

## Comparison of Physical Properties and Satisfaction of a Fabricated and a Commercial Gingival Suture Pad for Suturing Practice

Butsakorn Akarawatcharangura<sup>1</sup>, Siranan Phrammanee<sup>1</sup> and Prisana Pripatnanont<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Surgery, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkla, Thailand

### Correspondence to:

Butsakorn Akarawatcharangura. Department of Surgery, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkla, Thailand 90110 Tel: 074429876 Fax: 074429876 Email: abutsakorn@yahoo.com

### Abstract

This study aimed to fabricate the gingival suture pad from a natural rubber to have physical properties; tensile strength, tear strength and hardness similar to the commercial suture pad for surgical practice of a dental student. This study consisted of 3 main steps as fabrication of suture pad, physical property testing by Universal testing machine and Shore A durometer, and satisfaction questionnaire of suturing practice. The study was divided into 4 groups; experimental group, group 1: basic formula, group 2: reduced sulphur formula, group 3: increase stirring time formula, group 4: commercial gingival suture pad as a control group. Fabricated gingival suture pad has the same thickness as control. Physical property test showed that the gingival suture pad from the natural rubber had statistically different tensile strength, tear strength and hardness from the control. Suturing practice test showed highest overall satisfaction score in the control 79.2 %, then group 3, 2 and 1 (57.6 %, 52.5 % and 49.1 % respectively). There was no statistical difference in satisfaction of strength among 4 groups and no statistical difference in satisfaction of ductility and handling between group 3 and the control. Although some of physical properties of the fabricated gingival suture pad were different from the commercial suture pad, it is still useful for dentists and medical persons to help improving their surgical skill. The gingival suture pad should be developed to decrease hardness and increase elongation of material.

**Key words:** Suture pad; Gingival suture pad; Rubber; Universal Testing Machine

Received Date: Oct. 14, 2013, Accepted Date: Jan. 16, 2014

## การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและความพึงพอใจของแผ่นเหงือกประดิษฐ์จำลองการเย็บกับแผ่นเหงือกประดิษฐ์ทางการค้าสำหรับการฝึกทักษะการเย็บแผลในช่องปาก

บุษกร อัครวัชรางกูร<sup>1</sup>, ศิรินันท์ พราหมณี<sup>1</sup> และปริศนา ปริพัฒนานนท์<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

### ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

บุษกร อัครวัชรางกูร ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110 โทรศัพท์: 074429876 โทรสาร: 074429876 อีเมล: abutsakorn@yahoo.com

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพารากับแผ่นเหงือกประดิษฐ์ทางการค้าในด้านสมบัติความทนแรงดึง ความทนการฉีกขาด และความแข็งแรงพื้นผิว สำหรับใช้ในการฝึกทักษะการเย็บแผลในช่องปาก แบ่งวิธีการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนการสร้างแผ่นเหงือกประดิษฐ์ การทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านความทนแรงดึง ความทนการฉีกขาดของแผ่นเหงือกประดิษฐ์โดยใช้เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ สมบัติความแข็งแรงของพื้นผิว โดยใช้เครื่องวัดซอร์ เอ ดูโรมิเตอร์ และขั้นตอนทดสอบความพึงพอใจของการใช้แผ่นเหงือกประดิษฐ์โดยใช้แบบสอบถาม โดยแบ่งกลุ่ม เป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มที่ 1 - 3 เป็นแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราโดยกลุ่มที่ 1 เป็นสูตรพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สูตรลดปริมาณกำมะถัน กลุ่มที่ 3 สูตรเพิ่มเวลาในการบ่มไล่แอมโมเนีย เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 4 แผ่นเหงือกประดิษฐ์มาตรฐานทางการค้า จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่า แผ่นเหงือกประดิษฐ์จำลองการเย็บจากยางพาราทั้ง 3 กลุ่มมีสมบัติความทนแรงดึง ความทนการฉีกขาด และความแข็งแรงของพื้นผิวสูงกว่าแผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มมาตรฐานทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการทดสอบความพึงพอใจในการเย็บ พบว่า มีความพึงพอใจภาพรวมต่อแผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มมาตรฐานทางการค้ามากที่สุดร้อยละ 79.2 และผู้ใช้มีระดับความพึงพอใจรองลงมาในกลุ่มที่ 3 2 และ 1 (ระดับความพึงพอใจร้อยละ 57.6 52.5 และ 49.1 ตามลำดับ) โดยพบว่า ความพึงพอใจในด้านความทนทานต่อการฉีกขาดของแผ่นเหงือกทั้ง 4 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ความแข็งแรงของพื้นผิวในการดักซึมผ่านและความสามารถจับแผ่นเหงือกประดิษฐ์โดยไม่ลื่นหลุดง่ายของแผ่นเหงือกกลุ่มที่ 3 ไม่แตกต่างกับกลุ่มมาตรฐานทางการค้า ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพสรุปว่า แผ่นเหงือกประดิษฐ์มีความแตกต่างจากกลุ่มมาตรฐานทางการค้า แต่สามารถนำมาใช้ฝึกเย็บแผล เพื่อพัฒนาทักษะการเย็บแผลในช่องปากของบุคลากรทางการแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์ และทันตแพทย์ทั่วไปได้ การพัฒนาควรทำให้แผ่นเหงือกประดิษฐ์มีความแข็งแรงพื้นผิวลดลง และให้มีการยึดตัวมากขึ้น

