

## ประสิทธิภาพของวิธีต่างๆในการคงความนิ่มของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อสองชนิด

สุพาลี บูรณธรรม\* ฌัญจิรา จิตติถาวร\* ฌัญจิกา ตวีรัตน์พันธ์\*\* ธนพร อุคมวิทยาไกร\*\* นุชดี กังสังข์\*\* พจนลักษณ์ เก้าเอี้ยน\*\*  
พรนลัทธ เหมไพบุลย์\*\* สุพรรณษา พงศ์ดีวัฒนากุล\*\*

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อทดสอบผลของวิธีคงความนิ่มด้วยวิธีต่างๆต่อค่าพลังงานความเครียดของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อสองชนิดและศึกษาผลของวิธีคงความนิ่มเหล่านั้นต่อค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอของวัสดุทำฐานฟันเทียมพอลิเมทิลเมทาคริลเลทชนิดบ่มด้วยความร้อน

**วัสดุและวิธีการ:** ตอนที่ 1 เตรียมตัวอย่างจากวัสดุเสริมฐานเพื่อปรับสภาพเนื้อเยื่อสองชนิด (จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์และ โคคอมฟอร์ท) เพื่อทดสอบความนิ่มโดยวัดค่าพลังงานความเครียด โดยใช้เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ และความแข็งผิวโดยใช้คูโรมิเตอร์แบบซอร์เอ เมื่อเก็บวัสดุในสภาพต่างๆ ได้แก่ เก็บที่อุณหภูมิห้องความชื้นร้อยละ 100 แช่น้ำกลั่นอุณหภูมิห้องและในตู้เย็น แช่น้ำยาบ้วนปากสองชนิด (ลิสเตอรินคลอโรมินท์และ คอลเกต พลัคซ์) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 และ 50 และการเคลือบผิวด้วยมอโนโพลี (5 ชั้นต่อกลุ่ม) โดยเก็บวัสดุ 8 ชั่วโมงสลับกับแช่น้ำลายเทียม 16 ชั่วโมงต่อเนื่องทุกวัน ทำการวัดคุณสมบัติหลังจากวัสดุแข็งตัวทันที และในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ตอนที่ 2 เตรียมตัวอย่างจากวัสดุจีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วันเพื่อให้วัสดุสูญเสียความนิ่มบางส่วน แล้วนำไปเก็บด้วยวิธีต่างๆสลับกับแช่น้ำลายเทียม (5 ชั้นต่อกลุ่ม) ทำการวัดค่าพลังงานความเครียดในวันที่ 1, 3 และ 7 ตอนที่ 3 เตรียมตัวอย่างวัสดุทำฐานฟันเทียมพอลิเมทิลเมทาคริลเลทชนิดบ่มด้วยความร้อน ทำการเก็บขึ้นตัวอย่างด้วยวิธีต่างๆเช่นเดียวกับในตอนที่ 2 โดยเก็บต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วัน (5 ชั้นต่อกลุ่ม) ก่อนนำไปวัดค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติครัสคัล-วัลลิส

**ผลการทดลอง:** วัสดุทุกกลุ่มทดสอบ มีค่าพลังงานความเครียดสูงขึ้นเมื่อทดสอบในวันที่ 7 โดยในวัสดุโคคอมฟอร์ท พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มต่างๆน้อยกว่าวัสดุจีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ โดยพบว่ากลุ่มที่แช่น้ำลิสเตอริน ร้อยละ 100 มีค่าพลังงานความเครียดต่ำกว่ากลุ่มที่แช่น้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ วันที่ 14, 21 และ 28 สำหรับวัสดุ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์พบว่ากลุ่มที่แช่น้ำยาบ้วนปากลิสเตอรินทั้งสองความเข้มข้น มีค่าพลังงานความเครียดต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 21 และ 28 และมีค่าต่ำสุดในวันที่ 28 โดยมีค่าไม่แตกต่างจากค่าพลังงานความเครียดของวัสดุเมื่อก่อตัวใหม่ นอกจากนี้ในวันที่ 28 พบว่ากลุ่มที่เก็บแห้งที่อุณหภูมิห้อง และแช่น้ำอุณหภูมิห้องมีค่าพลังงานความเครียดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกลุ่มแช่น้ำเย็น เมื่อพิจารณาความแข็งผิว พบว่ากลุ่มที่แช่น้ำยาบ้วนปากทั้งลิสเตอรินและ คอลเกต พลัคซ์มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ เมื่อวัสดุจีซี ซอฟท์ไลน์มีการสูญเสียความนิ่มไปบางส่วนแล้ว ไม่พบว่ามีวิธีใดที่สามารถทำให้ค่าพลังงานความเครียดลดลงได้อีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบเป็นเวลา 7 วัน การเก็บวัสดุทำฐานฟันเทียมพอลิเมทิลเมทาคริลเลทชนิดบ่มด้วยความร้อนในสภาวะต่างๆที่ศึกษา พบว่าไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอของวัสดุ

**สรุปผลการทดลอง:** การแช่วัสดุเสริมฐานเพื่อปรับสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาบ้วนปากที่ทำการศึกษาวันละ 8 ชั่วโมงทุกวัน ตั้งแต่ 14 ถึง 28 วัน สามารถคงความนิ่มของวัสดุเสริมฐานได้ดีกว่าการแช่น้ำกลั่น โดยน้ำยาบ้วนปากลิสเตอริน ร้อยละ 100 มีประสิทธิภาพมากที่สุด และไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ ของวัสดุทำฐานฟันเทียม เมื่อแช่ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วัน

**คำสำคัญ:** วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ, พลังงานความเครียด, ความแข็งผิว

\* ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่จังหวัดสงขลา 90110

\*\*คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่จังหวัดสงขลา 90110

## บทนำ

เมื่อมีการสูญเสียฟันไป จะส่งผลกระทบต่อระบบการบดเคี้ยว ทำให้ประสิทธิภาพในการบดเคี้ยวลดลง จึงมีความจำเป็นต้องใส่ฟันเทียมเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในการบดเคี้ยว เมื่อผู้ป่วยใส่ฟันเทียมใหม่ๆ ฟันทุกส่วนจะสัมผัสกับเนื้อเยื่อและสันเหงือกในช่องปากดี แต่เมื่อใช้ฟันเทียมไปนานๆ จะเกิดการละลายตัวของกระดูกเบ้าฟันและสันเหงือก ซึ่งการละลายตัวของกระดูกเบ้าฟันจะเกิดอย่างรวดเร็วภายหลังการสูญเสียฟันในช่วง 6 เดือนแรกถึง 2 ปี จากนั้นการละลายตัวของกระดูกจะช้าลงและเกิดต่อเนื่องตลอดชีวิต<sup>1</sup> ทำให้สันเหงือกมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป ส่งผลให้ฐานฟันเทียมไม่สัมผัสกับสันเหงือกที่รองรับอยู่ข้างใต้ ดังนั้นการใส่ฟันเทียมชุดเดิมเป็นระยะเวลาานานจะทำให้มีความแบบสนิท เสถียรภาพ และการยึดอยู่ลดลง โดยทั่วไปภายหลังใส่ฟันเทียมไปแล้วผู้ป่วยต้องกลับมาพบทันตแพทย์อย่างต่อเนื่อง เพื่อตรวจดูความเปลี่ยนแปลงของสภาพกระดูกรวมทั้งเนื้อเยื่อในช่องปากและฟัน และอาจมีการเสริมฐานฟันเทียม เพื่อแก้ไขฟันเทียมให้แบบสนิทกับสันเหงือกและมีเสถียรภาพดีขึ้น

การใช้วัสดุเสริมฐานสำหรับการใช้งานระยะสั้นตามมาตรฐานสากล ISO 10139-1<sup>2</sup> โดยทั่วไปมักจะใช้งานเป็นวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ (tissue conditioner) และใช้เป็นวัสดุเสริมฐานชั่วคราวชนิดนุ่ม (temporary soft liner) เมื่อใช้เป็นวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ โดยทั่วไปวัสดุจะเปลี่ยนรูปทุกๆ 2-3 วัน เพื่อให้เนื้อเยื่อคืนสภาพสู่สภาวะปกติเร็วที่สุด แต่วัสดุยังสามารถมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการปรับสภาพเนื้อเยื่อได้นาน 10 ถึง 14 วัน<sup>3</sup> วัสดุกลุ่มนี้ทำหน้าที่เป็นชั้นดูดซับแรง เพื่อให้เนื้อเยื่ออ่อนสามารถฟื้นคืนตัวสู่

สภาวะที่มีสุขภาพดีมากขึ้นและมีรูปร่างที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการรักษาการอักเสบ ระยะยาวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเนื้อเยื่อ ใช้ในการบันทึกรอยพิมพ์ขณะที่มีการบดเคี้ยว (functional impression) ฟันเทียมใส่ทันที (immediate denture) ใช้เสริมฐานฟันเทียมเฉพาะกาล (interim reliner) แต่เมื่อใช้เป็นวัสดุเสริมฐานชั่วคราวชนิดนุ่ม มักถูกใช้เสริมฐานในฟันเทียมชั่วคราวใส่ทันทีหลังถอนฟันและในฟันเทียมที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนระหว่างที่มีการรักษารากฟันเทียม ดังนั้นวัสดุจึงจำเป็นที่จะต้องมีความสมบัติที่ต้องการเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 7 วัน ซึ่งคุณสมบัติที่ต้องการ คือ มีความสมบัติหยุ่นหนืด (viscoelasticity) ที่คงที่ในระยะยาว มีความสามารถในการดูดซับน้ำต่ำ สามารถยึดติดกับฐานฟันเทียมได้ดี มีความยืดหยุ่นสูง และมีมอดูลัสของสภาพยืดหยุ่น (elastic modulus) ต่ำ

วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อและวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชั่วคราวชนิดนุ่ม ทำจากเรซินอะคริลิก ประกอบด้วยส่วนผงที่เป็นพอลิเอทิลเมทาคริเลท (polyethyl methacrylate) อาจมีโคพอลิเมอร์ (copolymer) ร่วมด้วย และส่วนเหลวที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นตัวทำละลายและพลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) และมีอะโรมาติก เอสเตอร์ (aromatic ester) เป็นพลาสติกไซเซอร์ ทำให้วัสดุมีความสมบัติหยุ่นหนืด เอทิลแอลกอฮอล์ทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์ภายนอก (external plasticizer) ทำให้เกิดปฏิกิริยาการบวมของเม็ดพอลิเมอร์ ส่งผลให้วัสดุมีความอ่อนนุ่ม<sup>4</sup> ความยืดหยุ่น (resilience) คือปริมาณหนึ่งหน่วยปริมาตรที่วัสดุสะสมไว้ในช่วงยืดหยุ่น (elastic) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้กราฟของความเค้นและความเครียดจากจุดศูนย์ถึงขีดจำกัดการแปรผันตรง (proportional limit)<sup>5</sup> คุณสมบัติเชิงกลที่สำคัญที่

