

เสถียรภาพเชิงมิติของเรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยไมโครเวฟเมื่อลงแบบหล่อด้วยซิลิโคนและพลาสติกอร์น

Dimensional Stability of Microwave Cured Acrylic Resin

Processing in Silicone and Plaster Mould

สุชาดา จิตรสิงห์ (Suchada Chitsing)* ไชยวุฒิ พุกขงามพันธ์ (Chaivut Prunkngarnpun)**

วิลาวลัย วีระอาชากุล (Wilawan Weraarchakul)***

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิก 4 กลุ่ม ได้แก่ 1. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ 2. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ 3. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกอร์นและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ และ 4. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกอร์นและนำไปบ่มด้วยการต้ม โดยใช้ชิ้นทดสอบสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลุ่มละ 14 ชิ้น จากนั้นวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติในรูปเวกเตอร์ระยะทาง และใช้สถิติ One-way ANOVA, Bonferroni ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกจากน้อยไปมาก ได้แก่ กลุ่มที่ 2, 1, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยเมื่อลงแบบหล่อซิลิโคนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติที่น้อยกว่าการลงแบบหล่อด้วยพลาสติกอร์น และพบว่าเมื่อใช้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมาลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 2) มีการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติที่น้อยกว่าทุกวิธี อย่างมีนัยสำคัญ $P\text{-value} < 0.05$

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the dimensional change of acrylic resin processing by 4 different methods: 1. Microwave cured acrylic resin in silicone mould using microwave energy, 2. Heat cured acrylic resin in silicone mould using microwave energy, 3. Microwave cured acrylic resin in plaster mould using microwave energy, and 4. Heat cured acrylic resin in plaster mould using water bath. 14 specimens per group were fabricated. Measure the distance between 4 points using Stereo-microscope (Nikon: Measurescope 20, Japan) and calculate the distance vector. The data were analysed with One-way ANOVA, Bonferroni test. The results showed that the mean dimensional change of acrylic resin in group 2 was lower than group 1, 3 and 4 respectively. Dimensional change of silicone mould group was less than plaster mould group. Heat cured acrylic resin in silicone mould using microwave energy (group 2) was the least dimensional change among all groups significantly $P\text{-value} < 0.05$.

คำสำคัญ: เสถียรภาพเชิงมิติ เรซินอะคริลิกที่บ่มด้วยไมโครเวฟ แบบหล่อซิลิโคน

Key Words: Dimensional stability, Microwave cured acrylic resin, Silicone mould

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมชุมชน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ในการทำพื้เทียมถอดได้ฐานอะคริลิกหลังจากการแต่งแบบขี้ผึ้งบนชิ้นหล่อหลักแล้วต้องผ่านกระบวนการลงภาชนะหล่อแบบ (Flasking) ซึ่งวิธีการดั้งเดิมคือการใช้พลาสติกหรือหินเทครึ่งล่างและครึ่งบนของภาชนะหล่อแบบ เมื่อแบบหล่อแข็งตัวจึงไล่ขี้ผึ้งด้วยน้ำร้อน ทาสารกันกลาง และอัดเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน จากนั้นนำไปบ่มในหม้อน้ำที่อุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 8 ชั่วโมง หรือบ่มแบบเร็ว ที่อุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง 30 นาที และเพิ่มเป็น 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง (John & Ronald, 2006) ซึ่งกระบวนการในห้องปฏิบัติการต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการลงภาชนะหล่อแบบ และการบ่มด้วยความร้อนโดยการต้ม

ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเกิดพอลิเมอร์ของพีนเทียมเรซินอะคริลิก ซึ่งรายงานการใช้งานครั้งแรกโดย Nishii (1968) วิธีการบ่มเรซินอะคริลิกด้วยไมโครเวฟมีข้อดีคือ ใช้ระยะเวลาในการบ่มน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการบ่มด้วยความร้อนโดยการต้ม มีคุณสมบัติทางกายภาพไม่แตกต่างจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (De Clerck, 1987; Ilbay, Guvener et al., 1994) มีขั้นตอนการทำงานที่สะอาด มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายหลังการบ่มน้อย และมีโมโนเมอร์ตกค้างที่ต่ำ (De Clerck, 1987)