**คำสำคัญ:** ยางประดิษฐ์เพื่อฝึกเย็บแผล; แผ่นเหงือกประดิษฐ์; ยางพารา; เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์

การฝึกเย็บแผลโดยใช้แบบจำลองเหงือกประดิษฐ์เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับนักศึกษาแพทย์ และทันตแพทย์ก่อนการปฏิบัติงานในผู้ป่วยจริง วัสดุฝึกเย็บแผลสำหรับนักศึกษาทันตแพทย์ที่เลียนแบบเนื้อเยื่อเหงือกที่นิยมใช้ในคณะทันตแพทยศาสตร์ เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ เช่น บริษัท นิซชิน (NISSIN DENTAL PRODUCTS INC) รุ่น Kit Ope-Gum เป็นต้น ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีผู้ผลิตแผ่นเหงือกประดิษฐ์จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป จึงจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ขณะเดียวกันในภาคใต้ของประเทศไทยมีการปลูกยางพาราเป็นจำนวนมาก ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะนำยางพารามาพัฒนาเป็นแผ่นเหงือกประดิษฐ์ (gingival suture pad) เพื่อลดการนำเข้าแบบจำลองจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูงโดยมุ่งหวังให้แบบจำลองดังกล่าวมีลักษณะคล้ายกับเนื้อเยื่อในช่องปาก<sup>1,2</sup> มีสมบัติความต้านทานแรงดึงใกล้เคียงกับเหงือกธรรมชาติ และมีลักษณะทางกายภาพเหมาะสมสำหรับการฝึกเย็บความหนาของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ควรใกล้เคียงกับแผ่นเหงือกธรรมชาติ ซึ่งพบว่า ความหนาเฉลี่ยของเหงือกด้านไบหน้าบางที่สุดบริเวณฟันเขี้ยวบนและฟันตัดกลางล่าง และหนาที่สุดบริเวณฟันกรามซี่ที่สามล่าง (0.7 และ 2.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ส่วนขากรรไกรล่างด้านลิ้นมีความบางที่สุดบริเวณฟันตัดข้างล่าง และหนาที่สุดบริเวณฟันกรามซี่ที่สามล่าง (0.9 และ 2.3 มิลลิเมตรตามลำดับ) เหงือกสามเหลี่ยมระหว่างซี่ฟัน (interdental gingiva) มีความหนาตั้งแต่ 1 - 2.1 มิลลิเมตร<sup>3</sup> เยื่อเมือกบดเคี้ยวบริเวณเพดานอาจหนามากกว่า 3 มิลลิเมตร ในบริเวณฟันกรามซี่ที่สามล่าง และหน้าต่อฟันกรามน้อยซี่ที่สอง แต่บางประมาณ 2 มิลลิเมตรบริเวณฟันตัดและรอยูนของรากด้านเพดานฟันกรามซี่ที่หนึ่งและสอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ<sup>1,4-6</sup> และความหนาของเหงือกจะเพิ่มขึ้นในกลุ่มอายุที่มากขึ้น<sup>4,6</sup>

จากโครงการวิจัยเรื่องผิวหนังเทียมสำหรับการฝึกเย็บแผลจากน้ำยางธรรมชาติของวิรัช ทวีปรีดา<sup>7</sup>ใช้น้ำยาง

ที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชัน (vulcanization) สามารถขึ้นรูปเป็นผิวหนังเทียมที่สามารถกรีดให้เป็นแผลและให้นักศึกษาใช้ในการฝึกเย็บได้ และสามารถคืนรูปร่างเดิมได้หลังจากได้รับแรงกระทำ สารเคมีหลักที่ใช้ในกระบวนการวัลคาไนเซชันเริ่มแรกจะเป็นกำมะถัน ปัจจุบันมีการเติมสารตัวเร่งเพื่อช่วยลดเวลาในการเกิดปฏิกิริยาลดอุณหภูมิของกระบวนการวัลคาไนเซชัน มีการเติมสารเคมีที่ทำให้ยางคงรูป และสารเคมีปรับสมบัติของยาง (plasticizer) เพื่อปรับปรุงสมบัติของผลิตภัณฑ์<sup>8</sup> ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีผลต่อการปรับปรุงสมบัติของยางที่จะนำมาใช้

การประดิษฐ์แผ่นเหงือกจำลองจากน้ำยางพาราเป็นการใช้วัสดุในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ โดยทำการปรับปรุงสมบัติของยางพาราเพื่อให้ได้แผ่นเหงือกที่มีสมบัติไม่ต่างจากแผ่นเหงือกประดิษฐ์ทางการค้า การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนายางพาราซึ่งทำการขึ้นรูปผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชันเป็นแผ่นเหงือกประดิษฐ์จำลองการเย็บเพื่อให้มีสมบัติเทียบเคียงกับสมบัติของแผ่นเหงือกประดิษฐ์สำเร็จรูป โดยศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความทนแรงดึง ความทนการฉีกขาด และความแข็งแรง และทดสอบความพึงพอใจในการเย็บโดยใช้การทำแบบสอบถาม

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้แบ่งออกเป็นสามขั้นตอนหลักคือ 1. การสร้างแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพารา 2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และ 3. การศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานแผ่นเหงือกประดิษฐ์ด้วยแบบสอบถาม