เกี่ยวข้องกับค่าความยืดหยุ่นของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่ม คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบถาวร (permanent deformation) ซึ่งเป็นค่าที่วัสดุไม่สามารถคืนกลับรูปร่างเดิมได้ หลังจากได้รับแรงกดดันบีบอัด (compressive stress) วัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่มประเภทเรซินอะคริลิก มีแนวโน้มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบถาวรยิ่งขึ้นตามอายุการใช้งาน เนื่องจากความยืดหยุ่นลดลง<sup>6</sup> เมื่อมีแรงกระทำต่อวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่มโดยไม่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบถาวร คุณสมบัติหยุ่นหนืดจะช่วยให้เกิดการกระจายแรงลงสู่เนื้อเยื่อที่รองรับ โดยเมื่อเอาแรงกดออกวัสดุจะคืนกลับรูปร่างเดิมได้เมื่อเวลาผ่านไป อย่างไรก็ตามเมื่อนำวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่มมาใช้งานในช่องปากจะเกิดการดูดซับของเหลว การละลายของสารประกอบทางเคมี และสัมผัสอุณหภูมิที่ไม่คงที่ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่ม<sup>7,8</sup> ทำให้วัสดุมีความยืดหยุ่นหรือความนุ่มเปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่ใช้งาน

จากการทบทวนวรรณกรรม Aloul and Shen<sup>9</sup> พบว่า เมื่อวางชิ้นตัวอย่างวัสดุเสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีการสูญเสียเอทิลแอลกอฮอล์ออกไปได้รวดเร็วกว่า พลาสติกไซเซออร์ เนื่องจาก เอทิลแอลกอฮอล์มีจุดเดือดอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส แต่พลาสติกไซเซออร์มีจุดเดือดที่มากกว่าคือ มากกว่า 300 องศาเซลเซียส Wilson<sup>10</sup> พบว่า การแช่วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในน้ำที่อยู่ในภาชนะปิด จะมีอัตราการชะล้างของแอลกอฮอล์มากสุดใน 12 ชั่วโมงแรก และเพิ่มขึ้นช้าๆอย่างต่อเนื่อง โดยมีการชะล้างของแอลกอฮอล์ออกมามากที่สุดในช่วง 60 ชั่วโมงที่ 60 Graham และคณะ<sup>11</sup> รายงานว่า การสูญเสียพลาสติกไซ

เซออร์ในน้ำลาย (in vivo) จะเกิดขึ้นได้มากกว่าในน้ำกลั่น (in vitro) ซึ่งไดบิวทิลพทาเลต (dibutyl phthalate, DBP) จะเกิดการละลายออกมามากกว่า บิวทิล ไซลิล บิวทิล ไกลโคเลต (butyl phthalyl butyl glycolate) จากการศึกษาของ Kazanji และ Watkinson<sup>12</sup> ในเรื่องของการเปรียบเทียบการดูดน้ำ และการละลายของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่ม เมื่อแช่ในน้ำลาย และน้ำกลั่น พบว่าเมื่อแช่ในน้ำลายจะสามารถดูดน้ำได้น้อยกว่าเมื่อแช่ในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงข้ามการแช่ในน้ำลายจะมีการละลายออกของพลาสติกไซเซออร์ มากกว่าเมื่อแช่ในน้ำกลั่น เนื่องจาก พลาสติกไซเซออร์จะละลายในสารละลายที่มีประจุมากกว่าในน้ำกลั่นซึ่งไม่มีประจุ จากการศึกษาของ Okita และ Hensten<sup>13</sup> พบว่าผลของการสูญเสียของเอทิลแอลกอฮอล์ และพลาสติกไซเซออร์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหยุ่นหนืด โมดูลัสของสภาพยืดหยุ่น และ สี นอกจากนี้ การชะล้างของเอทิลแอลกอฮอล์จะทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่อ โดยเฉพาะในกรณีที่วัสดุมีส่วนประกอบของเอทิลแอลกอฮอล์ในปริมาณที่สูง และผลของการชะล้างของพลาสติกไซเซออร์เป็นสาเหตุให้เกิดพิษได้

มีหลายงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการยืดอายุการใช้งานของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ Gardner และ Parr<sup>14</sup> พบว่าการเคลือบผิวของวัสดุด้วย มอนอโพลี (monopoly) อาจสามารถยืดอายุการใช้งานของ วัสดุเสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่มได้นานถึง 1 ปี ซึ่งมอนอโพลี คือ การผสมกันระหว่าง ผงอะคริลิกเรซินชนิดบ่มด้วยตัวเองกับส่วนเหลวชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนในอัตราส่วน 1 ต่อ 10 โดยนัก Domínguez และคณะ<sup>15</sup> ทำการทดลองเพื่อทดสอบความสามารถของมอนอโพลีในการป้องกัน

การดูดซับน้ำและการสูญเสียพลาสติกไซเซออร์จากวัสดุ  
 ปรับภาวะเนื้อเยื่อ พบว่ามอนอโพลีทำหน้าที่เป็นตัว  
 ขัดขวาง ป้องกันการดูดซับน้ำและการสูญเสียพลาสติก  
 ไซเซออร์จากวัสดุ ส่งผลให้ช่วยยืดอายุการใช้งานของ  
 วัสดุเสริมฐานฟันเทียมชั่วคราวชนิดนุ่ม ทำให้วัสดุมี  
 คุณสมบัติยืดหยุ่นนานขึ้น แต่ไม่ได้ช่วยป้องกันการ  
 สูญเสียของเอทิลแอลกอฮอล์จากวัสดุปรับภาวะ  
 เนื้อเยื่อ Gronet และคณะ<sup>7</sup> พบว่าการเคลือบวัสดุปรับ  
 ภาวะเนื้อเยื่อด้วย พาราซีล(Paraseal) และ มอนอโพลี  
 ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติยืดหยุ่นของวัสดุให้ยาวนาน  
 ขึ้นได้ Malmström และคณะ<sup>16</sup> พบว่า การฉาบวัสดุ  
 ปรับภาวะเนื้อเยื่อ ด้วยเพอร์มาซีล (Permaseal) และ  
 มอนอโพลี สามารถช่วยลดการสูญเสียความนิ่มของ  
 วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อได้ จากการวิจัยของ Casey และ  
 Scheer<sup>17</sup> ในการทดลองเปรียบเทียบพื้นผิวของวัสดุ  
 เสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่ม ด้วยกล้อง  
 จุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด(SEM) โดยการ  
 ฉาบผิววัสดุด้วยมอนอเมอร์ มอนอโพลีและมินิส  
 เคนแกลส(Minute stain glaze) เทียบกับการไม่ฉาบผิว  
 เมื่อให้ผู้รับการทดลองใส่ฟันเทียมไป 30 วัน พบว่า  
 กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ฉาบผิว ก่อนให้ผู้รับการทดลอง  
 ใส่ฟันเทียมในช่องปาก พบว่าวัสดุผิวไม่เรียบ บาง  
 บริเวณเห็นเม็ดของพอลิเมทิลเมทาคริเลตฝังอยู่ในเมท  
 ริกซ์ อาจมีรูเปิดเนื่องจากการแตกของฟองอากาศบน  
 ผิววัสดุ หลังจากผ่านไป 30 วัน ปรากฏรูและหลุม  
 ขนาดต่างๆกันตลอดพื้นผิวของวัสดุ และอาจมี  
 ฟองอากาศอยู่ใต้พื้นผิวของวัสดุ กลุ่มตัวอย่างที่ฉาบ  
 ผิวด้วยมอนอเมอร์ ก่อนผู้รับการทดลองใส่ฟันเทียม  
 ในช่องปาก พื้นผิววัสดุมีรู น้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่  
 ไม่ได้ฉาบผิว แต่เมื่อใส่ฟันเทียมไปแล้ว 30 วัน พบว่า  
 ผิวของวัสดุไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ฉาบ  
 ผิว กลุ่มตัวอย่างที่ฉาบผิวด้วยมอนอโพลี หลังจากผ่านไป

ไป 30 วัน ผิวของวัสดุยังปรากฏลักษณะคล้ายผิวแก้ว  
 เหมือนก่อนใส่ และ กลุ่มตัวอย่างที่ฉาบด้วยมินิส  
 เคน(Minute stain) ในตอนแรกผิววัสดุมีลักษณะ  
 คล้ายผิวแก้วเหมือนกับที่เคลือบด้วยมอนอโพลี แต่  
 หลังจากผ่านไป 30 วัน ผิวที่เคลือบยังคงอยู่ ไม่พบรู  
 บนพื้นผิวของวัสดุ แต่ผิวมีการขุ่น ซึ่งอาจเกิดจากการ  
 ขยายตัวของชั้นเคลือบฉาบ(glaze layer) ซึ่งการ  
 เคลือบทำให้มีผิวเรียบและสะอาด ช่วยลดการ  
 เจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อรา Singh และคณะ  
<sup>18</sup> พบว่า วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่ถูกเคลือบผิวด้วย  
 มอนอโพลี จะมีความนิ่ม มากกว่ากลุ่มที่ไม่ถูกเคลือบ  
 ผิว เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ พื้นผิวของวัสดุปรับ  
 ภาวะเนื้อเยื่อที่ไม่เคลือบด้วยมอนอโพลี จะเกิดการ  
 เสื่อมสภาพโดยมีการเพิ่มจำนวนและขนาดของเม็ด  
 บิด และเมื่อเวลาผ่านไป 3 สัปดาห์ พื้นผิวของวัสดุ  
 ปรับภาวะเนื้อเยื่อ จะมีการเสื่อมสภาพโดยสมบูรณ์  
 โดยจะมีเม็ดบิด และ รูจำนวนมากเกิดขึ้นอย่างชัดเจน  
 และเมื่อวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิด  
 ส่องกราด แต่ในกลุ่มที่มีการเคลือบผิวด้วยมอนอโพลี  
 แสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์ของพื้นผิววัสดุที่ยังคง  
 เดิมอยู่เมื่อเวลาผ่านไป 3 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม มี  
 การศึกษาที่ได้ผลที่แย้งกันโดยพบว่า การเคลือบผิว  
 ด้วยมอนอโพลีนั้น ไม่ได้ส่งผลดีต่อวัสดุ โดย Ebadian  
 และคณะ<sup>19</sup> ทำการทดลองเคลือบวัสดุปรับภาวะ  
 เนื้อเยื่อด้วยมอนอโพลี พบว่าการเคลือบด้วยมอนอโ  
 โพลีอาจไม่ได้ช่วยให้วัสดุมีความนิ่มนานขึ้นในวัสดุปรับ  
 ภาวะเนื้อเยื่อทุกยี่ห้อ เนื่องมาจากองค์ประกอบของ  
 วัสดุแต่ละยี่ห้อที่มีความแตกต่างกัน

การทดลองของ Murata และคณะ<sup>20,21</sup> พบว่า  
 เอทิลแอลกอฮอล์เป็นสารที่มีความสามารถในการ  
 ละลายสูง ช่วยทำให้พลาสติกไซเซออร์ เกิดการแทรกเข้าไป

