การเปรียบเทียบกำลังดัดขวางของการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิก ด้วยเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่าง ๆ

Comparison of flexural strength in repairing acrylic resin denture base by acrylic res in polymerized in different methods

ธีรนุช ใจบุญ ไชยวุฒิ พฤกษ์งามพันธ์ นำชัย สุขสันติสกุลชัย
ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี ได้แก่ เรซินชนิดบ่มด้วยความร้อน เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม และเพื่อเปรียบเทียบกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกที่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน โดยทำการเตรียมชิ้นทดสอบเรซินอะคริลิกวิธีการละ 15 ชิ้น ขนาด 64 มิลลิเมตร × 10 มิลลิเมตร × 3.30 มิลลิเมตร เก็บในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 50 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบกำลังดัดขวางด้วยวิธีการทดสอบการดัดโค้งแบบสามจุด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกำลังดัดขวางของเรซินอะคริกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี ใช้สถิติ One-way ANOVA และการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกที่ผลิตจากด้วยความร้อนด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี และฐานฟันเทียมเดิม ใช้สถิติ Kruskal–Wallis ผลการศึกษาพบว่ากำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) และกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี และฐานฟันเทียมเดิมมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) สรุปผลการศึกษาได้ว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีกำลังดัดขวางสูงสุด และการซ่อมฐานฟันเทียมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีกำลังดัดขวางมากกว่าการซ่อมด้วยวิธีการอื่นๆ

คำสำคัญ: กำลังดัดขวาง, เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ

Abstract

The aims of this study were 1) to compare the flexural strength of acrylic resin denture base polymerized by 4 different methods and 2) to compare the flexural strength of intact conventional heat-polymerized denture base with those after repairing this denture base material by acrylic resin polymerized as the above 4 methods. **Materials and methods**: Conventional heat-polymerized acrylic resin (Meliodent Meliodent Heat Cure, Bayer Dental, Newburg, Germany), autopolymerized acrylic resin (Meliodent Self Cure, Bayer Dental, Newburg, Germany), microwave-polymerized acrylic resin (Acron MC, GC Dental Products Corp, Japan) were used in this study.120 specimens were fabricated (64 mm × 10 mm × 3.3 mm, 60 for intact specimens, and another 60 for repaired specimens). After 50 hours of storage in distilled water at 37 ^{o}C, the flexural strength was measured using a 3-point bending test. The data of flexural strengths obtained from intact specimens were analyzed by one-way ANOVA. The data of flexural strengths of the repaired specimens

and of the intact conventional heat-polymerized denture base were analyzed by Kruskal–Wallis test. **Results**: 1) The flexural strength of acrylic resin denture base polymerized in 4 methods showed statistically significant difference between the experimental groups (P<0.001). 2) The flexural strength of intact and repaired conventional heat-polymerized specimens with acrylic resin polymerized by 4 different methods showed statistically significant differences between the experimental groups (P<0.001). **Conclusions**: Within the limitations of this study, conventional heat-polymerized acrylic resin showed the highest flexural strength of all the materials tested; and repairing of acrylic resin denture base by conventional heat-polymerized acrylic resin showed the highest flexural strength value of all the materials tested.

Keywords: flexural strength, microwave-polymerized acrylic resin

บทนำ

ฟันเทียมถอดได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟันเทียมถอดได้ฐานเรซินอะคริลิกเป็นฟันเทียมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการรักษาผู้ป่วยที่สูญเสียฟันไปบางส่วนหรือทั้งปาก อย่างไรก็ตาม ภายหลัง การใส่ฟันเทียมถอดได้ฐานเรซินอะคริลิกอาจพบปัญหา เช่น การแตกหักของฐานฟันเทียม ดังนั้นการเลือกชนิดของเรซินอะคริลิก และวิธีการบ่มเพื่อผลิตหรือซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกให้มีความแข็งแรงจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกควรเลือกใช้เรซินอะคริลิกที่ใช้เวลาในการซ่อมน้อย, มีความแข็งแรงเพียงพอ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือขนาดของฟันเทียมภายหลังการซ่อม (Rached et al., 2004)