### การสร้างแผ่นเหงือกประดิษฐ์

แผ่นเหงือกประดิษฐ์เตรียมจากสูตรน้ำยางพื้นฐานโดยมีส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งได้มาจากการศึกษานำร่อง โดยพบว่า แผ่นเหงือกที่สร้างขึ้นมีความทนแรงดึง (tensile strength) และความทนการฉีกขาด (tear-strength) ที่สูงกว่าแผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มมาตรฐานทางการค้า จึงมีการปรับปรุงสูตร และแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง

3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มสูตรพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สูตรลดกำมะถัน เพื่อลดการสร้างพันธะในเนื้อยาง กลุ่มที่ 3 สูตรเพิ่มเวลาในการปั่นไล่แอมโมเนีย (ตารางที่ 2) ทำการขึ้นรูปยางเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10 x 12 เซนติเมตร ส่วนกลุ่มที่ 4 เป็นแผ่นเหงือกประดิษฐ์มาตรฐานทางการค้า (NISSIN DENTAL PRODUCT INC) รุ่น Kit Ope-Gum ใช้เป็นกลุ่ม

ควบคุมผลบวก เมื่อได้แผ่นเหงือกประดิษฐ์จะทำการวัดความหนาของแผ่นเหงือกด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (vernier caliper) ความละเอียด 1/10 มิลลิเมตรบันทึกค่าที่ได้และนำแผ่นเหงือกประดิษฐ์ไปเตรียมขึ้นตัวอย่างให้เหมาะสมสำหรับแต่ละการทดสอบ

**ตารางที่ 1** ส่วนผสมสำหรับทำแผ่นเหงือกประดิษฐ์ด้วยน้ำยางพาราไม่ตีฟอง

**Table 1** Composition of non-frothing emulsion latex

Composition	% by weight
60% น้ำยาง (Latex)	87.21
10% โซดาสีเอี่ยมไฮดรอกไซด์ (KOH)	2.61
20% โซดาสีเอี่ยมลอเรต (K-laurate)	0.52
50% กำมะถัน (Sulphur)	1.83
50% แซดดีซี (ZDC)	0.78
50% แซดเอ็มบีที (ZMBT)	0.26
40% สารป้องกันยางเสื่อม (Antioxidant WSL)	1.04
50% ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)	0.52
50% ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO <sub>2</sub> )	5.22

(ZDC = Zinc die casting, ZMBT = Zinc-2-mercapto-benzothiazole, WSL = Wingstay L)

**ตารางที่ 2** รายละเอียดกลุ่มทดลอง

**Table 2** Details of experimental groups

Group	50 % sulfur (% by weight)	Ammonia depletion time (hrs)
1	1.83	1.5
2	1.36	1.5
3	1.83	3.0

### การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นเหงือกประดิษฐ์อิงตามข้อกำหนดของสมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ (American Society for Testing and Material: ASTM) และไอเอสโอ (ISO) โดยการเก็บชิ้นตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ  $23 \pm 2$  องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ  $50 \pm 5$ <sup>9-12</sup>

ทดสอบสมบัติความทนการดึง (tensile test) ร้อยละการยืดตัว (percentage elongation) และมอดุลัสแรงดึง (tensile modulus) ด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine, Lloyd instruments, LRXPlus, AMTEK Lloyd Instrument Ltd., Hampshire, UK) กำหนดระยะห่างจากปลายทั้งสองข้างของชิ้นตัวอย่างให้มีความยาว 12.5 มิลลิเมตร ใช้น้ำหนักหักกดเท่ากับ 250 นิวตัน เคลื่อนด้วยความเร็ว 60 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะทาง 30 มิลลิเมตร จนกระทั่งชิ้นตัวอย่างขาด เครื่องจะทำการคำนวณค่าความทนต่อแรงดึง (tensile stress) ความต้านทานแรงดึง (stiffness) ร้อยละการยืดตัว (percentage elongation) และทำการบันทึก

ผลการทดลอง<sup>10,13-15</sup> โดยมีขนาดและจำนวนดังแสดงในตารางที่ 3

ทดสอบสมบัติความทนการฉีกขาด (tear test) ใช้ใบมีดหมายเลข 15 กรีดกึ่งกลางปลายด้านหนึ่งให้มีความยาว 25 มิลลิเมตร นำชิ้นตัวอย่างที่ได้ไปยึดกับตัวหนีบของเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ โดยให้ปลายของตัวหนีบบนและล่างอยู่ตำแหน่งที่ห่างจากปลายที่กรีดไว้ 10 มิลลิเมตร ดึงขึ้นทดสอบจนขาด และบันทึกผลการทดลอง<sup>14</sup> โดยมีขนาดและจำนวนดังแสดงในตารางที่ 3

สมบัติความแข็ง (hardness test) ใช้เครื่องวัดชอร์ เอ ดูโรมิเตอร์ (Shore A durometer, Intertek, ASTM D2240, Intertek Plastics Technology Laboratories, Pittsfield, MA, USA) วัดความแข็งของยาง 12 บริเวณในแผ่นเหงือกประดิษฐ์ โดยแต่ละจุดห่างกัน 6 มิลลิเมตร และบันทึกค่าความแข็งที่ได้<sup>10-12,14</sup> โดยมีขนาดและจำนวนดังแสดงในตารางที่ 3