ในพอลิเมอร์ ส่งผลให้เวลาก่อเจลสั้นลง (gelation time) และความเข้มข้นที่มากของเอทิลแอลกอฮอล์ ทำให้วัสดุมีความหนืดลดลง ส่งผลให้การทำงานของพลาสติกไซเซออร์มีประสิทธิภาพมากขึ้นและไหลได้มากขึ้น หลังการก่อตัว และยังพบว่า การเติมเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ในสารที่มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์เริ่มต้นในปริมาณน้อย นอกจากนี้ยังมีการทดลองศึกษาผลของการเก็บวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในสถานะต่างๆ ต่อคุณสมบัติของหินดึกการศึกษาของ Aloul and Shen<sup>9</sup> พบว่าการนำวัสดุเสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่มที่มีองค์ประกอบของแอลกอฮอล์ในปริมาณเล็กน้อยแช่ในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 จะสามารถช่วยยืดอายุของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่มได้ เนื่องจากเมื่อมีการสูญเสียแอลกอฮอล์ที่เป็นส่วนประกอบจะเกิดการหดเซยจากแอลกอฮอล์ที่อยู่ในสารละลายที่แช่ Mante และคณะ<sup>22</sup> รายงานว่าการแช่วัสดุเสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่มในเอทิลแอลกอฮอล์ มีผลทำให้วัสดุมีความนิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการศึกษาผลของเอทิลแอลกอฮอล์ต่อพอลิเมทิลเมทาคริเลท ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ทำฐานฟันเทียมโดย Vlissidis และ Prombonas<sup>23</sup> ศึกษาผลของเครื่องดัดแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์มากกว่าร้อยละ 40 พบว่าผลของแอลกอฮอล์ต่อฟันเทียมฐานอะคริลิก มี 2 ประการคือ แอลกอฮอล์จะทำให้เกิดรอยร้าวบริเวณที่รับแรงมากที่สุดบนฟันเทียมฐานอะคริลิก และจะลดความแข็งแรงของฟันเทียมฐานอะคริลิก และเป็นสาเหตุของการสึกของฟันผิวฟันเทียมฐานอะคริลิก เป็นการเร่งให้เกิดการล้าของฟันเทียมฐานอะคริลิก ทำให้เกิดความล้าของฟันเทียมก่อนเวลาที่เหมาะสม Regis และคณะ<sup>24</sup> พบว่า ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในเครื่องดัดต่างๆ จะมี

ผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเรซินอะคริลิก กล่าวคือ แอลกอฮอล์จะเพิ่มการเกิดรอยร้าวของอะคริลิกเมทิลเมทาคริเลท ทำให้เกิดการสลายของคอมโพสิตที่ใช้ทางธรรมชาติ และแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นสูงจะทำให้ฐานฟันเทียมที่มีอะคริลิกเมทิลเมทาคริเลทนี้มากขึ้น นอกจากนี้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 42 ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติความแข็งแรงต่อการโค้งงอ (Flexural strength) จากการศึกษาของ Collares และคณะ<sup>25</sup> เปรียบเทียบผลของการแช่ชิ้นตัวอย่างเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตัวเองในงานทันตกรรมจัดฟันในน้ำยาบ้วนปากต่างชนิดกันต่อความแข็งแรงพบว่าเมื่อแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำยาบ้วนปากยี่ห้อคอลเกต พลัคซ์ สูตรไม่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสม จะไม่มีผลต่อความนิ่มของอะคริลิก แต่เมื่อแช่ในลิสเตอร์ิน อะคริลิกมีความนิ่มอยู่ตลอดเวลา

จากการทบทวนวรรณกรรม จะเห็นว่าข้อจำกัดของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อและวัสดุเสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่ม คือ สิ่งแวดล้อมภายในช่องปากมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ความชื้นในช่องปากทำให้เกิดการละลายตัวของเอทิลแอลกอฮอล์และพลาสติกไซเซออร์ออกมาในน้ำลายและมีการดูดน้ำเข้าไปแทนที่ การสูญเสียเอทิลแอลกอฮอล์และพลาสติกไซเซออร์ ทำให้วัสดุแข็งตัวขึ้นอย่างช้าๆ ส่งผลให้วัสดุเสื่อมสภาพและมีอายุการใช้งานลดลง เนื่องด้วยข้อจำกัดของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในด้านอายุการใช้งานทำให้ผู้ป่วยอาจต้องมาเปลี่ยนวัสดุบ่อยๆ ทำให้ผู้ป่วยสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาพบทันตแพทย์เพื่อมาเปลี่ยนวัสดุ นำมาซึ่งการศึกษาของทางกลุ่ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการคงความนิ่ม รวมถึงศึกษาว่าสามารถ

ทำให้เกิดการคืนกลับของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่มีการสูญเสียความนิ่มไปบางส่วนแล้วหรือไม่ และเพื่อศึกษาผลของวิธีที่เลือกต่อความแข็งแรงต่อการโค้งงอของฐานฟันเทียมเมทิลเมทาคริลิต

**วัสดุและวิธีการทดลอง**

ชนิดและองค์ประกอบของวัสดุและน้ำยาบ้วนปากถูกแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 และกลุ่มทดลองได้ถูกจำแนกตามตารางที่ 3

**ตารางที่ 1 แสดงวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่ใช้ในการทดลอง**

ผลิตภัณฑ์	รหัส	ผู้ผลิต	ส่วนประกอบ
จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์	SL	GC dental products corp., Japan	ส่วนผง: พอลิเอทิลเมทาคริลิต ร้อยละ 100 ส่วนเหลว: บิวทิล ราคิล บิวทิล โกลโคเลต ร้อยละ 80.9% ไดบิวทิลพทาเลต ร้อยละ 4.3% เอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 14.8%
โคคอมฟอร์ท	CC	GC America Inc., USA	ส่วนผง: พอลิเอทิลเมทาคริลิต ร้อยละ 100 ส่วนเหลว: เบนซิลเบนโซเอต ร้อยละ 87.3% ไดบิวทิลพทาเลต ร้อยละ 4.5% เอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 8.2%

**ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบของน้ำยาบ้วนปากที่ใช้**

ยี่ห้อ	ส่วนประกอบ
น้ำยาบ้วนปากลิสเตอริน สูตรคูล มินต์	ไทมอล, ยูคาลิปตัส, เมทิลซาลิไซเลต, เมนทอล, อะควา, ซอร์บิทอล, แอลกอฮอล์, โพลอกซาเมอร์ 407, กรดเบนโซอิก, อะโรมา, โซเดียมแซ็กคาริน, โซเดียมเบนโซเอต
น้ำยาบ้วนปากคอลเกต พลักซ์	อะควา, กลีเซอริน, โพรพิลีน โกลคอล, ซอร์บิทอล, พีอีจี 40, อโรมา, กรดฟอสฟอริก, โซเดียม เบนโซเอต, เซซิลไพรคินีมคลอไรด์, โซเดียมฟลูออไรด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์, โซเดียมซัคคาริน

ตารางที่ 3 สภาวะในการเก็บชิ้นตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

สภาวะ	รหัส
กลุ่มที่ 1 เก็บที่อุณหภูมิห้องที่ความชื้นร้อยละ 100 (กลุ่มควบคุมที่ 1)	Humid
กลุ่มที่ 2 แช่น้ำอุณหภูมิห้อง (กลุ่มควบคุมที่ 2)	RT water
กลุ่มที่ 3 แช่น้ำที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	Cold water
กลุ่มที่ 4 เคลือบด้วย มอนอโพลี 3 ชั้นในวันแรก หลังจากนั้นแช่น้ำอุณหภูมิห้อง	Coated
กลุ่มที่ 5 แช่น้ำยาบ้วนปากลิสเตอริน สูตรลูคูล มินต์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 100 ณ อุณหภูมิห้อง	List100
กลุ่มที่ 6 แช่น้ำยาบ้วนปากลิสเตอริน สูตรลูคูล มินต์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 50 ณ อุณหภูมิห้อง	List50
กลุ่มที่ 7 แช่น้ำยาบ้วนปากคอลเกต พลักซ์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 100 ณ อุณหภูมิห้อง	Plax100
กลุ่มที่ 8 แช่น้ำยาบ้วนปากคอลเกต พลักซ์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 50 ณ อุณหภูมิห้อง	Plax50

**ตอนที่ 1** ศึกษาผลของวิธีเก็บต่อคุณสมบัติของวัสดุ  
ปรับภาวะเนื้อเยื่อ

เตรียมชิ้นตัวอย่างวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อชื่อ  
จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ (GC Soft liner; GC dental  
products corp., Japan) และ โคคอมฟอร์ท (Coe  
comfort; GC America Inc., USA) ซึ่งมี  
ส่วนประกอบแสดงดังตารางที่ 1 อย่างละ 40 ชิ้น โดย  
ผสมส่วนผงและส่วนเหลวตามอัตราส่วนที่บริษัท  
กำหนด อัดลงในเบ้ารูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าน  
ศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร สูง 6 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 5  
สำหรับทดสอบด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์  
เพื่อวัดพลังงานความเครียด และเตรียมชิ้นตัวอย่าง  
วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อทั้ง 2 ชนิดอย่างละ 40 ชิ้น อัดลง  
ในเบ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 4.5  
เซนติเมตร สูง 3 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 6 สำหรับ  
ทดสอบด้วยเครื่องวัดความแข็งแรง หลังจากผสมรอ  
15 นาที เพื่อให้วัสดุแข็งตัวเต็มที่ก่อนนำไปทดสอบ

หาค่าพลังงานความเครียดและวัดค่าความแข็งแรง  
หลังจากวัสดุแข็งตัว (T0) จากนั้นทำการแบ่งวัสดุทั้ง  
สองชนิดออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ชิ้น (n=5) แต่ละ  
กลุ่มจะนำไปแช่น้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศา  
เซลเซียสเพื่อจำลองสภาวะในช่องปากเป็นเวลา 16  
ชั่วโมงก่อนนำวัสดุผ่านวิธีการคงสภาพความนุ่มวิธี  
ต่างๆเป็นเวลา 8 ชั่วโมงดังแสดงในตารางที่.... หลัง  
ครบเวลา 8 ชั่วโมงแล้ว นำกลุ่มทดลองทุกกลุ่มกลับมา  
แช่น้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสอีกเป็น  
เวลา 16 ชั่วโมงแล้วนำวัสดุผ่านวิธีการคงสภาพความ  
นุ่มวิธีต่างๆเป็นเวลา 8 ชั่วโมงโดยทำซ้ำทุกวันจนครบ  
28 วัน โดยในระหว่างการแช่จะนำชิ้นตัวอย่างแต่ละ  
ชิ้นมาทดสอบหาค่าพลังงานความเครียดและวัดค่า  
ความแข็งแรงที่ระยะเวลาต่างๆคือ 7 วัน (T7), 14 วัน  
(T14), 21 วัน (T21) และ 28 วัน (T28) โดยใน  
การศึกษาค่าพลังงานความเครียดทำโดยนำชิ้นตัวอย่าง  
ไปปรับแรงกดโดยใช้เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์

(Universal Testing Machine) ด้วยความเร็วหัวกด 30 มิลลิเมตรต่อนาที ให้ยุบตัว 1.8 มิลลิเมตร (คิดเป็นระยะร้อยละ 30 ของความสูงชิ้นตัวอย่าง ซึ่งเป็นระยะที่ยังคงอยู่ในระยะยืดหยุ่น (elastic region) ของวัสดุ) จะได้ค่าเส้นโค้งความเค้น-ความเครียด (stress-strain curve) ของแต่ละชิ้นตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณพื้นที่ใต้เส้นโค้งเป็นค่าพลังงานความเครียดของแต่ละชิ้นตัวอย่าง ซึ่งจะถูกรวบรวมโดยใช้โปรแกรมอิมเมจเจ (Image J , Wayne Rasband, National Institutes of health, USA) ส่วนการทดสอบความแข็งแรงผิวทำโดยนำชิ้นตัวอย่างไปกดด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงซึ่งมีขนาดหัวกดเท่ากับ  $1.25 \pm 0.15$  มิลลิเมตร เข้มกดสูง 2.5 มิลลิเมตร โดยใช้แรงกด 1 กิโลกรัมเป็นเวลา 15 วินาที และใช้ค่าเฉลี่ยจากค่าที่ได้จากการกด 3 ครั้ง ในตำแหน่งต่างๆกัน

**ตอนที่ 2** ศึกษาผลของวิธีการเก็บวัสดุต่อการคืนกลับของพลังงานความเครียดของวัสดุจีสซี่ ซอฟท์ไลน์เนอร์

เตรียมชิ้นตัวอย่างวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อหือจีสซี่ ซอฟท์ไลน์เนอร์ จำนวน 30 ชิ้น ขนาดตามการทดลองตอนที่ 1 ตั้งทิ้งไว้ในอากาศที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้วัสดุมีความนิ่มลดลง (ค่าพลังงานความเครียดเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 50) จากนั้นแบ่งวัสดุเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ชิ้น เพื่อเก็บในสภาวะต่างๆ ได้แก่ เก็บที่อุณหภูมิห้องที่ความชื้นร้อยละ 100 แขน้ำที่อุณหภูมิห้อง และแช่น้ำยาบ้วนปากสองชนิดที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 และ 50 โดยแช่สลับกับน้ำลายเทียมเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1 แล้วนำมาวัด

ด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์เพื่อหาค่าพลังงานความเครียด ในวันที่ 1,3 และ 7

**ตอนที่ 3** ศึกษาผลของสารที่ใช้ในการเก็บวัสดุต่อ พอลิเมทิลเมทาคริเลทชนิดบ่มด้วยความร้อน

เตรียมชิ้นตัวอย่างวัสดุพอลิเมทิลเมทาคริเลทชนิดบ่มด้วยความร้อนเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ขนาด 65 มม. x 10 มม. x 3 มม. ตาม ADA Specification No.12 ดังภาพที่ 8 จำนวน 65 ชิ้น โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ในการคัดเลือกชิ้นตัวอย่าง แบ่งเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ไม่ผ่านการเก็บ และกลุ่มที่เก็บในสภาวะต่างๆ ได้แก่ เก็บที่อุณหภูมิห้องที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 แขน้ำอุณหภูมิห้อง และแช่น้ำยาบ้วนปากสองชนิดที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 และ 50 ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 10 วัน (5 ชิ้นต่อกลุ่ม) โดยไม่แช่สลับกับน้ำลายเทียม จากนั้นนำมาวัดค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ โดยวิธีตัด 3 จุด (three point bending) ด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ โดยใช้หัวกดที่มีความเร็ว 5 มิลลิเมตรต่อนาที และโหลดเซลล์ ขนาด 250 นิวตัน ดังภาพที่ 9 โดยค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอสามารถคำนวณได้จากสูตร  $F = 3WL/2bd^2$  ซึ่ง F คือ ค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ หน่วยเป็นเมกะพาสคัล, W คือ ค่าแรงก่อนที่จะทำให้วัสดุแตกหัก หน่วยเป็นนิวตัน, L คือ ระยะห่างระหว่างฐานที่รองรับกับหัววัดของเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ (เท่ากับ 50 มิลลิเมตร), b คือ ความกว้างของชิ้นงาน หน่วย



เป็นเมตร, และ d คือ ความหนาของชั้นตัวอย่าง หน่วยเป็นเมตร

### การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ใช้สถิติ Kruskal-Wallis ในการวิเคราะห์ผล และใช้ Rank transformations ร่วมกับ Bonferroni test ในการทำ Multiple comparisons<sup>26</sup> ในกรณีที่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha \leq 0.05$ )

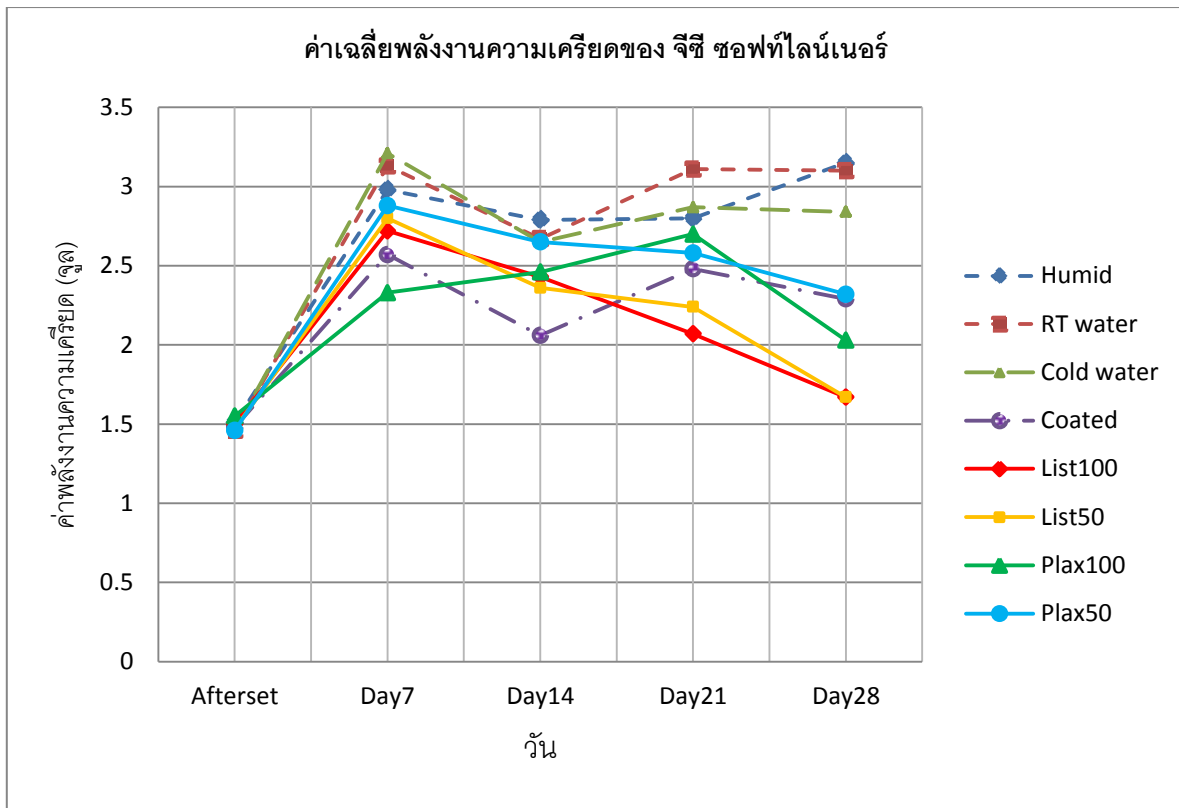
### ผลการทดลอง

#### ตอนที่ 1

#### วัสดุจีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์

วัสดุมีค่าพลังงานความเครียดเมื่อกดให้เปลี่ยนรูปร้อยละ 30 ขณะก่อตัวใหม่ๆ เฉลี่ยเท่ากับ  $1.49 \pm 0.20$  จูล ภายหลังจากผ่านการจำลองสภาพการใช้งานในช่องปากโดยแช่ในน้ำลายเทียมที่ 37 องศาเซลเซียส สลับกับการเตรียมในสภาวะต่างๆกัน เป็นเวลา 7 วัน พบว่า วัสดุทุกกลุ่มมีค่าพลังงานความเครียดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (วัสดุแข็งขึ้น) หลังจากนั้นจนถึงวันที่ 28 กลุ่ม Humid, RT

water, Plax100 และ Plax50 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ส่วนกลุ่มที่มีค่าพลังงานความเครียดลดลง ภายหลังจากวันที่ 7 ได้แก่ กลุ่ม List100 และ List50 โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวันที่ 7, 21 และ 28 ดังแสดงในรูปภาพที่ 1 และ ตารางที่ 4 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ณ เวลาต่างๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 โดยพบว่าวันที่ 7 กลุ่ม Plax100 มีค่าพลังงานความเครียดต่ำที่สุด โดยมีความแตกต่างจากกลุ่ม Humid, RT water และ Cold water และพบว่ากลุ่ม Coated มีค่าต่ำกว่ากลุ่ม Cold water อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มอื่นๆ วันที่ 14 เฉพาะกลุ่ม Plax100 มีค่าพลังงานความเครียดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าพลังงานความเครียดระหว่างทุกกลุ่ม วันที่ 21 กลุ่ม List100 มีค่าพลังงานความเครียดลดลง โดยมีค่าต่ำกว่ากลุ่ม Humid, RT water, Cold water และ Plax100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่ม List50 มีค่าต่ำกว่ากลุ่ม RT water และ Cold water อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มอื่นๆ



รูปที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียดของ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียด(จุด)ของ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ ในแต่ละช่วงเวลา

Time	Humid		RT water		Cold water		Coated		List100		List50		Plax100		Plax50	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Afterset	1.51	0.23	1.46	0.21	1.46	0.21	1.48	0.11	1.5	0.23	1.47	0.25	1.55	0.22	1.46	0.24
Day7	2.98	0.35	3.13	0.58	3.21	0.21	2.57	0.31	2.72	0.15	2.8	0.19	2.33	0.24	2.88	0.41
Day14	2.79	0.61	2.67	0.36	2.65	0.16	2.06	0.23	2.43	0.13	2.36	0.36	2.46	0.3	2.65	0.38
Day21	2.8	0.26	3.11	0.38	2.87	0.14	2.48	0.19	2.07	0.11	2.24	0.1	2.7	0.54	2.58	0.4
Day28	3.15	0.3	3.1	0.42	2.84	0.18	2.29	0.31	1.67	0.24	1.67	0.19	2.03	0.31	2.32	0.26
Total	2.65	0.69	2.69	0.75	2.61	0.64	2.18	0.46	2.08	0.49	2.11	0.54	2.21	0.51	2.38	0.59

หมายเหตุ: เส้นขวาง "-" ที่อยู่บนเส้นแนวนอง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวเลขตำแหน่งบนสุดกับตัวเลขด้านล่างอื่น

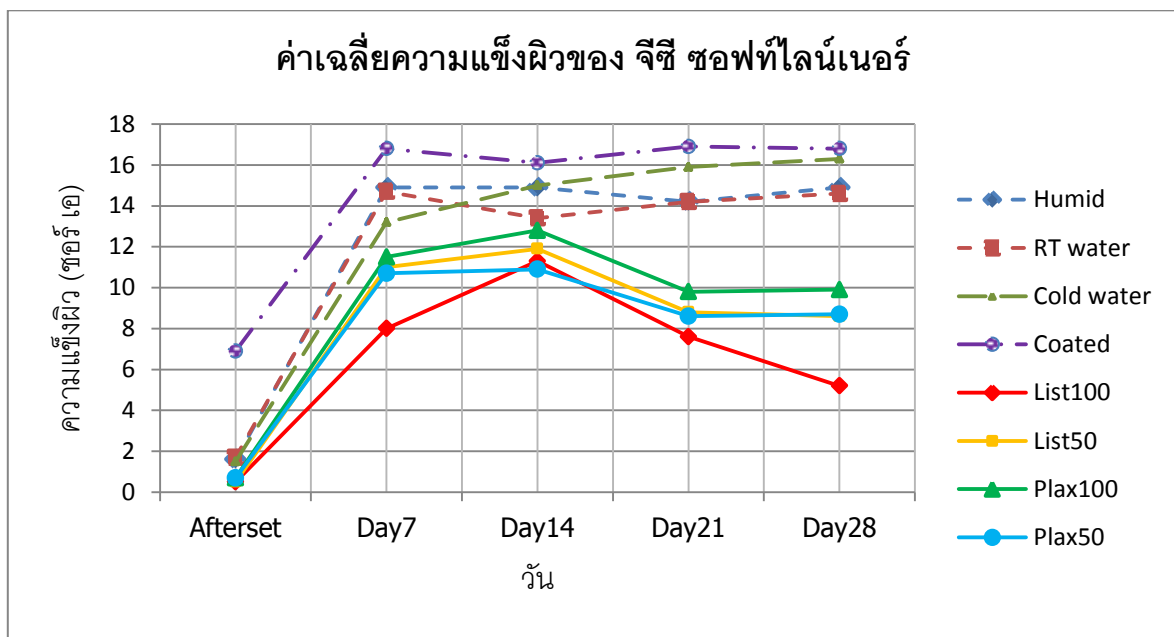
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียด(จุด)ของ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ ที่เก็บในสภาวะต่างๆ

Time	Afterset		Day7		Day14		Day21		Day28	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Humid	1.51	0.23	2.98	0.35	2.79	0.61	2.8	0.26	3.15	0.3
RT water	1.46	0.21	3.13	0.58	2.67	0.36	3.11	0.38	3.1	0.42
Cold water	1.46	0.21	3.21	0.21	2.65	0.16	2.87	0.14	2.84	0.18
Coated	1.48	0.11	2.57	0.31	2.06	0.23	2.48	0.19	2.29	0.31
List100	1.5	0.23	2.72	0.15	2.43	0.13	2.07	0.11	1.67	0.24
List50	1.47	0.25	2.8	0.19	2.36	0.36	2.24	0.1	1.67	0.19
Plax100	1.55	0.22	2.33	0.24	2.46	0.3	2.7	0.54	2.03	0.31
Plax50	1.46	0.24	2.88	0.41	2.65	0.38	2.58	0.4	2.32	0.26
Total	1.49	0.2	2.83	0.41	2.51	0.38	2.61	0.42	2.38	0.62

หมายเหตุ: เส้นขวาง "-" ที่อยู่บนเส้นแนวนอง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวเลขตำแหน่งบนสุดกับตัวเลขด้านล่างอื่นๆ

วันที่ 28 ทั้งกลุ่ม List100 และ List50 มีค่าพลังงานความเครียดต่ำที่สุด โดยมีค่าไม่แตกต่างจากค่าภายหลังก่อตัวใหม่ (1.67 เทียบกับ 1.49 จูล) และมีค่าต่ำกว่าทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่ม Plax100 ในขณะที่ กลุ่ม Humid และ RT water มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่ม Cold water อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความแข็งแรงพบว่าวัสดุเมื่อก่อตัวใหม่ ๆ มีค่าเฉลี่ยเพียง  $1.76+2.04$  ชอร์ เอ ซึ่งตามข้อกำหนดของการวัดความแข็งแรงด้วยคูโรมิเตอร์แบบชอร์เอถือว่าค่าที่ต่ำกว่า 10 เป็นค่าที่ไม่แน่นอนและไม่เหมาะสมในการนำมาใช้

ในการวิเคราะห์ผล จึงนำเสนอผลในรูปแบบการพรรณนาโดยไม่วิเคราะห์ทางสถิติ จากรูปภาพที่ 2 และตารางที่ 6 จะเห็นว่าวัสดุทุกกลุ่มมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นประมาณ 8-13 ชอร์ เอ หลังจากผ่านการจำลองสภาพการใช้งานสลับกับการเตรียมในสภาวะต่างๆ เป็นเวลา 7 วัน อย่างไรก็ตามสามารถสังเกตเห็นว่ากลุ่มที่แช่น้ำยาบ้วนปากทุกกลุ่มมีค่าความแข็งแรงต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ และมีค่าความแข็งแรงลดลงหลังจากวันที่ 14



รูปที่ 2 แสดงค่าความแข็งแรงผิวของ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าความแข็งผิว(ชอร์ เอ)ของ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ ที่เก็บในสภาวะต่างๆ

Time	Afterset		Day7		Day14		Day21		Day28	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Humid	1.6	0.42	14.9	1.52	14.9	1.39	14.2	1.35	14.9	0.82
RT water	1.7	0.27	14.7	2.68	13.4	1.82	14.2	1.04	14.6	1.47
Cold water	1.5	0.35	13.2	2.44	15	1.77	15.9	1.85	16.3	1.2
Coated	6.9	0.42	16.8	0.76	16.1	1.19	16.9	0.65	16.8	0.57
List100	0.5	0	8	2.29	11.3	0.84	7.6	2.3	5.2	1.64
List50	0.5	0	11	1.37	11.9	2.07	8.8	1.72	8.6	1.34
Plax100	0.7	0.27	11.5	0.94	12.8	0.57	9.8	1.04	9.9	0.22
Plax50	0.7	0.27	10.7	1.82	10.9	1.56	8.6	1.52	8.7	2.49
Total	1.76	2.04	12.6	3.16	13.29	2.24	12	3.75	11.87	4.27

วัสดุโคคอมพอร์ท

วัสดุมีค่าพลังงานความเครียดเมื่อกดให้เปลี่ยนรูปร้อยละ 30 ขณะก่อตัวใหม่ๆ เฉลี่ยเท่ากับ 0.76+0.20 จูล ภายหลังจากผ่านการจำลองสภาพการใช้งานในช่องปากโดยแช่ในน้ำลายเทียมที่ 37 องศาเซลเซียส สลับกับการเตรียมในสภาวะต่างๆกัน เป็นเวลา 7 วัน พบว่า วัสดุทุกกลุ่มมีค่าพลังงานความเครียดเพิ่มขึ้นแต่ไม่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 7 และรูปภาพที่ 3 หลังจากนั้นไม่พบว่าวัสดุกลุ่มใดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในกลุ่ม List50 ระหว่างวันที่ 21 และ 28 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ณ เวลาต่างๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 8 โดยพบว่า ในวันที่ 14, 21 และ 28 กลุ่ม List100 มีค่าพลังงานความเครียดต่ำกว่ากลุ่ม RT water และ Cold water และเฉพาะในวันที่ 28 กลุ่ม List50 มีค่าพลังงานความเครียดต่ำกว่ากลุ่ม RT water อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มอื่นๆไม่พบความแตกต่างส่วนค่าความแข็งผิวสำหรับวัสดุโคคอมพอร์ท พบว่ามีค่าต่ำกว่า 10 ชอร์ เอ ทั้งหมด จึงไม่สามารถนำผลมาวิเคราะห์ได้

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียด(จูล)ของ โคคอมพอร์ท ในแต่ละช่วงเวลา

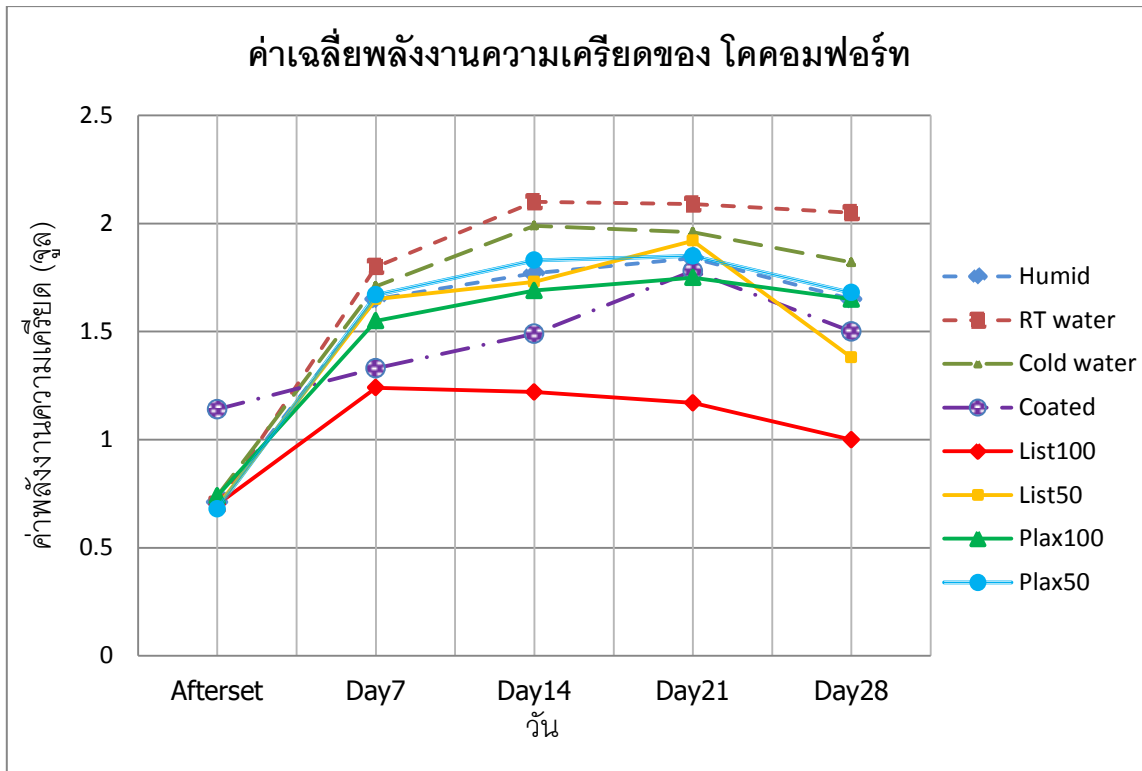
Time	Humid		RT water		Cold water		Coated		List100		List50		Plax100		Plax50	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Afterset	0.71	0.16	0.7	0.1	0.74	0.1	1.14	0.31	0.7	0.14	0.69	0.09	0.74	0.11	0.68	0.09
Day7	1.65	0.22	1.8	0.34	1.71	0.31	1.33	0.44	1.24	0.27	1.65	0.31	1.55	0.22	1.67	0.31
Day14	1.77	0.24	2.1	0.33	1.99	0.28	1.49	0.38	1.22	0.16	1.73	0.36	1.69	0.29	1.83	0.35
Day21	1.84	0.14	2.09	0.24	1.96	0.33	1.78	0.54	1.17	0.16	1.92	0.26	1.75	0.38	1.85	0.38
Day28	1.65	0.27	2.05	0.29	1.82	0.29	1.5	0.38	1	0.21	1.38	0.29	1.65	0.31	1.68	0.4
Total	1.52	0.47	1.75	0.6	1.64	0.53	1.45	0.44	1.07	0.27	1.47	0.51	1.48	0.46	1.54	0.54

หมายเหตุ: เส้นขวาง "-" ที่อยู่บนเส้นแนวนอง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวเลขตำแหน่งบนสุดกับตัวเลขด้านล่างอื่นๆ

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียด(จุด)ของ โคคอมฟอร์ท ที่เก็บในสภาวะต่างๆ

Time	Afterset		Day7		Day14		Day21		Day28	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Humid	0.71	0.16	1.65	0.22	1.77	0.24	1.84	0.14	1.65	0.27
RT water	0.7	0.1	1.8	0.34	2.1	0.33	2.09	0.24	2.05	0.29
Cold water	0.74	0.1	1.71	0.31	1.99	0.28	1.96	0.33	1.82	0.29
Coated	1.14	0.31	1.33	0.44	1.49	0.38	1.78	0.54	1.5	0.38
List100	0.7	0.14	1.24	0.27	1.22	0.16	1.17	0.16	1	0.21
List50	0.69	0.09	1.65	0.31	1.73	0.36	1.92	0.26	1.38	0.29
Plax100	0.74	0.11	1.55	0.22	1.69	0.29	1.75	0.38	1.65	0.31
Plax50	0.68	0.09	1.67	0.31	1.83	0.35	1.85	0.38	1.68	0.4
Total	0.76	0.2	1.58	0.33	1.73	0.38	1.8	0.39	1.59	0.41

หมายเหตุ: เส้นขวาง “-” ที่อยู่บนเส้นแนวดิ่ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวเลขตำแหน่งบนสุดกับตัวเลขด้านล่างอื่นๆ



รูปที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียด(จุด)ของ โคคอมฟอร์ท

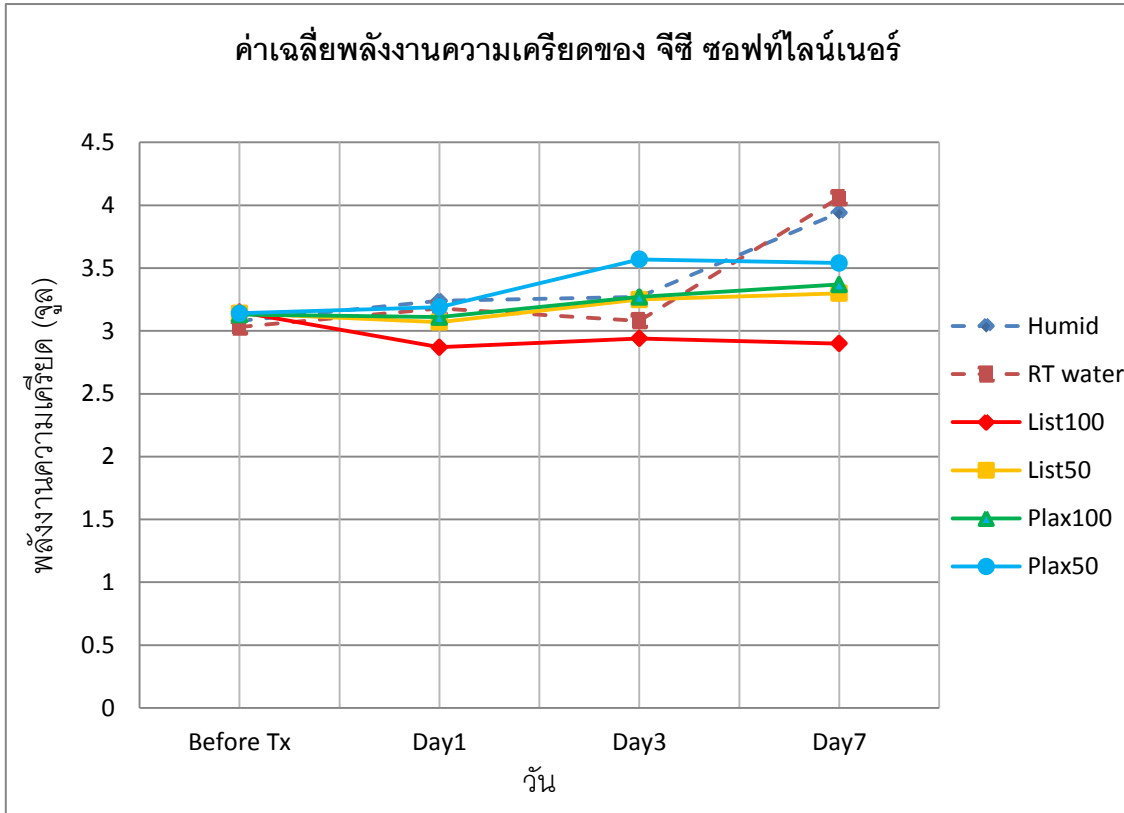
## ตอนที่ 2

เมื่อตั้งวัสดุ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน พบว่ามีค่าพลังงานความเครียดเมื่อกดให้เปลี่ยนรูปร่างละ 30 เพิ่มขึ้นจาก

ค่าเฉลี่ย  $2.12 \pm 0.17$  จุด (ขณะก่อตัวใหม่) เป็น  $3.11 \pm 0.30$  จุด และเมื่อเก็บในสภาวะต่างๆเป็นเวลา 7 วัน สลับกับแช่น้ำลายเทียม ไม่พบว่ามียุติที่สามารถทำให้ค่าพลังงานความเครียดลดลง(วัสดุนี้เพิ่มขึ้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้พบว่ากลุ่มList100 มี

ค่าพลังงานความเครียดลดลงจากค่าเริ่มต้นเล็กน้อยก็  
ตาม ในทางตรงกันข้าม พบว่า กลุ่ม Plax50 ทำให้  
วัสดุมีค่าพลังงานความเครียดเพิ่มขึ้นที่เวลา 3 วัน และ  
กลุ่ม Humid และ RT water ทำให้วัสดุมีค่าพลังงาน

ความเครียดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บ  
วัสดุเป็นเวลา 7 วัน ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4 และ  
ตารางที่ 9



รูปที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียดของ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์เมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานความเครียด(จุด)ของ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ ในแต่ละช่วงเวลา

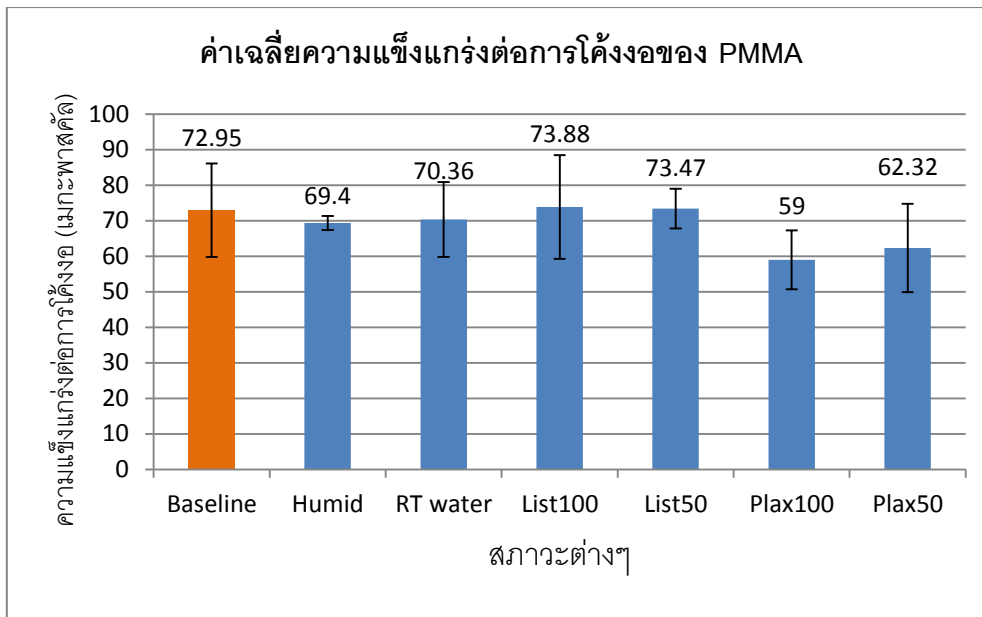
Time	Humid		RT water		List100		List50		Plax100		Plax50	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Before Tx	3.08	0.22	3.03	0.25	3.15	0.36	3.14	0.43	3.13	0.31	3.14	0.32
Day1	3.24	0.4	3.18	0.45	2.87	0.28	3.07	0.46	3.11	0.34	3.19	0.1
Day3	3.27	0.24	3.08	0.27	2.94	0.26	3.25	0.34	3.27	0.38	3.57	0.25
Day7	3.94	0.42	4.06	0.67	2.9	0.29	3.3	0.44	3.37	0.29	3.54	0.34
Total	3.11	0.68	3.08	0.74	2.8	0.43	2.99	0.55	3.01	0.52	3.11	0.59

หมายเหตุ: เส้นขวาง "-" ที่อยู่บนเส้นแนวนิ่ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวเลขตำแหน่งบนสุดกับตัวเลขด้านล่างอื่นๆ

### ตอนที่ 3

ค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอของชิ้นตัวอย่างพอลิเมทิลเมทาคริเลท ก่อนเก็บในสภาวะต่างๆมีค่าเฉลี่ย 72.95+13.15 เมกะพาสคัล เมื่อเก็บในสภาวะต่างๆต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วัน ไม่พบความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความแข็งแรงระหว่างกลุ่ม อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่ม Plax100 และ Plax50 มีแนวโน้มค่าความแข็งแรงต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 10 และแผนภูมิที่ 5



รูปที่ 5 แสดงค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอของพอลิเมทิลเมทาคริเลท

### บทวิจารณ์

ความนุ่มและความยืดหยุ่นเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่พึงประสงค์ของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ เมื่อวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อผ่านการใช้งานจะมีการดูดซับองค์ประกอบของน้ำลายเข้าไปในตัววัสดุ การชะล้างของสารพลาสติกไซเซอร์ และการสูญเสียเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นหนึ่งในส่วนประกอบของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่ม เป็นผลให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติยืดหยุ่นของวัสดุเสริมฐานฟันเทียมชนิดนุ่ม ทางกลุ่มสนใจที่จะเลือกใช้วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ 2 ยี่ห้อคือ จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ และ โคลอมฟอร์ท เนื่องจากองค์ประกอบหลักของส่วนเหลว