เรซินอะคริลิกหรือพอลิเมทิลเมทาคริเลต (Polymethyl methacrylate) ที่ใช้สำหรับทำฐานฟันเทียมถูกจำแนกตาม ANSI/ADA Spec. No. 12 และ ISO 20795-1:2008(E) เป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน 2) เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง 3) Thermoplastic blank or powder 4) เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยแสง 5) เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ

ฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกส่วนใหญ่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน จึงมีผู้แนะนำให้ทำการซ่อมฐานฟันเทียมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนเนื่องจากเป็นเรซินอะคริลิกชนิดเดียวกัน มีคุณสมบัติเหมือนกับฐานฟันเทียมเดิม และมีความแข็งแรงภายหลังการซ่อมร้อยละ 80 ของความแข็งแรงก่อนซ่อม แต่การซ่อมฐานฟันเทียมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีขั้นตอนยุ่งยาก ใช้เวลาในการทำงานนาน และมีความเสี่ยงต่อการเสียรูปของฟันเทียม จึงมีการนำเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองมาใช้ในการซ่อมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองมีประสิทธิภาพด้อยในด้านความแข็งแรง โดยมีความแข็งแรงภายหลังการซ่อมร้อยละ 60 ของความแข็งแรงก่อนซ่อม (Power and Sakaguchi, 2006)

ปัจจุบันมีการพัฒนาเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟโดยเฉพาะ ข้อดีของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ คือ ใช้เวลาในการบ่มสั้นเมื่อเทียบกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน โดยมีการแนะนำให้ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟกำลัง 500 วัตต์ บ่มเรซินอะคริลิกเป็นเวลา 3 นาที เป็นเรซินอะคริลิกที่มีมอนอเมอร์ตกค้างน้อย มีคุณสมบัติทางกายภาพไม่แตกต่างจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (De Clerck, 1987) มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายหลังการบ่มน้อย และมีขั้นตอนการทำงานที่สะอาด (Sanders et al., 1987)

จากประโยชน์ของพลังงานคลื่นไมโครเวฟจึงมีผู้ทำการศึกษานำเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมาบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ พบว่าเมื่อทำการบ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนโดยใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟจะทำให้ได้กำลังดัดขวางไม่แตกต่างจากเรซินอะคริลิก

ชนิดบ่มด้วยความร้อนที่บ่มโดยวิธีการปกติ หรืออาจมีค่าสูงกว่าในบางยี่ห้อ (วรพงษ์ ปัญญายงค์ และคณะ, 2541) และจากการศึกษาผลของพลังงานคลื่นไมโครเวฟต่อการเปลี่ยนแปลงมิติเสถียรภาพของฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกภายหลังการใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟบ่มที่กำลัง 500 วัตต์ เวลา 3 นาที ไม่พบการเปลี่ยนแปลงมิติเสถียรภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Pavan et al., 2005)

จากข้อดีของพลังงานคลื่นไมโครเวฟผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกโดยนำพลังงานคลื่นไมโครเวฟมาประยุกต์ใช้ในการบ่มเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนเปรียบเทียบกับวิธีการซ่อมฐานฟันเทียมโดยทั่วไป ได้แก่ การซ่อมโดยใช้เรซิน อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ แล้วนำมาเปรียบเทียบกำลังดัดขวาง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่พยายามลดขั้นตอนและลดระยะเวลาในการผลิตและซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งการลดขั้นตอนอาจทำให้เกิดความพรุนในเรซินอะคริลิกและส่งผลต่อกำลังดัดขวางได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อเปรียบเทียบกำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม

2) เพื่อเปรียบเทียบกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกที่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน โดยใช้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เรซิน อะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม และฐานฟันเทียมเดิม

