14,26,27} ทำให้การซ่อมแซมชิ้นงานด้วยคอมโพสิตเรซินนั้นใช้งานทางคลินิกได้เพียงชั่วคราวเท่านั้น ต้องมีการซ่อมแซมซ้ำอีกหลายครั้ง ผู้ป่วยจะเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

ด้วยเหตุนี้ ได้มีผู้นำพอร์ซเลน ซึ่งมีคุณสมบัติเชิงกลดีกว่าคอมโพสิตเรซินมาใช้ในการซ่อมพอร์ซเลน จึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง โดยในปี 1987 Millar²⁸ ได้นำหลักการของพอร์ซเลนวีเนียร์ (porcelain veneer) มาประยุกต์เพื่อซ่อมแซมชิ้นงานพอร์ซเลนที่แตกหัก แต่ Millar ไม่ได้กล่าวถึงเทคนิคและวิธีการทำ และไม่มีการวิจัยสนับสนุน

ปัจจุบัน พอร์ซเลนได้รับความนิยมมากในการนำมาใช้เป็นวัสดุบูรณะเช่น ครอบฟัน ซึ่งมีให้เลือกใช้หลายชนิด แต่ละชนิดก็มีการขึ้นรูปที่แตกต่างกัน พอร์ซเลนที่น่าจะเหมาะสมในการนำมาซ่อม ควรเป็นพอร์ซเลนที่มีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าพอร์ซเลนที่ถูกซ่อมแซม สามารถทำให้แนบสนิทได้ มีสีใกล้เคียงหรือทำให้ใกล้เคียงกับพอร์ซเลนเดิมได้ และมีพฤติกรรมตอบสนองต่อแสงที่มากกระทบทำให้สามารถกลมกลืนเข้ากับสีของฟันธรรมชาติหรือวัสดุบูรณะฟันข้างเคียงได้ (chameleon effect) ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ไอพีเอส เอ็มเพรสวัน (IPS Empress I, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) ซึ่งเป็นพอร์ซเลน

ที่มีลิวไซต์ปริมาณสูง น่าจะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากมีข้อดี คือมีความแนบสนิทตามขอบที่ดีประมาณ 15.56 ± 7.6 ไมครอน²⁹ มีค่ากำลังดัดขวางสูงประมาณ 182 เมกะปาสคาล³⁰ มีการสึกที่ใกล้เคียงกับเคลือบฟัน³¹ นอกจากนี้แล้วเอ็มเพรสเป็นระบบที่มีการใช้งานมานานกว่าสิบปี ซึ่งมีงานวิจัยจากการใช้ทำเป็นวีเนียร์ และพบว่า มีอัตราการอยู่รอดสูงถึงร้อยละ 98.8³²

อย่างไรก็ตาม ผลสำเร็จในการซ่อมแซมด้วยซินพอร์ซเลน นั้นขึ้นอยู่กับขั้นตอนสำคัญสองประการคือ การปรับสภาพผิวพอร์ซเลนเพื่อการยึดติด และระบบยึดติดที่ใช้ยึดพอร์ซเลนเข้าด้วยกัน ในส่วนของการปรับสภาพผิวนั้น จากรายงานวิจัยที่ผ่านมา มีวิธีการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนหลายประการคือ การปรับสภาพผิวทางเชิงกลได้แก่ การกรอด้วยเข็มกรอจากเพชร^{33,34} การเป่าทรายด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ขนาด 50 ไมครอน²¹ การปรับสภาพผิวทางเคมีได้แก่ การใช้กรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 7.5-10 กัดเป็นเวลา 2.5-20 นาที³⁵ การใช้เจลเอพิเอฟความเข้มข้นร้อยละ 1.23 กัดเป็นเวลา 10 นาที³⁶⁻⁴⁰ แต่อย่างไรก็ตาม ผลในการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนนั้น ยังคงมีข้อขัดแย้งว่าการปรับสภาพผิวด้วยวิธีใดที่ให้ผลดีกว่า^{19,22,25,41,42} ในส่วนของระบบยึดติดนั้น ทางเลือกที่น่าสนใจที่สุดในปัจจุบันคือ เรซินซีเมนต์ นอกจากให้ความสวยงามแล้ว ยังให้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ดี การยึดติดที่ดีมีค่าความทนแรงอัด (compressive strength) ประมาณ 180-265 เมกะปาสคาล ค่าความทนแรงดึงประมาณ 34-37 เมกะปาสคาล มีการละลายในช่องปากเพียงร้อยละ 0.13 ใน 24 ชั่วโมง และค่าความหนา (film thickness) ประมาณ 13-20 ไมครอน² นอกจากนี้ เรซินซีเมนต์สามารถเสริมความแข็งแรงให้แก่ชิ้นงานพอร์ซเลนที่ยึดอยู่ด้วยได้ โดยเข้าไปปิดร่องรอยตำหนิต่างๆ (flaws) ที่เป็นจุดเริ่มต้นของการแตกหักบนพื้นผิวของพอร์ซเลน และยับยั้งการเติบโตต่อไปของรอยแตก และยังทำให้การถ่ายทอดแรงจากครอบฟันลงสู่ตัวฟันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงช่วยลดการเกิดความเค้นและเพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักได้⁴³

ดังนั้น การทดลองนี้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงพันธะเฉือน (planar shear bond strength) ของพอร์ซเลนที่มีลิวไซต์ปริมาณสูง ยึดติดกับอะลูมินัสปอร์ซเลนด้วยเรซินซีเมนต์ ภายใต้การปรับสภาพผิวต่างกันของพอร์ซเลนทั้งสองชนิด เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ซ่อมแซมชิ้นงานพอร์ซเลนได้

วัสดุและวิธีการ

การเตรียมอะลูมินัสปอร์ซเลน

เตรียมตัวอย่าง 300 ชิ้น โดยนำผงอะลูมินัสปอร์ซเลน สี A3 Dentin (Vitadur Alpha, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ผสมกับน้ำที่ปราศจากอิออน (de-ionized water) ถัดแน่นเป็นแผ่นกลมและแห้งจนเต็มแม่พิมพ์ซิลิโคน (Provil, Heraeus Kulzer, Dental Product Division, IN, USA) รูปกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มม. หนา 1.5 มม. นำแผ่นกลมพอร์ซเลนที่อัดได้รูปร่างตามต้องการ ไปเผาในเตาเผา (porcelain furnace, Tru-Fire, Jelenko, Armonk, NY, USA) โดยแผ่นกลมจะถูกปล่อยให้แห้งหน้าเตาเผาเป็นเวลา 2 นาที แล้วเผาโดยเพิ่มอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้อง จนถึง 600°ซ ในสภาวะอากาศ และเพิ่มอุณหภูมิขึ้นไปถึง 980°ซ ในภาวะสุญญากาศ โดยมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 38°ซ/นาที ตามคำแนะนำของบริษัท แผ่นกลมพอร์ซเลนภายหลังการเผามีขนาดใกล้เคียงกันคือ เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 13.45-14.16 มม. ซึ่งมีการหดตัวร้อยละ 5.6-10.33