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

**ตารางที่ 3** จำนวนและขนาดชิ้นงานในการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

**Table 3** Number and size of the samples for testing physical properties

Test	N	Test machine	Size of specimen
Tensile strength	12	Universal Testing Machine	55 x 3 x 2 mm <sup>3</sup>
Tear strength	12	Universal Testing Machine	40 x 20 x 2 mm <sup>3</sup>
Hardness	12	Shore A durometer	40 x 20 x 8 mm <sup>3</sup>
Stiffness	12	Universal Testing Machine	55 x 3 x 2 mm <sup>3</sup>
% Elongation	12	Universal Testing Machine	55 x 3 x 2 mm <sup>3</sup>

### การทดสอบความพึงพอใจในการใช้งาน

เปรียบเทียบความพึงพอใจในการใช้งานระหว่างแผ่นเหงือกประดิษฐ์ทั้ง 4 กลุ่ม โดยใช้แบบสอบถามเตรียมขึ้นตัวอย่างขนาด 40 x 100 x 2 ลูกบาศก์มิลลิเมตร กลุ่มละ 24 ชิ้น แล้วยึดแผ่นเหงือกประดิษฐ์บนแผ่นพลาสติกใสด้วยการสองหน้าโดยเว้นขอบรอบรอยกริดยาว 5 มิลลิเมตร และสร้างรอยกริด 60 มิลลิเมตร สำหรับให้ผู้ทดสอบเย็บและกำหนดอีกหนึ่งเส้นด้วยปากกา เพื่อเป็นตำแหน่งให้ผู้ทดสอบกริด ด้วยใบมีดหมายเลข 15

ผู้ทดสอบ 24 คนที่ทดลองกริดและเย็บได้จากการสุ่ม เป็นศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา 13 คน และทันตแพทย์เฉพาะทางหรืออาจารย์ภาควิชาศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล 11 คน อุปกรณ์ และบรรยากาศในการทดสอบถูกควบคุมให้อยู่ในลักษณะเดียวกัน ทำการสุ่มลำดับของแผ่นยางประดิษฐ์ว่า แต่ละรายจะทดสอบตัวอย่างชนิดใดก่อน

กำหนดการทดสอบ โดยทำการเย็บแบบรอยเย็บเดียว (simple interrupted suture) จำนวน 5 เข็ม และแบบรูปเลข 8 (figure of eight suture) จำนวน 2 เข็มบนรอยกริด ด้วยเข็มเย็บแบบโค้ง 3/8 ร้อยไหมเย็บดำขนาด 3-0 และทดสอบการกริดแผ่นเหงือกประดิษฐ์ด้วยใบมีดหมายเลข 15 ตามรอยที่กำหนด แล้วให้ผู้ทดสอบทำแบบสอบถามความพึงพอใจ ในหัวข้อ ใน 10 หัวข้อ 1. การใช้แรงในการกริด (incision force) 2. ความเรียบของรอยกริด (smoothness) 3. ความยืดหยุ่นของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ขณะจับด้วยเครื่องมือ (elasticity) 4. การจับแผ่นเหงือกประดิษฐ์โดยไม่ลื่นหลุดง่าย (handling) 5. ความเหนียวของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ขณะจับเข็ม (ductility) 6. ความฝืดขณะลากไหมผ่านแผ่นเหงือกประดิษฐ์ (friction) 7. การสมานของขอบเหงือกประดิษฐ์เมื่อเย็บ (approximate) 8. ความแข็งแรงของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ (strength) 9. ความเหมือนเหงือกจริง (gingival-like) 10. ความพอใจภาพรวมในการใช้แผ่นเหงือกประดิษฐ์ (overall satisfaction) ก่อนจะเริ่มทดสอบในตัวอย่างชนิดต่อไป โดยใช้ วิชาวล อนาล็อกสเกล (visual analog scale, VAS) ซึ่งมีเส้นยาว 10 เซนติเมตร มีเลข 0 อยู่ปลายหนึ่ง หมายถึงพึงพอใจน้อยที่สุด อีกด้านของเส้นเป็นเลข 10 หมายถึง

พึงพอใจมากที่สุด นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### ผล

#### การสร้างแผ่นเหงือกประดิษฐ์

ขึ้นตัวอย่างแผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มมาตรฐานทางการค้าขึ้นรูปเป็นแผ่นสีเหลืองผืนผ้าขนาด 10 x 12 เซนติเมตร มีความหนาหลังทำการขึ้นรูปประมาณ 1.5 - 2.0 มิลลิเมตร ใกล้เคียงกับเหงือกธรรมชาติ (รูปที่ 1) และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับแผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มมาตรฐานทางการค้า จึงสามารถทำการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพกับแผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มมาตรฐานทางการค้าได้ ดังแสดงผลในตารางที่ 4

#### สมบัติทางกายภาพ

ผลการทดสอบพบว่า แผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยความทนการดึง ความทนการฉีกขาด ความแข็ง ความต้านทานแรงดึงสูงกว่ากลุ่มมาตรฐานทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ร้อยละการยืดตัวต่ำกว่ากลุ่มมาตรฐานทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 2 และ 3 มีค่าความทนการดึง และความทนการฉีกขาดที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 ในขณะที่กลุ่มที่ 2 มีค่าความแข็งและความต้านทานแรงดึงที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพพบว่า แผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราทั้งสามกลุ่มมีค่าความต้านทานแรงดึงที่ต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 2 มีค่าความต้านทานแรงดึงที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 แต่มีค่าร้อยละการยืดตัวสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสมบัติทางกายภาพระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 3 (ตารางที่ 5)

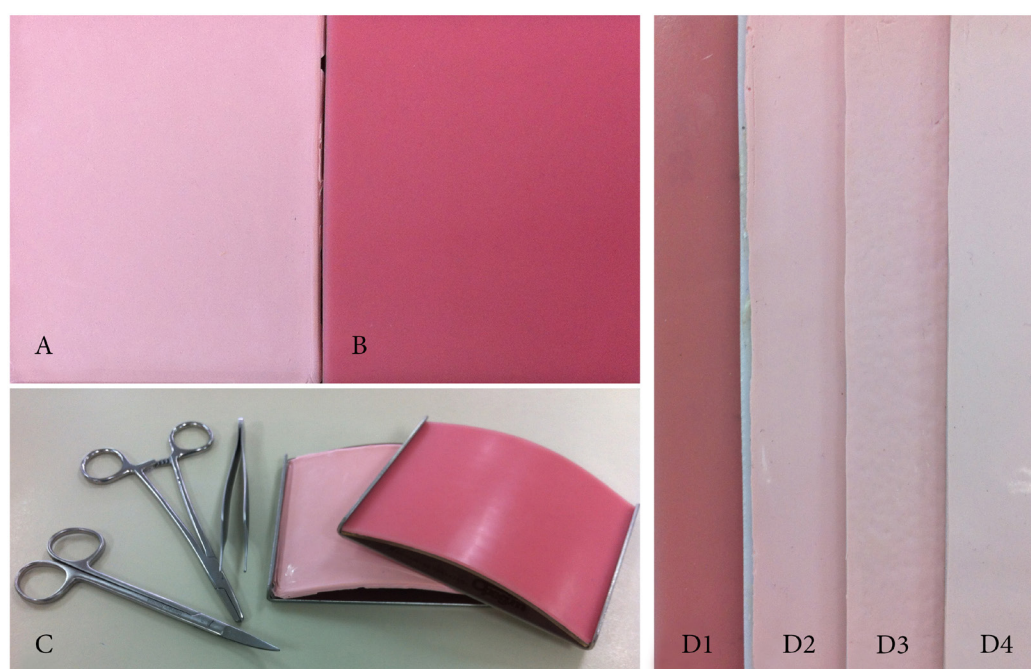
#### ความพึงพอใจในการใช้งาน

ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบการเย็บ และการกริด แสดงในตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจภาพรวม



(overall satisfaction) ต่อแผ่นเหงือกประดิษฐ์ พบว่า กลุ่มมาตรฐานทางการค้าได้รับความพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความพึงพอใจด้านอื่น ๆ ทุกด้าน ยกเว้นความพึงพอใจในด้านความแข็งแรงของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ (strength) ที่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่ 3 ได้รับความพึงพอใจด้านความเหนียวของพื้นผิวในการตักเข็มผ่าน (ductility) และความสามารถจับแผ่นเหงือกประดิษฐ์โดยไม่ลื่นหลุดง่าย (handling) ไม่แตกต่างกับกลุ่มมาตรฐานทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)



### รูปที่ 1 แผ่นเหงือกประดิษฐ์

A. แผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มทดลอง B. แผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มควบคุม C. ชุดทดสอบความพึงพอใจ D1. แผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มควบคุม D2. แผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มทดลอง 1 D3. แผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มทดลอง 2 D4. แผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มทดลอง 3

### Figure 1 Gingival suture pad

A. Experimental group of gingival suture pad, B. Control group of gingival suture pad, C. Satisfaction test kit, D1. Control group of gingival suture pad, D2. Experimental group 1 of gingival suture pad, D3. Experimental group 2 of gingival suture pad, D4. Experimental group 3 of gingival suture pad

**ตารางที่ 4** ความหนาของแผ่นเหงือกประดิษฐ์

**Table 4** Thickness of gingival suture pad

Group	N	Thickness (mm) Mean $\pm$ SD	Minimum	Maximum
1	12	2.02 $\pm$ 0.07	1.91	2.11
2	12	1.75 $\pm$ 0.06	1.64	1.85
3	12	1.70 $\pm$ 0.10	1.50	1.89
Control	12	1.50 $\pm$ 0.00	1.50	1.50

**ตารางที่ 5** สมบัติการทนการดึง ความทนการฉีกขาด ความแข็งของพื้นผิว ความต้านทานแรงดึง ร้อยละการยืดตัว

**Table 5** Tensile strength, tear strength, hardness, stiffness, % elongation

Group	N	Tensile strength (MPa)	Tear strength (N/mm)	Hardness (shore A)	Stiffness (N/mm)	% Elongation (%)
1	12	10.74 $\pm$ 0.96 *	10.13 $\pm$ 1.88 *	44.96 $\pm$ 1.47 *	0.586 $\pm$ 0.056 *	1,100.10 $\pm$ 25.70*
2	12	12.49 $\pm$ 1.01 *	24.64 $\pm$ 1.94 *	42.04 $\pm$ 1.20 *	0.528 $\pm$ 0.035 *	1,242.50 $\pm$ 26.70*
3	12	12.44 $\pm$ 0.77 *	21.48 $\pm$ 4.57 *	44.00 $\pm$ 1.02 *	0.551 $\pm$ 0.025 *	1,108.30 $\pm$ 13.85*
Control	12	4.85 $\pm$ 1.20	4.10 $\pm$ 0.94	22.42 $\pm$ 0.70	0.097 $\pm$ 0.021	1,433.10 $\pm$ 190.27

\* สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA)

\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม

\* = Statistically significant difference to control group

**ตารางที่ 6** ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมทำแบบสอบถามการทดสอบการเย็บ

**Table 6** Demographic data of suturing test evaluators

	Evaluator	N (person)	Percentage
Gender	Male	14	58.33
	Female	10	41.67



**ตารางที่ 6 (ต่อ)**

**Table 6 (Continued)**

	Evaluator	N (person)	Percentage
Type	Postgraduate student	13	54.17
	Dentist (specialist)/Faculty	11	45.83
Working experience	0 - 5 years	10	41.67
	6 - 10 years	9	37.50
	> 10 years	5	20.83

**ตารางที่ 7 คะแนนความพึงพอใจการทดสอบการเย็บของกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม**

**Table 7 Satisfaction score of suturing practice of the experimental group compared to the control group**

Property	Group 1	Group 2	Group 3	Control group
1. Incision force	3.99*	4.43*	4.42*	7.10
2. Smoothness	4.93*	5.22*	5.79*	7.70
3. Elasticity	4.53*	5.50*	5.43*	7.36
4. Handling	5.67*	5.64*	6.18	7.33
5. Ductility	4.38*	5.25*	5.97	7.30
6. Friction	3.29*	4.29*	4.44*	7.98
7. Approximate	5.82*	5.68*	6.15*	7.83
8. Strength	6.14	6.36	6.97	6.87
9. Gingival-like	3.66*	4.41*	4.86*	7.49
10. Over all satisfaction	4.91*	5.25*	5.76*	7.92
Total	47.30	52.02	55.97	74.86

\* สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA)

\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม

\* = Statistically significant difference to control group

## บทวิจารณ์

การศึกษานี้ใช้แผ่นเหงือกประดิษฐ์มาตรฐานทางการค้า เป็นกลุ่มควบคุมเนื่องจากการใช้เนื้อเยื่อเหงือกจริงไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ นอกจากนี้แผ่นเหงือกประดิษฐ์มาตรฐานทางการค้าเป็นวัสดุทางทันตกรรมชนิดเดียวที่มีการนำเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนของคณะทันตแพทย์ในประเทศไทย ที่สามารถนำวัสดุมาทดสอบเปรียบเทียบได้จริง ซึ่งทำให้การศึกษามีข้อจำกัดในการเปรียบเทียบสมบัติของเนื้อเยื่อเหงือกประดิษฐ์กับเนื้อเยื่อเหงือกจริง

การปรับสูตรยางเป็นกลุ่มที่ 2 และ 3 นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลดความแข็งของแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราให้ใกล้เคียงกับสมบัติของแผ่นเหงือกประดิษฐ์กลุ่มมาตรฐานทางการค้า และเหงือกจริงมากขึ้นโดยกลุ่มที่ 2 มีการลดปริมาณกำมะถันลงเหลือร้อยละ 1.36 โดยน้ำหนัก สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ กลุ่มที่ 3 คงปริมาณกำมะถันเท่าเดิม (3.5 parts per hundred of rubber (phr) หรือร้อยละ 1.83 โดยน้ำหนัก) แต่เพิ่มเวลาในการบ่มในแอมโมเนียเป็น 2 เท่า เนื่องจากแอมโมเนียเป็นตัวรักษาสภาพน้ำยาง เมื่อลดแอมโมเนียทำให้อายุของยางสั้นลงการเกิดกระบวนการวัลคาไนเซชันไม่เต็มที่ แต่จากการทดลองพบว่า สมบัติทางกายภาพแผ่นยางกลุ่มที่ 2 และ 3 มีค่าความทนแรงดึง และความทนการฉีกขาดสูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ความแข็งของพื้นผิวลดลง เนื่องจากการเกิดการเชื่อมโยงข้าม (crosslink) ลดลงเพียงเล็กน้อย ทำให้โมเลกุลของยางเรียงตัวชิดกันมากขึ้น แผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราจึงมีความเหนียวมากขึ้นแทนที่จะมีความแข็งแรงลดลงตามที่ต้องการ จากการศึกษาของ Hoffmann<sup>16</sup> พบว่า การใช้กำมะถันในยางปริมาณมากขึ้นจะมีผลเพิ่มการเกิดพันธะเชื่อม ซึ่งมีผลต่อความทนแรงดึงการยืดตัว และความแข็งของพื้นผิว ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยทั่วไปการขึ้นรูปยางพาราจะใช้ปริมาณกำมะถัน 2.5 phr เพราะจะให้ค่าความทนแรงดึงสูงสุดในเมื่อต้องการใส่กำมะถันปริมาณน้อย ๆ<sup>16</sup> เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ได้พบว่า แผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพารากลุ่มที่ 1 มีกำมะถัน 3.5 phr กลุ่มที่ 2 มีกำมะถัน

2.6 phr กลุ่มที่ 2 จึงมีสมบัติความทนแรงดึง ร้อยละการยืดตัวสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และความแข็งของพื้นผิวต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 สอดคล้องกับแผนภูมิเส้นของ Hoffmann<sup>16</sup> หากต้องการให้แผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพารามีความทนแรงดึง และความแข็งของพื้นผิวที่ต่ำกว่านี้ สามารถปรับสูตรโดยลดกำมะถันลงให้ต่ำกว่า 2.5 phr ซึ่งจะมีผลให้มีร้อยละการยืดตัวที่เพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับเหงือกประดิษฐ์มาตรฐานทางการค้าได้ เป็นแนวทางในการพัฒนา คือ หาปริมาณน้อยที่สุดของกำมะถันที่ยังสามารถขึ้นรูปได้หรือเปลี่ยนสมบัติของยางโดยการเติมสารตัวเติมอื่นเพิ่มเติม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบการเย็บ มีการกระจายของเพศไม่แตกต่างกัน และจัดเป็นกลุ่มทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ในการเย็บ และทำงานกับเหงือกจริงทุกท่าน เพื่อให้ผู้ทดสอบการเย็บสามารถทดสอบแผ่นเหงือกประดิษฐ์เปรียบเทียบกับเหงือกจริง และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาแผ่นเหงือกประดิษฐ์ให้คล้ายเหงือกจริงต่อไปในอนาคต โดยไม่มีความเบี่ยงเบนในด้านของทักษะ

ผลของความพึงพอใจด้านการใช้แรงในการกรีด (incision force) ความฝืดขณะลากไหมผ่านแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพารา (friction) ความเหมือนเหงือกจริง (gingival-like) มีค่าความพึงพอใจต่ำกว่ากลุ่มมาตรฐานทางการค้าประมาณ 2 เท่า สอดคล้องกับสมบัติทางกายภาพจะเกี่ยวข้องกับสมบัติด้านความแข็งของพื้นผิว (hardness) ที่มีค่ามากกว่ามาตรฐานทางการค้าประมาณ 2 เท่าเช่นกัน ส่วนความพึงพอใจต่อความเรียบของรอยกรีด (smoothness) ความยืดหยุ่นของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ขณะจับด้วยเครื่องมือ (elasticity) ความเหนียวของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ขณะจับเข็ม (ductility) มีความพึงพอใจแตกต่างจากมาตรฐานทางการค้าระดับปานกลาง เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพด้านการยืดตัว (% elongation) ถึงแม้แผ่นเหงือกประดิษฐ์ กลุ่ม 1 2 และ 3 มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญแต่ยังอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งความแข็งของพื้นผิว และการยืดตัวจัดเป็นปัจจัยที่หลักควรปรับปรุง ส่วนสมบัติทางกายภาพซึ่งเกี่ยวข้องกับความพึงพอใจด้านการจับแผ่นเหงือกประดิษฐ์โดยไม่ลื่นหลุดง่าย (handling) การสมานของขอบเหงือกประดิษฐ์เมื่อเย็บ (approximate) มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทางการค้าไม่มาก

เป็นผลจากสมบัติทางกายภาพด้านการทนการดึง (tensile strength) ความทนการฉีกขาด (tear strength) และความต้านทานแรงดึง (stiffness) ทั้งยังเกี่ยวข้องกับความพึงพอใจด้านความแข็งแรงของแผ่นเหงือกประดิษฐ์ส่งผลต่อความพึงพอใจในการใช้แผ่นเหงือกประดิษฐ์ไม่แตกต่างจากมาตรฐานทางการค้ามาก จึงไม่ถือเป็นปัจจัยหลักในการพัฒนาแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราให้เหมือนกลุ่มมาตรฐานทางการค้าหรือเหงือกจริง สุดท้ายเมื่อพิจารณาผลความพอใจภาพรวม (overall satisfaction) การใช้แผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพารามีความต่างจากกลุ่มมาตรฐานทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งที่ผลความแตกต่างด้านการทนการดึงของแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพารามากกว่ากลุ่มมาตรฐานทางการค้า 3 เท่า และความต้านทานแรงดึงของแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราแตกต่างจากกลุ่มมาตรฐานทางการค้าถึง 10 เท่า นั้นสนับสนุนว่า สมบัติทางกายภาพทั้งสองมีผลต่อความพึงพอใจในการใช้แผ่นเหงือกประดิษฐ์เป็นปัจจัยรอง

จากผลการสำรวจความพึงพอใจพบว่า มีความสอดคล้องกับผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ โดยสมบัติที่ด้อยที่สุดของแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราทั้งสามกลุ่ม คือ ไม่สามารถกรีดให้ขาดได้โดยง่ายและมีความเหนียว ความผิดมากขณะลากไหมผ่าน และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถามระดับความพึงพอใจ พบว่า กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีข้อด้อยที่ชัดเจนคือ เหนียว เกินไป กรีดไม่เข้า ปักเข็มและลากไหมผ่านยาก แต่มีความทนทานดีมาก ในส่วนของแผ่นเหงือกประดิษฐ์มาตรฐานทางการค้ามีข้อด้อยเรื่องนิ่มเกินไป ผูกปมยากไหมลื่น หลุดง่าย ซึ่งทำให้แนวทางการพัฒนาเหงือกประดิษฐ์ควรที่จะมีการพัฒนาสมบัติทางกายภาพด้วยการลดความแข็งแรงของพื้นผิว และเพิ่มการยึดตัวเป็นปัจจัยหลัก ก่อนที่จะพัฒนาปัจจัยด้านการทนการดึง ความทนการฉีกขาด และความต้านทานแรงดึงลง นอกจากนี้ ราคาต้นทุนของแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราประมาณ 50 บาท มีราคาถูกกว่าการจัดซื้อแผ่นเหงือกมาตรฐานทางการค้ามาก (ประมาณ 1,500 บาท) การขึ้นรูปแผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราจึงควรได้รับการพัฒนาต่อยอดเพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอน แต่ควรปรับปรุงสมบัติทางกายภาพให้แผ่นเหงือก

ประดิษฐ์จากยางพารามีความนิ่ม ฉีกขาดง่าย สามารถลากไหมผ่านได้ง่ายขึ้น

## บทสรุป

การศึกษานี้สามารถสร้างแผ่นเหงือกประดิษฐ์จำลองการเย็บจากยางพารา ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย โดยเฉพาะในท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทย ราคาถูก ถึงแม้จะมีสมบัติที่ต่างจากแผ่นเหงือกมาตรฐานทางการค้าอยู่ แต่จากการศึกษาก็ทำให้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาสมบัติของเหงือกประดิษฐ์ โดยยึดผลจากการใช้งานจริงเป็นสำคัญ และใช้การทดสอบสมบัติทางกายภาพเป็นตัวช่วยควบคุมมาตรฐานการผลิต ดังนั้น แผ่นเหงือกประดิษฐ์จากยางพาราก็ยังเป็นสิ่งที่ควรได้รับการพัฒนาต่อยอดให้มีสมบัติที่ใกล้เคียงกับแผ่นเหงือกประดิษฐ์มาตรฐานทางการค้า และเหงือกจริงมากยิ่งขึ้น และเพื่อประโยชน์ในการพึ่งพาตนเอง และใช้วัสดุท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือจาก นายโกศล ภูริวัฒนกุล และนายมานพ นวลพลับ ผศ.ดร.อุราพร วงศ์วรานนท์ หัวหน้าภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และภาควิชาโพลีเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คุณจรรยา ชื่นอารมณ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทพญ. ทิพวรรณ เครือเตียว ทพญ. กุลวดี เชิดเกียรติสกุล ทพญ. กชพรรณ ลิ้มรัชชพงศ์ นทพ. อติเรก อนุสรณ์ดิษฐ์ ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย และการศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## เอกสารอ้างอิง

- Schacher B, Burklin T, Horodko M, Raetzke P, Ratka-Kruger P, Eickholz P. Direct thickness

- measurements of the hard palate mucosa. *Quintessence Int* 2010;41:E149-56.
2. Goktas S, Dmytryk JJ, McFetridge PS. Biomechanical Behavior of Oral Soft Tissues. *J Periodontol* 2011;82:1178-86.
  3. Muller HP, Schaller N, Eger T, Heinecke A. Thickness of masticatory mucosa. *J Periodontol* 2000;27:431-6.
  4. Kolliyavar B, Setty S, Thakur SL. Determination of thickness of palatal mucosa. *J Indian Soc Periodontol* 2012;16:80-3.
  5. Stipetic J, Hrala Z, Celebic A. Thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity dependent on gender and body mass index. *Coll Antropol* 2005;29:243-7.
  6. Wara-aswapati N, Pitiphat W, Chandrapho N, Rattanayatikul C, Karimbux N. Thickness of palatal masticatory mucosa associated with age. *J Periodontol* 2001;72:1407-12.
  7. Wirach T. Preparation of artificial skin for dissection from natural rubber. 1<sup>st</sup> ed. Prince of Songkhla University: Prince of Songkhla University; 2007 p. 3-5.
  8. Nithi-Uthai P. Aditives for rubber. 1<sup>st</sup> ed. Prince of Songkla University, Pattani Campus: Prince of Songkhla University; 1985 p. 14-38, 42-91, 270-313.
  9. El-Nemr KF. Effect of different curing systems on the mechanical and physico-chemical properties of acrylonitrile butadiene rubber vulcanizates. *Mater Design* 2011;32:3361-9.
  10. Likozar B, Major Z. Morphology, mechanical, cross-linking, thermal, and tribological properties of nitrile and hydrogenated nitrile rubber/multi-walled carbon nanotubes composites prepared by melt compounding: The effect of acrylonitrile content and hydrogenation. *Appl Surf Sci* 2010;257:565-73.
  11. Polyzois GL, Tarantili PA, Frangou MJ, Andreopoulos AG. Physical properties of a silicone prosthetic elastomer stored in simulated skin secretions. *J Prosthet Dent* 2000;83:572-7.
  12. Prasertsri S, Rattanasom N. Fumed and precipitated silica reinforced natural rubber composites prepared from latex system: Mechanical and dynamic properties. *Polym Test* 2012;31:593-605.
  13. Bhattacharyya S, Sinturel C, Bahloul O, Sabounji ML, Thomas S, Salvétat JP. Improving reinforcement of natural rubber by networking of activated carbon nanotubes. *Carbon* 2008;46:1037-45.
  14. Du NUL, Abu Bakar A, Azahari B, Ariff ZM, Chujo Y. Effect of interlocking between porous epoxy microparticles and elastomer on mechanical properties and deformation modes. *Polym Test* 2012;31:931-7.
  15. Mese A, Guzel KG. Effect of storage duration on the hardness and tensile bond strength of silicone and acrylic resin-based resilient denture liners to a processed denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent* 2008;99:153-9.
  16. Hoffmann W. Vulcanization and Vulcanizing Agents. 1<sup>st</sup> ed. London, England: MacLaren and sons Ltd.; 1967 p. 7-9.