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ

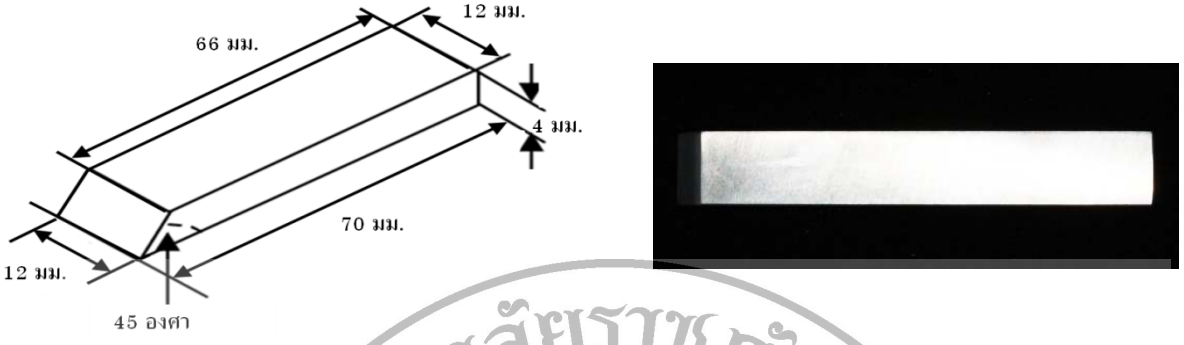
1) การทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี

2) การทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกที่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ด้วยเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี และฐานฟันเทียมเดิม

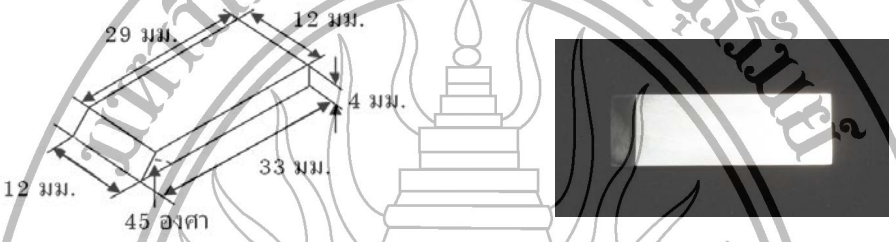
การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation): ใช้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 15 ชิ้น ได้จากการนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังดัดขวางจากการศึกษา เรื่อง Repair strength of autopolymerizing, microwave, and conventional heat-polymerized acrylic resins (Rached et al., 2004) ไปคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Java applets for power and sample size (Lenth RV)

ขั้นตอนการเตรียมชิ้นทดสอบ

1) เตรียมแม่แบบโลหะเพื่อเป็นแบบในการเตรียมชิ้นทดสอบ 3 แบบ ได้แก่ แม่แบบโลหะจำลอง ขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หัก (รูปที่ 1), แม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่หัก (รูปที่ 2), แม่แบบโลหะจำลองขนาดของบริเวณที่จะทำการซ่อมชิ้นทดสอบ (รูปที่ 3)



รูปที่ 1 แม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หัก



รูปที่ 2 แม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่หัก

รูปที่ 3 แม่แบบโลหะจำลองขนาดของบริเวณที่จะทำการซ่อมชิ้นทดสอบ

2) เตรียมแม่พิมพ์สำหรับแม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หัก และแม่พิมพ์สำหรับแม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่หัก นำปลาสเตอร์หินชนิดพิเศษ (Velmix) โอบรอบแม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หัก และแม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่หัก รอจนกระทั่งปลาสเตอร์หินชนิดพิเศษก่อตัวเต็มที่ จากนั้นนำแม่แบบโลหะออก จะได้แม่พิมพ์เพื่อใช้เตรียมชิ้นทดสอบต่อไป

3) เตรียมชิ้นทดสอบเรซินอะคริลิก

3.1) การทดลองเปรียบเทียบกำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี

แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ตามวิธีการเตรียมชิ้นทดสอบ กลุ่มละ 15 ชิ้น ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน: ผสมซิลิโคนชนิดพุตตี้ใส่ลงไปในแม่พิมพ์จำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หัก แล้วนำออกมาทำการตัดแต่งให้ได้ขนาดเท่ากับแม่แบบโลหะจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หัก จากนั้นนำซิลิโคนชนิดพุตตี้ที่ตัดแต่งแล้วไปวางบนปูนปลาสเตอร์ที่กำลังก่อตัวในภาชนะหล่อทองเหลือง เมื่อปูนปลาสเตอร์ก่อตัวเต็มที่แล้วจึงแกะซิลิโคนชนิดพุตตี้ออก แล้วทำการผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Meliodent Heat Cure, Bayer Dental, Newburg, Germany) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ทำการอัดเรซินอะคริลิก ลงไปในภาชนะหล่อทองเหลือง