ถ้ามีผู้ป่วยที่ต้องการใส่ฟันเทียมชั่วคราวเพียงน้อย
 ี่ การใช้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟก็เป็นอีก
 ทางเลือกหนึ่งแต่เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีกร
 จำหน่ายอย่างแพร่หลาย อีกทั้งต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะ
 เช่น FRP flask (GC corp., Japan) ซึ่งเป็นภาชนะหล่อ
 แบบพลาสติกเสริมเส้นใย (Fiber reinforced plastic) ที่
 สามารถนำเข้าเตาอบไมโครเวฟได้ ดังนั้นการใช้เรซิน
 อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่นำไปบ่มด้วย
 ไมโครเวฟ ร่วมกับการใช้ซิลิโคนเป็นแบบหล่อ
 (mould) น่าจะสามารถลดระยะเวลาการทำงานลงได้

โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีในคลินิกและไม่ต้องซื้ออุปกรณ์
เฉพาะที่มีราคาแพง นำไปสู่คำถามวิจัยที่ว่า

ถ้าใช้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน
ทดแทนเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟ และลง
แบบหล่อด้วยซิลิโคนทดแทนการเทภาชนะหล่อแบบ
แบบดั้งเดิมด้วยพลาสติกอร์หิน แต่นำไปบ่มด้วย
ไมโครเวฟจะมีผลต่อเสถียรภาพเชิงมิติหรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาเสถียรภาพเชิงมิติของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เมื่อลงแบบหล่อด้วยซิลิโคนและบ่มด้วยไมโครเวฟ เปรียบเทียบกับการลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกหีนและบ่มแบบดั้งเดิมด้วยไมโครเวฟและด้วยความร้อนโดยการต้ม

วิธีการวิจัย

1. การออกแบบการวิจัย (Study design)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Experimental study)

2. ลักษณะของประชากรที่ศึกษา (Study population)

ขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟ (Acron MC, GC Corporation, Japan) และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Meliodent, Heraeus Kulzer, Senden, Germany)

2.1 เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

ประกอบด้วย

- ขึ้นทดสอบได้รับการผสมตามคำแนะนำ
ของบริษัทผู้ผลิต

- ชิ้นทดสอบมีรูปร่างที่สมบูรณ์ขนาด
20±0.02 x 12±0.02 x 3±0.02 มิลลิเมตร

2.2 การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation) (วารินทร์, 2555)

$$n = \frac{\left(\frac{z_{\alpha}}{2} + z_{\beta}\right)^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{e^2}$$

- เมื่อ n คือ จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่ม
- Z_α คือ ค่ามาตรฐานจากตาราง Z สำหรับค่า α ที่กำหนด
- Z_β คือ ค่ามาตรฐานจากตาราง Z สำหรับค่า β ที่กำหนด
- σ_1 คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในประชากรกลุ่มที่ 1
- σ_2 คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในประชากรกลุ่มที่ 2
- e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของผลต่างค่าเฉลี่ย

โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 อำนาจการทดสอบร้อยละ 80 และใช้ค่าสถิติที่ได้จากการศึกษานำร่อง โดยใช้ขั้นตอนทดสอบกลุ่มละ 6 ชั้น จำนวน 3 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 18 ชั้น

$$\text{จะได้ } \alpha = 0.05, \frac{Z_\alpha}{2} = Z_{0.025} = 1.96$$

$$\beta = 0.20, Z_\beta = Z_{0.2} = 0.84$$

$$\sigma_1 = 0.113, \sigma_2 = 0.044$$

$$e = 0.093$$

$$\text{ดังนั้น } n = \frac{(1.96 + 0.84)^2 (0.113^2 + 0.044^2)}{0.093^2} = 13.33$$

ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ตัวอย่างกลุ่มละ 14 ชั้น จำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 56 ชั้น

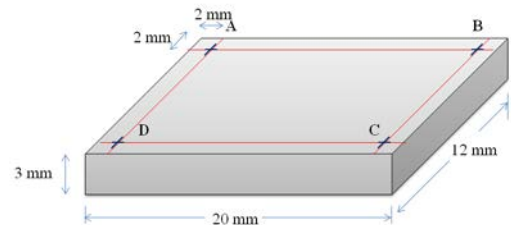
3. ตัวแปรและการวัด (Variables and measurements)

ตัวแปรต้น คือ วิธีการลงภาชนะหล่อแบบ ได้แก่ การใช้แบบหล่อซิลิโคน และการใช้แบบหล่อพลาสติกเรซิน โดยใช้ชนิดของเรซินอะคริลิก ได้แก่ เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟ

ตัวแปรตาม คือ การเปลี่ยนแปลงเชิงมิติ ในรูปของเวกเตอร์ตัวเลข (Numeric vector)

4. การเตรียมชิ้นทดสอบ

4.1 เตรียมแม่แบบพลาสติกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20 x 12 x 3 มิลลิเมตร โดยทำร่องห่างจากขอบ 2 มิลลิเมตรเพื่อให้เกิดจุดตัดเป็นเครื่องหมายกากบาท + ทั้ง 4 มุม กำหนดจุด A, B, C และ D ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขนาดของแม่แบบพลาสติกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ใช้แม่แบบพลาสติกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้เป็นแม่แบบในการลงแบบหล่อ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วัสดุและกระบวนการทดสอบ

กลุ่มที่	ชื่อ	ชนิดของแบบหล่อ (mould)	การบ่ม	Curing cycle
1	Acron MC	Silicone	Microwave	300 วัตต์ 4 นาที
2	Meliodent Heat Cured	Silicone	Microwave	450 วัตต์ 3 นาที
3	Acron MC	Gypsum in FRP flask	Microwave	450 วัตต์ 3 นาที
4	Meliodent Heat Cured	Gypsum in brass flask	Hot water bath	74°C 1 ชั่วโมง 100°C 1 ชั่วโมง

4.2 การเตรียมแบบหล่อซิลิโคน (Silicone mould)

กลุ่มที่ 1 และ 2 นำแม่แบบพลาสติกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางลงบนพื้นเรียบโดยหันด้านมีร่องขึ้นข้างบน ปิดด้วยเทปสองหน้าแบบบางเพื่อให้แม่แบบไม่เคลื่อนที่ ผสมซิลิโคนชนิดพุดดี (Provil novo putty, Heraeus Kulzer, Germany) ตามอัตราส่วนที่ผู้ผลิตกำหนด นำใส่ในฝาพลาสติก กดให้ปกคลุมและ

ลอกเลียนรายละเอียดของแม่แบบพลาสติก จากนั้นดึงแม่แบบพลาสติกออกมา จะได้แบบหล่อซิลิโคนเพื่อรออัดอะคริลิกต่อไป

4.3 การเตรียมแบบหล่อยิปซัม (Gypsum mould)

กลุ่มที่ 3 และ 4 นำแม่แบบพลาสติกกรุปลีเหล็ยผืนผ้าวางลงบนพื้นเรียบ โดยหันด้านมีร่องขึ้นข้างบน ปิดด้วยขี้ผึ้งสีชมพูเพื่อให้มีช่องว่างสำหรับดึงแม่แบบออกได้ จากนั้นทาสารคั่นกลางโดยรอบ ผสมพลาสติกเตอร์หิน (Dental stone type IV, Vel-Mix, Kerr, Italy) ส่วนผง 100 กรัม/น้ำ 23 มิลลิลิตรและเทหุ้มแม่แบบพลาสติกให้หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร เมื่อพลาสติกเตอร์หินแข็งตัวจึงแกะแม่แบบพลาสติกออกมาและกรอแต่งแบบหล่อให้มีขอบพลาสติกเตอร์หิน 3 มิลลิเมตรโดยรอบ จากนั้นเติมน้ำขี้ผึ้งสีชมพูลงในแบบหล่อและนำไปลงในภาชนะหล่อแบบส่วนล่างด้วยปูนปลาสเตอร์ (Plaster of Paris) ตามวิธีดั้งเดิม เมื่อปูนแข็งจึงทาสารคั่นกลางและเทภาชนะหล่อแบบส่วนบนด้วยปูนปลาสเตอร์

4.4 จำลองการไล่ขี้ผึ้งโดยนำแบบหล่อผ่านน้ำร้อนและทำความสะอาดด้วยน้ำสบู่

4.5 วัสดุที่ใช้และการผสม

เรซินอะคริลิกที่ใช้ในการศึกษานี้มี 2 ชนิด โดยอัตราส่วนผสม และขั้นตอนให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตดังนี้

4.5.1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟ (Acron MC, GC Dental Products Corp, Japan)

