

ผลของการแช่น้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อเสถียรภาพเชิงมิติ และค่าแรงดัดขวางของฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน

จรัญญ์ ศรีหัตถกจาต*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของการแช่น้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกันที่มีต่อเสถียรภาพเชิงมิติ และค่าแรงดัดขวางของฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: เตรียมชิ้นงานทั้งหมด 45 ชิ้นให้มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10 x 65 x 3.5 มิลลิเมตร โดยแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 15 ชิ้น แช่น้ำที่อุณหภูมิตั้งแต่เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 37 และ 57 องศาเซลเซียส ตามลำดับ วัดค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติในรูปเวกเตอร์ระยะทางของอะคริลิกทั้งก่อนและหลังแช่น้ำ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope) จากนั้นจึงนำชิ้นอะคริลิกทุกชิ้นมาทดสอบค่าแรงดัดขวางด้วยเครื่องทดสอบสากลและใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง: ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของอะคริลิกทั้งสามกลุ่มคือ 0.122 ± 0.018 , 0.087 ± 0.022 และ 0.062 ± 0.016 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่า แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงดัดขวางของทั้งสามกลุ่มคือ 140.545 ± 12.273 , 147.543 ± 16.626 และ 152.100 ± 12.936 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่า ไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผล: การแช่เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิตั้งเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 37 และ 57 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแง่ของเสถียรภาพเชิงมิติ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแง่ของค่าแรงดัดขวาง

คำสำคัญ: เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน แรงดัดขวาง เสถียรภาพเชิงมิติ อุณหภูมิ

*อาจารย์ มหาวิทยาลัยรังสิต คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 52/347 ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

Effect of Water Immersion at Different Temperature on Dimensional Stability and Flexural Strength of Heat-cured Acrylic Resin

Jirat Srihatajati*

Abstract

Objective: The effect of water immersion at different temperature on dimensional stability and flexural strength of heat-cured acrylic resin denture base.

Material and methods: Total number of 45 specimens were prepared in rectangular shape of size 10 x 65 x 3.5 millimeters. All specimens were divided equally into 3 groups, with a number of 15 specimens in a group. Each group of heat-cured acrylic resin specimens were immersed in water at constant temperature for 30 days at temperature 5, 37 and 57°C respectively. We measured dimensional change in vector of before and after water immersion with stereomicroscope. All specimens were then investigated for flexural strength with universal testing machine. The statistical analysis used for this study with one-way ANOVA at 95 % confidence level.

Results: The mean value and standard deviation of dimensional change of all groups were 0.122 ± 0.018 , 0.087 ± 0.022 and 0.062 ± 0.016 mm respectively. After statistical analysis, each group was found to have statistically significant difference. The mean value and standard deviation of flexural strength of all groups were 140.545 ± 12.273 , 147.543 ± 16.626 and 152.100 ± 12.936 N respectively. After statistical analysis, each group was found not to have statistically significant difference.

Conclusion: The water immersion of heat-cured acrylic resin at constant temperature for 30 days which were 5, 37 and 57°C was found to have a statistically significant difference in dimensional stability but not in flexural strength.

Keyword: Heat-cured acrylic resin, Flexural strength, Dimensional stability, Temperature

*Lecturer, Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, 52/347 Muang-Ake, Phaholoyothin Rd., Lak-Hok, Muang, Pathumthani 12000 Thailand

บทนำ

เสถียรภาพเชิงมิติของฟันเทียมฐานอะคริลิก มีผลต่อความสามารถในการยึดอยู่ (retention) เสถียรภาพ (stability) และความแนบสนิท (adaptability) ของฟันเทียมกับเนื้อเยื่อในช่องปาก ถ้าฟันเทียมมีการหดหรือขยายตัวอาจส่งผลทำให้ฟันเทียมนั้นหลวมหรือไม่สามารถใส่ในช่องปากได้ [1,2] ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อเสถียรภาพเชิงมิติของฐานฟันเทียมอะคริลิก ได้แก่ กระบวนการผลิตทั้งจากอุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม วิธีการขึ้นแบบ การหดตัวจากการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization shrinkage) การหดตัวจากอุณหภูมิ (thermal shrinkage) [3,4] สภาวะการเก็บฟันเทียม การหดตัวเนื่องจากสภาวะแห้ง (dry shrinkage) [5] การดูดน้ำ ค่าความเป็นกรดเบส (pH) [6] ปริมาณมอนอเมอร์ที่หลงเหลืออยู่ในชิ้นงานอะคริลิก [7]