ให้เต็ม ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 60 นาที แล้วนำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นต้มต่อในน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วรอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

กลุ่มที่ 2 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง: ทำการผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง (Meliodent Self Cure, Bayer Dental, Newburg, Germany) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต แล้วเติมลงไปในแม่พิมพ์จำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หักให้เต็ม จากนั้นนำไปอัดความดันที่ 30 psi (200 kNm^{-2}) ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที

กลุ่มที่ 3 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ: ทำการผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ (Acron MC, GC Dental Products Corp, Japan) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต แล้วเติมลงไปในแม่พิมพ์จำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หักให้เต็ม จากนั้นนำไปบ่มในเตาอบไมโครเวฟ กำลัง 450 วัตต์ 3 นาที แล้วรอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

กลุ่มที่ 4 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม: ทำการผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Meliodent Heat Cure, Bayer Dental, Newburg, Germany) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต แล้วเติมลงไปในแม่พิมพ์จำลองขนาดฐานฟันเทียมที่ไม่หัก จากนั้นนำไปบ่มในเตาอบไมโครเวฟ กำลัง 300 วัตต์ 5 นาที แล้วรอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ภายหลังการบ่มเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม ทำการกรอแต่งเรซินอะคริลิกส่วนเกินออกด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ แล้วขัดด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 500, 1,000 และ 1,200 ตามลำดับ จนกระทั่งได้ชิ้นทดสอบเรซินอะคริลิกที่มีความยาวอยู่ในช่วง 64±0.02 มิลลิเมตร, ความกว้าง 10±0.02 มิลลิเมตร และความหนา 3.30±0.02 มิลลิเมตร จากนั้นทำการเก็บชิ้นทดสอบเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส นาน 50±2 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบกำลังดัดขวาง

3.2) การทดลองเปรียบเทียบกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกที่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ด้วยเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี และฐานฟันเทียมเดิม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม ตามวิธีการซ่อมฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิก และฐานฟันเทียมเดิม กลุ่มละ 15 ชิ้น (กลุ่มฐานฟันเทียมเดิมใช้ชิ้นทดสอบจากข้อ 3.1 กลุ่มที่ 1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน) ก่อนทำการซ่อมจะทำการเตรียมเรซินอะคริลิกจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่หักด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน จำนวน 120 ชิ้น โดยใช้แม่พิมพ์จำลองขนาดฐานฟันเทียมที่หักร่วมกับซิลิโคนชนิดพุตตี้ เตรียมวิธีการเดียวกันกับข้อ 3.1 กลุ่มที่ 1 ภายหลังการบ่มเรซินอะคริลิกเสร็จแล้ว ทำการกรอแต่งและขัดเรซินอะคริลิกเช่นเดียวกับข้อ 3.1 จนกระทั่งได้เรซินอะคริลิกที่มีความยาวอยู่ในช่วง 30.5±0.02 มิลลิเมตร, ความกว้าง 10±0.02 มิลลิเมตร และความหนา 3.5±0.02 มิลลิเมตร จากนั้นกรอแต่งบริเวณด้านเฉียง 45 องศา อย่างแผ่วเบาด้วยหัวกรอคาร์ไบด์เพื่อปรับสภาพพื้นผิว แล้วนำเรซินอะคริลิกจำลองขนาดฐานฟันเทียมที่หัก 2 ชิ้น มาประกบกับแม่แบบโลหะจำลองขนาดของบริเวณที่จะทำการซ่อมชิ้นทดสอบให้เข้าที่ จากนั้นนำปูนปลาสเตอร์โอบรอบเรซินอะคริลิกที่ประกบกับแม่แบบโลหะเพื่อยึดให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ รอให้ปูนปลาสเตอร์ก่อตัวเต็มที่แล้วจึงนำแม่แบบโลหะออก จะได้พื้นที่สำหรับซ่อมเรซินอะคริลิก (รูปที่ 4) แล้วนำไปซ่อมด้วยวิธีต่างๆ 4 วิธีต่อไป จนได้ชิ้นทดสอบกลุ่มละ 15 ชิ้น ดังนี้

