

การเกิดฟองอากาศในวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटที่ได้รับ การผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และ เครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง

สุวิธ เอื้ออริโยชิต* ปณัสนา หทัยเศรษฐ์** พัทธธีรา เอื้อสุวรรณ*** สกลวรรณ น้าใจทหาร****

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเกิดฟองอากาศที่เกิดขึ้นในชิ้นงานอัลจินेटที่ได้จากการผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง ทำการแบ่งกลุ่มชิ้นงานอัลจินेट 45 ชิ้น ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้นตามวิธีผสม นับจำนวนและคำนวณพื้นที่ของฟองอากาศที่เกิดขึ้นในชิ้นงานอัลจินेटด้วยโปรแกรม NIS-Element BR เมื่อนำค่าร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวของชิ้นงานอัลจินेटจากแต่ละวิธีการผสม ทดสอบด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส และ สถิติทดสอบ แมน-วิทนีที่ช่วงเชื่อมั่น 95% พบว่า แต่ละวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในส่วนการเปรียบเทียบจำนวนฟองอากาศ พบว่า การผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น มีค่าเฉลี่ยของร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวของชิ้นทดสอบน้อยกว่าการผสมด้วยมือ แต่มากกว่าการผสมด้วยเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง สรุปว่าเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถใช้ทดแทนการผสมด้วยมือได้

คำใบ้: เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติ/ เครื่องผสมอัลจินेट/ การเกิดฟองอากาศ/ วัสดุพิมพ์ปาก/ อัลจินेट

Received: April 21, 2020

Revised: July 02, 2020

Accepted: July 21, 2020

บทนำ

การพิมพ์ปาก คือ การลอกเลียนรายละเอียดเนื้อเยื่ออ่อนและเนื้อเยื่อแข็งภายในช่องปาก เพื่อนำไปสร้างเป็นแบบจำลองศึกษา (Study cast) ซึ่งการที่รอยพิมพ์ไม่มีฟองอากาศอยู่ในพื้นผิวนั้นจะสามารถลอกเลียนรายละเอียดในช่องปากได้อย่างถูกต้อง ทำให้ได้แบบจำลองศึกษาที่ใกล้เคียงกับสภาพจริงภายในช่องปากของผู้ป่วยมากที่สุด อันจะส่งผลต่อการวางแผนการรักษา การให้การรักษ และคุณภาพของชิ้นงานที่ดีต่อไป

วัสดุพิมพ์ปากอัลจินेट (Alginate impression material) เป็นวัสดุพิมพ์ปากที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางสำหรับใช้เป็นวัสดุพิมพ์ปากในงานพิมพ์ปากทางทันตกรรม เนื่องจากใช้งานได้ง่าย ราคาไม่แพง วัสดุมีความยืดหยุ่นสูง ไม่ก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในช่องปากและสามารถลอกเลียนรายละเอียดได้มากเพียงพอ¹⁻⁵ โดยวิธีการผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेट คือ การนำส่วนผงและส่วนน้ำมาผสมกันตามอัตราส่วนที่ถูกกำหนดขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิต โดยในปัจจุบันการผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटมีด้วยกันทั้งหมด 4

วิธี ดังนี้^{6,7} วิธีที่ 1 วิธีผสมด้วยมือ (Hand manipulation mixing) เป็นวิธีที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบัน เนื่องจากขั้นตอนไม่ซับซ้อน ทำได้ง่ายโดยการผสมส่วนผงของวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटและน้ำในถ้วยยางผสมตามอัตราส่วนของบริษัทผู้ผลิต และใช้พายผสมทำการคนผสมให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกันด้วยกำลังมือ แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ลักษณะของอัลจินेटที่ได้จะขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ที่ทำการผสมซึ่งหากผสมได้ไม่ดี จะทำให้วัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และมีฟองอากาศเกิดขึ้นได้ วิธีที่ 2 วิธีผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic mixer) เป็นวิธีการผสมที่อาศัยการทำงานของเครื่องกลที่ทำให้ถ้วยยางผสมมีการหมุนอยู่ตลอดเวลา การผสม ร่วมกับการที่ผู้ผสมใช้พายผสมออกแรงกดวัสดุให้แนบไปกับพื้นผิวด้านข้างของถ้วยยางผสม วิธีที่ 3 วิธีผสมด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge mixer) เป็นวิธีการใช้งานโดยการผสมส่วนผงและน้ำเข้าด้วยกัน โดยอาศัยการเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางด้วยความเร็วรอบที่สูงของถ้วยยางผสมและการเคลื่อนที่ของวัสดุตามแรงดึงดูดของโลก ซึ่งแรง