โดยปกติทันตแพทย์แนะนำให้ผู้ป่วยเก็บรักษาฟันเทียมโดยการแช่น้ำ เพื่อลดโอกาสเกิดการเปลี่ยนแปลงมิติและลดการหดตัว [8] เพราะมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการเก็บฟันเทียมโดยไม่แช่น้ำ ก่อให้เกิดการหดตัวอย่างมากในสองสัปดาห์แรก และเกิดการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพเชิงมิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการแช่น้ำ เนื่องจากเกิดการระเหยของน้ำที่กระจายอยู่ในโครงสร้างของพอลิเมอร์ [9] มีการศึกษาวัดเสถียรภาพเชิงมิติของฟันเทียมเมื่อทำการแช่น้ำ พบว่าในหนึ่งเดือนแรกมีการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพเชิงมิติมากที่สุด และลดลงในเดือนที่ 2 และ 3 ตามลำดับ [10,11] ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพเชิงมิติของฟันเทียมถ้ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 1 จะไม่ส่งผลกระทบต่อความแนบสนิทของฟันเทียมและผู้ป่วยจะไม่มีรู้สึกถึงความหลวมของฟันเทียม [12] ถึงแม้การแช่น้ำฟันเทียมในน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงปริมาตร (volumetric deformation) ทำให้ปริมาตรของฟันเทียมเพิ่มขึ้นแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อทางคลินิก [13]

ค่าแรงดัดขวาง (flexural strength) ของเรซินอะคริลิกเป็นสมบัติทางกล (mechanical properties) ของวัสดุที่นำมาใช้เป็นฐานฟันเทียม ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อค่าแรงดัดขวาง ได้แก่ ชนิดของอะคริลิก กระบวนการ

ขึ้นรูปของอะคริลิก กระบวนการเกิดพอลิเมอร์ ปริมาณมอนอเมอร์ที่หลงเหลืออยู่ภายในโครงสร้างของพอลิเมอร์ สารเสริมความแข็งแรง วัสดุอัดแทรกต่างๆ [14,15] ในบางการศึกษาพบว่า การแช่อะคริลิกในน้ำระยะยาวส่งผลทำให้ค่าแรงดัดขวางของพอลิเมอร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการแช่น้ำในระยะยาวจะส่งผลทำให้สารประกอบภายในโครงสร้างพอลิเมอร์ เช่น มอนอเมอร์ที่ไม่ทำปฏิกิริยา (unreacted monomer) หรือสารเสริมความอ่อนนุ่ม (plasticizers) มีการแพร่ออกมาสู่น้ำจึงเกิดช่องว่างขนาดเล็ก ซึ่งช่องว่างเหล่านี้ถูกแทนที่ด้วยโมเลกุลของน้ำที่แพร่กระจายเข้าสู่โครงสร้างพอลิเมอร์ส่งผลให้ความแข็งแรงของพอลิเมอร์ลดลง เพราะค่าแรงยึดระหว่างพันธะลดลง ร่วมกับการมีการเชื่อมต่อกันของโมเลกุลพอลิเมอร์ไม่ต่อเนื่องกันส่งผลให้ค่าแรงดัดขวางลดลง [16]