การผสม: ผสมส่วนผง 100 กรัม/ส่วนเหลว 43 มิลลิลิตร โดยตวงส่วนเหลวใส่ในถ้วยผสมก่อน จากนั้นใส่ส่วนผงลงบนส่วนเหลว และเคาะ (Tap) ถ้วยผสมจนกระทั่งส่วนเหลวหายไป หลีกเลียงการคนส่วนผสมด้วยไม้พายเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ ปิดฝาถ้วยผสม 15-20 นาที ที่ 23 องศาเซลเซียส จนเข้าสู่ระยะโด (Dough stage)

การอัดอะคริลิก:

กลุ่มที่ 1 ใส่เรซินอะคริลิกระยะโดลงในแบบหล่อซิลิโคน ปิดด้วยแผ่นพอลิเอทิลีนและแผ่นกระจก

จากนั้นวางทับด้วยค้อนน้ำหนัก 3 กิโลกรัม นาน 1 นาที ตัดแต่งเรซินอะคริลิกส่วนเกิน และทำสลับกัน 2 ครั้ง จนกว่าไม่มีเรซินอะคริลิกส่วนเกิน จึงนำไปบ่มด้วยเตาอบไมโครเวฟ ที่ 300 วัตต์ นาน 4 นาที และรอให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง จึงแกะชิ้นทดสอบออก

กลุ่มที่ 3 ใส่เรซินอะคริลิกระยะโดลงในภาชนะหล่อแบบพลาสติกเสริมเส้นใย ประกบอัดภาชนะหล่อแบบขึ้นต้น (Trial closure) 2 ครั้ง ตัดแต่งจนกระทั่งไม่มีเรซินอะคริลิกส่วนเกิน ไขนื้อดตามคำแนะนำของผู้ผลิต แล้วนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ 450 วัตต์ 3 นาที จากนั้นรอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที จึงนำเรซินอะคริลิกออกจากภาชนะหล่อแบบพลาสติกเสริมเส้นใย

4.5.2 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Meliodent Heat Cure, Bayer Dental, Germany)

การผสม: ผสมส่วนผง 23 กรัม/ส่วนเหลว 10 มิลลิลิตร ร่อนเข้าระยะโดประมาณ 12-16 นาที ที่ 23 องศาเซลเซียส

การอัดอะคริลิก:

กลุ่มที่ 2 ทำเช่นเดียวกับ กลุ่มที่ 1 และนำไปบ่มด้วยเตาอบไมโครเวฟ 450 วัตต์ 3 นาที และรอให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

กลุ่มที่ 4 ใส่เรซินอะคริลิกระยะโดลงในภาชนะหล่อแบบทองเหลือง ประกบอัดภาชนะหล่อแบบขึ้นต้น (Trial closure) 2 ครั้ง ตัดแต่งจนกระทั่งไม่มีเรซิน

อะคริลิกส่วนเกิน อัดทิ้งไว้ 60 นาที แล้วนำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นต้มต่อในน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วรอให้เย็นที่อุณหภูมิห้องจึงนำ

เรซินอะคริลิกออกจากภาชนะหล่อแบบทองเหลือง

4.6 ขั้นตอนการจัดแต่งและเก็บชิ้นทดสอบ

ทำการกรอแต่งเรซินอะคริลิกส่วนเกินออกด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ และขัดกระดาษทรายน้ำเบอร์ 500

กริทธิโดยใช้เครื่องวัดขึ้นทดสอบ (Ecomet® 3, Buehler Ltd, USA) และแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

5. การวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติ

วัดระยะระหว่างจุด AB, BD, DC และ CA โดยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo-microscope, Nikon รุ่น Measurescope 20, Japan) ซึ่งมีความละเอียด 0.001 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาคำนวณค่าเวกเตอร์ตัวเลข (Numeric vectors) จากสูตร