* สาขาวิชาทันตกรรมรื้อถอน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

** แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลวชิรพยาบาล อำเภอนาหว้า จังหวัดสกลนคร

*** แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลเวียงเก่า อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น

**** แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลโนนศิลา อำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่น

เหล่านี้มีผลเสียก่อให้เกิดความร้อนแก่ตัววัสดุพิมพ์ในขณะที่ทำการผสมวัสดุ วิธีที่ 4 วิธีผสมในระบบสุญญากาศ (Vacuum mixer) เป็นเครื่องมือที่มีการผสมวัสดุในถ้วยที่มีฝาปิดสนิทและมีใบพายผสมติดอยู่กับฝาถ้วย ซึ่งเมื่อต่อถ้วยเข้ากับเครื่องใบพายที่ฝาถ้วยจะหมุนเพื่อทำการผสมส่วนผงกับน้ำเข้าด้วยกันภายใต้ระบบสุญญากาศ

มีผลการศึกษาจำนวนมากที่เปรียบเทียบเกี่ยวกับวิธีการผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेट ยกตัวอย่างเช่นผลการศึกษาของ Frey G และคณะ (2005) พบว่าวัสดุที่ได้รับการผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติและเครื่องผสมอัตโนมัติจะมีฟองอากาศน้อยกว่าการผสมด้วยมือ^{6,8,9} อีกทั้งยังทำให้วัสดุมีคุณสมบัติเชิงกล อันได้แก่ความต้านแรงกด⁶ ระยะเวลาในการก่อตัวเริ่มแรก (Initial setting time)¹⁰ และการคืนตัวจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Recovery form deformation) ที่ดีกว่าการผสมด้วยมือ จึงสรุปได้ว่าการผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटด้วยเครื่องจะช่วยพัฒนาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ^{6,9,10} จึงนำไปสู่การประดิษฐ์เครื่องผสมอัตโนมัติต้นแบบในประเทศไทย ของ Arwatchanakan S และคณะ (2012, 2014) รุ่นที่ 1 และ รุ่นที่ 2 ตามลำดับ^{10,11} โดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงจากนั้นนำไปทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลรวมถึงการเกิดฟองอากาศในชิ้นงานอัลจินेट เปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ได้จากการผสมด้วยมือและเครื่องผสมอัตโนมัติที่ขายในท้องตลาดพบว่า การเกิดฟองอากาศในชิ้นงานอัลจินेटที่ได้รับการผสมด้วยมือมีค่ามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานอัลจินेटที่ผลิตด้วยวิธีการผสมด้วยเครื่องผสมอัตโนมัติต้นแบบ รุ่นที่ 1 และ 2 ที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติรุ่นที่ 1 และ 2 นั้นยังประสบปัญหาทั้งในแง่ของขนาด รูปลักษณะ รวมถึงความปลอดภัยในการใช้งาน และเมื่อพิจารณาในแง่ของงบประมาณในการผลิตพบว่ายังมีต้นทุนในการผลิตเครื่องผสมอัตโนมัติที่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังมีการประดิษฐ์เครื่องผสมอัตโนมัติของประเทศไทยอีกด้วย¹²