เหมือนกับการศึกษาของ Graham และคณะ<sup>11</sup> ที่พบว่าวัสดุจะมีการสูญเสียพลาสติกไซเซอร์ในน้ำลายและน้ำกลั่น ซึ่งการสูญเสียส่วนประกอบออกไปจะทำให้วัสดุสูญเสียความยืดหยุ่น โดยศึกษาค่าพลังงานความเครียดและค่าความแข็งผิว ซึ่งจะบอกค่าความนุ่มภายในเนื้อวัสดุ และบนผิวของวัสดุตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้จะสัมพันธ์กับการใช้งาน คือ หากค่าที่วัดมีค่าสูงขึ้นกว่าเมื่อก่อตัวใหม่ แสดงว่าวัสดุเริ่มสูญเสียคุณสมบัติความนุ่ม จะส่งผลให้เนื้อเยื่อบาดเจ็บได้ในทางกลับกันหากวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อนิ่มขึ้นกว่าปกติ(ค่าที่วัดมีค่าต่ำกว่าตอนก่อตัวใหม่) อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน ในการวัดพลังงาน

ความเครียด กำหนดแรงกดให้วัสดุเปลี่ยนรูปร่างเพียงร้อยละ 30 ซึ่งจากการศึกษานำร่อง พบว่าในระยะดังกล่าววัสดุจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวร และกลับคืนสภาพเดิมเมื่อหยุดให้แรง เนื่องจากยังอยู่ในระยะยืดหยุ่นของวัสดุ สำหรับการวัดความแข็งผิวในวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อทั้ง 2 ตัว พบว่าวัสดุ जि शी ซอฟท์ไลน์เนอร์ ในกลุ่มที่แช่ในน้ำยาบ้วนปาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มลิสเตอริน มีค่าต่ำกว่า 10 ซอร์เอ เช่นเดียวกับวัสดุโคคอมฟอร์ททุกกลุ่ม ซึ่งตามข้อกำหนดของการวัดความแข็งผิวด้วยคูโรมิเตอร์แบบซอร์เอถือว่าค่าที่ต่ำกว่า 10 เป็นค่าที่ไม่แน่นอนและไม่เหมาะสมในการนำมาใช้การวิเคราะห์ผล

ทางกลุ่มเลือกวิธีเก็บชิ้นตัวอย่างในน้ำยาบ้วนปาก 2 ยี่ห้อ เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลของน้ำยาบ้วนปากยี่ห้อลิสเตอริน ซึ่งมีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ และน้ำยาบ้วนปากยี่ห้อคอลเกต พลัคซ์ ซึ่งไม่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบต่อค่าพลังงานความเครียดและค่าความแข็งผิวของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ น้ำยาบ้วนปากทั้ง 2 ยี่ห้อราคาไม่แพงมาก และเป็นที่ยอมรับในท้องตลาดทำให้หาซื้อได้ง่าย ส่วนการแช่น้ำเย็นหรือน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ อาจช่วยลดการสูญเสียแอลกอฮอล์ให้ช้าลง สำหรับการใช้มอนอโพลีถูกแนะนำโดย Gardner และ Parr<sup>14</sup> Gronet และคณะ<sup>7</sup> Malmström และคณะ<sup>16</sup> และ Dominguez และคณะ<sup>12</sup> ที่พบว่า การเคลือบวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อด้วยมอนอโพลี ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติยืดหยุ่นของวัสดุให้ยาวนานขึ้นได้ จากการศึกษาของทางกลุ่ม

พบว่า การยืดอายุการใช้งาน โดยการเคลือบผิวของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อด้วยมอนอโพลี ไม่ได้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการยืดอายุการใช้งาน แต่การแช่วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในน้ำยาบ้วนปากลิสเตอริน สูตรคุณ มินต์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 100 และ 50 ณ อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 16<sup>27</sup> และ 8 ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการคงความนิ่มได้ดี อาจเป็นเพราะว่าเมื่อวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ มีการสูญเสียเอทิลแอลกอฮอล์ที่เป็นส่วนประกอบที่มีผลต่อความนิ่มและความยืดหยุ่นวัสดุไปอย่างรวดเร็วในช่วง 7 วันแรก อาจเกิดการหดเซยจากเอทิลแอลกอฮอล์ที่อยู่ในน้ำยาบ้วนปากที่แช่ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Aloul and Shen<sup>9</sup> ที่นำวัสดุเสริมฐานฟันเทียมแบบชั่วคราวชนิดนุ่ม ที่มีองค์ประกอบของเอทิลแอลกอฮอล์ในปริมาณเล็กน้อยแช่ในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 พบว่าสามารถช่วยยืดอายุการใช้งานของวัสดุได้ และนอกจากนี้ การแช่วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในน้ำยาบ้วนปากลิสเตอริน สูตรคุณ มินต์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 100 และ 50 ณ อุณหภูมิห้อง ยังมีผลทำให้วัสดุมีความนิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไปจนถึงวันที่ 28 แต่มีค่าความนิ่มที่วัดได้ไม่ต่ำกว่าภายหลังจากวัสดุก่อตัวใหม่ ในทางกลับกัน Mantel และคณะ<sup>22</sup> พบว่าการแช่วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 50 มีผลทำลายความแข็งผิวของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อทำให้วัสดุมีความนิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนมีค่าความแข็งเท่ากับศูนย์ตั้งแต่วันที่ 7 จนถึงสุดการทดลอง ในการศึกษาที่ทางกลุ่มได้ทำการทดลองเพียง 28 วันจึงยังไม่ทราบว่าหลังจากวันที่



28 วัสดุจะมีความนุ่มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเสียดสภาพหรือไม่ ซึ่งทางกลุ่มคิดว่าผลการทดลองของทางกลุ่มต่างจากของ Mantel และคณะ น่าจะเกิดจากผลของความเข้มข้นของเอทิลแอลกอฮอล์และเวลาที่ใช้ในการทดลองที่แตกต่างกัน

การแช่น้ำยาบ้วนปากยี่ห้อคอลเกต พลัคซ์ ซึ่งไม่มีส่วนประกอบของเอทิลแอลกอฮอล์ มีประสิทธิภาพในการคงความนิ่มน้อยกว่าน้ำยาบ้วนปากลิสเตอร์ีน สูตรครูล มินต์ ที่มีเอทิลแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ แต่พบว่าการแช่น้ำยาบ้วนปากคอลเกต พลัคซ์ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเคลือบผิวของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อด้วยมอนอโพลี อาจเนื่องจากการที่น้ำยาบ้วนปากคอลเกต พลัคซ์ ไม่มีเอทิลแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ ทำให้เมื่อมีการละลายออกไปของพลาสติกไซเซอร์ในวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อ จะไม่มีเอทิลแอลกอฮอล์เข้ามาแทนที่ ส่งผลให้วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อไม่สามารถคงความนิ่มได้ เช่นเดียวกันกับการนำวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อมาเคลือบผิวด้วยมอนอโพลี เพราะการที่วัสดุถูกเคลือบปิดผิวทำให้มีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนสารที่เป็นองค์ประกอบลดลง อีกทั้งเมื่อสารมีการสูญเสียดังกล่าวทางด้านข้างวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่ไม่ได้ถูกเคลือบผิวเข้าไปในน้ำกลั่นที่แช่ อาจทำให้ไม่เกิดการชดเชยกันของสาร จึงอาจส่งผลให้วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่เคลือบผิวด้วยมอนอโพลีไม่สามารถคงความนิ่มได้ ส่วนการแช่น้ำเย็นช่วยคงความนิ่มได้บ้างแต่ไม่แตกต่างจากการแช่น้ำปกติหรือเก็บที่ความชื้น

สัมพัทธ์ร้อยละ 100 อาจเนื่องมาจากสามารถลดการสูญเสียดังกล่าวได้บางส่วนแต่ไม่สามารถทดแทนส่วนที่สูญเสียดังกล่าวได้ และจะไม่ค่อยมีผลต่อวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อยี่ห้อโคคอมพอร์ท เนื่องจากจีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์มีเอทิลแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบมากกว่าโคคอมพอร์ท ทำให้จีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์เกิดการสูญเสียดังกล่าวมากกว่า ดังนั้นจึงมีผลต่อจีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์มากกว่า

นอกจากนี้ทางกลุ่มคิดว่า วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่แช่น้ำยาบ้วนปากคอลเกต พลัคซ์สามารถคงความนิ่มได้ อาจเป็นเพราะว่าอาจมีสารบางตัวที่เป็นองค์ประกอบในน้ำยาบ้วนปากคอลเกต พลัคซ์ทำปฏิกิริยากัน แล้วมีคุณสมบัติที่สามารถเข้าไปแทนที่สารที่สูญเสียดังกล่าวได้บางส่วน แต่อาจมีประสิทธิภาพไม่เท่ากับแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในน้ำยาบ้วนปากลิสเตอร์ีน เมื่อตั้งวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อทิ้งไว้ในอากาศ 3 วัน เพื่อจำลองการเสียดสภาพของวัสดุ และพบว่า การแช่วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในน้ำยาบ้วนปากลิสเตอร์ีน สูตรครูล มินต์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 100 สามารถทำให้เกิดการคืนกลับของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่แข็งให้มีความนิ่มขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มอื่นๆแต่ไม่พบว่ามีวิธีใดที่สามารถทำให้ค่าพลังงานความเครียดลดลงได้อีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อทดสอบเป็นเวลา 7 วัน ดังนั้นอาจต้องมีการเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบ เพื่อหาวิธีที่สามารถทำให้เกิดการคืนกลับความนิ่มของวัสดุได้ ซึ่งจากตอนที่ 1 จะเห็นว่าวัสดุเริ่มมีความนิ่มเพิ่มขึ้นเมื่อแช่น้ำยาบ้วนปากลิสเตอร์ีน

มากกว่า 7 วัน Regis และคณะ<sup>24</sup> พบว่า ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในเครื่องดื่มน้ำต่างๆจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเรซินอะคริลิก กล่าวคือ แอลกอฮอล์จะเพิ่มการเกิดรอยร้าวของอะคริลิกเมทิลเมทาคริเลท ทำให้ฐานฟันปลอมที่มีอะคริลิกเมทิลเมทาคริเลทนี้่มมากขึ้น นอกจากนี้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 42 จะทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติความแข็งแรงต่อการโค้งงอ แต่จากการศึกษาของทางกลุ่มใช้ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์น้อยกว่าความเข้มข้นของการศึกษาดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถนำผลมาเปรียบเทียบและอภิปรายผลได้ แต่จากการทดลองการเก็บวัสดุทำฐานฟันเทียมพอลิเมทิลเมทาคริเลทชนิดบ่มด้วยความร้อนในสภาวะต่างๆที่ศึกษา พบว่าไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอของวัสดุ เมื่อแช่ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วัน(หรือโดยประมาณใกล้เคียงกับการแช่วันละ 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 28 วัน)

ในการศึกษานี้ทำการทดลองแช่วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในน้ำยาบ้วนปากสลับกับน้ำลายเทียมทุกวันเป็นเวลา 28 วัน ซึ่งจะมีการเปลี่ยนสารใหม่ทุกครั้ง ซึ่งในการใช้งานจริงอาจมีค่าใช้จ่ายที่สูงเนื่องจากต้องเปลี่ยนน้ำยาบ้วนปากทุกวัน จึงแนะนำให้มีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการแช่วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อในน้ำยาบ้วนปากเดิม โดยไม่ต้องเปลี่ยนใหม่ทุกวัน หรือแช่สลับกับน้ำเปล่า ซึ่งหากผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน นอกจากจะสามารถยืดอายุการใช้งานของวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อได้แล้วยังช่วยประหยัด