$$\|\vec{V}\| = \sqrt{AB^2 + BD^2 + DC^2 + CA^2}$$

เมื่อ $\|\vec{V}\|$ คือ Distance vector ของขึ้นทดสอบ

AB คือ ระยะระหว่างจุด A และ B

BD คือ ระยะระหว่างจุด B และ D

DC คือ ระยะระหว่างจุด D และ C

CA คือ ระยะระหว่างจุด C และ A

โดย $\vec{V}_1$ วัดจากแม่แบบพลาสติกกรุสลิ่เหลี่ยมผืนผ้า

$\vec{V}_2$ วัดหลังจากขัดแต่งขึ้นทดสอบเรซิน

อะคริลิก 24 ชั่วโมง

ซึ่งค่า $\|\vec{V}_1 - \vec{V}_2\|$ คือ การเปลี่ยนแปลงเชิงมิติที่เกิดขึ้น

ผลการวิจัย

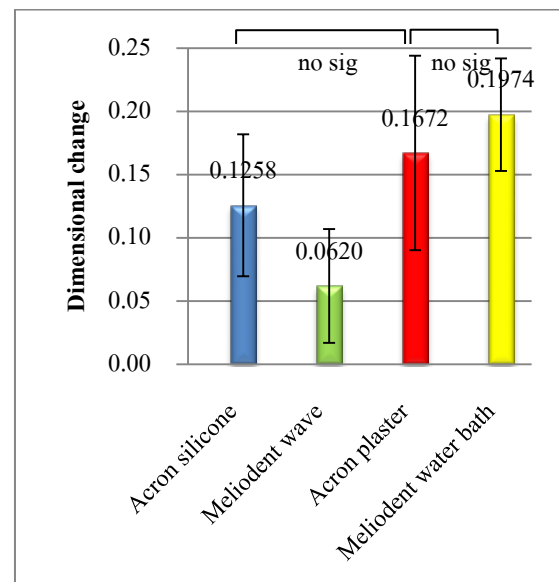
ผลการทดลองเปรียบเทียบเสถียรภาพเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่ เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกหีนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ และเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกหีนและนำไปบ่มด้วยการต้ม โดยใช้ขึ้นทดสอบกลุ่มละ 14 ชิ้น แสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 2

พบว่าค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกหีนและนำไปบ่มด้วยการต้ม (กลุ่ม ที่ 4)

มีค่ามากที่สุด (0.1974 95% CI = 0.1717-0.2231) ส่วนเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 2) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยที่สุด (0.0620 95% CI=0.0360-0.0879)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม

Group	N (ชิ้น)	Mean	SD	95% Confidence Interval for Mean	
				Lower Bound	Upper Bound
1.Acron silicone	14	0.1258	0.0561	0.0933	0.1582
2.Meliudent wave	14	0.0620	0.0450	0.0360	0.0879
3.Acron plaster	14	0.1672	0.0768	0.1228	0.2115
4.Meliudent water bath	14	0.1974	0.0445	0.1717	0.2231
Total	56	0.1381	0.0756	0.1178	0.1583



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม

I เส้นแนวตั้ง หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกด้วยการวิเคราะห์

ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P\text{-value} < 0.001$) และจากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison) ด้วย Bonferroni test ตารางที่ 3 พบว่า

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison) ด้วย Bonferroni test แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และช่วงเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม

(I) กลุ่ม	(J) กลุ่ม	Mean Difference (mm) (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
AS	MW	0.0638*	0.0216	0.028	0.0045	0.1230
	AP	-0.0414	0.0216	0.365	-0.1006	0.0179
	MWB	-0.0717*	0.0216	0.010	-0.1309	-0.0124
MW	AS	-0.0638*	0.0216	0.028	-0.1230	-0.0045
	AP	-0.1052*	0.0216	0.000	-0.1644	-0.0459
	MWB	-0.1355*	0.0216	0.000	-0.1947	-0.0762
AP	AS	0.0414	0.0216	0.365	-0.0179	0.1006
	MW	0.1052*	0.0216	0.000	0.0459	0.1644
	MWB	-0.0303	0.0216	1.000	-0.0895	0.0290
MWB	AS	0.0717*	0.0216	0.010	0.0124	0.1309
	MW	0.1355*	0.0216	0.000	0.0762	0.1947
	AP	0.0303	0.0216	1.000	-0.0290	0.0895

* The mean difference is significant at the .05 level.

AS หมายถึง Acron silicone กลุ่มที่ 1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ

MW หมายถึง Meliodent wave กลุ่มที่ 2 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ

AP หมายถึง Acron plaster กลุ่มที่ 3 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยการต้ม

MWB หมายถึง Meliodent water bath กลุ่มที่ 4 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยการต้ม

1. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 1) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติมากกว่าเรซินอะคริลิก

ชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 2) 0.0638 (95% CI = 0.0045-0.1230) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P\text{-value} = 0.028$

2. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 1) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 3) 0.0414 (95% CI = -0.1006-0.0179) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $P\text{-value} = 0.365$

3. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 1) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยการต้ม (กลุ่มที่ 4) 0.0717 (95% CI = -0.1309--0.0124) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P\text{-value} = 0.010$

4. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 2) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 3) 0.1052 (95% CI = -0.1644--0.0459) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P\text{-value} < 0.001$

5. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 2) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยการต้ม (กลุ่มที่ 4) 0.1355 (95% CI = -0.1947--0.0762) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P\text{-value} < 0.001$

6. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 1) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยกว่าเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิห้องและนำไปบ่มด้วยการต้ม (กลุ่มที่ 4) 0.1355 (95% CI = -0.1947--0.0762) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P\text{-value} < 0.001$

ภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกเรซินและนำไปบ่มด้วยการต้ม (กลุ่มที่ 4) 0.0303 (95% CI = -0.0895-0.0290) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ P-value = 1.000

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison) ด้วย Bonferroni test แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม จะเห็นได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของกลุ่มที่ 3 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกเรซินและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ และกลุ่มที่ 4 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกเรซินและนำไปบ่มด้วยการต้ม ซึ่งเป็นวิธีการแบบดั้งเดิมของการบ่มด้วยไมโครเวฟและความร้อนตามลำดับ (Conventional method) มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ P-value = 1.000 แสดงว่าการใช้วิธีการแบบดั้งเดิมทั้ง 2 วิธี มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของชิ้นทดสอบไม่แตกต่างกัน

2. ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของกลุ่มที่ 1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ และกลุ่มที่ 3 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกเรซินและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (Conventional microwave cured method) มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ P-value = 0.365 แสดงว่าเมื่อใช้วัสดุเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟแต่ใช้แบบหล่อเป็นซิลิโคน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของชิ้นทดสอบไม่แตกต่างกันกับวิธีการแบบดั้งเดิมคือการใช้แบบหล่อพลาสติกเรซิน ซึ่งวิธีการใหม่นี้จะใช้ทดแทนวิธีการแบบดั้งเดิมได้

3. เมื่อพิจารณาในเรื่องวิธีการลงแบบหล่อด้วยซิลิโคน และพลาสติกเรซินพบว่าวิธีการลงแบบหล่อด้วยซิลิโคนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติที่น้อยกว่าการลงแบบหล่อด้วยพลาสติกเรซิน

3.1 ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของกลุ่มที่ 1 น้อยกว่า กลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P-value = 0.010

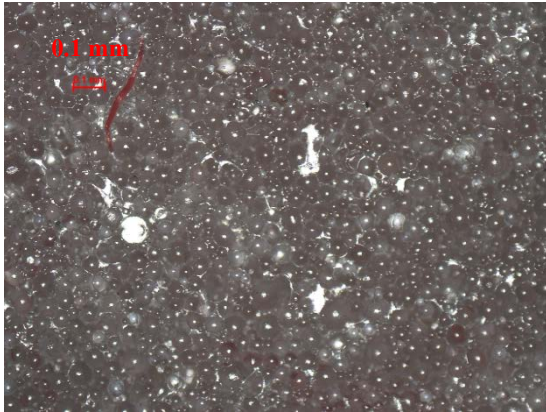
3.2 ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของกลุ่มที่ 2 น้อยกว่า กลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P-value < 0.001

3.3 ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของกลุ่มที่ 2 น้อยกว่า กลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P-value < 0.001

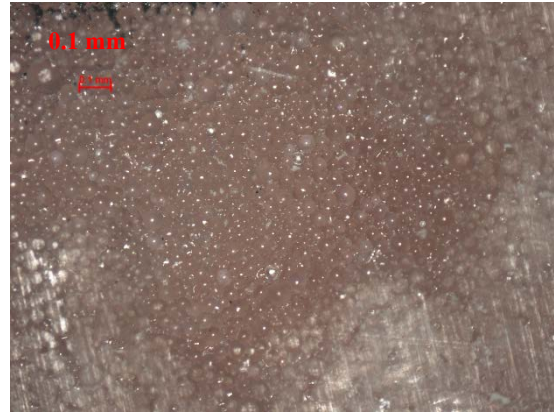
อาจเนื่องมาจาก คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำแบบหล่อ คือ ซิลิโคนสามารถลอกเลียนรายละเอียดของแม่แบบพลาสติกได้ดีกว่าพลาสติกเรซิน อีกทั้งคงรูปร่างได้ดีตลอดกระบวนการอัด เช่น การไล่ฟุ้งด้วยน้ำร้อนและทำความสะอาดด้วยน้ำสบู่ ซึ่งกระบวนการนี้พื้นผิวของพลาสติกเรซินจะมีการละลายออกมาเพราะน้ำที่ใช้เป็นน้ำสะอาด ไม่ใช่ น้ำที่อืดตัวไปด้วยแคลเซียมซัลเฟต (Slurry water) ซึ่ง Anusavice (2003) กล่าวว่าเมื่อแช่แบบหล่อพลาสติกเรซินลงในน้ำสะอาดพบว่ามิติเชิงเส้น (Linear dimension) มีค่าลดลง 0.1% ทุกๆ 20 นาที