รูปที่ 4 พื้นที่สำหรับซ่อมเรซินอะคริลิก

การซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน: นำเรซินอะคริลิกที่ยึดกับแม่แบบโลหะด้วยปูนปลาสเตอร์วางบนปูนปลาสเตอร์ที่กำลังก่อตัวในภาชนะหล่อทองเหลือง เมื่อปูนปลาสเตอร์แข็งตัวแล้วจึงเอาแม่แบบโลหะออกจะได้พื้นที่สำหรับซ่อมชิ้นเรซินอะคริลิก จากนั้นทำการผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนตามคำแนะนำของผู้ผลิต ทำการอัดลงในพื้นที่สำหรับซ่อมให้เต็ม แล้วทำการบ่มเช่นเดียวกับข้อ 3.1 กลุ่มที่ 1

การซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง, เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม: ทำการผสมเรซินอะคริลิกแต่ละชนิดตามคำแนะนำของผู้ผลิต จากนั้นเติมเรซินอะคริลิกลงในพื้นที่ ที่เตรียมไว้สำหรับซ่อมให้เต็ม แล้วนำทำการบ่มเช่นเดียวกับวิธีในข้อ 3.1

ภายหลังจากทำการซ่อมเสร็จแล้ว ทำการกรอแต่งและขัดเรซินอะคริลิกเช่นเดียวกับข้อ 3.1 จนกระทั่งได้ชิ้นทดสอบเรซินอะคริลิกที่มีความยาวอยู่ในช่วง 64±0.02 มิลลิเมตร, ความกว้าง 10±0.02 มิลลิเมตร และความหนา 3.30±0.02 มิลลิเมตร ทำการเก็บชิ้นทดสอบเรซินอะคริลิกทั้ง 5 กลุ่ม ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส นาน 50±2 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบกำลังดัดขวาง

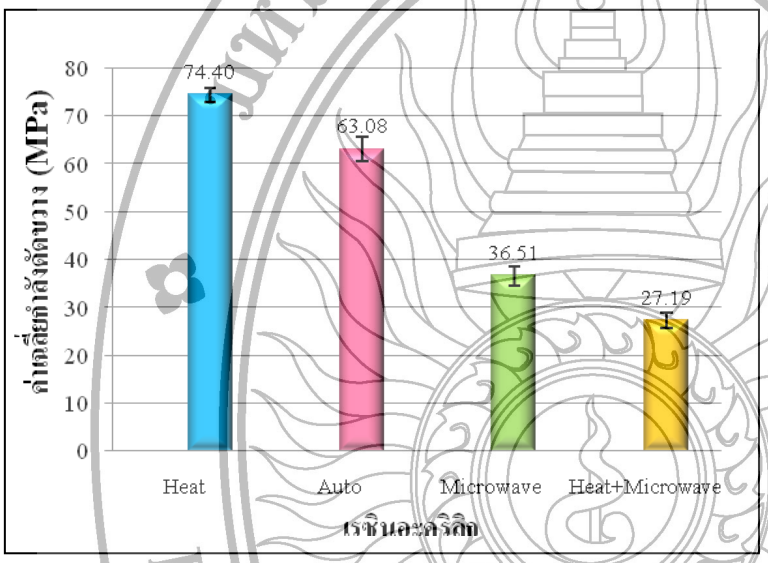
การทดสอบกำลังดัดขวาง: ทดสอบกำลังดัดขวางด้วยวิธีการทดสอบการดัดโค้งแบบสามจุด โดยใช้เครื่องทดสอบสากล (Universal Testing Machine; Lloyd, England) ใช้หัววัดแรงขนาด 10 กิโลนิวตัน และชุดหัวกดทดสอบแรงดัดขวางแบบ 3 จุด กดทดสอบด้วยอัตราเร็ว 5 มิลลิเมตร/นาที, ระยะห่างระหว่างแท่นวางชิ้นทดสอบ 50 มิลลิเมตร โดยกดบนกึ่งกลางชิ้นทดสอบจนหัก แล้วบันทึกขนาดแรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก จากนั้นนำไปคำนวณหากำลังดัดขวาง และนำข้อมูลที่ได้ไปทดสอบทางสถิติต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการทดลองเปรียบเทียบกำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่าง ๆ 4 วิธี