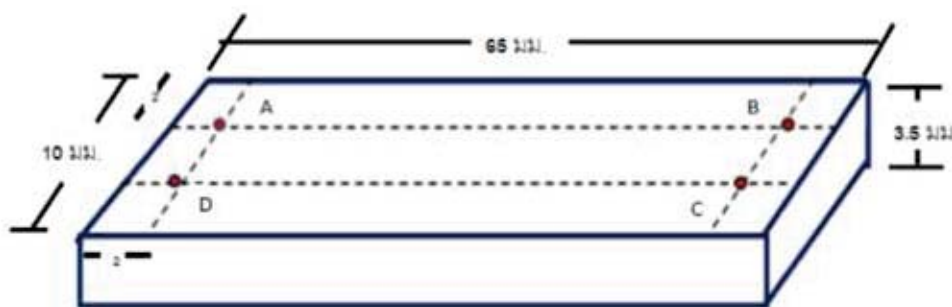
จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีงานเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ เช่น การแช่น้ำหรือไม่แช่น้ำ อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มอะคริลิก ระยะเวลาการต้ม และระยะเวลาการแช่น้ำ แต่การศึกษาที่เปรียบเทียบถึงอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการแช่น้ำฟันเทียมนั้นมีไม่มาก ในการศึกษาจำเป็นต้องจำลองสภาวะการเก็บฟันเทียมที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เช่น ในสภาพอากาศที่หนาวเย็นเป็นเวลานานในบางภูมิภาค หรือผู้ป่วยบางคนมีการเก็บฟันเทียมไว้ในรถเพื่อใช้ยามฉุกเฉิน หรือมีความเชื่อในการเก็บฟันเทียมชุดสำรองในตู้เย็นเพื่อรักษาสภาพฟันเทียม ซึ่งสถานการณ์ต่างๆ เหล่านี้ผู้ป่วยจะแช่น้ำฟันเทียมในน้ำทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของการแช่น้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกันที่มีต่อเสถียรภาพเชิงมิติ และค่าแรงดัดขวางของฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมแม่แบบสแตนเลสสตีลให้เป็นช่องขนาด 10x65x3.5 มิลลิเมตร [17] ตาม ISO 20795-1:2013 เพื่อเป็นแม่แบบ เมื่อได้ซี่ฟันตามขนาดที่ต้องการ จึงนำไปลงแบบหล่อและนำไปลงในภาชนะหล่อแบบส่วนล่างด้วยปูนปลาสเตอร์ (Plaster of Paris) ตามวิธีดั้งเดิม

เมื่อปูนก่อดัวจึงทาสารคั่นกลางและเทปูนพลาสติกเรียงในภาชนะหล่อแบบส่วนบน เมื่อปูนพลาสติกก่อดัวทำการไล่ซี้ซึ้งและทำความสะอาด ผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน (Vertex Regular, Vertex-Dental B.V., Soesterberg, Netherlands) ผสมตามอัตราส่วนที่ผู้ผลิตแนะนำคือ ส่วนผง 2.2 กรัม: ส่วนเหลว 1 มิลลิลิตร รอจนระยะโด (dough stage) ประมาณ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ใส่อะคริลิกลงในภาชนะแบบหล่อทองเหลือง และอัดทิ้งไว้ 60 นาที

และนำไปต้มเริ่มจากอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จนถึง 100 องศาเซลเซียส โดยต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที รอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จึงนำอะคริลิกออกจากภาชนะแบบหล่อทองเหลือง ทำการแต่งอะคริลิกส่วนเกินออกด้วยหัวกรอคาร์ไบด์และขัดกระดาษทรายน้ำเบอร์ 800 และ 1000 ตามลำดับ จากนั้นกำหนดจุดทั้งหมด 4 จุด โดยให้แต่ละจุด ห่างจากขอบของชิ้นงานด้านละ 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขนาดชิ้นงานที่ทำการทดสอบ

Fig 1. Dimension of specimen.

วัดระยะระหว่างจุด AB, BD, DC, และ CA ด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo-microscope, รุ่นSZ61, Olympus, Japan) ซึ่งมีความละเอียด 0.001 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาคำนวณค่าเวกเตอร์ตัวเลข

$$(Numeric vectors) [18] \text{ จากสูตร } Norm = \sqrt{(AB^2 + BD^2 + DC^2 + CA^2)}$$

AB คือค่าระยะระหว่างจุด A และ B

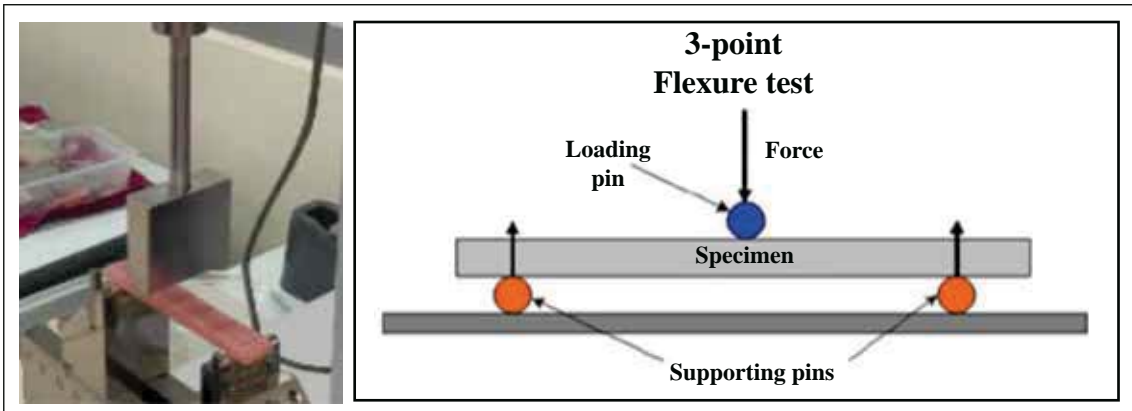
BD คือค่าระยะระหว่างจุด B และ D

DC คือค่าระยะระหว่างจุด D และ C

CA คือค่าระยะระหว่างจุด C และ A

เมื่อวัดแล้ว แยกชิ้นงานออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้น และนำไปแช่ที่อุณหภูมิคงที่ โดยกลุ่มที่ 1 แช่น้ำที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส กลุ่มที่ 2 และ 3 แช่น้ำที่อุณหภูมิ 37 และ 57 องศาเซลเซียสตามลำดับ เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำชิ้นงานมาวัดระยะและคำนวณตามสูตรข้างต้น หลังจากนั้นนำมาคำนวณค่าความแตกต่างก่อนและหลังแช่น้ำ เพื่อตรวจสอบเสถียรภาพเชิงมิติว่าเกิดการหดหรือขยายของชิ้นงาน และนำชิ้นงานทั้งหมดไปทดสอบค่าแรงตัดขวางด้วยลักษณะแรงตัดโค้งแบบ 3 จุด โดยเครื่องทดสอบสากล (EZ - S, produced by

SHIMADZU, Japan) โดยใช้ความเร็วหัวกด (Cross head speed) 5 มิลลิเมตร/นาที ระยะห่างระหว่างหัวกดและชิ้นงาน 50 มิลลิเมตร บันทึกค่าสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบแตกหักในหน่วยนิวตัน [19] ดังรูปที่ 2 จากนั้นนำค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติและค่าเฉลี่ยแรงตัดขวางมาเปรียบเทียบสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส รุ่น 20.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) กำหนดค่านัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 2 ชิ้นงานทดสอบค่าแรงดัดขวาง [14]

Fig 2. Specimen test on flexural strength [14].

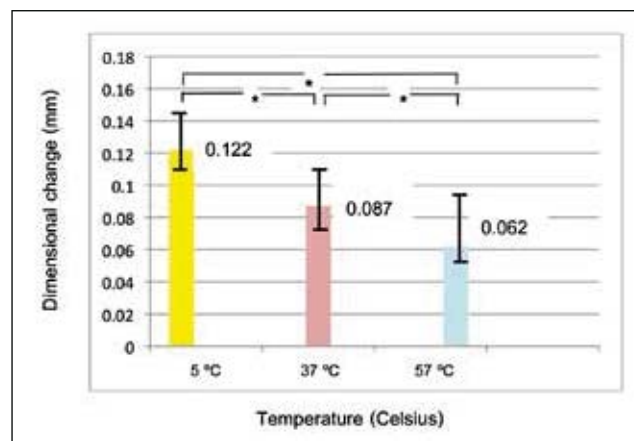
ผลการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบเสถียรภาพเชิงมิติของการแช่เรซินอะคริลิกชนิดปมตัวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิแตกต่างกันทั้ง 3 กลุ่ม คือที่ 5 37 และ 57 องศา

เซลเซียส ตามลำดับ พบว่าอะคริลิกที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียสมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติน้อยที่สุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 3 กลุ่ม
Table 1. The mean values and Standard deviations of dimensional change of all 3 groups.

| Temperature (Celsius) | N | Mean | Minimum | Maximum | Std. Deviation |
|-----------------------|----|-------|---------|---------|----------------|
| 5 °C | 15 | 0.122 | 0.087 | 0.157 | 0.018 |
| 37 °C | 15 | 0.087 | 0.050 | 0.120 | 0.022 |
| 57 °C | 15 | 0.062 | 0.034 | 0.094 | 0.016 |



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้ง 3 กลุ่ม 1 เส้นแนวตั้ง แสดงถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม *แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม

Fig 3. The mean values of dimensional change of all 3 groups.