ANSI/ADA Specification No. 19 Dental elastomeric impression materials: 2004 กำหนดว่าการเปลี่ยนแปลงมิติเชิงเส้น (Linear dimensional change) ของชิ้นทดสอบอีลาสโตเมอร์ในสภาวะไม่มีความเค้น ใน 24 ชั่วโมง ไม่ควรเกิน 0.5% สำหรับอีลาสโตเมอร์ ชนิดที่ I และ III และ 1% สำหรับอีลาสโตเมอร์ชนิดที่ II หรือ อาจเกิดจากการดูดซับมอนอเมอร์เข้าไปในช่องว่างของแบบหล่อพลาสติกเรซิน ทำให้อัตราส่วนผสมของเรซินอะคริลิกไม่คงที่เมื่อเปรียบเทียบกับแบบหล่อซิลิโคน ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติที่แตกต่างกัน

4. ในกลุ่มที่ 1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟ และกลุ่มที่ 2 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ แม้ว่าจะมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยกว่าวิธีการแบบดั้งเดิม แต่พบรบกวนภายในเนื้อเรซินอะคริลิกกระจายอยู่ทั่วไป ดังรูปที่ 3 ก ข



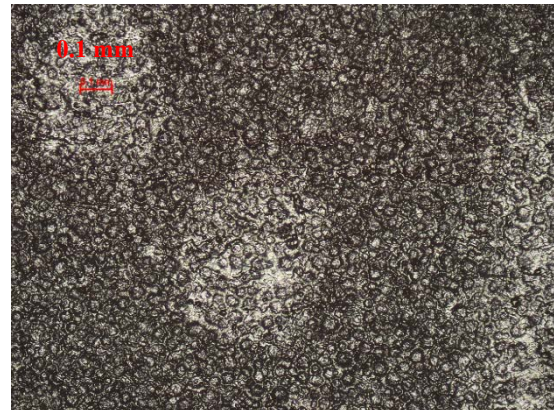
ก กลุ่มที่ 1



ข กลุ่มที่ 2



ค กลุ่มที่ 3



ง กลุ่มที่ 4

รูปที่ 3 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ (Nikon รุ่น Eclipse LV100 POL) กำลังขยาย 50 เท่า

เมื่อมองด้วยตาเปล่าเนื้อเรซินอะคริลิกมีลักษณะขุ่นกว่าวิธีการแบบดั้งเดิมเนื่องจากชั้นทดสอบไม่ได้อยู่ในสถานะหล่อแบบจึงได้รับคลื่นไมโครเวฟโดยตรง ทำให้โมเลกุลของมอนอเมอร์เกิดการสั่นสะเทือนและเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มอนอเมอร์ระเหยไปก่อนที่จะปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จะเสร็จสมบูรณ์ ทำให้เกิดรูพรุนภายในเนื้อเรซินอะคริลิก (De Clerck, 1987, Yannikakis et al., 2002) ซึ่งมีการศึกษาพบว่า การเกิดรูพรุนทำให้ความแข็งแรง เช่น กำลังคดขวางของเรซินอะคริลิกลดลง (วรพงษ์และคณะ, 2541)

มีการศึกษารูพรุนของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนแต่นำมาบ่มด้วยไมโครเวฟของชั้นทดสอบที่มีความหนาต่างๆ พบว่าถ้าชั้นทดสอบบางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 มิลลิเมตร จะมีรูพรุนที่น้อยและสามารถทำให้

เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ที่ดีได้ (Yannikakis et al., 2002) ดังนั้น เพื่อป้องกันการเกิดรูพรุน ฐานพื้นเทียมเรซินอะคริลิกควรหนาเท่าๆกันและไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบเสถียรภาพเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ

กลุ่มที่ 2 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ

กลุ่มที่ 3 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยไมโครเวฟที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกหีนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟซึ่งเป็นวิธีการแบบดั้งเดิมของการบ่ม