จากข้อมูลข้างต้น เป็นเหตุให้คณะผู้วิจัยสนใจเกี่ยวกับเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติซึ่งคาดว่าจะสามารถทดแทนข้อด้อยที่กล่าวมาได้ โดยจากการสำรวจพบว่าในปัจจุบันเครื่องผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटกึ่งอัตโนมัติที่ขายในท้องตลาดถูกผลิตโดยบริษัทเคอร์และบริษัทเซอร์แมคแต่ไม่ได้มีการนำเข้ามาในประเทศไทย และถึงแม้บริษัท บี เอ็น ซุฟพีเรีย จำกัด ที่มีฐานการผลิตในประเทศไทยจะสามารถผลิตเครื่องผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटกึ่งอัตโนมัติได้

เช่นเดียวกัน แต่ด้วยต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูงรวมถึงวิธีการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อนจึงทำให้เลิกผลิตไป ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะประดิษฐ์เครื่องผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटกึ่งอัตโนมัติขึ้น โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของฟองอากาศที่เกิดขึ้นในเนื้อวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटชนิดระยะเวลาการก่อตัวปกติที่ได้จากการผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental study) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของการเกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटชนิดระยะเวลาการก่อตัวปกติที่ได้จากการผสมด้วยมือโดยผู้ช่วยทันตแพทย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ผู้มีประสบการณ์ในการผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินेटอย่างน้อย 5 ปี เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง โดยนักศึกษาทันตแพทย์ ชั้นปีที่ 5 โดยชิ้นงานมีรูปร่างทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร หนา 15 มิลลิเมตร นำมาตัดขวางด้วยมีดคมที่ระดับความสูง 5 มิลลิเมตรจากขอบบนของชิ้นงาน จะได้ชิ้นงานเป็น 2 ส่วนเพื่อนำค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวภายนอก และภายในวัสดุทั้ง 2 ส่วน รวม 4 พื้นผิวมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 15 ชิ้น และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกประกอบด้วย 1) ชิ้นงานอัลจินेटที่ถูกผสมตามอัตราส่วน และระยะเวลาผสมตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด 2) ชิ้นงานอัลจินेट ที่ได้จากการตัดด้วยมีดคมและผิวหน้าตัดไม่ฉีกขาด และมีตัวแปรควบคุม ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการผสมอยู่ระหว่าง 21-23 องศาเซลเซียส¹³⁻¹⁵ ใช้วัสดุ พิมพ์ปากอัลจินेटชนิดระยะเวลาการก่อตัวปกติ ยี่ห้อเจลเทรท (Jeltrate®, Dentsply, USA) ซึ่งอัตราส่วนในการผสม คือ ผง 20 กรัม (เทียบเท่าผง 2.5 ช้อนตวง) ต่อน้ำ 47.5 มิลลิกรัม¹⁶ อุณหภูมิห้อง 23±2 องศาเซลเซียส ขณะทำการผสม และอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการเก็บรักษา รอยพิมพ์อยู่ที่ 35±1 องศาเซลเซียส¹¹ และระยะเวลาการผสมขึ้นอยู่กับวิธีผสม โดยการผสมด้วยมือและเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น (รูปที่ 1A) กำหนดที่ 30 วินาที และการผสมด้วยเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง (ShinMAX GS350 Innovate Alginate Mixer, Taiwan) (รูปที่ 1B) ตามคำแนะนำของบริษัทกำหนดที่ 12 วินาที



รูปที่ 1 เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น (A) และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง (B)

Figure 1 Invented semi-automatic machine (A) Automatic centrifuge machine (B).

เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการเกิดฟองอากาศ โดยทำการหาพื้นที่และจำนวนฟองอากาศที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ผิวชิ้นงานอัลจินเต