1 Vertical line represents standard deviation in each groups.

*Statistically significant difference between groups.

เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติบอนเฟอโรนี (Bonferroni) พบว่า ทั้ง

สามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยสถิติบอนเฟอโรนี ((Bonferroni) แสดงค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของเรซินอะคริลิกทั้งสามกลุ่ม

Table 2. Comparison with Bonferroni test show mean different and 95% Confidence interval of dimensional change of all 3 groups.

| Temperature (Celsius) | Temperature (Celsius) | Mean Difference | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 5 °C | 37 °C | 0.035* | .007 | .000 | 0.018 | 0.052 |
| | 57 °C | 0.059* | .007 | .000 | 0.042 | 0.077 |
| 37 °C | 5 °C | -0.035* | .007 | .000 | -0.052 | -0.018 |
| | 57 °C | 0.024* | .007 | .003 | 0.007 | 0.042 |
| 57 °C | 5 °C | -0.059* | .007 | .000 | -0.077 | -0.042 |
| | 37 °C | -0.024* | .007 | .003 | -0.042 | -0.007 |

*แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

*The mean difference is significant at the 0.05 level.

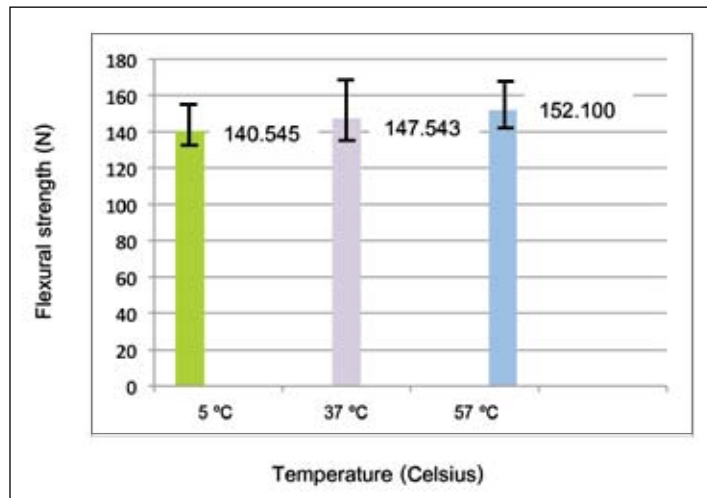
กลุ่มที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส มีความแข็งแรงดัดขวางมากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส เมื่อนำไปใช้

สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่าไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงดัดขวางของเรซินอะคริลิกทั้ง 3 กลุ่ม

Table 3. Mean and standard deviations of flexural strength of acrylic resin 3 groups.

| Temperature (Celsius) | N | Mean | Minimum | Maximum | Std. Deviation |
|-----------------------|----|---------|---------|---------|----------------|
| 5 °C | 15 | 140.545 | 125.480 | 166.130 | 12.273 |
| 37 °C | 15 | 147.543 | 123.950 | 189.237 | 16.626 |
| 57 °C | 15 | 152.100 | 126.928 | 169.650 | 12.936 |



รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยแรงคัดขวางของเรซินอะคริลิกทั้ง 3 กลุ่ม
1 เส้นแนวตั้ง แสดงถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม
Fig 4. Mean values of dimensional change of acrylic resin 3 groups.
1 Vertical line represents standard deviation in each groups.

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนแช่น้ำที่ระยะเวลา 30 วัน ในอุณหภูมิที่แตกต่างกันเกิดการขยายตัวของชิ้นงานในทุกกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆ สามารถอธิบายได้ว่า การขยายตัวของอะคริลิกเกิดจากการดูดน้ำของโมเลกุลที่มีขั้วของพอลิเมทิลเมทาคริเลต (Polymethylmethacrylate) โดยการแพร่กระจายของน้ำเข้าไปในโครงสร้าง และส่วนของมอนอเมอร์ที่ไม่ทำปฏิกิริยา (unreacted monomer) จะมีการดูดน้ำเข้าไปและแทรกตัวอยู่ระหว่างโครงสร้างสายโพลิเมอร์ (polymer chain) ซึ่งส่งผลต่อค่าแรงยึดระหว่างพันธะของพอลิเมอร์ [20-26] เมื่อเปรียบเทียบการแช่ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ทั้งที่ 5, 37 และ 57 องศาเซลเซียสพบว่า ที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียสมีการขยายตัวต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลจากการแช่น้ำที่อุณหภูมิสูงกว่าส่งผลต่อการแพร่ของมอนอเมอร์ออกมามากกว่าและลดอัตราการดูดน้ำของเรซินอะคริลิก ซึ่งสอดคล้องกับอีกหลายการศึกษา [7,27-29] และบางการศึกษายังพบว่า ใน

เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวเองสามารถมีกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ต่อไปได้ เป็นผลให้โครงสร้างภายในพอลิเมอร์แน่นขึ้น ทำให้เกิดการแทรกของโมเลกุลของน้ำได้ลดลง และอัตราการดูดน้ำลดลงด้วยเช่นกัน [30] บางการศึกษาพบว่า ถึงแม้จะแช่เรซินชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาค่อนข้างสมบูรณ์แต่ก็ยังพบว่ามีปริมาณมอนอเมอร์ที่หลงเหลืออยู่ภายในโครงสร้างพอลิเมอร์หลังเสร็จสิ้นปฏิกิริยา [31]

จากการศึกษาจะพบว่า ค่าเฉลี่ยแรงคัดขวางของแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มที่แช่ที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียสมีค่ามากที่สุด และกลุ่มที่แช่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าต่ำที่สุด อาจเพราะที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส มีปริมาณมอนอเมอร์ที่หลงเหลืออยู่น้อยกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า การแช่อะคริลิกในน้ำเป็นระยะเวลาเวลานานอาจส่งผลต่อสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ได้ เพราะส่วนประกอบที่อยู่ภายในโครงสร้างพอลิเมอร์ เช่น มอนอเมอร์ที่ไม่เกิดปฏิกิริยา (unreacted monomers) สารเสริมความอ่อนนุ่ม (plasticizers) และสารตั้งต้น

(initiators) จะมีการแพร่ออกไป [7,32,33] จากโครงสร้างส่งผลให้เกิดช่องว่างขนาดเล็ก (microvoids) ภายในโครงสร้างและมีโมเลกุลของน้ำแทรกซึมเข้ามาแทนที่ และปฏิกิริยานี้จะเกิดต่อไปเรื่อยๆ จนถึงจุดสมดุล (equilibrium) ซึ่งการที่มีน้ำเข้าไปแทรกในโครงสร้างนี้จะส่งผลทำให้โครงสร้างภายในพอลิเมอร์ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน เพราะการเคลื่อนที่ของสายพอลิเมอร์มีหลายระดับ ทำให้ค่าความแข็งแรงของพอลิเมอร์ลดลงซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติของอะคริลิกที่ใช้เป็นฐานฟันเทียม [19,30,32,34,35] พบว่าระยะเวลาการแช่น้ำส่งผลต่อโครงสร้างพอลิเมอร์ แต่การศึกษานี้จำกัดระยะเวลาการแช่ฟันเทียมที่เท่ากันคือ 30 วัน ทำให้ค่าเฉลี่ยแรงดัดขวางแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอาจเกิดจากอุณหภูมิที่ใช้ในการศึกษานี้ไม่สูงเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือกระทบต่อคุณสมบัติทางกลอย่างชัดเจน ซึ่งบางการศึกษาพบว่ากระบวนการต้มอะคริลิกทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาของอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนส่งผลต่อคุณสมบัติทางกลของเรซินอะคริลิกมากกว่า [36,37] จากการศึกษาที่สามารถนำไปประยุกต์ทางคลินิกคือ ให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยในการเก็บรักษาฟันปลอมที่ถูกต้องในอุณหภูมิที่เหมาะสม ไม่ควรเก็บไว้ในที่ตู้เย็นหรือในที่ร้อนเกินไป เพราะอุณหภูมิที่ใช้แช่ฟันเทียมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของฟันปลอมได้ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อไปถึงคุณสมบัติของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนหากแช่ที่อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่านี้ หรือระยะเวลาที่นานกว่านี้ เพื่อศึกษาผลของสมบัติทางกลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บทสรุป