ด้วยไมโครเวฟ (Conventional microwave cured method)

กลุ่มที่ 4 เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ลงภาชนะหล่อแบบด้วยพลาสติกหุ้มและนำไปบ่มด้วยการต้มซึ่งเป็นวิธีการแบบดั้งเดิมของการบ่มด้วยความร้อน (Conventional heat cured method) พบว่าค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกจากน้อยไปมาก ได้แก่ กลุ่มที่ 2, 1, 3 และ 4 ตามลำดับ

โดยเมื่อลงแบบหล่อซิลิโคนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติที่น้อยกว่าการลงแบบหล่อด้วยพลาสติกหุ้ม และพบว่าเมื่อใช้เรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมาลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ (กลุ่มที่ 2) มีการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติที่น้อยกว่าทุกวิธี อย่างมีนัยสำคัญ $P\text{-value} < 0.05$

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ ได้ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงมิติเชิงเส้นของชิ้นทดสอบเรซินอะคริลิกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 มิติ โดยใช้การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของระยะระหว่างจุดอ้างอิงในรูปของ Distance vector $\|V\|$ ซึ่งค่าสัมบูรณ์ที่ได้บ่งบอกว่ามีขนาดการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อย แต่ไม่ได้ระบุว่าในทิศทางใด เมื่อคำนวณเป็นร้อยละพบว่า กลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงมิติเชิงเส้นเท่ากับ 0.37 0.18 0.50 และ 0.59 ตามลำดับ มีหลายการศึกษา Dixon et al. (1992), Huggett et al., (1992) พบว่าการเปลี่ยนแปลงมิติเชิงเส้นของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนอยู่ในช่วงร้อยละ 0.26 -1.20 ซึ่งในทางคลินิกไม่มีผลต่อความแนบสนิทของฟันเทียม ดังนั้นวิธีการนำเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนมาลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ น่าจะเป็นวิธีการทางเลือกที่สามารถลดระยะเวลาในการทำฟันเทียม โดยใช้วัสดุที่มีในคลินิก หาได้ในประเทศไทย และไม่ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะที่มีราคาแพง

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้พบรูพรุนในอะคริลิกทั้ง 2 ชนิดเมื่อลงแบบหล่อซิลิโคนและนำไปบ่มด้วยไมโครเวฟ แม้ว่า

การเปลี่ยนแปลงเชิงมิติจะน้อยกว่าวิธีการแบบดั้งเดิม แต่คุณสมบัติด้านอื่นๆ เช่น การเกิดรูพรุน ความแข็งแรง กำลังคัดขวาง ควรได้รับการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- วรพงษ์ ปัญญาสงค์, ไพฑูรย์ ดาวสคติ, จรรยา ชื่นอารมณ์. 2541. การเปรียบเทียบแรงคัดขวางของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน 6 ยี่ห้อ ระหว่างการบ่มโดยการต้มระยะสั้นและการบ่มโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ. ว ทนต. 48(4):230-235.
- วารกรณ์ สุขสุขะโน. 2555. การกำหนดขนาดตัวอย่าง. ค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2556, จาก <http://teacher.aru.ac.th/waraporn/images/stories/pdf/sample-size.pdf>.
- Anusavice KJ. 2003. Phillip's Science of Dental Materials Chapter 10 Gypsum products. 11th ed. USA: Saunders.
- De Clerck JP. 1987. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. J Prosthet Dent. May;57(5):650-658.
- Dixon DL, Breeding LC, et al., 1992. Linear dimensional variability of three denture base resins after processing and in water storage. J Prosthet Dent. 68(1): 196-200.
- Huggett R, Zissis A, et al. 1992. Dimensional accuracy and stability of acrylic resin denture bases. J Prosthet Dent. 68(4): 634-640.
- Ilbay SG, Guvener S, Alkumru HN. 1994. Processing dentures using a microwave technique. J Oral Rehabil. Jan;21(1):103-109.
- John MP, Ronald LS. 2006. Craig's Restorative Dental Materials. 12 ed. Missouri, USA: Mosby.
- Nishii M. 1968. Curing of denture base resins with microwave irradiation: with particular reference to heat-curing resins. J Osaka Dent Univ. 2(1):23-40.

Yannikakis S, Zissis A, Polyzois G, Andreopoulos A.

2002. Evaluation of porosity in microwave-processed acrylic resin using a photographic method. J Prosthet Dent. Jun;87(6):613-619.