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของกำลังดัดขวางของเรซินอะคริกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี (MPa)

เรซินอะคริลิก	Mean (MPa)	SD	95% Confidence Interval for Mean	
เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน	74.40	1.54	73.55	75.25
เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง	63.08	2.64	61.62	64.54
เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ	36.51	2.04	35.39	37.64
เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม	27.19	1.67	26.27	28.12



รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่างๆ

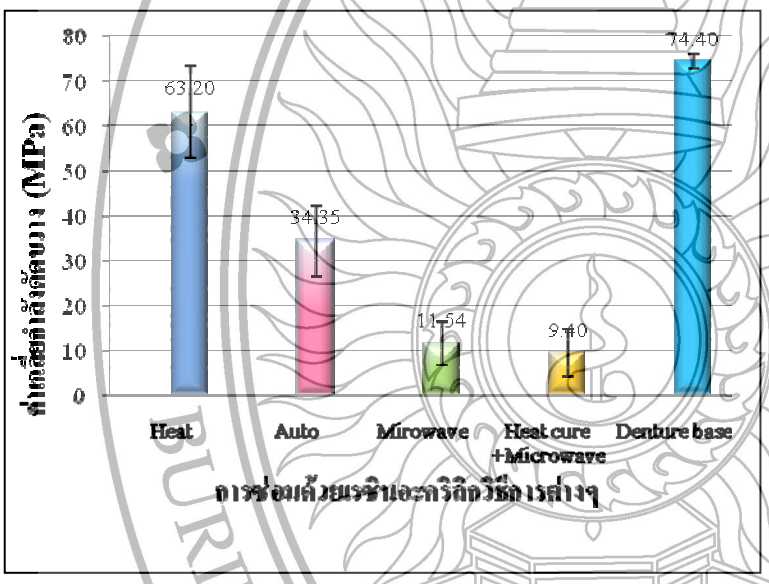
Heat: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน
Auto: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง
Microwave: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ
Heat+Microwave: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม

ผลการทดสอบกำลังดัดขวางของชิ้นทดสอบ 4 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 5 พบว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางมากที่สุด (74.40±1.54 MPa, 95% CI: 73.55-75.25) และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่มมีค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางน้อยที่สุด (27.19±1.67 MPa, 95% CI: 26.27-28.12) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) และจากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison) ด้วย Tukey HSD พบว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางมากกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ 37.89 MPa (95% CI: 35.94-39.84) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟมีค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางมากกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม 9.32 MPa (95% CI: 7.37-11.27) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001)

ผลการทดลองเปรียบเทียบกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิกที่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ด้วยเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยวิธีการต่าง ๆ 4 วิธีและฐานฟันเทียมเดิม

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฐานฟันเทียมด้วยวิธีการต่าง ๆ 4 วิธี และฐานฟันเทียมเดิม (MPa)

การซ่อมเรซินอะคริลิกด้วยวิธีการต่าง ๆ	Mean (MPa)	SD	95% Confidence Interval for Mean	
ฐานฟันเทียมเดิม	74.40	1.54	73.55	75.25
การซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน	63.20	10.24	57.53	68.87
การซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง	34.35	8.07	29.88	38.82
การซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ	11.54	4.79	8.89	14.19
การซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม	9.40	5.36	6.43	12.36



รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินอะคริลิกภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการต่างๆ
Auto: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง
Microwave: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ
Heat+Microwave: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม
Denture base: ฐานฟันเทียมเดิม

