บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ทันตแพทย์นิยมนำพอร์ซเลนมาใช้เป็นวัสดุบูรณะในทางทันตกรรมเนื่องจากว่า พอร์ซเลนเป็นวัสดุที่ให้ความสวยงาม มีความเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อในช่องปาก (Bergman, 1990) ต้านทานต่อการสึกได้ดี (เจน รัตนไพศาล, 2533) การดูดซึมและการสะท้อนแสงใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ (Craig, 1993) แต่โดยธรรมชาติพอร์ซเลนจะเปราะ และมีรอยตำหนิอยู่ในโครงสร้าง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้พอร์ซเลนแตกหักได้ภายใต้แรงเค้น (Askeland, 1994) การนำพอร์ซเลนมาใช้ในช่องปากนั้น พอร์ซเลนต้องสามารถทนต่อแรงจากการบดเคี้ยว และทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่าง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของช่องปากได้ ดังนั้นการเอาชนะข้อด้อยของพอร์ซเลน โดยการทำให้พอร์ซเลนมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นด้วยวิธีต่างๆจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

การให้การรักษาในทางทันตกรรม โดยปกติแล้วการบูรณะด้วยพอร์ซเลนต้องมีการกรอแต่ง ทั้งในห้องปฏิบัติการและในคลินิก เพื่อแก้ไขด้านสบฟัน (occlusal surface) จุดสัมผัส (contact point) รูปร่างฟันที่ปองมากเกินไป (over contour) การกรอแต่งอาจเกิดได้ทั้งด้านนอกและด้านใน ในงานครอบฟัน หรือสะพานฟันติดแน่น ที่มีเฟลด์สปาติกพอร์ซเลนเป็นส่วนประกอบ จำเป็นต้องมีการกรอแต่งด้านนอก ซึ่งได้แก่ การกรอแก้ไขด้านสบฟันให้สอดคล้องไปกับฟันคู่สบของผู้ป่วย เนื่องจากพอร์ซเลนที่เป็นจุดสูงจะได้รับแรงบดเคี้ยวสูงสุด ทำให้พอร์ซเลนบริเวณนี้แตก กระเทาะได้ การกรอแก้ไขจุดสัมผัสด้านประชิดกับฟันข้างเคียงที่แน่นเกินไป เพื่อให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายในขณะใช้งาน สามารถใช้ไหมขัดฟันทำความสะอาดได้ หรือกรอแต่งให้ได้รูปร่างของฟันที่ถูกต้อง ในกรณีที่รูปร่างฟันบริเวณคอฟันปองมากเกินไป ซึ่งเป็นที่กักเก็บของเศษอาหาร ทำให้เหงือกอักเสบได้

ในทางปฏิบัติถ้าต้องมีการกรอแก้ไขเป็นปริมาณมากๆ จะใช้หัวกรอกากเพชรชนิดหยาบกรอก่อน แล้วจึงตามด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด เพื่อลดความขรุขระที่เกิดขึ้นจากการกรอแต่งในครั้งแรก แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษานี้ เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนชนิดส่องกราด พบว่าอลูมินัสพอร์ซเลนและเฟลด์สปาติกพอร์ซเลนที่ได้รับการกรอแต่งด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดหยาบและชนิดละเอียดมีผิวที่ขรุขระปรากฏร่องลึกเป็นจำนวนมาก การกรอแต่งเช่นนี้จะทำให้เกิดรอยร้าวจากการสัมผัสของหัวกรอกับพื้นผิวของพอร์ซเลน ซึ่งรอยตำหนิที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของวัสดุที่เปราะ เช่นพอร์ซเลน จะเป็นจุดรวมของแรงเค้น และเป็น

จุดเริ่มต้นของการแตกหักของพื้นผิว (Anusavice, 1996) จึงเป็นสาเหตุให้ค่ากำลังดัดขวางน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับการขัดแต่งทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งพบได้ในอลูมินัสพอรช์เลน (กลุ่ม 5 47.77±6.96 MPa) และในเฟลด์สปาติกพอร์ชเลน (กลุ่ม 5 48.32±8.42 MPa) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องขัดแต่งพื้นผิวให้เรียบเพื่อกำจัดความขรุขระที่เกิดขึ้น

การทำให้พื้นผิวเรียบภายหลังการกรอแต่ง ทำได้โดยการเคลือบหรือการขัดแต่ง แต่ในบางครั้งการกรอแก้ไขทำขึ้นหลังจากมีการยึดชิ้นงานด้วยซีเมนต์แล้ว จึงจำเป็นต้องมีการขัดแต่งในปาก ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี การขัดด้วยชุดขัดยางซิลิโคน (อลูมินัสพอรช์เลน กลุ่มที่ 6 56.45±14.34 MPa) การขัดด้วยชุดขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม (อลูมินัสพอรช์เลน กลุ่มที่ 7 54.65±11.75 MPa) จะทำให้ผิวที่ได้จะมีความเรียบมากขึ้น แต่ค่ากำลังดัดขวางของอลูมินัสพอรช์เลน กลุ่มที่ 6 และกลุ่มที่ 7 พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับกลุ่มที่กรอด้วยหัวกรอกากเพชร

อลูมินัสพอรช์เลนที่ได้รับการขัดด้วยชุดขัดยางซิลิโคน หรือชุดขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมก่อนแล้วขัดตามด้วยหัวขัดผ้าสักหลาดรูปแผ่นกลมที่ฝังกากเพชรไว้ภายใน (กลุ่มที่ 8 61.92±9.72 MPa; กลุ่มที่ 9 73.34±8.85 MPa ตามลำดับ) หรือขัดตามด้วยครีมกากเพชรขัดพอร์ชเลน (กลุ่มที่ 10 66.93±8.55 MPa; กลุ่มที่ 11 67.24±6.87 MPa ตามลำดับ) สามารถเพิ่มกำลังดัดขวาง ($p \leq 0.05$) ของอลูมินัสพอร์ชเลนได้ เนื่องจากในอลูมินัสพอร์ชเลนจะมีผลึกอะลูมินาอยู่ทั่วไปในเนื้อพอร์ชเลน ซึ่งผลึกนี้จะสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปในขณะขัดแต่ง (plastically deformed) ทำให้เกิดความเค้นรอบๆผลึก ความเค้นนี้จะยับยั้งการเจริญของรอยร้าวที่อาจมีขึ้น ทำให้ต้องเพิ่มแรงมากขึ้นในการทำให้พอร์ชเลนแตกหัก (Giordano, Cima และ Pober, 1995) แต่การขัดแต่งที่ไม่พอเพียง (กลุ่มที่ 6 การขัดด้วยชุดขัดยางซิลิโคน และกลุ่มที่ 7 การขัดด้วยชุดขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม) ไม่สามารถเพิ่มกำลังดัดขวางให้กับอลูมินัสพอรช์เลนได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการขัดแต่งขั้นสุดท้ายเป็นขั้นตอนที่สำคัญและไม่ควรมองข้าม เพราะถ้าขัดแต่งได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนจะเป็นผลดีต่อชิ้นงานมาก นอกจากความเรียบที่ได้แล้ว ยังสามารถทำให้วัสดุมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นด้วย

ในเฟลด์สปาติกพอร์ชเลนเอง หลังจากที่ได้รับการกรอด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดหยาบและชนิดละเอียด ควรได้รับการขัดแต่งให้พื้นผิวเรียบขึ้นเช่นกัน แม้ว่าจากการศึกษานี้พบว่ามีเพียงกลุ่มที่ได้รับการขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมตามด้วยหัวขัดผ้าสักหลาดรูปแผ่นกลมที่ฝังกากเพชรไว้ภายใน (กลุ่มที่ 9 64.33±7.24 MPa) ที่ให้ค่ากำลังดัดขวางมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าผลที่เกิดขึ้นหลังจากการขัดแต่งจะแตกต่างกันในพอร์ชเลนทั้งสองชนิด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในอลูมินัสพอรช์เลนมีผลึกอลูมินาเป็นส่วนประกอบถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลึกนี้สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ในขณะได้รับ

การขัดแต่งเพราะผลึกนี้มีโครงสร้างเป็น รอมโบฮีดรอลเฮกซะโกนอล (rhombohedral hexagonal) และมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่นที่สูง ($55x10^5$ psi) (Kingery, 1963) ดังนั้นเมื่อผลึกมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปในขณะได้รับการขัดแต่งจึงเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเค้นขึ้นที่พื้นผิวของอลูมินัสพอร์ซเลนได้ (Giordano, Cima และ Pober, 1995) ส่วนเฟลด์สปาติกพอร์ซเลนไม่มีผลึกอลูมินาเป็นส่วนประกอบหลัก ภายหลังจากการเผาเฟลด์สปาติกพอร์ซเลนจะได้ลูไซต์เกิดขึ้น ลูไซต์เหล่านี้จะมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่นเพียง $10x10^5$ psi (Kingery, 1963) ดังนั้นการขัดแต่งพื้นผิวของเฟลด์สปาติกพอร์ซเลน ไม่สามารถเพิ่มกำลังดัดขวางให้กับชิ้นงานได้ดีเท่าในอลูมินัสพอร์ซเลน

นอกจากการขัดแต่งแล้วเราสามารถทำให้พื้นผิวเรียบได้โดยการเคลือบ ซึ่งมีสองวิธีคือการเคลือบผิวและการเคลือบทับ การเคลือบทับก็ยังเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้พื้นผิวของพอร์ซเลนเรียบขึ้น พร้อมกับเพิ่มความแข็งแรงให้กับพอร์ซเลนด้วย (ในอลูมินัสพอร์ซเลน กลุ่มที่ 4 63.67 ± 11.33 MPa; ในเฟลด์สปาติกพอร์ซเลน กลุ่มที่ 4 83.48 ± 19.00 MPa) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Giordano และคณะ (1994) ที่ทำการศึกษาในเฟลด์สปาติกพอร์ซเลน พบว่าการเคลือบทับและการขัดแต่ง สามารถเพิ่มกำลังดัดขวางให้กับพอร์ซเลนได้ กลไกการเพิ่มความแข็งแรงของพอร์ซเลนที่เกิดจากการเคลือบทับ เกิดขึ้นเนื่องจากสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของน้ำยาเคลือบต่ำกว่าพอร์ซเลนที่ถูกเคลือบ ทำให้บริเวณพื้นผิวอยู่ในสภาวะที่เป็นแรงกด (compressive state) เมื่อพอร์ซเลนเย็นตัวลง ชั้นของแรงกดนี้เป็นตัวยับยั้งการเกิดรอยร้าวบนผิวผ่านไปยังส่วนของเนื้อพอร์ซเลน นอกจากนี้ฟิล์มบางๆ ของน้ำยาเคลือบจะลดความลึกและความกว้างของรอยตำหนิลงได้ (Fairhurst และ คณะ, 1992) เพราะวัสดุเคลือบไหลแผ่ไปยังรอยตำหนิที่อยู่บนพื้นผิว ปิดรอยขรุขระและรูพรุน (Brackett และคณะ, 1989)

ส่วนสาเหตุที่เฟลด์สปาติกพอร์ซเลนที่ได้รับการเคลือบทับจะมีค่ากำลังดัดขวางสูงขึ้นแตกต่างจากทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และสูงกว่าค่าของอลูมินัสพอร์ซเลนที่ได้รับการเคลือบทับ เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของอลูมินาที่อยู่ในอลูมินัสพอร์ซเลนมีค่าประมาณ $20x10^{-6}/^{\circ}C$ ซึ่งแตกต่างจากแก้วที่นำมาเคลือบทับมาก ($12x10^{-6}/^{\circ}C$) ดังนั้นการเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเค้นตกค้างที่พื้นผิว จะเกิดขึ้นได้ยากกว่าใน เฟลด์สปาติกพอร์ซเลน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนประมาณ 13-$14x10^{-6}/^{\circ}C$ ซึ่งแตกต่างจากแก้วที่นำมาเคลือบทับเพียงเล็กน้อย จึงเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเค้นตกค้างที่พื้นผิวได้ดีกว่า (Giordano และคณะ, 1994)

แม้ว่าการเคลือบทับจะให้ค่ากำลังดัดขวางสูงขึ้น แต่ในการทำงานจริงการส่งชิ้นงานกลับไปเคลือบทับอีกครั้ง นอกจากจะทำให้เสียเวลาเพิ่มขึ้น การเผาเกินความจำเป็นจะไม่เป็นผลดีต่อชิ้นงาน การขัดแต่งโดยละเอียดขั้นสุดท้ายจึงเป็นอีกทางอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งจะมาทดแทนการเคลือบทับได้ ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่า