การวิเคราะห์ผลการวิจัยนำภาพมาหาปริมาณฟองอากาศบนพื้นผิวชิ้นงานอัลจินเต ด้วยโปรแกรม NIS-Element BR 3.0 (Nikon Sales Co., Ltd., Thailand)¹¹ แล้ววิเคราะห์ผลการศึกษาด้วยโปรแกรม SPSS version 20 โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวชิ้นงาน อัลจินเตและจำนวนฟองอากาศที่ผิวชิ้นงานอัลจินเตที่ได้จากการผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง โดยจำแนกกลุ่มตามขนาดพื้นที่ของฟองอากาศ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 พื้นที่ของฟองอากาศ น้อยกว่า 0.05 ตารางมิลลิเมตร กลุ่มที่ 2 พื้นที่ของฟองอากาศ มากกว่า 0.05 ตารางมิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 0.2 ตารางมิลลิเมตร กลุ่มที่ 3 พื้นที่ของฟองอากาศ มากกว่า 0.2 ตารางมิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1.0 ตารางมิลลิเมตร กลุ่มที่ 4 พื้นที่ของฟองอากาศ มากกว่า 1.0 ตารางมิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 3.0 ตารางมิลลิเมตร และกลุ่มที่ 5 พื้นที่ของฟองอากาศ มากกว่า 3.0 ตารางมิลลิเมตร และทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ สถิติทดสอบครัสคัล-วอลล์ (Kruskal Wallis Test) และ สถิติทดสอบแมน-วิทนี (Mann Whitney-U test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผล

ผลการศึกษาร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวชิ้นงานอัลจินเต พบว่า การผสมชิ้นงานอัลจินเตด้วยมือ มีร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวชิ้นงานอัลจินเตเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 1.36 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็น 0.77 รองลงมาคือการผสมชิ้นงานอัลจินเตด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.52 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.21 ในส่วนเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.27 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.25 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวของชิ้นทดสอบ (ตารางมิลลิเมตร)

Table 1 Mean and standard deviation of percentage of area of air bubbles in alginate sample (mm²)

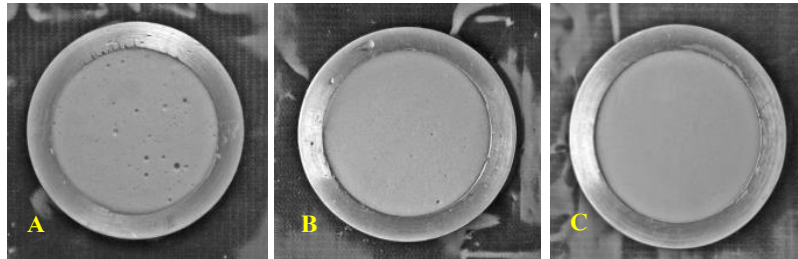
	Area of air bubbles in alginate sample (mm ²)		
	Hand mixing	Invented semi-automatic machine	Automatic centrifuge machine
Mean	1.36	0.52	0.27
S.D.	0.77	0.21	0.25
Median	1.0502	0.5449	0.1684
Min	0.43	0.18	0.04
Max	2.85	0.86	0.86

พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวชิ้นงานอัลจินเต ที่ได้จากการผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.001$) โดยระหว่างการผสมด้วยมือกับเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ระหว่างการผสมด้วยมือกับเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และระหว่างเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นกับเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.009$)

ผลการศึกษาจำนวนฟองอากาศที่พื้นผิวชิ้นงานอัลจินเตพบว่า ชิ้นงานอัลจินเตที่ผสมด้วยมือมีจำนวนฟองอากาศเฉลี่ย 141.55 ฟองต่อหนึ่งพื้นผิวชิ้นงานอัลจินเต (รูปที่ 2A) ซึ่งมีจำนวนมากกว่าการผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นที่มีจำนวนฟองอากาศ 78.20 ฟอง

ต่อหนึ่งพื้นที่ผิวชิ้นงานอัลจิเนต (รูปที่ 2B) และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงที่มีจำนวนฟองอากาศ 15.58 ฟองต่อหนึ่งพื้นที่ผิวชิ้นงานอัลจิเนต (รูปที่ 2C) โดยขนาด

ฟองอากาศที่พบมากที่สุดในแต่ละวิธีผสมมีขนาดพื้นที่น้อยกว่า 0.05 ตารางมิลลิเมตร (ตารางที่ 2)



รูปที่ 2 ภาพถ่ายหน้าตัดแสดงจำนวนฟองอากาศในพื้นที่ผิวชิ้นงานอัลจิเนตที่ได้รับการผสมด้วยมือ (A) ผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น (B) และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง (C)

Figure 2 Cross-sectional surface of air bubble formation in alginate samples after (A) hand mixing, (B) invented semi-automatic machine and, (C) automatic centrifuge machine.

ตารางที่ 2 จำนวนฟองอากาศเฉลี่ยจำแนกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบนชิ้นทดสอบอัลจิเนตต่อชิ้นทดสอบ

Table 2 Average numbers of air bubbles categorized by bubble diameter in alginate sample

Method	Average number of air bubbles					Total
	<0.05 mm ²	0.05-0.20 mm ²	0.21-1.00 mm ²	1.01-3.00 mm ²	>3.00 mm ²	
Hand mixing	104.48	30.22	5.79	0.87	0.20	141.55
Invented semi-automatic machine	61.45	14.68	1.79	0.25	0.03	78.20
Automatic centrifuge machine	12.19	2.82	0.33	0.12	0.13	15.58

บทวิจารณ์

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่าฟองอากาศที่เกิดขึ้นในเนื้อวัสดุพิมพ์ปากอัลจิเนตชนิดระยะเวลาการก่อตัวปกติที่ได้จากการผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นและเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงไม่แตกต่างกันนั้น พบว่าผลการวิจัยปฏิเสธสมมติฐานดังกล่าว การผสมด้วยเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงจะมีฟองอากาศเกิดขึ้นน้อยที่สุด การผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นมีฟองอากาศน้อยรองลงมาและการผสมด้วยมือโดยผู้ช่วยทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์มีฟองอากาศมากที่สุด ตรงกันกับการศึกษาของ Frey G และคณะ (2005) และ Arwatchanakarn S และคณะ (2012) ที่พบว่าการผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติและเครื่องผสมอัตโนมัติจะมีฟองอากาศน้อยกว่าการผสมด้วยมือ แม้ว่าเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นไม่สามารถประดิษฐ์ให้ได้คุณสมบัติในการผสมเทียบเท่าเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงแต่ยังสามารถใช้ได้ดีกว่าการผสมด้วยมือของผู้มี

ประสบการณ์ผสม เครื่องนี้มีข้อดีในเรื่องราคาถูกกว่า ขนาดเบา และเป็นการผลิตเองโดยคนไทยที่ยังสามารถพัฒนาต่อยอดให้คุณสมบัติดีขึ้นได้อีก เหมาะสำหรับผู้ผสมมือใหม่ในการใช้งานในคลินิกหรือห้องปฏิบัติการแทนการผสมด้วยมือ หรือใช้ในงานที่ต้องผสมวัสดุพิมพ์ปากในปริมาณมากที่ใช้วิธีผสมด้วยมือทำได้ยาก ประกอบกับการสำรวจข้อมูลในท้องตลาด พบว่า เครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงมีราคาสูง ขนาดใหญ่ เคลื่อนย้ายลำบาก มีวัสดุตกค้างในภาชนะผสม และวัสดุพิมพ์ปากอัลจิเนตภายหลังการผสมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1-3 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของวัสดุลดลง ระยะเวลาในการทำงาน (Working time) ลดลงไปด้วย⁹⁻¹⁰ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่สนับสนุนว่าวัสดุพิมพ์ปากที่ผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่วางขายในท้องตลาดมีการคืนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic recovery) และความแข็งแรงกด (Compressive strength) สูงกว่าการผสมด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย

ผู้วิจัยมีแนวคิดหลักในการประดิษฐ์เครื่องผสมอัลจินตโดยประยุกต์จากอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับนักศึกษาทันตแพทย์ เช่น เครื่องกรอความเร็วต่ำ (Micromotor) พบว่าขณะเริ่มผสมวัสดุ ภาชนะที่ใช้ในการผสมเกิดการหมุนเหวี่ยงและเมื่อส่วนผงของวัสดุพิมพ์ปากอัลจินตรวมเข้ากับส่วนน้ำเนื้อวัสดุจะเริ่มมีความหนืด ทำให้เครื่องกรอความเร็วต่ำหยุดทำงานชั่วคราว จึงเปลี่ยนแนวคิดมาทดลองใช้มอเตอร์เครื่องปั่นน้ำผลไม้ที่มีความเร็วรอบสูง มีฐานที่มั่นคงกว่าเครื่องกรอความเร็วต่ำ แต่ยังคงประสบปัญหาเครื่องหยุดทำงานชั่วคราว ดังนั้นมอเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องผสมวัสดุพิมพ์ปากอัลจินตนอกจากจะต้องมีความเร็วที่เหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงความสามารถในการต้านความหนืดของตัววัสดุที่เพิ่มขึ้นด้วย มอเตอร์เครื่องซักผ้าจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้วิจัยนึกถึง เนื่องจากเห็นว่าสามารถรับน้ำหนักของเสื้อผ้าได้หลายกิโลกรัม แต่ยังคงประสบปัญหาเช่นเดิม เมื่อศึกษาหลักการการทำงานของเครื่องซักผ้าอย่างละเอียดแล้วพบว่านอกจากมอเตอร์แล้ว ระบบเฟืองยังเป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้เครื่องซักผ้าสามารถทำงานได้ จึงนำไปสู่การประดิษฐ์เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติโดยอาศัยการทำงานของมอเตอร์และระบบเฟือง รวมถึงทิศทางการหมุนของถ้วยผสมมีผลต่อความถนัดของผู้ผสมแต่ละราย ผู้วิจัยจึงพัฒนาให้เครื่องรุ่นนี้สามารถปรับทิศทางการหมุนของถ้วยผสมได้ 2 ทิศทาง คือตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา เพื่อตอบสนองต่อความถนัดของผู้ผสมแต่ละราย

จากการนำเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเปรียบเทียบกับวิธีการผสมด้วยมือ พบว่า ชี้นงานอัลจินตที่ได้มีจำนวนและร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศเกิดขึ้นน้อยกว่าเนื่องจากเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติสามารถเพิ่มความถี่ในการรีดวัสดุเพื่อไล่ฟองอากาศและสามารถรักษามาตรฐานของการกดรีดระหว่างวัสดุผสมให้ใกล้เคียงกันได้ และเมื่อนำเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเปรียบเทียบกับวิธีการผสมด้วยเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง พบว่า ชี้นงานอัลจินตที่ได้มีจำนวนและร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศเกิดขึ้นมากกว่า อาจเป็นเพราะความเร็วในการหมุนและแรงที่ใช้ในการผสมน้อยกว่า โดยแรงที่ใช้ในการผสมของเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติมาจากแรงกดจากพายผสมที่ถูกควบคุมด้วยผู้ผสม กำลังการหมุนของเครื่องจะแตกต่างจากเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยงที่ได้แรงในการผสมจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางซึ่งมีแรงมากกว่าและสม่ำเสมอ ดังนั้นในอนาคตหากสามารถพัฒนาให้แรงกดขณะผสมมีความสม่ำเสมอ

พายผสมแนบกับขอบถ้วยผสมตลอดระยะเวลาผสม และกำลังการหมุนของเครื่องสูงขึ้น น่าจะช่วยลดการเกิดฟองอากาศในวัสดุพิมพ์ปากอัลจินตได้

บทสรุป

การผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นมีร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวของชี้นงานอัลจินตและจำนวนฟองอากาศมากกว่าการผสมด้วยเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง แต่น้อยกว่าการผสมด้วยมือ จึงสามารถใช้เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นแทนการผสมด้วยมือได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคุณสันติ เชิดชู ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการผลิตและพัฒนาเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. Powers JM, Wataha JC. Dental materials: properties and manipulation. 10th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2013. 172-85.
2. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 4th ed. Canada: Quintessence Publishing Co, Inc; 2008. 98-9.
3. Madhavan S. A review on hydrocolloids-agar and alginate. J Pharm Sci & Res 2015;7(9):704-7.
4. Irnawati D SS. Functional relationship of room temperature and setting time of alginate impression material. Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi) 2009; 42(3):137-40.
5. Gümüş HÖ, Dinçel M, Büyük SK, Kılınç Hİ, Bilgin MS, Zortuk M. The effect of pouring time on the dimensional stability of casts made from conventional and extended-pour irreversible hydrocolloids by 3D modelling. J Dent Sci 2015;10(3):275-81.
6. McDaniel TF KR, Im F, Snow D. Effects of mixing technique on bubble formation in alginate impression material. Gen Dent 2013;61(6):35-9.

7. Reisbick MH, Garrett R, Smith DD. Some effects of device versus hand mixing of irreversible hydrocolloids. *J Prosthet Dent* 1982;47(1):92-4.
8. Hamilton MJ, Vandewalle KS, Roberts HW, Hamilton GJ, Lien W. Microtomographic porosity determination in alginate mixed with various methods. *J Prosthodont* 2010;19(6):478-81.
9. Frey G, Lu H, Powers J. Effect of mixing methods on mechanical properties of alginate impression materials. *J Prosthodont* 2005;14(4):221-5.
10. Arwatchanakan S, Rattananokchai K, Luengpailin S, Saikaew C, Sooksuntisakoonchai N. Effect of hand mixing and automatic machine mixing of alginate impression material of the existence of air bubbles and mechanical properties. *Khon Kaen Dent J* 2012;15(1):29-41.
11. Arwatchanakan S, Wiboonpin T, Luengpailin S, Sooksuntisakoonchai N, Arwatchanagarn M, Hovichitr W. The existence of air bubbles and mechanical properties of alginate impression material mixed by hand mixing, automatic machine invented automatic machine prototype 1 and 2. *Khon Kaen Dent J* 2014;17(2):133-43.
12. Kurtulus K, Tüfekci K. Empirical study of alginate impression materials by customized proportioning system. *J Adv Prosthodont* 2016;8(5):372-79.
13. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39(2):175-91.
14. Bird D RD, Bird D. Modern dental assisting. St. Louis, MO: Elsevier/Saunders; 2012.
15. Inoue K, Song YX, Kamiunten O, Oku J, Terao T, Fujii K. Effect of mixing method on rheological properties of alginate impression materials. *J Oral Rehabil* 2002;29(7):615-9.
16. Caulk D. Jeltrate, Alginate impression material regular set and fast set. U.S.A; 2015.

ผู้รับผิดชอบบทความ

สุวดี เอื้ออรัญโชติ

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0 4320 2405 #45145

โทรสาร: 0 4320 2862

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: asuwadee@kku.ac.th

Air Bubble Formation in Alginate Impression Generated by Hand Mixing, Invented Semi-Automatic Machine and Automatic Centrifuge Machine

Aerarunchot S* Hathaidechadussadee P** Uasuwan P*** Namchaitaharn S****

Abstract

This study aimed to determine the effect of hand mixing, invented semi-automatic machine and automatic centrifuge machine on air bubble formation in alginate impression material. A total of 45 samples was divided into three groups (15 samples per group) by mixing method, then counted and calculated air bubble by NIS-Element BR program. In term of percent area of air bubble formation, Kruskal Wallis and Mann Whitney-U test showed statically significant difference between each group ($P < 0.05$), 95% CI. In part of quantity, the invented semi-automatic machine had mean of percent of area of air bubbles in alginate sample less than hand mixing but more than the group of automatic centrifuge machine. The result concluded that the invented semi-automatic machine can be used instead of hand mixing.

Keywords: Semi-automatic machine/ Alginate mixer/ air bubble formation/ Impression material/ Alginate

Corresponding Author

Suwadee Aerarunchot

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University,

Amphur Muang, Khon Kaen, 40002.

Tel.: +66 4320 2405 #45145

Fax.: +66 4320 2862

Email: asuwadee@kku.ac.th

* Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University, Amphur Muang, Khon Kaen.

**Dental Department, Wanon Niwat Hospital, Amphur Wanon Niwat, Sakon Nakhon.

*** Dental Department, Wiang Kao Hospital, Amphur Wiang Kao, Khon Kaen.

**** Dental Department, Nonsila Hospital, Amphur Nonsila, Khon Kaen.