การแช่อะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ที่ 5 37 และ 57 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 30 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติของอะคริลิกจากน้อยไปมาก ได้แก่ คือกลุ่มที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 57 37 และ 5 องศาเซลเซียสตามลำดับและแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อเปรียบเทียบค่าแรงดัดขวาง พบว่า ไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารอ้างอิง

1. Wong DM, Cheng LY, Chow TW, Clark RK. Effect of processing method on the dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin dentures. *J Prosthet Dent* 1999; 81(3): 300-304.
2. Darvell BW, Clark RK. The physical mechanisms of complete denture retention. *Br Dent J* 2000; 189(5): 248-252.
3. Taylor PB. Acrylic resins: Their manipulation. *J Am Dent Assoc* 1941; 28(3): 373-387.
4. De Gee AJ, ten Harkel EC, Davidson CL. Measuring procedure for the determination of the three-dimensional shape of dentures. *J Prosthet Dent* 1979; 42(2): 149-153.
5. Peyton FA, Mann WR. Acrylic and acrylic styrene resins: Their procedures in relation to their uses as restorative materials. *J Am Dent Assoc* 1942; 29(15): 1852-1864.
6. Skinner EW, Cooper EN. Physical properties of denture resins: part I. Curing shrinkage and water sorption. *J Am Dent Assoc* 1943; 30(6): 1845-1852.
7. Vallittu PK, Miettinen V, Alakuijala P. Residual monomer content and its release into water from denture base materials. *Dent Mater* 1995; 11(6): 338-342.
8. Sweeney WT, Paffenbarger GC, Beall JR. Acrylic resins for dentures. *J Am Dent Assoc* 1942; 29(1): 7-33.
9. Lim SR, Lee JS. Three dimensional deformation of dry-stored complete denture base at room temperature. *J Adv Prosthodont* 2016; 8(5): 296-303.

10. Mowery, W. E., Burns, C. L., Dickson, G. and Sweeney, W. T. Dimensional stability of denture base resins. *J Am Dent Assoc* 1958; 57(3): 345-353.
11. Mirza FD. Dimensional stability of acrylic resin dentures. *J Prosthet Dent* 1961; 11(5): 848-857.
12. Woelfel JB, Paffenbarger GC, Sweeney WT. Changes in dentures during storage in water and in service. *J Am Dent Assoc* 1961; 62(6): 643-657.
13. Consani RL, Monterio VL, Mesquita MF, Consani S. The influence of storage on dimensional changes in maxillary acrylic denture bases and the effect on tooth displacement. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2011; 19(7): 105-110.
14. Gharechahi J, Asadzadeh N, Shahabian F, Gharechahi M. Flexural strength of acrylic resin denture bases processed by two different methods. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2014; 8(3): 148-152.
15. Harrison A, Huggett R. Effect of the curing cycle on residual monomer levels of acrylic resin denture base polymers. *J Dent* 1992; 20(6): 370-374.
16. Takahashi Y, Hamanaka I, Shimizu H. Flexural properties of denture base resins subjected to long-term water immersion. *Acta Odontol Scand* 2013; 71(3): 716-720.
17. Dixon DL, Fincher M, Breeding LC, Mueninghoff LA. Mechanical properties of a light-polymerizing provisional restorative material with and without reinforcement fibers. *J Prosthet Dent* 1995; 73(6): 510-514.
18. O'Toole TJ, Furnish GM, Von Fraunhofer JA. Linear distortion of acrylic resin. *J Prosthet Dent* 1985; 53(1): 53-55.
19. Machado AL, Puckett AD, Breeding LC, Wady AF, Vergani CE. Effect of thermocycling on the flexural and impact strength of urethane-based and high-impact denture base resin. *Gerodontology* 2012; 29(2): 318-323.
20. Braun KO, Mello JA, Rached RN, Del Bel Cury AA. Surface texture and some properties of acrylic resins submitted to chemical polishing. *J Oral Rehabil* 2003; 30(1): 91-98.
21. Arab J, Newton JP, Lloyd CH. The effect of elevated level of residual monomer on the whitening of denture base and its physical properties. *J Dent* 1989; 17(4): 189-194.
22. Lee SY, Lai YL, Hsu TS. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerization polymethyl methacrylate resin. *Eur J Oral* 2002; 110(2): 179-183.
23. Gettleman L, Phoenix RD, Rawls HR. Prosthetic polymers and resins. In: Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR, editors. *Phillips' science of dental materials*. 12th ed. St. Louis (MO): Sanders; 2013. p. 474-498.
24. Yoshida K, Takahashi Y, Sasaki H, Hamanaka I, Kawaguchi T. Flexural strength strengths of reinforced denture base resins subjected to long-term water immersion. *Acta Odontol Scand* 2016; 2(1): 20-24.
25. Arima T, Murata H, Hamada T. The effects of cross-linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. *J Oral Rehabil* 1996; 23(7): 476-480.
26. Unemori M, Matsuya Y, Matsuya S, Akashi A, Akamine A. Water absorption of poly(methyl methacrylate) containing 4-methacryloxyethyl trimellitic anhydride. *Biomaterials* 2003; 24(8): 1381-1387.