ผลการทดสอบกำลังดัดขวางของชิ้นทดสอบ 5 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 6 พบว่าฐานฟันเทียมเดิม (เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน) มีค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางมากที่สุด (74.40±1.54 MPa, 95% CI: 73.55-75.25) และการซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วย ความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่มมีค่าเฉลี่ยกำลังดัดขวางน้อยที่สุด (9.40±5.36 MPa, 95% CI: 6.43-12.36) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่ามัธยฐานกำลังดัดขวางของชิ้นทดสอบ 5 กลุ่ม ด้วยสถิติ Kruskal-Wallis พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) และจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วย Mann-Whitney U test พบว่าการซ่อมฐานฟันเทียมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีกำลังดัดขวางมากกว่าการซ่อมด้วยวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

อภิปรายผล

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่มมีกำลังดัดขวางน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนและเรซิ

นอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) และผลการซ่อมฐานฟันเทียมที่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนพบว่า การซ่อมฐานฟันเทียมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีกำลังดัดขวางมากกว่าการซ่อมด้วยวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001)

ผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา โดยผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟมีกำลังดัดขวางเทียบเท่า (Gurbuz et al., 2010; Levin et al., 1989) หรือสูงกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Agarwal et al., 2008; Rached et al., 2004) และนอกจากนี้ยังพบว่าผลการซ่อมฐานฟันเทียมด้วยวิธีการต่างๆ มีกำลังดัดขวางแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Agarwal et al., 2008; Rached et al., 2004) ได้มีการอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟมีกำลังดัดขวางสูงไว้ว่าอาจเป็นผลมาจากการที่เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟมีส่วนประกอบที่เป็นยางน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน การที่มียางเป็นองค์ประกอบจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของเรซินอะคริลิก ทำให้ความแข็งแรงของเรซินอะคริลิกลดลงได้ (Rached et al., 2004) และบางการศึกษากล่าวว่าการใช้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟจะทำให้เกิดรูพรุนลดลง เนื่องจากพลังงานคลื่นไมโครเวฟมีคุณสมบัติสามารถแทรกผ่านได้ดี ทำให้เกิดการกระจายความร้อนภายในเรซินอะคริลิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังลดการตกค้างของมอนอเมอร์ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟมีกำลังดัดขวางสูง (Agarwal et al., 2008)

การที่ผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างไปจากการศึกษาที่ผ่านมาอาจมีสาเหตุมาจาก ในขั้นตอนการบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ ชิ้นทดสอบไม่ได้ถูกบรรจุในภาชนะหล่อพลาสติก ทำให้ชิ้นทดสอบได้รับพลังงานคลื่นไมโครเวฟโดยตรง ถึงแม้ว่าจะได้ทำการศึกษานำร่องเพื่อทำการลดกำลังวัตต์และเพิ่มเวลาในการบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟแล้วก็ตาม พลังงานคลื่นไมโครเวฟที่ชิ้นทดสอบได้รับโดยตรงอาจส่งผลให้โมเลกุลของมอนอเมอร์เกิดการสั่นสะเทือนและเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงเกินจุดเดือดของมอนอเมอร์ ทำให้มอนอเมอร์ระเหยไปก่อนที่ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จะเสร็จสมบูรณ์ ทำให้เกิดรูพรุนภายในเนื้อเรซินอะคริลิก และทำให้กำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกลดลง (วรพงษ์ ปัญญายงค์ และคณะ, 2541) นอกจากนี้การที่ชิ้นทดสอบไม่ได้ถูกบรรจุในภาชนะหล่อพลาสติก ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ภายใต้สภาวะความดันที่ไม่เพียงพอทำให้เกิดรูพรุนที่มีรูปร่างไม่คงที่กระจายไปทั่วในชิ้นทดสอบ รูพรุนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดความเครียดภายในเรซินอะคริลิก และทำให้เกิดรอยร้าวขนาดเล็กเมื่อเรซินอะคริลิกได้รับแรง ส่งผลให้กำลังดัดขวางลดลง (Power and Sakaguchi, 2006) รูพรุนที่เกิดขึ้นยังอาจส่งผลต่อกำลังดัดขวางภายหลังการซ่อมฐานฟันเทียมอีกด้วย เนื่องจากอาจเกิดรูพรุนที่บริเวณรอยต่อของฐานฟันเทียมเดิมกับเรซินอะคริลิกที่นำมาใช้ในการซ่อม ทำให้การยึดติดระหว่างฐานฟันเทียมเดิมกับเรซินอะคริลิกที่นำมาใช้ในการซ่อมมีประสิทธิภาพลดลง

สรุปผลการวิจัย

1) กำลังดัดขวางของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมีค่ามากกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม ตามลำดับ

2) การซ่อมฐานฟันเทียมที่ผลิตจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ด้วยเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มด้วยความร้อนมีกำลังดัดขวางมากกว่าการซ่อมด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟในการบ่ม ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่พยายามลดขั้นตอนและร่นระยะเวลาในการผลิตและซ่อมฟันเทียมฐานเรซินอะคริลิก ถึงแม้ว่ากำลังดัดขวางของการบ่มเรซินอะคริลิกทั้ง 2 ชนิด ด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟจะอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจเทียบเท่ากับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนและเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองเนื่องจากขั้นตอนในการผลิตที่อาจทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเรซินอะคริลิก และเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ภายใต้สภาวะความดันที่ไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม พบว่าเรซินอะคริลิกทั้ง 2 ชนิด สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟได้ อีกทั้งยังสามารถยึดติดกับเรซินอะคริลิกที่นำมาซ่อมได้แม้ว่าจะไม่ได้ถูกบรรจุอยู่ภายในภาชนะหล่อพลาสติก ดังนั้นจึงควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องส่วนประกอบของเรซินอะคริลิกเพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับบ่มด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟโดยตรง และศึกษาผลของการเพิ่มสภาวะความดันในการบ่มเรซินอะคริลิกด้วยพลังงานคลื่นไมโครเวฟโดยตรงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Agarwal, M., Nayak, A., & Hallikerimath, R. B. (2008). A study to evaluate the transverse strength of repaired acrylic denture resins with conventional heat-cured, autopolymerizing and microwave-cure resins: An in vitro study. **The Journal of Indian Prosthodontic Society,** 8(1), 36-41.

De Clerck, J. P. (1987). Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. **J Prosthet Dent**, 57(5), 650-658.

Gurbuz, O., Unalan, F., & Dikbas, I. (2010). Comparison of the transverse strength of six acrylic denture resins. **OHDMBSC**, 9(1), 21-24.

Lenth RV. Java Applets for Power and Sample Size (Computer software). Retrieve Aug 5, 2008, from http://www.stat.uiowa.edu/~rlenth/Power 2006.

Levin, B., Sanders, J. L., & Reitz, P. V. (1989). The use of microwave energy for processing acrylic resins. **J Prosthet Dent,** 61(3), 381-383.

Pavan, S., Arioli Filho, J. N., Dos Santos, P. H., & Mollo Fde, A., Jr. (2005). Effect of microwave treatments on dimensional accuracy of maxillary acrylic resin denture base. **Braz Dent J,** 16(2), 119-123.

Power, J. M., & Sakaguchi, R. L. (2006). **CRAIG'S Restorative Dental Materials** (12 ed.). St. Louis, Missouri: MOSBY ELSEVIER.

Rached, R. N., Powers, J. M., & Del Bel Cury, A. A. (2004). Repair strength of autopolymerizing, microwave, and conventional heat-polymerized acrylic resins. **J Prosthet Dent,** 92(1), 79-82.

Sanders, J. L., Levin, B., & Reitz, P. V. (1987). Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. **Quintessence Int,** 18(7), 453-456.

วรพงษ์ ปัญญายงค์, ไพฑูรย์ ดาวสดใส, & จรรยา ชื่นอารมณ์. (2541). การเปรียบเทียบแรงดัดขวางของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน 6 ยี่ห้อ ระหว่างการบ่มโดยการต้มระยะสั้นและการบ่มโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ. **ว. ทันต.**, 48(4), 230-235.