การเตรียมพอร์ซเลนที่มีลิวไซต์ปริมาณสูง

สร้างแม่แบบแผ่นกลมจากซีดีสีน้ำเงิน (Dental wax sheets, Mizzy Inc., Cherry Hill, NJ, USA) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 มม. หนา 1 มม. จำนวน 300 ชิ้น แล้วนำมาตีรูเท (sprue) จากนั้นนำไปลงในวัสดุทำเข้าฟอสเฟต (phosphate-bonded investment, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) ตามกรรมวิธีอัดลงเบ้า (lost-wax technique) นำเบ้า อีนกอท (TC 1, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) และแท่งกด (plunger) ไปเข้าเตาเผา (burn-out furnace, KDF, model H7, Denken, Tokyo, Japan) เพื่อเผาอีนกอท แท่งกดและไลซ์ซีดี โดยเริ่มต้นจากอุณหภูมิห้อง (23°ซ) จนถึงอุณหภูมิ 250°ซ และคงอุณหภูมินี้ไว้ 30 นาที เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 950°ซ และคงไว้ 90 นาที โดยมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 5°ซ ต่อนาที (รวมเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง 45 นาที) เมื่อเผาไลซ์ซีดีแล้ว นำเบ้า อีนกอท และแท่งกดออกจากเตาเผา โดยใส่อีนกอทลงในเบ้า แล้วตามด้วยแท่งกด จากนั้นนำไปเข้าเตาอัด (EP 500 Press Furnace, Ivoclar, Schaan Liechtenstein) แล้วเพิ่มอุณหภูมิจาก 560°ซ จนถึง 1180°ซ แท่งกดจะกดอัดอีนกอทเข้าแทนที่ส่วนที่เป็นซีดีด้วยความดัน 0.5 เมกะปาสคาล เมื่อกระบวนการอัดสิ้นสุดลง นำเบ้าออก ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิประมาณ 23°ซ)

จนเย็นใช้เวลาประมาณ 60 นาที จากนั้นแยกชิ้นงานออกจากวัสดุทำเบ้า โดยตัดด้วยแผ่นกลมกากเพชรชนิดบาง ณ ตำแหน่งความยาวของแท่งก่อก่อน แล้วจึงเป่าด้วยเม็ดแก้ว (glass beads, Microblast 90 my, Dentalfarm, Italy) ขนาด 90 ไมครอน โดยมีระยะห่างระหว่างหัวพ่นถึงชิ้นงานเท่ากับ 10 มม. ความดัน 0.4 เมกะปาสคาล จนเห็นชิ้นงาน และพ่นต่อด้วยความดัน 0.2 เมกะปาสคาล จนได้ชิ้นงานที่ติดกับรูเทอออกมา ตัดชิ้นงานออกจากกรูเท ด้วยแผ่นกลมกากเพชรชนิดบาง (Jota, Switzerland)

การเตรียมปรับสภาพผิวพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง

พอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง ถูกแบ่งโดยการสุ่มเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 60 ตัวอย่างคือ

กลุ่มเอ ไม่ขัดผิว (กลุ่มควบคุม) สภาพผิวได้จากการเป่าด้วยเม็ดแก้วขนาด 90 ไมครอน จากขั้นตอนการแยกชิ้นงาน

กลุ่มบี ขัดผิวด้วยกระดาษซิลิกอบคาร์ไบด์ (3M, St. Paul, MN, USA) (ขัดเปียก) ขนาด 100 กริท 320 กริท 600 กริท 800 กริท และ 1200 กริท ตามลำดับจนผิวเรียบ แล้วนำชิ้นงานมาทำความสะอาดด้วยเครื่องเชยาคความถี่เหนือเสียง (ultrasonic cleaner, PC3, L&R Mfg. Co., NJ, USA) ในน้ำกลั่น (distilled water) เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงเป่าลมอีก 30 วินาที จนแห้งสนิท

กลุ่มซี ขัดผิวเหมือนกลุ่มบี จากนั้นนำมารอผิวพอร์ซเลนด้วยเครื่องกรอความเร็วสูง 200,000 รอบต่อนาที ในสภาวะมีน้ำเป็นเวลา 15 วินาที โดยใช้เข็มกรอกกากเพชรชนิดหยาบ รูปทรงสอบปลายมน (Jota, Switzerland) ผงกากเพชรมีขนาด 88-105 แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นจากหัวฉีดเก้าอี้ทำฟัน (triple syringe) 20 วินาที และเป่าลมให้แห้ง 30 วินาที

กลุ่มดี ขัดผิวเหมือนกลุ่มบี จากนั้นจึงกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก ร้อยละ 9.6 (Porcelain Etch Gel, Pulpdent Corp. MA, USA) เป็นเวลา 5 นาที ล้างเช่นเดียวกับกลุ่มซี

กลุ่มอี ขัดผิวเหมือนกลุ่มบี แล้วนำไปกัดด้วยเจลเอฟิเอฟ ร้อยละ 1.23 (Topical Fluoride Gel, Pascal Corp., WA, USA) เป็นเวลา 10 นาที ล้างเช่นเดียวกับกลุ่มซี

การเตรียมปรับสภาพผิวอะลูมินัสพอร์ซเลน

อะลูมินัสพอร์ซเลนจะถูกแบ่งโดยการสุ่มเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 50 ตัวอย่าง ดังนี้

กลุ่มที่หนึ่ง ไม่ขัดผิว (กลุ่มควบคุม) สภาพผิวได้จากการปาด

เรียบด้วยใบมีดและปิดด้วยฟูกันก่อนการเผา

กลุ่มที่สอง เตรียมเช่นเดียวกับกลุ่มบี ในกลุ่มพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง

กลุ่มที่สาม เตรียมเช่นเดียวกับกลุ่มซี ในกลุ่มพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง

กลุ่มที่สี่ ขัดผิวเช่นเดียวกับกลุ่มที่สอง จากนั้น นำมาปรับการเป่าทรายด้วยเครื่องเป่าทราย (Miniblaster, Deldent Ltd., Petach Tikva, Israel) ด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ (Deldent Ltd., Petach Tikva, Israel) ขนาด 50 ไมครอน เป็นเวลา 15 วินาที พ่นห่างจากผิวพอร์ซเลน 20 มม. หัวพ่นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มม. ความดัน 0.68 เมกะปาสคาล แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นจากหัวฉีดเก้าอี้ทำฟัน 20 วินาที และเป่าลมให้แห้ง 30 วินาที

กลุ่มที่ห้า เตรียมเช่นเดียวกับกลุ่มดี ในกลุ่มพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง

กลุ่มที่หก เตรียมเช่นเดียวกับกลุ่มอี ในกลุ่มพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง

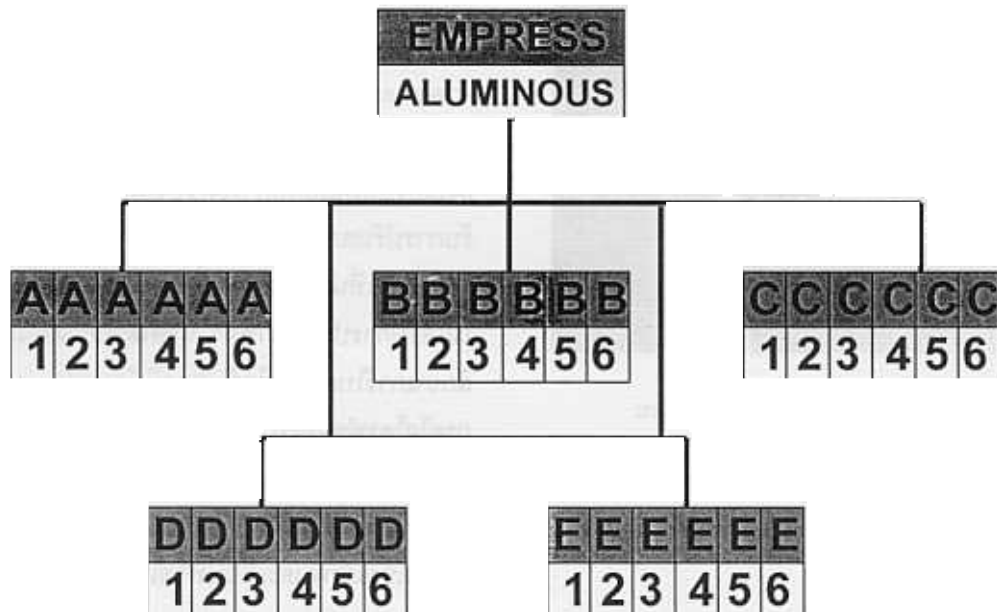
จากนั้น นำชิ้นงานมาตรวจสภาพผิวทั้งสองกลุ่ม ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope, JSM-5800LV Scanning Microscope, JEOL, Japan) เพื่อศึกษาสภาพผิวพอร์ซเลนภายหลังจากการปรับสภาพผิวด้วยวิธีต่างกัน

การยึดพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูงกับอะลูมินัสพอร์ซเลน

นำอะลูมินัสพอร์ซเลนกลุ่มที่หนึ่งถึงหกมายึดในแม่แบบพลาสติกด้วยอะคริลิกเรซินใส (Takilon, Rodont s.r.l., USA) เพื่อนำไปยึดกับพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูงด้วยเรซินซีเมนต์ โดยผิวของพอร์ซเลนทั้งสองชนิดจะได้รับการเตรียมที่เหมือนกันคือเริ่มต้นด้วยการทาไฮเลนก่อน (Monobond-S, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) แล้วทิ้งไว้ 60 วินาทีจึงเป่าแห้ง จากนั้นทาเรซินที่ไม่มีสารอัดแทรก (Heliobond, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ด้วยแปรงเป็นชั้นบางๆ โดยเป่าส่วนเกินออกด้วยลมที่ปราศจากน้ำและน้ำมัน จากนั้นผสมเรซินซีเมนต์ (Variolink II, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) สี 210/A3 โดยผสมส่วนพื้นฐานกับส่วนเร่งปฏิกิริยาความหนืดต่ำในอัตราส่วนเท่ากัน ตามคำแนะนำของบริษัท ใส่เรซินซีเมนต์ลงบนพอร์ซเลนที่มีลูโซท์ปริมาณสูง และอะลูมินัสพอร์ซเลนที่ละกลุ่ม นำมายึดด้วยกัน โดยใช้แรงกดในแนวตั้ง 200 กรัม จนผิวของพอร์ซเลนทั้งสองแนบสนิทกัน ใช้ฟูกันป้ายเรซินซีเมนต์

ส่วนเกินออก แล้วจึงฉายแสง ด้วยแสงที่ตาคนมองเห็นได้ (visible light) โดยใช้เครื่องฉายแสง (Translux EC, Kulzer & Co GmbH, Germany) ที่ให้ความยาวคลื่นแสง 400-500 นาโนเมตร ทั้งสี่ด้าน ด้านละ 1 นาที จากนั้นนำชิ้นงานออก จากเครื่องกด แล้วฉายแสงซ้ำอีก 2 นาที เพื่อให้เรซินซีเมนต์เกิด

ปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ ทำการยัดอะลูมินัสปอร์ซเลนและ พอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงทั้งหมด 300 คู่ ดังรูปที่ 1 หลังจากนั้น นำตัวอย่างทั้งหมดมาเก็บในตู้ที่มีความชื้น ร้อยละ 60 อุณหภูมิ 37°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



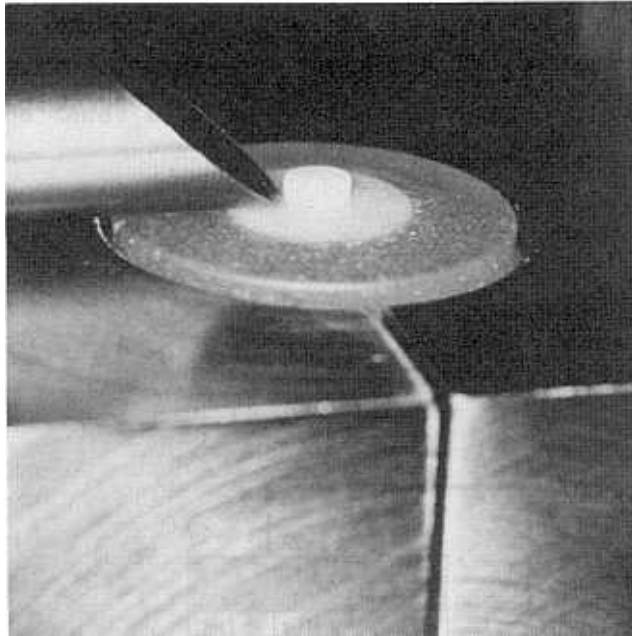
รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงการทดลอง ประกอบด้วยอะลูมินัสปอร์ซเลนยัดติดกับพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง ภายใต้การปรับสภาพผิวต่างกัน ดังนี้ อะลูมินัสปอร์ซเลนประกอบด้วย แบบ A) ไม่ปรับสภาพผิว; แบบ B) ขัดเรียบด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์; แบบ C) กรอด้วยเข็มกรอากาเพชรชนิดหยาบ; แบบ D) กัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก และ แบบ E) กัดด้วยเจลเอพีเอฟ และ พอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง ประกอบด้วย กลุ่ม 1) แบบ A; กลุ่ม 2) แบบ B; กลุ่ม 3) แบบ C; กลุ่ม 4) เป่าทรายด้วยผงอะลูมินัซออกไซด์; กลุ่ม 5) แบบ D; กลุ่ม 6) แบบ E

Fig. 1 Diagram representation of overall experimental design for alumina porcelain discs (AP) bonded to high leucite porcelain (EMP) discs having different surface treatments. AP consists of Type A) no surface treatment; Type B) polished with SiC paper; Type C) ground with a coarse diamond bur; Type D) etched with HF acid and Type E) etched with APF gel. EMP consists of Group 1) type A; Group 2) type B; Group 3) type C; Group 4) sandblasted with 50 µm alumina; Group 5) type D and Group 6) type E.

การทดสอบความแข็งแรงพันธะเนื้อ

นำตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเนื้อ ด้วยเครื่องทดสอบสากล (Instron, model 5583, Instron Corp., Canton, MA, USA) ชนิดโบมีดเดี่ยว ด้วยความเร็วตัดขวาง 0.2 มม. ต่อนาที วัดค่าแรงที่ทำให้พอร์ซเลนทั้งสองชิ้นหลุดออกจากกัน หน่วยเป็นนิวตัน (รูปที่ 2) นำค่าแรงที่ได้มาคำนวณหา ค่าความแข็งแรงพันธะเนื้อ หน่วยเป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร (N/mm²) หรือเมกกะปาสคาล จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างมาตรวจสภาพการแตกด้วยกล้องสเตอริโอสโคป (stereoscope. Olvmons

SZ4045TR, model 8M00733, Japan) กำลังขยาย 40 เท่า ตาม การจำแนกการแตก⁴⁴ และนำค่าความแข็งแรงพันธะเนื้อมา คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และการทดสอบ ทูเกีย (Tukey's test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (confiden- tial level 95%, α = 0.05) โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 7.5 (SPSS Inc., 444 N Michigan Ave., Chicago, IL 60611, USA)



รูปที่ 2 การทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือน

Fig. 2 Shear bond strength evaluation.

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลการทดลองในแต่ละกลุ่ม

แสดงค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทางสถิติ ดังตารางที่ 1

ถึงแม้ว่า ความแข็งแรงพันธะเฉือนของอะลูมินัสพอร์ซเลนที่ผ่านการกรอผิวด้วยเข็มกรอกากเพชรชนิดหยาบยึดกับพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงที่ได้รับการปรับสภาพผิวเช่นเดียวกัน จะให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนสูงสุด (30.2 +/- 2.0 เมกะปาสคาล) ก็ตาม ค่าที่ได้นี้ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรอผิวของพอร์ซเลนทั้ง 2 ชนิด ที่ต่างก็ได้รับการปรับสภาพด้วยกรรมวิธี เป่าทราย หรือใช้กรดกัด

เป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อนำพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงที่ไม่ได้รับการปรับสภาพผิว หรือได้รับการขัดเรียบด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ มายึดกับอะลูมินัสพอร์ซเลนที่ผ่านการกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก หรือเจลเอพีเอฟนั้น จะให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำมายึดกับอะลูมินัสพอร์ซเลนที่รับการปรับผิววิธีเดียวกัน ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่วัดได้มีค่าต่ำที่สุด (16-18 เมกะปาสคาล)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงพันธะเฉือน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอะลูมินัสพอร์ซเลนยึดกับพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง ภายใต้การปรับสภาพผิวต่างกัน

Table 1 Mean shear bond strength and standard deviation of aluminous porcelain bonded to high leucite porcelain under different surface treatments.

		SHEAR BOND STRENGTH (Mean ± SD, MPa)				
		Type A	Type B	Type C	Type D	Type E
Group	Surface Rx					
	Ctrl					19 ± 3.1
2	SiC					18 ± 3.1
3	SiC + DB					18 ± 4.1 ^a
4	SiC + SB					19 ± 3.1 ^a
5	SiC + HF					18 ± 4.7 ^a
6	SiC + APF					16 ± 3.5 ^a

^{a, b} ตัวหนังสือเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (same letter indicates no significant difference)

กลุ่มที่ 1-6 คือ อะลูมินัสพอร์ซเลน และ แบบ A-E คือ พอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง (Aluminous porcelain, Group 1-6 and high leucite content porcelain, Type A-E)

- Ctrl = กลุ่มควบคุม; SiC = ขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์; DB = กรอด้วยเข็มกรอกากเพชรชนิดหยาบ; SB = เป่าทรายด้วยผงอะลูมินัสออกไซด์; HF = กัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก และ APF = กัดด้วยเจลเอพีเอฟ.

- Ctrl = control group; SiC = polished with SiC paper; DB = ground with a coarse diamond bur; SB = sandblasted with alumina; HF = etched with HF acid and APF = etched with APF gel.

พอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงนั้น เมื่อนำมาขัดเรียบด้วย กระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ แม้จะนำมาขัดกับอะลูมินัมพอร์ซเลน ที่ผ่านการกรอด้วยเข็มกรอกากเพชร หรือเป่าทราย ก็ยังคงให้ ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนน้อยที่สุดเท่าที่ต่ำที่สุดเช่นกัน

แต่อย่างไรก็ตาม การนำอะลูมินัมพอร์ซเลนที่ไม่ได้รับการปรับสภาพผิว หรือผ่านการขัดเรียบด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ มาขัดติดกับพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง ไม่ว่าจะได้รับการปรับสภาพผิวแบบใด ก็ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

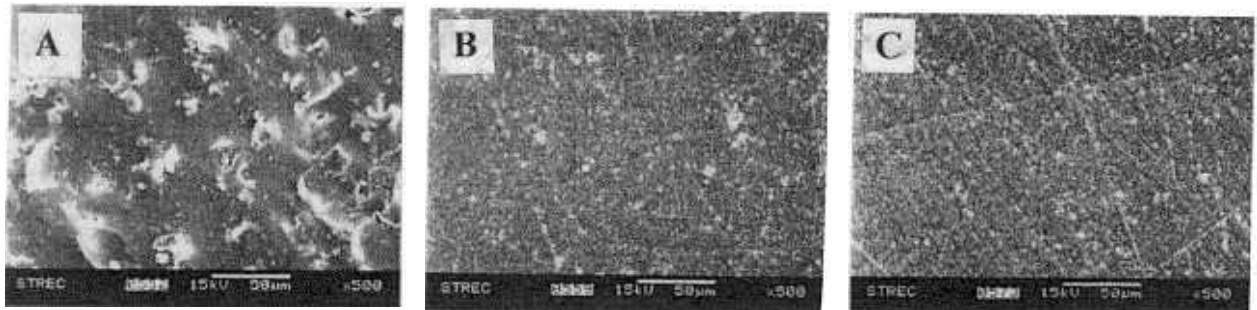
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสภาพผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ดังรูปที่ 3 และ 4

พบว่าพื้นผิวอะลูมินัมพอร์ซเลนกลุ่มกรอด้วยหัวกรอกากเพชร (A) กลุ่มเป่าทราย (B) กลุ่มกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (C) กลุ่มกัดด้วยเจลเอทีเอฟ (D) พอร์ซเลนที่มีลูไซต์

ปริมาณสูงกลุ่มควบคุม (E) กลุ่มกรอด้วยหัวกรอกากเพชร (F) กลุ่มกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (G) และกลุ่มกัดด้วยเจลเอทีเอฟ (H) โดยทั่วไปมีพื้นผิวหยาบ มีหลุมลึก เว้าและคอดเข้าไปในเนื้อพอร์ซเลน เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิวอะลูมินัมพอร์ซเลนกลุ่มควบคุม (A) กลุ่มขัดเรียบ (B) และพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงกลุ่มขัดเรียบ (C) ซึ่งมีพื้นผิวที่เรียบ มีร่องยาวที่หลงเหลือจากการขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์

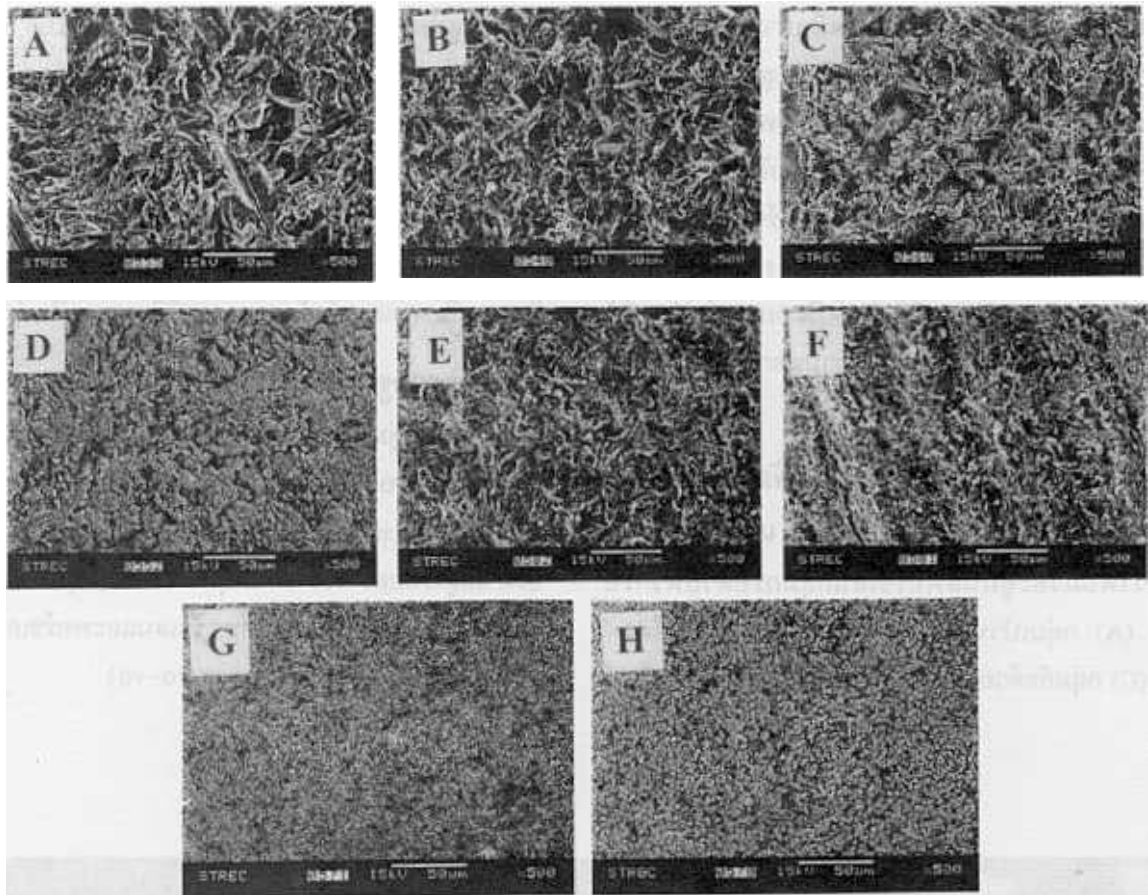
ผลการตรวจรูปแบบการแตกด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป

พบว่ากลุ่มที่ได้รับการปรับสภาพผิวให้เกิดความหยาบของพอร์ซเลนทั้งสองชนิด มีการแตกในส่วนของอะลูมินัมพอร์ซเลน (cohesive fracture) โดยไม่พบการแตกของพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงร้อยละ 100 ส่วนกลุ่มขัดเรียบ (กลุ่ม 1-6B) มีการแตกตรงรอยต่อของอะลูมินัมพอร์ซเลนและพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70-90)



รูปที่ 3 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (กำลังขยาย 500 เท่า) แสดงพื้นผิวอะลูมินัมพอร์ซเลนกลุ่มควบคุม (A) กลุ่มขัดเรียบ (B) และพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงกลุ่มขัดเรียบ (C)

Fig. 3 Scanning electron micrograph (x500) of aluminous porcelain: (A), control group; (B), polishing group (C), Polishing of high leucite content group.



รูปที่ 4 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (กำลังขยาย 500 เท่า) แสดงพื้นผิวอะลูมินัสพอร์ซเลน กลุ่มกรดด้วยหัวกรอกกากเพชร (A) กลุ่มเป่าทราย (B) กลุ่มกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (C) กลุ่มกัดด้วยเจลเอพีเอฟ (D) และพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงกลุ่มควบคุม (E) กลุ่มกรดด้วยหัวกรอกกากเพชร (F) กลุ่มกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (G) และกลุ่มกัดด้วยเจลเอพีเอฟ (H)

Fig. 4 Scanning electron micrograph (x500) of aluminous porcelain: (A), grinding with a coarse diamond bur group; (B), sandblasting group; (C), etching with HF acid group; (D), etching with APF gel group, and high leucite porcelain: (E), control group; (F), grinding with a coarse diamond bur group; (G) etching with HF acid group and (H), etching with APF gel group.

วิจารณ์

การนำพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงมายึดกับอะลูมินัสพอร์ซเลนให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องปรับสภาพผิวของพอร์ซเลนทั้งสองให้มีความหยาบ ขรุขระ เพราะผิวพอร์ซเลนที่หยาบ ย่อมมีพื้นที่ผิวในการเกาะยึดมากกว่าพื้นผิวพอร์ซเลนที่เรียบ วิธีการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนเพื่อการยึดนั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การกรอผิวพอร์ซเลนด้วยเข็มกรอกกากเพชรชนิดหยาบ การเป่าทรายด้วยผงอะลูมินัสออกไซด์ การกัดผิวพอร์ซเลนด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก หรือเจลเอพีเอฟ

เนื่องจากการเตรียมพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง ต้องผ่านขั้นตอนการแยกชิ้นงานด้วยการเป่าด้วยเม็ดแก้วขนาด 90 ไมครอน ดังนั้นผิวเริ่มต้นจึงไม่ใช่ผิวเรียบ พื้นผิวมีลักษณะเป็น

หลุมตื้น เมื่อนำมายึดกับอะลูมินัสพอร์ซเลนที่ผ่านการปรับสภาพผิว จึงได้ค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ผ่านการปรับสภาพผิวอื่น

การเตรียมผิวอะลูมินัสพอร์ซเลนด้วยการใช้กรดไฮโดรฟลูออริก (กลุ่มที่ 5) และเจลเอพีเอฟ กัดอะลูมินัสพอร์ซเลนนั้น (กลุ่มที่ 6) จะได้ลักษณะพื้นผิวที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนเนื่องจากกรดไฮโดรฟลูออริกและเจลเอพีเอฟจะทำปฏิกิริยากับซิลิกาได้ดีกว่า ในขณะที่อะลูมินัสพอร์ซเลนนั้น ประกอบด้วยอะลูมินาเป็นส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 40-50³ แต่มีซิลิกาเป็นส่วนน้อย ดังนั้นกรดไฮโดรฟลูออริกและเจลเอพีเอฟ จึงทำปฏิกิริยากับอะลูมินัสพอร์ซเลนได้น้อย⁴⁵ ลักษณะพื้นผิวที่ได้ไม่ก่อให้เกิดการยึดติดที่ดี⁴⁶ การยึดติดระหว่างอะลูมินัสพอร์ซเลน

กับพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงกลุ่มควบคุม (5A 6A) เปรียบเทียบกับกลุ่มขัดเรียบ (5B 6B) จึงมีค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมที่ไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้เมื่อพิจารณารูปแบบการแตก พบว่าการแตกส่วนใหญ่เป็นการแตกในส่วนของอะลูมินัสปอร์ซเลน มากกว่าที่จะเป็นการแตกในส่วนของพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง เพราะว่าพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงนั้น มีกำลังดัดขวางสูงกว่าอะลูมินัสปอร์ซเลน และขั้นตอนการทำพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงนั้นจะก่อให้เกิดการกระจายตัวของลูไซต์ไปทั่วทั้งชิ้นงานอย่างสม่ำเสมอ กอปรกับความเค้นอัดรอบ ๆ ผลึกลูไซต์ อันเกิดจากความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนระหว่างลูไซต์และแก้วแมทริกซ์ยับยั้งรอยแตกจึงน่าจะมีส่วนต้านทานต่อการแตกได้⁴⁷

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับการปรับสภาพผิวให้เกิดความขรุขระของอะลูมินัสปอร์ซเลนที่ยึดกับพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง พบว่ามีรูปแบบการแตกที่เหมือนกัน คือเป็นการแตกในส่วนของอะลูมินัสปอร์ซเลน ในขณะที่มีค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมแตกต่างกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่าเนื่องจากสภาพผิวในกลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดนั้น พบว่า มีรอยแตกเล็ก ๆ ที่ผิว (surface flaws) กระจุกกระจายอยู่ทั่วไปซึ่งรอยแตกเล็ก ๆ เหล่านี้ เป็นลักษณะธรรมชาติของพอร์ซเลนที่ขึ้นรูปโดยการเผา (sintering)⁴⁸ ซึ่งก่อให้เกิดการแตกที่แผ่ขยายได้ง่าย จึงมีรูปแบบการแตกเหมือนกับกลุ่มอื่น

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองที่กล่าวมา จะได้แนวทางในการนำพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง มาใช้ซ่อมแซมชิ้นงานพอร์ซเลนที่แตก โดยแนะนำให้ปรับสภาพผิวพอร์ซเลนที่จะนำมายึดติดกันให้เกิดความหยาบ ซึ่งในแต่ละวิธีนั้นให้ค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าผลการทดลองพบว่าการกรอด้วยเข็มกรอกากเพชรให้ค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมสูงที่สุดก็ตาม แต่การกรอโดยไม่ระมัดระวังนั้น อาจรูดถูกขอบทำให้ชิ้นงานไม่แนบสนิท นอกจากนี้ การเป่าทรายอาจมีข้อจำกัดทางคลินิก ซึ่งบางคลินิกอาจไม่มีเครื่องเป่าทราย และถ้าใช้ไม่ระมัดระวัง อาจทำให้ผิวพอร์ซเลนเป็นหลุม แอ่ง และขอบขาดแหว่งไปได้⁴⁹ ดังนั้นการเลือกใช้ใช้กรดไฮโดรฟลูออริก หรือเจลาเอทีเอฟปรับสภาพผิวพอร์ซเลน น่าจะเป็นวิธีการที่ค่อนข้างเหมาะสมในทางปฏิบัติมากที่สุด เนื่องจากสามารถหาได้ง่าย ราคาไม่แพง ปลอดภัย เนื่องจากเป็นวัสดุสำหรับใช้ใน