ค่าใช้จ่ายแก่ผู้ป่วยอีกด้วย อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อที่ยาวนานกว่าระยะเวลาที่กำหนดอย่างต่อเนื่องโดยไม่เปลี่ยนวัสดุใหม่ อาจส่งผลเสียในด้านอื่นๆที่ยังไม่ได้ทำการศึกษา เช่น การเกิดรูพรุนที่พื้นผิว คุณสมบัติเชิงกลอื่นๆ การยึดติดกับฐานฟันเทียม การเปลี่ยนสี หรือการสะสมเชื้อโรคหรือสิ่งสกปรกต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นจึงไม่ควรใช้วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อเดิมโดยไม่เปลี่ยนเป็นเวลานานเกินไป แต่อาจสามารถใช้วิธีการในการศึกษานี้ช่วยในกรณีที่ผู้ป่วยมีความจำเป็นทำให้ไม่อาจมาพบทันตแพทย์ในระยะเวลาที่เหมาะสมในระยะเวลาสั้นๆ

### บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ สามารถสรุปได้ว่า

1. การแช่ในน้ำยาบ้วนปากลิสเตอรินสูตรคุณมีนส์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 100 ต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงสลับกับน้ำลายเทียม 16 ชั่วโมงทุกวันเป็นเวลา 28 วัน ทำให้วัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อทั้งสองยี่ห้อมีความนิ่มมากขึ้นกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนการแช่น้ำยาบ้วนปากยี่ห้อคอลเกต พลั๊กซ์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 100 และ 50 ช่วยทำให้มีความนิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับการแช่น้ำอุณหภูมิห้อง
2. เมื่อวัสดุปรับภาวะเนื้อเยื่อยี่ห้อจีซี ซอฟท์ไลน์เนอร์ มีการสูญเสียความนิ่มไปบางส่วนแล้ว ไม่พบว่าวิธีใดในการศึกษานี้ที่สามารถคืนความยืดหยุ่นของวัสดุได้ก็อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อทดสอบเป็นเวลา 7 วัน

3. การเก็บชิ้นตัวอย่างวัสดุพอลิเมทิลเมทาคริเลทชนิด  
บ่มตัวด้วยความร้อนในสภาวะต่างๆที่ศึกษาอย่าง  
ต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วัน ไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรง  
ต่อการโค้งงอของพอลิ-เมทิลเมทาคริเลท

#### เอกสารอ้างอิง

1. Atwood DA. Bone Loss of Edentulous Alveolar Ridges. *J Periodontol.* 1979 Apr 1;50(4s):11–21.
2. EN ISO 10139-1-2005 Dentistry - Soft lining materials for removable dentures - Part 1 Materials for short term use. Online Browsing Platform (OBP) [Internet]. [cited 2015 Mar 7]. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10139:-1:ed-2:v1:en>
3. Misch CE. Dental implant prosthetics. Missouri: Mosby; 2005.
4. McCarthy JA, Moser JB. Tissue conditioners as functional impression materials. *J Oral Rehabil.* 1978 Oct;5(4):357–64.
5. S1: Steel Properties | ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ [Internet]. [cited 2015 Feb 10]. Available from: <http://civil.eng.cmu.ac.th/courses/materials-testing/s1>
6. Qudah S, Huggett R, Harrison A. The effect of thermocycling on the hardness of soft lining materials. *Quintessence Int.* 1991 Jul;22(7):575–80.
7. Gronet PM, Driscoll CF, Hondrum SO. Resiliency of surface-sealed temporary soft denture liners. *J Prosthet Dent.* 1997 Apr;77(4):370–4.
8. Hekimoğlu C, Anil N. The effect of accelerated ageing on the mechanical properties of soft denture lining materials. *J Oral Rehabil.* 1999;26(9):745–8.
9. Aloul RK, Shen C. The influence of plasticizer loss on the viscoelasticity of temporary soft liners. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont.* 2002 Dec;11(4):254–62.

10. Wilson J. In vitro loss of alcohol from tissue conditioners. *Int J Prosthodont.* 1992 01;5(1):17–
11. Graham B s., Jones D w., Sutow E j. An in vivo and in vitro study of the loss of plasticizer from soft polymer-gel materials. *J Dent Res.* 1991 01;70(5):870–3.
12. Kazanji MN, Watkinson AC. Soft lining materials: their absorption of, and solubility in, artificial saliva. *Br Dent J.* 1988 Aug 6;165(3):91–4.
13. Okita N, Hensten-Pettersen A. In vitro cytotoxicity of tissue conditioners. *J Prosthet Dent.* 1991 Nov;66(5):656–9.
14. Gardner LK, Parr GR. Extending the longevity of temporary soft liners with a mono-poly coating. *J Prosthet Dent.* 1988 Jan;59(1):71–2.
15. Dominguez NE, Thomas CJ, Gerzina TM. Tissue conditioners protected by a poly(methyl methacrylate) coating. *Int J Prosthodont.* 1996 Apr;9(2):137–41.
16. Malmström HS, Mehta N, Sanchez R, Moss ME. The effect of two different coatings on the surface integrity and softness of a tissue conditioner. *J Prosthet Dent.* 2002 Feb;87(2):153–7.
17. Casey DM, Scheer EC. Surface treatment of a temporary soft liner for increased longevity. *J Prosthet Dent.* 1993 Mar;69(3):318–24.
18. Singh K, Chand P, Singh BP, Patel CBS. Study of the effect of surface treatment on the long term effectiveness of tissue conditioner. *J Oral Sci.* 2010 Jun;52(2):261–5.
19. Ebadian B, Navarchian AH, Sedighipour L. The Effect of Surface Coating on Softness of Two Kinds of Tissue Conditioners. *Dent Res J [Internet].* 2008 Jan 20 [cited 2015 Feb 9];3(1). Available from: <http://drj.mui.ac.ir/index.php/drj/article/view/27>
20. Murata H, Murakami S, Shigeto N, Hamada T. Viscoelastic properties of tissue conditioners--influence of ethyl

- alcohol content and type of plasticizer. J Oral Rehabil. 1994 01;21(2):145–56.
21. Murata H, Hamada T, Harshini null, Toki K, Nikawa H. Effect of addition of ethyl alcohol on gelation and viscoelasticity of tissue conditioners. J Oral Rehabil. 2001 Jan;28(1):48–54.
22. Mante FK, Mante MO, Petropolous VC. In Vitro Changes in Hardness of Sealed Resilient Lining Materials on Immersion in Various Fluids. J Prosthodont. 2008;17(5):384–91.
23. Vlissidis D, Prombonas A. Effect of alcoholic drinks on surface quality and mechanical strength of denture base materials. J Biomed Mater Res. 1997;38(3):257–61.
24. Regis RR, Soriani NC, Azevedo AM, Silva-Lovato CH, Oliveira Paranhos HF, De Souza RF. Effects of Ethanol on the Surface and Bulk Properties of a Microwave-Processed PMMA Denture Base Resin. J Prosthodont. 2009;18(6):489–95.
25. Collares FM, Rostirolla FV, Macêdo É de OD de, Leitune VCB, Samuel SMW, Collares FM, et al. Influence of mouthwashes on the physical properties of orthodontic acrylic resin. Braz J Oral Sci. 2014 Sep;13(3):203–8.
26. Conover WJ, Iman RL. Rank Transformations as a Bridge between Parametric and Nonparametric Statistics. The American Statistician. 1981 Aug;35(3):124–9.
27. นุชนาด รักศิลป์. ปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจหลังจากการใช้น้ำยาบ้วนปากและสเปรย์ดับกลิ่นปาก [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2547.

*ผู้รับผิดชอบบทความ*

*สุพานี บุรณธรรม*

*ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์*

*มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

*อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110*

*โทรศัพท์: 074-429874*

## Efficiency of various methods in maintaining resilience of two tissue conditioners

Supanee Buranadham\* Natjira Chittithaworn\* Natthida Treerattanaphan \*\* Tanaporn Udomwittayakrai\*\*  
Budsadee Kungsung\*\* Pojchanaluk Kaoian\*\* Phornnalat Hamepaiboon\*\* Supunsa Pongtiwattanakul\*\*

### Abstract

Tissue conditioning materials lose their resiliency during service thus decreasing the “tissue conditioning” property. The main objective of this study was to evaluate the efficiency of various methods in maintaining resilience of two tissue conditioners. Methods: Part 1 Specimens of two tissue conditioners (GC soft liner and Coe comfort) were prepared for strain energy and Shore A hardness evaluations which were performed immediately after setting. The specimens were divided into 8 groups for different treatments as follow: kept dry in 100% humidity, immersed in either room temperature or refrigerated distilled water, immersed in either Listerine or Colgate Plax mouthwash at concentrations of 100% and 50%, and coated surface with monopoly then kept in room temperature distilled water (n=5). Every day, each specimen was kept in the assigned condition for 8 hours then immersing in artificial saliva for 16 hours. The strain energy and Shore A hardness measurements were made on days 7, 14, 21 and 28. Part 2 Specimens of GC soft liner were prepared and left dry in the air for 3 days. The specimens were divided into groups as in Part 1 (n=5), with exceptions of the refrigerated distilled water and monopoly coated groups. The strain energy was measured at dry stage and on days 1, 3 and 7 of treatments. Part 3 Specimens of heat-cured PMMA were prepared for flexural strength test and were divided into groups as in Part 2 (n=5). Each specimen was kept in the assigned condition continuously for 10 days prior to being tested. Results were analyzed using Kruskal-Wallis test. Results: After 7 days, both tissue conditioners showed significant increasing of strain energy. Coe-comfort demonstrated less evidence in changes of strain energy when compared to GC soft liner. Coe comfort immersed in 100% Listerine mouthwash had significantly lower strain energy than the ones in distilled water on days 14, 21 and 28. In GC soft liner groups, the specimens kept in 100% and 50% Listerine mouthwash had significantly lower stain energy than the others, on days 21 and 28. Conversely, the specimens kept in dry condition and in room temperature distilled water had significantly higher strain energy than the others, except for the refrigerated group. The Shore A hardness was also smaller in all mouthwash groups. No methods were found to effectively reduce the strain energy of pre-hardened GC soft liner after 7 days of treatment. There was no significant difference in flexural strength of heat-cured PMMA in all groups when compared to the control group. Summary: Immersing the two tissue conditioners in either mouthwash for 8 hours every day could maintain the softness better than immersing in distilled water or kept in dry condition. The most effective result was observed in the 100% Listerine mouthwash group. None of the methods studied could either regain the softness of hardened GC soft liner or had effect on the flexural strength of heat-cured PMMA.

**Keywords:** Tissue conditioner, strain energy, surface hardness

\*Department of Prosthetic Dentistry, Prince of Songkla University Hat Yai, Songkhla 90110

\*\* Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University Hat Yai, Songkhla 90110