27. Bayraktar G, Guvener B, Bural C, Uresin Y. Influence of polymerization method, curing process, and length of time of storage in water on the residual methyl methacrylate content in dental acrylic resins. *J Biomed Mater Res B* 2006; 76(2): 340-345.

28. Pfeiffer P, Rosenbauer EU. Residual methyl methacrylate monomer, water sorption, and water solubility of hypoallergenic denture base materials. *J Prosthet Dent* 2004; 92(1): 72-78.

29. Lamb DJ, Ellis B, Priestley D. The effects of process variables on levels of residual monomer in autopolymerizing dental acrylic resin. *J Dent* 1983; 11(1): 80-88.

30. Ogawa T, Tanaka M, Koyano K. Effect of water temperature during polymerization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent* 2000; 84(2): 222-224.

31. Kedjarune U, Charoenworluk N, Koontongkaew S. Release of methyl methacrylate from heat-cured and autopolymerized resin: cytotoxicity testing related to residual monomer. *Aust Dent J* 1999; 44(1): 25-30.

32. Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M. Equilibrium strengths of denture polymers subjected to long-term water immersion. *Int J Prosthodont* 1999; 12(4): 348-352.

33. Arima T, Murata H, Hamada T. Properties of highly cross-linked autopolymerizing reline acrylic resins. *J Prosthet Dent* 1995; 73(1): 55-59.

34. Takahashi Y, Kawaguchi M, Chai J. Flexural strength at the proportional limit of a denture base material relined with four different denture reline materials. *Int J Prosthodont* 1997; 10(6): 508-512.

35. Miettinen VM, Valittu PK, Docent DT. Water sorption and solubility of glass fiber-reinforced denture polymethyl methacrylate resin. *J Prosthet Dent* 1997; 77(5): 531-534.

36. Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M. Effect of water sorption on the resistance to plastic deformation of a denture base material relined with four different denture reline materials. *Int J Prosthodont* 1998; 11(1): 49-54.

37. Dogan A, Bek B, Cevik NN, Usanmaz A. The effect of preparation conditions of acrylic denture base materials on the level of residual monomer, mechanical properties and water absorption. *J Dent* 1995; 23(5): 313-318.

ติดต่อบทความ:

อ.ทพญ.จรัญรัฐ ศรีหัตถจาติ

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

52/347 ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

โทรศัพท์ 02-997-2200-30 ต่อ 4269

สำนักงาน ต่อ 4312 4323 4315

โทรสาร 02-997-2200-30 ต่อ 4321

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ningjirat@gmail.com

Corresponding author:

Dr.Jirat Srihatajati

Faculty of Dental Medicine, Rangsit University,
52/347 Muang-Ake, Phaholoyothin Rd., Lak-Hok,

Muang, Pathumthani 12000 Thailand

Tel: 02-997-2200-30 ext. 4269

office ext. 4312, 4323, 4315

Fax: 02-997-2200-30 ext. 4321

E-mail: ningjirat@gmail.com