ช่องปากและสามารถทำได้ทั่วผิวพอร์ซเลน ทำให้เกิดการปรับสภาพผิวที่สม่ำเสมอ แต่การใช้กรดไฮโดรฟลูออริกนั้น ควรใช้แผ่นยางกันน้ำลายทุกครั้ง เพื่อป้องกันอันตรายต่อเนื้อเยื่อในช่องปาก^{33,50}

นอกจากนี้ ควรตรวจสอบการสพฟันในทุกตำแหน่ง ซึ่งแม้ว่าค่าแรงที่ได้จากการทดลองนี้ (กลุ่ม 5E มีค่าแรงสูงสุดคือ 807.2 นิวตัน) จะใกล้เคียงกับค่าแรงบดเคี้ยวในฟันหลัง ซึ่งศึกษาโดย Waltimo และ Kononen⁵¹ ว่ามีค่าประมาณ 847 นิวตัน แต่อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากซ่อม ควรปรับแต่งการสพฟันตำแหน่งที่แตก ให้ฟันบน/ล่างสัมผัสกันแต่เพียงเล็กน้อย (light contact) แรงบดเคี้ยวที่กระทำซ้ำ ๆ นั้น อาจทำให้พอร์ซเลนหลุด หรือแตกซ้ำได้อีก และการแตกครั้งที่สองนี้ จะเป็นการแตกในส่วนของชิ้นงานเดิม ไม่ได้แตกในส่วนของพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง ดังผลการทดลองที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ซึ่งการซ่อมแซมนั้นจะทำได้ยากขึ้น

อนึ่ง แม้ว่าจากผลการทดลองนี้ ค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมที่ได้ค่อนข้างสูง แต่การทดลองนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่สามารถเปรียบเทียบกับสภาพความเป็นจริงในช่องปากได้ เนื่องจากสภาพในช่องปากนั้น มีน้ำและความชื้น ความเป็นกรดและด่าง ที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ซึ่งย่อมมีผลต่อการยึดติดของชิ้นงานได้ ดังนั้นหากจะพิจารณาถึงความคงทนในการซ่อมแซมชิ้นงานพอร์ซเลนที่แตกด้วยพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงนี้แล้ว ควรจะต้องมีการศึกษาถึงผลเหล่านี้ต่อไป

สรุป

จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปได้ว่า การยึดติดระหว่างพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงกับอะลูมินัสปอร์ซเลน เมื่อมีการปรับสภาพผิวของพอร์ซเลนทั้งสองชนิด ด้วยการกรอด้วยเข็มกรอกากเพชร การเป่าทราย การใช้กรดไฮโดรฟลูออริก และเจลาเอทีเอฟกัด จะให้ค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีค่าสูงกว่าเมื่อมีการปรับสภาพผิวของพอร์ซเลนแบบเรียบ เช่นการขัดด้วยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์ หรือกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอะลูมินัสปอร์ซเลนที่ได้รับการปรับสภาพผิวเชิงเคมี โดยการใช้กรดกัดนั้น เมื่อนำมายึดกับพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง ที่ไม่ได้รับการปรับผิวให้หยาบ จะให้ค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นพอร์ซเลน

ที่มีลิวท์ปริมาณสูง ที่ผ่านการปรับสภาพผิวให้หยาบ สามารถนำมาใช้ซ่อมแซมชิ้นงานอะลูมิเนียมสฟอร์ซเลนที่แตกได้

คำขอบคุณ

คณะผู้เขียนขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วน ขอขอบคุณบริษัท เดนทัล วิชั่น จำกัด บริษัท ยูนิตี้เดนทัล จำกัด และบริษัท แอคคอร์ดี คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่สนับสนุนวัสดุในการวิจัย ขอขอบคุณทันตแพทย์หญิงสุมาลี กันต์พิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย และสุดท้ายนี้ คณะผู้เขียนขอขอบคุณทันตแพทย์ปริณทร หริรักษาศิวกษ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Anusavice KJ. Philips' science of dental materials. 10th ed. Pennsylvania: W.B. Saunders, 1996:583-618.
- Craig RG. Restorative dental materials. 10th ed. Missouri: Mosby-Year Book, 1997:244-72.
- McLean JW. The science and art of dental ceramics volume II: bridge design and laboratory procedures in dental ceramics. Chicago: Quintessence, 1980:29-30.
- Vergano PJ, Hill DC, Uhlmann DR. Thermal expansion of feldspar glasses. J Am Ceram Soc 1967;50:59-60.
- Giordano RA. Dental ceramic restorative systems. Compend Contin Educ Dent 1996;17:779-94.
- Kanchanatawewat K, Giordano RA, Pober RL, Nathanson, D. Evaluation of flexural strength of materials for all-ceramic restorations. CU Dent J 1997;20:1-7.
- Sorensen JA, Torres, TJ, Kang SK, Avera SP. Marginal fidelity of ceramics crown after different margin designs. J Dent Res 1990;69:279.
- Sorensen JA, Kang SK, Kyomen SM, Avera SP, Faulkner, R. Marginal fidelity of all-ceramic bridges. J Dent Res 1991;70:540.
- Seghi RR, Sorensen JA, Engleman MJ, Roumanas E, Torres TJ. Flexural strength of new ceramic materials. J Dent Res 1990;69:299.
- Giordano RA, Pelletier C, Campbell S, Pober R.. Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic, and feldspathic porcelain. J Prosthet Dent 1995;73:411-8.
- Scotti RA. Clinical evaluation of In-Ceram crowns. Int J Prosthodont 1995;8:320-3.
- Burke FJT, Grey NJA. Repair of fractured porcelain units: alternative approaches. Br Dent J 1994;164:251-6.
- Noel LG, Mitchell WC. Porcelain veneer repair of prostheses. Gen Dent 1997;47:182-5.
- Nowlin TP, Barghi N, Norling BK. Evaluation of the bonding of three porcelain repair systems. J Prosthet Dent 1981;46:516-8.
- Bailey JH. Porcelain-to-composite bond strength using four organosilane materials. J Prosthet Dent 1989;61:174-7.
- Simonsen RJ, Calamia JR. Tensile bond strength of etched porcelain. J Dent Res 1983;62:297.
- Ferrando JMP, Graser GN, Tallents RH, Jarvis RH. Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials. J Prosthet Dent 1983;50:44-50.
- Bello JA, Myers ML, Graser GN, Jarvis RH. Bond strength and microleakage of porcelain repair materials. J Prosthet Dent 1985;54:788-91.
- Cochran MA, Carlson TJ, Moore BK, Richmond NL, Brackett WW. Tensile bond strengths of five porcelain repair systems. Oper Dent 1988;13:162-7.
- Gregory WA, Hagen CA, Powers JM. Composite resin repair of porcelain using different bonding materials. Oper Dent 1988;13:162-7.
- Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond strength of composite to porcelain treated with new porcelain repair agents. Dent Mater 1992;8:156-61.
- Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. Am J Dent 1993;6:155-8.
- Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. J Dent Res 1995;74:1591-6.
- Kato H, Matsumura H, Tanaki I, Atsuta M. Bond strength and durability of porcelain bonding system. J Prosthet Dent 1996;75:163-8.
- Kupiec KA, Wuertz KM, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-porcelain repair. J Prosthet Dent 1996;76:119-24.
- Noonan JE, Webb L, Goldfogel M. Replacement of the esthetic veneer of porcelain fused to metal crowns and bridges. Gerodontics 1985;1:236-9.
- Pratt RC, Burgess JO, Schwartz RS, Smith JH. Evaluation of bond strength of six porcelain repair systems. J Prosthet Dent 1989;62:11-3.
- Millar BJ. Porcelain veneers. Dent Update 1987;14:381-90.
- Kanchanatawewat K, Giordano R, Nathanson D. Marginal adaptation of celay and IPS-Empress restorations. J Dent Res 1996;75:248.
- Dong JK, Luthy H, Wohlwend A, Scharer P. Heat-pressed ceramics: technology and strength. Int J Prosthodont 1992;5:9-16.
- Krejci I, Lutz F, Reimer M, Heinzmann JL. Wear of ceramic inlays, their enamel antagonists, and luting cements. J Prosthet Dent 1993;69:425-30.
- Fradeani M. Six-year follow-up with empress veneers. Int J Periodontics Restorative Dent 1998;18:217-25.
- Jochen DG. Repair of fractured porcelain denture teeth. J Prosthet Dent 1973;29:228-30.
- Jochen DG, Caputo AA. Composite resin repair of porcelain denture teeth. J Prosthet Dent 1977;38:673-9.
- Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. J Dent Res 1987;66:1460-5.
- Gau DJ, Krause EA. Etching effect of topical fluorides on dental porcelains: a preliminary study. J Can Dent Assoc 1973;6:410-5.
- Copps DP, Lacy AM, Curtis T, Carman JE. Effect of topical fluorides on five low-fusing dental porcelains. J Prosthet Dent 1984;52:340-3.
- Jones DA. Effect of topical fluoride preparations on glazed porcelain surfaces. J Prosthet Dent 1985;53:483-4.
- Sposetti VJ, Shen C, Levin AC. The effect of topical fluoride application on porcelain restorations. J Prosthet Dent 1986;55:677-82.
- Wunderlich RC, Yaman P. *In vitro* effect of topical fluoride on dental porcelain. J Prosthet Dent 1986;55:385-8.
- Chung KH, Hwang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. J Prosthet Dent 1997;78:267-74.
- Suliman AHA, Swift EJ, Perdigo J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. J

- Prosthet Dent 1993;70:118-20.
43. O'Brien WJ. Dental materials and their selections. 2nd ed. Chicago: Quintessence, 1997:291-2.
 44. Groten M, Probster L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. Int J Prosthodont 1997;10:169-77.
 45. Yen TW, Blackman RB, Baez RJ. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable ceramic. J Prosthet Dent 1993;70:224-33.
 46. Lu R, Harcourt JK, Tyas MJ, Alexander B. An investigation of the composite resin/porcelain interface. Aust Dent J 1992;37:12-9.
 47. Cattell MJ, Chadwick TC, Knowles JC, Clarke RL, Lynch E. Flexural strength optimisation of a leucite reinforced glass ceramic. Dent Mater 2001;17:21-33.
 48. van Noort R. Introduction of dental materials. London: Mosby; 1994:201-14.
 49. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition. J Prosthet Dent 1994;71:453-61.
 50. Barbosa VLT, Almeida MA, Chevitaese D, Keith, O. Direct bonding to porcelain. Am J Orthod Dentofac Orthop 1995;107:159-64.
 51. Waltimo A, Kononen M. A novel bite force recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults. Scand J Dent Res 1993;101:171-5.

Effect of surface treatments on shear bond strength of high leucite content porcelain and aluminous porcelain

Kanchana Kanchanatawewat B.Sc., D.D.S., M.S., D.Sc.¹
Boonlert Kukiattrakoon D.D.S., M.S. (Prosthodontics)²

¹ Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

² Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University

Abstract

Objective The purpose of this study was to evaluate the shear bond strength (SBS) of high leucite content porcelain (EMP) bonded to aluminous porcelain (AP) using resin cement under different surface treatments.

Materials and methods 300 EMP discs, having a diameter of 5.5 mm and a width of 1 mm, were divided into 5 types, (60 discs/type); Type A no surface treatment to be served as a control group; Type B polished with Sic paper; Type C ground with a coarse diamond bur; Type D etched with HF acid for 5 min and Type E etched with APF gel for 10 min. 300 AP discs having a diameter of 15 mm. and a width of 1.5 mm were divided into 6 groups (50 discs/group). Group 1 as type A; Group 2 as type B; Group 3 as type C; Group 4 sandblasted with alumina particles for 20 s; Group 5 as type D and Group 6 as type E. AP discs were embedded in clear acrylic resin blocks and then bonded to EMP discs using resin cement under a load of 200 grams. All samples were subjected to SBS evaluation using a universal testing machine having a crosshead speed 0.2 mm/mm ANOVA and Tukey's statistical analyses were performed on the data.

Results Bonding of AP to EMP having both surface treatments (Group 3-6A, 3-6C, 3-6D and 3-6E) gave significantly ($p \leq 0.05$) higher SBS ranging from 25.2 ± 3.8 to 30.2 ± 2.0 MPa. There was no significant difference ($p > 0.05$) among AP bonded to EMP (Group 1-2 to Type A-E and Group 5-6 to Type A-B).

Conclusion Overall results indicate that the surface treatments of either AP or EMP has a significant ($p < 0.05$) effect on the SBS of all tested materials. Consequently, EMP is recommended for repairing of porcelain-fractured restorations.

(CU Dent J 2001;24: 175-86)

Key words: aluminous porcelain; high leucite content porcelain; resin cement; shear bond strength; surface treatments