การขัดแต่งโดยละเอียดขั้นสุดท้ายให้ค่ากำลังดัดขวางที่เพิ่มขึ้น (ในเฟลด์สปาติกพอร์ซเลน กลุ่มที่ 9 64.33± 7.24 MPa; ในอลูมินัสพอร์ซเลน กลุ่มที่ 9 73.34±8.85 MPa) ทำให้ชิ้นพอร์ซเลนมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นได้ และเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนชนิดส่องกราด พบว่าให้พื้นผิวที่มีความเรียบที่ยอมรับได้เช่นเดียวกับการเคลือบทับ

ส่วนการเคลือบผิวเป็นขั้นตอนที่ทำได้ไม่ยุ่งยาก ซึ่งจะให้พื้นผิวที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย (hygienic surface) และให้ความสวยงามในงานบูรณะที่ทำด้วยพอร์ซเลน (McLean, 1979) นอกจากนี้ยังสามารถลดขนาดรอยตำหนิที่พื้นผิวลงได้จากหลักฐานทางรูปถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศอิเลกตรอน แต่เมื่อพิจารณาค่ากำลังดัดขวาง พบว่าค่ากำลังดัดขวางในพอร์ซเลนทั้งสองชนิด (ในอลูมินัสพอร์ซเลน กลุ่มที่ 2 48.47±15.41 MPa; ในเฟลด์สปาติกพอร์ซเลน กลุ่มที่ 2 53.77±6.20 MPa) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการเคลือบผิว จะไม่เกิดความเค้นตกค้างอยู่ที่ผิวของพอร์ซเลนทั้งสองชนิด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในการศึกษานี้อุณหภูมิที่ใช้ในการเคลือบผิวในอลูมินัสพอร์ซเลน (910 °C) และในเฟลด์สปาติกพอร์ซเลน (890 °C) ไม่สามารถเหนี่ยวนำให้พอร์ซเลนทั้งสองชนิดเกิดชั้นของความเค้นกดได้ นอกจากนี้ Fairhurst และ คณะ (1992) ยังพบว่า การเคลือบผิวหลังจากการขัดแต่งจะมีรอยตำหนิที่มีขนาดใหญ่เกิดขึ้น ส่งผลให้ความแข็งแรงของพอร์ซเลนที่เคลือบผิวหลังจากการขัดแต่งลดลง

การขัดแต่งพื้นผิวของพอร์ซเลนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้หัวขัดยางซิลิโคนตามด้วยหัวขัดผ้าสักหลาดรูปแผ่นกลมที่ฝังกากเพชรไว้ภายใน ขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมตามด้วยหัวขัดผ้าสักหลาดรูปแผ่นกลมที่ฝังกากเพชรไว้ภายใน ขัดด้วยหัวขัดยางซิลิโคนตามด้วยครีมกากเพชรขัดพอร์ซเลน และ ขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมตามด้วยครีมกากเพชรขัดพอร์ซเลน ซึ่งในการศึกษานี้จะให้ค่ากำลังดัดขวางที่ใกล้เคียงกัน ในการขัดควรทำการขัดตามลำดับจากหัวหยาบที่สุดไปหาหัวละเอียดที่สุด เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี จากการศึกษานี้แนะนำว่าควรขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมตามด้วยหัวขัดผ้าสักหลาดรูปแผ่นกลมที่ฝังกากเพชรไว้ภายใน เนื่องจากสามารถเพิ่มกำลังดัดขวางได้ในพอร์ซเลนทั้งสองชนิด แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จะเห็นได้ว่าความสมบูรณ์ของพื้นผิวของพอร์ซเลน มีบทบาทสำคัญต่ออายุการใช้งานของพอร์ซเลน อายุการใช้งานของพอร์ซเลนอาจลดลงได้ถ้าพื้นผิวยังคงมีรอยตำหนิอยู่มาก แม้ว่าพอร์ซเลนนั้นมีความแข็งแรงสูงแต่ถ้ามีรอยตำหนิที่พื้นผิวจะแย่ยิ่งกว่าพอร์ซเลนที่มีความแข็งแรงต่ำแต่พื้นผิวไม่มีรอยตำหนิ (McLean, 1991; Williamson และ คณะ, 1996) ดังนั้นในการขัดแต่งควรทำการขัดจนไม่มีรอยตำหนิบนพื้นผิวเกิดขึ้น เพราะพื้นผิวที่ได้รับการขัดแต่งจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และให้ความเรียบกับพอร์ซเลนได้ (Rosenstiel และ

คณะ, 1989) ขบวนการขัดแต่งจึงควรมีการพัฒนาต่อไป เนื่องจากขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญและจำเป็นที่ทันตแพทย์ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย