บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสื่อสารมวลชนมีบทบาทสำคัญ ในการนำเสนอข้อมูล ความรู้ และข่าวสารต่างๆ จากทั่วทุกมุมโลกไปสู่ประชาชนได้อย่างกว้างไกล และรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นด้านการเมือง เศรษฐกิจ และสังคม รวมถึงความรู้ในด้านวงการแพทย์ที่เกี่ยวกับการทำศัลยกรรมตกแต่งความงาม ซึ่งภาพลักษณ์ทางด้านความสวยงามนั้น ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายๆ อย่าง เช่น รูปร่าง และใบหน้า ส่วนประกอบของใบหน้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งฟันเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญที่แสดงความมีเสน่ห์ ความสดใส ความเป็นธรรมชาติ แล้วทำให้เกิดความลงตัวในด้านความสวยงามขึ้น ดังนั้น เมื่อผู้ป่วยได้สูญเสียฟันธรรมชาติไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณฟันหน้า ซึ่งเป็นบริเวณที่แสดงภาพลักษณ์ของบุคคลนั้น จึงทำให้การบูรณะฟันเพื่อทำให้เกิดความสวยงามเหมือนฟันธรรมชาติเดิมเป็นสิ่งจำเป็น ช่วยทำให้ผู้ป่วยมีความมั่นใจในการเข้าสังคม และสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้ตามปกติ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้มีการพัฒนาวัสดุบูรณะทางทันตกรรมให้มีสีสันและความสวยงามที่ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ โดยพบว่าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน วัสดุทางทันตกรรมที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการนี้มีหลายชนิด แต่วัสดุที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีเพียงวัสดุคอมโพสิตเรซิน (composite resin) และพอร์ซเลนทางทันตกรรม (dental porcelain)

วัสดุคอมโพสิตเรซิน เป็นวัสดุที่นิยมใช้ในการบูรณะทางทันตกรรม เนื่องจากมีสีให้เลือกได้เหมือนฟันธรรมชาติ และสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว เพราะสามารถบูรณะโดยตรงในช่องปาก นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติในการนำความร้อนต่ำ จึงไม่เกิดผลกระทบต่อโพรงประสาทฟันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่องปากอย่างกระทันหัน แต่อย่างไรก็ตามคอมโพสิตเรซินมีคุณสมบัติด้อยหลายประการ เช่น การเข้ากันได้ทางชีวภาพกับโพรงประสาทฟันไม่ดี มีความเป็นพิษทางเคมี (chemical toxicity) เนื่องจากการมีโมโนเมอร์ตกค้างอยู่ และการรั่วซึมบริเวณขอบ (marginal leakage) จากการหดตัวของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) (Anusavice,1996; Craig,1997) และวัสดุคอมโพสิตเรซินยังมีการเปลี่ยนแปลงของสีภายหลังจากการบูรณะบริเวณฟันหน้าในเวลา 3 ปี โดยมีความทึบมากขึ้นและมีการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มของสี (chroma) (Craig,1997; O'Brien,1997)

นอกจากนี้ วัสดุคอมโพสิตเรซินมีการสึกกร่อน (abrasive wear) ได้ง่าย ค่าความแข็งแรงผิวแบบนูป (Knoop hardness) ต่ำกว่าผิวเคลือบฟันและอะมัลกัม จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการบูรณะฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันไปจำนวนมาก (Roulet,1987; McLean,1990; Craig,1997)

ด้วยเหตุนี้ พอร์ซเลนทางทันตกรรมจึงเป็นทางเลือกอีกทาง พอร์ซเลนนำมาใช้ในทางทันตกรรมเป็นครั้งแรกโดย Chemant ตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 18 (Binns,1983) เพราะให้คุณสมบัติในการตอบรับแสงคล้ายคลึงกับฟันธรรมชาติมากคือ มีความสวยงาม มีสีสันให้เลือกมากมาย มีการสะท้อนของแสง (reflection) การหักเหของแสง (deflection) และการส่งผ่านของแสง (transmission) รวมถึงความโปร่งแสง (translucency) ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ และคงความสวยงามไม่เปลี่ยนแปลงสีเมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลานานๆ นอกจากนี้พอร์ซเลนยังมีความเข้ากันได้ทางชีวภาพกับเนื้อเยื่อภายในช่องปากได้ดีมาก สามารถขัดแต่งผิวให้เรียบ และเคลือบผิวให้มันเงาได้ จึงช่วยลดการเกาะติดและการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ (Craig,1997)

เมื่อพิจารณาถึงความแข็งแรง พบว่าพอร์ซเลนมีความทนแรงอัด (compressive strength) สูงถึง 350-550 เมกกะปาสคาล แต่มีค่าความทนแรงดึง (tensile strength) ที่ต่ำมากประมาณ 20-40 เมกกะปาสคาล (van Noort, 1994) และมีค่าความแข็งแรงกำลังดัดขวาง (flexural strength) ประมาณ 56-446 เมกกะปาสคาล (Craig, *et* al., 2000) ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพอร์ซเลน

ถึงแม้ว่าพอร์ซเลนจะมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ แต่พอร์ซเลนมีข้อด้อยคือ เปราะ (brittle) และความทนแรงดึงที่ต่ำ ทำให้แตกหักง่ายในการบูรณะฟันด้วยพอร์ซเลน ก่อให้เกิดความล้มเหลวได้ ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาคิดค้นวิธีการเพิ่มความแข็งแรง (strengthening) ให้กับพอร์ซเลน (Anusavice, 1996)

การนำโลหะมาเคลือบทับด้วยพอร์ซเลนเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาความเปราะของพอร์ซเลนได้ เพื่อสามารถทนทานต่อแรงบดเคี้ยวในช่องปาก โดยอาศัยโครงสร้างของโลหะที่รองรับอยู่ภายใน เกิดความแข็งตรึง (rigid) และช่วยเพิ่มความแข็งแรง โดยโลหะทำหน้าที่ป้องกันการโค้งงอ และกระจายแรงเค้นในเนื้อพอร์ซเลน ทำให้ไม่เกิดความเค้นแบบดึง (tensile stress) ที่ทำให้รอยแตกเล็กๆ บริเวณพื้นผิวนั้นดำเนินต่อไปได้ รวมถึงวิธีการทำให้เกิดความเค้นแบบอัดตกค้างที่พื้นผิวของพอร์ซเลน (residual surface compressive stresses) ซึ่งเกิดจากการใช้วัสดุสองชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนที่แตกต่างกันของพอร์ซเลนและโลหะ (Yamamoto, 1985)

ถึงแม้ว่า โครงโลหะจะให้ประโยชน์ในแง่ความแข็งแรง แต่ว่าสีของขอบโลหะและการเกิดออกไซด์เป็นพิษ (toxic oxide) ของโลหะยังเป็นปัญหาอยู่ ทั้งนี้ทำให้การบูรณะฟันที่ใช้พอร์ซเลนแบบทั้งหมด (all-ceramic restoration) เป็นทางเลือกที่น่าสนใจอยู่ในขณะนี้ แต่ทันตแพทย์ส่วนใหญ่ยังคงมีความมั่นใจการบูรณะฟันด้วยโลหะเคลือบพอร์ซเลน (porcelain-fused-to-metal หรือ PFM restoration) มากกว่า จากรายงานการศึกษาของ Giordano (1996) พบว่า มีการใช้ในการบูรณะประมาณร้อยละ 80 ของครอบฟันทั้งหมด เนื่องจากมีความเชื่อมั่นในตัวโลหะที่เป็นโครงสร้างอยู่ภายใน (metallic substrate) ที่มีความแข็งตรึง สามารถช่วยเสริมความแข็งแรง (reinforce) ให้กับพอร์ซเลนที่มี

ความเปราะได้ และยังสามารถทำให้เกิดความสวยงามได้เหมือนฟันธรรมชาติไม่น้อยกว่าการบูรณะฟันที่มีสีเหมือนฟันแบบอื่นๆ ถ้าได้รับการบูรณะอย่างประณีตในขบวนการผลิตชิ้นงาน

วิธีการบูรณะฟันด้วยโลหะเคลือบพอร์ซเลนจึงเป็นการบูรณะฟันที่มีความสำคัญในการบูรณะด้วยฟันปลอมแบบติดแน่น โดยอาศัยการหลอมตัวของพอร์ซเลนให้เชื่อมติดกับโลหะที่เป็นโครงสร้างอยู่ภายใน ซึ่งพอร์ซเลนและโลหะจำเป็นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อน (α) ที่เหมาะสมต่อกัน (compatibility) เพื่อป้องกันการเกิดความเค้นแบบชั่วคราว (transient stresses) หรือความเค้นตกค้างอยู่ภายในเนื้อของพอร์ซเลน ในระหว่างการเย็นตัวลง (cooling) จากอุณหภูมิการเผาสูงสุด (high temperature) ลงสู่อุณหภูมิห้อง ความเค้นเหล่านี้สามารถทำให้เกิดรอยร้าว (cracking) การราน (crazing) หรือการเกิดเป็นลาย (checking) ขึ้นในเนื้อพอร์ซเลนได้ โดยเกิดทันทีทันใดหรือหลังจากการบูรณะฟันแล้วเป็นเวลาหลายเดือน (Anusavice, *et al.*,1988; Anusavice and Gray,1989)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนของพอร์ซเลนที่เหมาะสมกับโลหะที่ใช้เป็นโครงสร้างภายในของครอบฟันโลหะเคลือบพอร์ซเลนจึงมีความสำคัญมาก ควรเลือกใช้โลหะที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนมากกว่าของพอร์ซเลนเพียงเล็กน้อยประมาณ 0.5-1.0 x 10^{-6}/ ^{0}ซ เพราะในภาวะการเย็นตัวลงจากอุณหภูมิการเผาที่สูงลงสู่อุณหภูมิห้อง โลหะจะเกิดการหดตัวมากกว่าพอร์ซเลน ผลของความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนเพียงเล็กน้อยนี้จะทำให้เกิดความเค้นแบบอัดตกค้างที่พื้นผิวสามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นงานบูรณะฟันชนิดนี้ได้ (Anusavice, *et al.*, 1988; Coffey, *et al.*, 1988; Anusavice,1995)

ช่วงก่อนปี ค.ศ. 1960 พอร์ซเลนที่ใช้ในการบูรณะฟันด้วยโลหะเคลือบพอร์ซเลน มีจุดหลอมตัวสูง (high-fusing porcelains) และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนต่ำกว่าของโลหะมาก ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับโลหะโครงสร้างภายใน จึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงพอร์ซเลนเฟลด์สปาร์ (feldspathic porcelain) ให้มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนที่สูงขึ้น จนมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนที่ใกล้เคียงกับโลหะ ซึ่งพอร์ซเลนเฟลด์สปาร์ประกอบด้วย แก้วเฟลด์สปาร์ (crystallized feldspathic glasses) ที่มีผลึกลูไซต์ (leucite) ฝังตัวอยู่ภายใน (Mackert, *et al.*, 1986)

ผลึกลูไซต์ที่ฝังตัวอยู่ภายในแก้วเฟลด์สปาร์คือ potassium-aluminium-silicate mineral ($K_2O.Al_2O_3.4SiO_2$) มีวัฏภาคผลึกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนสูง (high-expansion crystal phase) มีค่าเท่ากับ 20-25 x 10^{-6}/ ^{0}ซ แต่แก้วเฟลด์สปาร์มีค่าเพียง 10 x 10^{-6}/^{0}ซ ซึ่งน้อยกว่าผลึกลูไซต์ เพราะฉะนั้นผลึกลูไซต์จึงมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนของพอร์ซเลนมากกว่าแก้วเฟลด์สปาร์ มีการศึกษาหลายการศึกษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงของผลึกลูไซต์มีผลโดยตรงต่อค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนของพอร์ซเลนเนื้อฟัน แต่เป็นการศึกษาโดยการจุ่มในสารละลายที่มีความร้อนคงที่ (isothermal soaks) หรือการเผาหลายครั้ง (multiple firings) (Mackert and Evan,1991a)

ดังนั้น ลูไซต์จึงเป็นวัฏภาคผลึกที่มีความสำคัญ (major crystalline phase) ที่ทำให้การขยายตัวเหตุความร้อนของพอร์ซเลนเหมาะสมกับโครงสร้างของโลหะภายใน เมื่อปล่อยให้เย็นตัวลงจากอุณหภูมิการเผาที่สูง โดยพบว่าจำนวน ขนาดของผลึกโดยเฉลี่ย (average crystal size) และโครงสร้างของผลึกมีผลต่อคุณสมบัติทางความร้อนและทางกลศาสตร์ของวัสดุโดยตรง แต่การทดลองนี้ไม่ได้ทำในพอร์ซเลนเฟลด์สปาร์ เป็นการศึกษาของพอร์ซเลนที่มีปริมาณลูไซต์ (heat-pressed ceramics) (Dong, *et al.*, 1992)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณลูไซต์น่าจะมีอิทธิพลต่อความโปร่งแสง โดยมีการศึกษาพบว่าผลึกลูไซต์ยังมีความสำคัญต่อคุณสมบัติทางกายภาพของพอร์ซเลน เช่น ความโปร่งแสง และการขยายตัวเหตุความร้อน ซึ่งค่าดรรชนีหักเหแสง (refractive index) ของลูไซต์เท่ากับ 1.51 เกือบเท่ากับค่าของส่วนที่เป็นแก้วทำให้พอร์ซเลนมีความโปร่งแสงเพียงพอสำหรับการบูรณะฟันที่ต้องการความโปร่งแสงของวัสดุ (Smyth and Schulman, 1981)

โดยทั่วไป ถ้าพิจารณาวัสดุที่มีลักษณะเป็นแก้ว มักพบว่าสามารถเกิดการแตกร้าวหรืออาจถึงขั้นแตกหักเสียหายได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขั้นตอนการผลิตงานบูรณะฟันด้วยโลหะเคลือบพอร์ซเลนที่ต้องการเพิ่มความแข็งแรงโดยทำให้เกิดแรงเค้นแบบอัดที่พื้นผิวด้วยวิธีการทำให้วัสดุเย็นตัวลงอย่างฉับพลันจากอุณหภูมิการเผาที่สูงและอาศัยวัสดุสองชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนที่แตกต่างกันคือ โลหะและพอร์ซเลน ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงของช่างทันตกรรมทั่วไปในห้องปฏิบัติการทางทันตกรรม มีวิธีการทำให้วัสดุเย็นตัวลงที่แตกต่างกันคือ การทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็วโดยนำออกจากเตา ณ อุณหภูมิการเผาที่สูงมาสู่อุณหภูมิห้องทันที หรือการปล่อยให้เย็นตัวลงอย่างช้าๆ ในเตาเผาเอง เพื่อป้องกันการเกิดการกระทบกระเทือนจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (thermal shock) ทำให้เกิดรอยร้าว การแตกหักและสูญเสียความแข็งแรงของพอร์ซเลน ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานบูรณะได้ (Combe, 1986; McCabe, 1990)

ในปัจจุบันมีการพัฒนาของพอร์ซเลนเฟลด์สปาร์ให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นมากมาย เช่น มีการเติมผลึกอะปาไทต์ (apatite crystals) เพื่อให้มีความทนทานต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี (chemical durability) การมีคุณสมบัติส่องผ่านของแสง (opalescent) จึงทำให้พอร์ซเลนในปัจจุบัน มีคุณลักษณะที่แตกต่างกับพอร์ซเลนในอดีตที่เคยทำการศึกษามา จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาคุณสมบัติของพอร์ซเลนที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ และการศึกษาในอดีตที่ผ่านมาแต่ละการศึกษาเป็นการศึกษาถึงผลกระทบของวิธีการทำให้เย็นตัวต่อคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ขาดการพิจารณาคุณสมบัติหลายๆ อย่างร่วมกัน เช่น ค่าความเหมาะสมของสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนระหว่างพอร์ซเลนและโลหะที่เป็นโครงสร้างภายใน ค่าความแข็งแรง และค่าความโปร่งแสง ซึ่งความสำเร็จของการบูรณะฟันด้วยโลหะเคลือบพอร์ซเลนนั้น ต้องอาศัยคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้มาประกอบกัน

ในบางครั้งห้องปฏิบัติการทางทันตกรรมมีการใช้โลหะอย่างหลากหลายชนิดที่มีความแตกต่างกันของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อน ทำให้เกิดข้อสงสัยว่า จะเลือกใช้วิธีการทำให้เย็นตัวลงแบบใดในการปรับปรุงตารางการเผา เมื่อนำมาใช้งานร่วมกับพอร์ซเลนหลากหลายชนิด เพื่อให้เกิดการเข้ากันของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อน

เนื่องจากในปัจจุบัน มีการพัฒนาโลหะผสมจากหลากหลายองค์ประกอบ และพอร์ซเลนเฟลด์สปาร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสูตรดั้งเดิมอย่างมาก การเลือกใช้พอร์ซเลนให้เหมาะสมกับโครงโลหะนั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณผลึกลูไซต์ ค่าความแตกต่างที่เหมาะสมของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อนระหว่างพอร์ซเลนและโลหะ ค่ากำลังดัดขวาง ลักษณะการเกิดโครงสร้างผลึกของผลึกลูไซต์ และความโปร่งแสง ภายใต้ภาวะการเย็นตัวลงที่ต่างกัน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกพอร์ซเลนให้เหมาะสมกับโลหะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย