

การพัฒนาวัสดุและการออกแบบหมอนจัดท่าสำหรับการผ่าตัด Material Development and Design of Intraoperative Positioning Device

เสน่ห์ รักเกื้อ^{1*}

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 109 ม.2 ตำบลลำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

*ติดต่อ: rsanae@gmail.com, +668 7393 7816

บทคัดย่อ

แผลกดทับมักพบในผู้ป่วยที่ไม่สามารถขยับตัวได้เป็นเวลานาน โดยเฉพาะในการผ่าตัดที่นานเกิน 2 ชั่วโมง ก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา เพื่อป้องกันการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วย จะต้องลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดแผลกดทับ โดยการจัดทำผู้ป่วยด้วยการใช้อุปกรณ์ช่วยลดแรงกด งานวิจัยนี้จึงได้ประดิษฐ์วัสดุรองรับเพื่อป้องกันบริเวณที่จะเกิดแผลกดทับสูง เช่น บริเวณศีรษะและลำคอ โดยออกแบบผลิตหมอนรองสำหรับใช้ในห้องผ่าตัดตามความต้องการและความเหมาะสมในการใช้งาน โดยใช้วัสดุธรรมชาติซึ่งได้แก่ยางพารา ซึ่งหาได้ภายในประเทศมาขึ้นรูปเป็นโฟมยาง เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการทำหมอนรองขณะผ่าตัด โดยรูปแบบหมอนที่ออกแบบและผลิตขึ้นมีจำนวน 8 รูปแบบ นำไปทดสอบใช้งานจริงกับผู้ป่วยขณะผ่าตัดในโรงพยาบาลทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช และดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ป่วย

จากงานวิจัยพบว่า หมอนรองที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ได้ดี ไม่พบแผลกดทับและอาการปวดเมื่อยจากการใช้งาน โดยหมอนรองแต่ละประเภทมีความสามารถและความเหมาะสมในการนำมาใช้ที่แตกต่างกัน และทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสบาย และลดอาการปวดเมื่อย อันมีผลช่วยในการลดแรงกดทับซึ่งจะก่อให้เกิดแผลกดทับได้ดี งานวิจัยนี้ช่วยลดการนำเข้าวัสดุทางการแพทย์จากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง รวมถึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุธรรมชาติที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น

คำหลัก: หมอนจัดท่า; ผ่าตัด; แผลกดทับ; วัสดุธรรมชาติ; ยางพารา

Abstract

A pressure ulcer occur when patient stays in the same position for long period, especially in the over-2-hour surgery, leads to the time and economic loss. To prevent pressure ulcer, the risk of getting a pressure ulcer in patient should be reduced using the positioning device. The research was aimed to invent the pressure-relieving and support surface devices to prevent high risk of pressure ulcers forming in areas such as head and neck. The rubber positioning devices were designed and invented based on the demand and appropriateness of use. The foam rubber made of local natural rubber was used to invent the appropriate positioning devices. Eight shapes of them were invented and tested in patients during the surgery in Thungsong Hospital, Nakhon Si Thammarat. The data and results were collected and analyzed, and patient satisfaction were determined.

The results indicated that the invented positioning devices were effective, and the pressure ulcers as well as pains in patients were not identified. Different positioning devices provided good results in different usages. Patients felt comfortable with them and the pains were relieved, therefore, the risk of getting pressure ulcer could be reduced. Moreover, this research leads to the decreasing of budget for imported medical supply and the increasing of adding value to local and natural material.

Keywords: Positioning Device; Surgery; Pressure Ulcer; Natural Material; Rubber

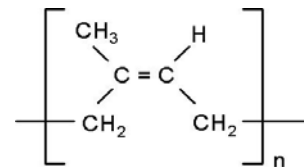
1. บทนำ

แผลกดทับเป็นแผลที่เกิดจากการกดทับบริเวณหลอดเลือดฝอยเป็นเวลานาน โดยมีแรงกดเฉลี่ยมากกว่า 32 มิลลิเมตรปรอท จะทำให้เนื้อเยื่อขาดเลือดและออกซิเจนไปเลี้ยง จึงทำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อและผิวหนังบริเวณนั้น โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของผิวหนังบริเวณที่ได้รับแรงกด เริ่มจากผิวหนังเริ่มมีสีแดงจางๆ ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ภายใน 30 นาทีนับตั้งแต่ได้รับแรงกด โดยระยะแรกจะปรากฏเป็นรอยแดง (non-balancing erythema) ซึ่งไม่หายแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนท่าไปแล้วนานกว่า 30 นาที จากนั้นจะเกิดการบวมและมีน้ำขังจนกลายเป็นแผลพุพอง (blister formation) จนสุดท้ายกลายเป็นแผลถลอก หากปล่อยให้ผิวหนังได้รับแรงกดเป็นเวลานานกว่า 6 ชั่วโมง ผิวหนังจะเริ่มบวมเพราะมีน้ำซึมออกมาจากผนังเส้นเลือดฝอย เซลล์เนื้อเยื่อจะเริ่มตาย เมื่อผู้ป่วยไม่ได้รับการดูแลที่ถูกต้อง ผิวหนังจะเกิดการฉีกขาดเป็นแผลซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ภายในเวลา 2 สัปดาห์ [1] การลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดแผลกดทับเป็นการป้องกันการเกิดแผลกดทับได้ดีที่สุด ซึ่งสามารถทำได้หลายแนวทาง และการพยาบาลส่วนใหญ่คือการพลิกตะแคงตัวทุก 1 – 2 ชั่วโมง การใช้อุปกรณ์ช่วยลดแรงกดก็เป็นการช่วยลดแรงกดได้วิธีหนึ่ง [2] ซึ่งในผู้ป่วยที่เป็นอัมพฤกษ์ อัมพาต สามารถทำได้โดยการพลิกตัวผู้ป่วยทุก 1 – 2 ชั่วโมง แต่ในผู้ป่วยที่ตมยาสลบและผ่าตัดเป็นเวลานาน ไม่สามารถขยับตัวได้จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะเกิดแรงกดทับบริเวณใดบริเวณหนึ่งด้วยเหตุนี้ จึงมีความพยายามที่จะประดิษฐ์วัสดุรองรับเพื่อป้องกันบริเวณที่จะเกิดแผลกดทับสูง เช่น บริเวณศีรษะและใบหน้า ใช้อย่างพาราแปรรูปซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายภายในประเทศ และช่วยเพิ่มมูลค่าแก่ยางพารา ลดการนำเข้าวัสดุทางการแพทย์จากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูงกว่าหลายเท่า โดยหมอนเจลที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคา 8,000-10,000 บาท

งานวิจัยนี้จึงดำเนินการออกแบบหมอนจัดทำสำหรับการผ่าตัด โดยการพัฒนาวัสดุจากยางธรรมชาติเพื่อให้มีสมบัติ รูปแบบ และรูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้งานและการขึ้นรูปขึ้นงาน ตลอดจนการใช้ทดแทนหมอนรองศีรษะสำหรับผ่าตัดที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง

2. ยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมี คือ cis-1,4-polyisoprene โดยมี isoprene (C_5H_8) ดังรูปที่ 1 โดยที่ n มีค่าตั้งแต่ 15-20,000 เนื่องจากส่วนประกอบของยางธรรมชาติเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้ว ดังนั้นยางจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เบนซีน เฮกเซน เป็นต้น โดยทั่วไปยางธรรมชาติมีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลแบบอสัณฐาน (amorphous) แต่ในบางสภาวะโมเลกุลของยางสามารถจัดเรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้สามารถเกิดผลึก (crystallize) การเกิดผลึกเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (low temperature crystallization) จะทำให้ยางแข็งมากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ยางก็จะอ่อนลงและกลับสู่สภาพเดิม ในขณะที่การเกิดผลึกเนื่องจากการยืดตัว (strain induced crystallization) ทำให้ยางมีสมบัติเชิงกลดี



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างยางธรรมชาติ [3]

2.1 โฟมยางธรรมชาติ

โฟมยางธรรมชาติ คือ วัสดุยางที่มีรูพรุนเกิดจากการที่มีอากาศแทรกอยู่ภายในทำให้มีน้ำหนักเบา และสามารถกดหรือบิดได้โดยไม่เกิดการเสียรูปร่างไปอย่างถาวร มีความยืดหยุ่นสูง เรียกยางลักษณะนี้ว่ายางโฟม (expanded rubber) หรือยางเซลลูลาร์ (cellular rubber) การขึ้นรูปโฟมยางจากยางน้ำยางหรือที่เรียกว่าลาเท็กซ์โฟม (latex foam) ทำได้โดยมีหลักการคือ การทำให้น้ำยางธรรมชาติ หรือ ลาเท็กซ์ (latex) เกิดฟองของอากาศหรือของแก๊สต่างๆ แล้วทำให้ฟองยางคงรูปหรือการวัลคาไนซ์ด้วยความร้อน

2.2 การขึ้นรูปโฟมยาง

เทคนิคการผลิตโฟมยางจากยางได้เป็น 2 วิธีคือ

- เทคนิคแบบ Dunlop process เป็นวิธีการทำให้น้ำยางเกิดการจับตัวและเกิดการคงรูป โดยใช้โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ ซึ่งมีการพัฒนามาตั้งแต่ปี 1929 ขึ้นแรกจะทำการปรับปริมาณแอมโมเนียในน้ำยางขึ้น แล้วหลังจากนั้นเติมสารเคมีต่างๆ ได้แก่ สารวัลคาไนซ์ สารตัวเร่ง สารช่วยให้เกิดฟอง สารป้องกันการเสื่อมสลาย

ของยาง สารตัวเติม สามารถเติมสารเหล่านี้ในรูปของสารตัวเติม หรือสารละลาย การเติมสารเคมีต่างๆ หลังจากการปั่นน้ำยางให้เกิดฟองเกือบสมบูรณ์แล้ว จะเติมซิงค์ออกไซด์ที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยและสารก่อเจลเสริม แล้วจึงเติมสารก่อเจลหลักเป็นตัวสุดท้าย จากนั้นจึงเทฟองยางลงในแป้ ระบบในขณะนี้ฟองยางจะเกิดเจลอย่างช้าๆ จากนั้นจึงนำยางไปวัลคาไนซ์ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส

- เทคนิคแบบ Talalay process เป็นสารจับตัวและเกิดการคงรูป โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีการพัฒนาประมาณปี 1946 เริ่มต้นโดยปั่นน้ำยางให้เป็นฟอง ทำให้เกิดการฟูโดยใช้ระบบสุญญากาศ จากนั้นใช้ความเย็นทำให้ฟองยางเกิดลักษณะเจล ซึ่งระบบการทำความเย็นโดยใช้ส่วนผสมของเอทิลีนไกลคอล-น้ำ ให้ได้อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส หล่อระบบแป้ที่บรรจุฟองน้ำยางเพื่อให้ฟองยางที่ได้มีอุณหภูมิต่ำเกิดเป็นเจล แล้วจึงผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปที่แป้ระบบสุญญากาศ จากนั้นจึงอุ่นแป้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็น 38 และเพิ่มไปเป็น 110 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์ [4, 5]

3. การดำเนินการวิจัย

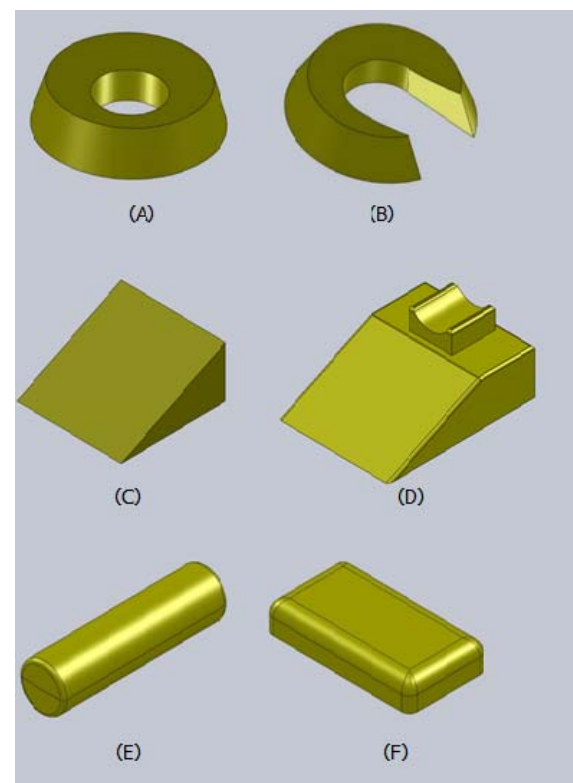
3.1 การออกแบบหมอนจัดทำสำหรับการผ่าตัด

หมอนจัดทำที่ใช้ในโรงพยาบาล มักจะทำมาจากวัสดุพอลิยูรีเทนเจล หรือวัสดุสังเคราะห์อื่นๆ ซึ่งมักมีราคาแพง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้วัสดุโฟมยางธรรมชาติในการขึ้นรูปสร้างหมอนที่ใช้สำหรับผู้ป่วยในห้องผ่าตัดทดแทนการใช้วัสดุสังเคราะห์อื่น ซึ่งทำให้ได้หมอนจัดทำสำหรับห้องผ่าตัดที่มีราคาถูกลง โดยในเลือกวัสดุโฟมยางธรรมชาติทดแทนวัสดุสังเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งในระยะเบื้องต้น ออกแบบและทดลองใช้หมอนจัดทำดังแสดงในรูปที่ 2 (A), (B), (C) และ (D) จากการทดสอบใช้หมอนรองผ่าตัดในโรงพยาบาลทุ่งสง พบว่าหมอนทั้ง 4 แบบสามารถใช้ได้ดี ลดอาการปวดเมื่อยหลัง ความดันโลหิตเพิ่มขึ้นเป็นปกติ หายใจสะดวกขึ้นไม่อึดอัด เมื่อเปรียบเทียบกับกรผ่าตัดแบบไม่ใช้หมอนจัดทำและจากข้อเสนอแนะพบว่ามีความต้องการใช้หมอนข้างขนาดเล็ก

และหมอนแบบสี่เหลี่ยมดังแสดงในรูปที่ 2 (E) และ (F) จึงได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบของหมอนจัดทำเพื่อช่วยในการจัดทำขณะผ่าตัด และทดสอบการใช้งานเพื่อยืนยันผล

3.2 ขั้นตอนการขึ้นรูปโฟมยาง

ยางธรรมชาติ (Natural rubber, NR-LA) ใช้ น้ำยางชั้น 60% ชนิดแอมโมเนียต่ำ (NR-LA) ที่ได้มาจากการนำน้ำยางสดซึ่งมีเนื้อยางแห้งอยู่ประมาณ 33% ไปผ่านกระบวนการปั่นเหวี่ยง (centrifuge) จนกระทั่งได้น้ำยางที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 60% เนื่องจากน้ำยางที่ออกมาจากต้นยางจะมีความเข้มข้นของปริมาณเนื้อยางที่แตกต่างกัน การใช้น้ำยางชั้นจึงเป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพใช้สำหรับขึ้นรูปยางฟองน้ำซึ่งทำมาจากน้ำยาง โดยวิธีการปั่นให้เกิดฟองและผสมสารเคมีด้วยเทคนิคแบบดันลอปดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 ลักษณะหมอนจัดทำสำหรับการผ่าตัด

- (A) แบบโดนัท (Donut)
- (B) แบบเกือกม้า (Horse Shoe)
- (C) แบบสามเหลี่ยม (Triangle)
- (D) แบบส่วนโค้ง (Contoured Head Pad)

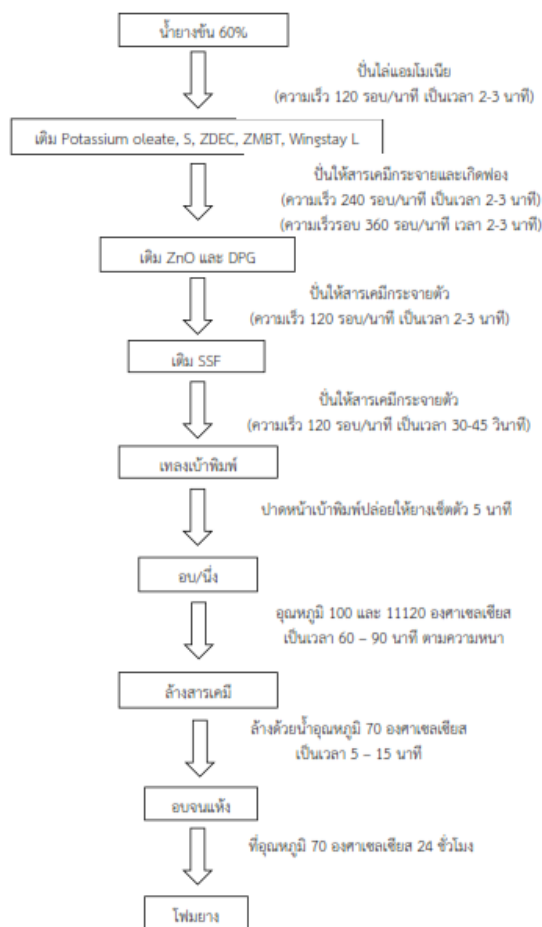
(E) แบบหมอนข้าง (Bolster)

(F) แบบหมอนหนุนศีรษะ (Pillow)

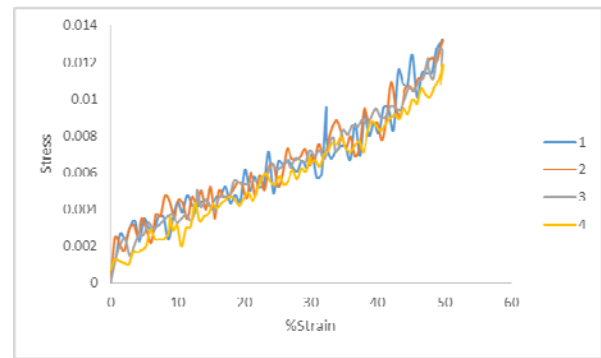
4. ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

4.1 การทดสอบสมบัติเชิงกล

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลตามมาตรฐาน ASTM 575-91 เพื่อทดสอบค่าแรงกด (Compression test) โดยเป็นสมบัติที่สำคัญและนิยมใช้ในการกำหนดมาตรฐานหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในสภาวะการใช้งานจริงผลิตภัณฑ์หมอนจัดทำโฟมยางจะได้รับแรงกด เพื่อดูการรับแรงกดของวัสดุให้สอดคล้องกับลักษณะของการใช้งาน และพิจารณาคุณภาพของกระบวนการผลิตโฟมยาง



รูปที่ 3 ขั้นตอนการขึ้นรูปโฟมยาง [4]

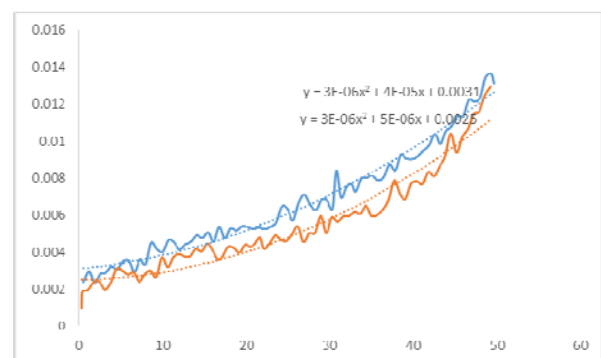


รูปที่ 4 การทดสอบสมบัติเชิงกลของหมอนจัดทำ

ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าสมบัติเชิงกลของวัสดุ (Young Modulus) ของโฟมยางมีค่า 0.00026 MPa แสดงให้เห็นถึงความนิ่มของยางเมื่อเปรียบเทียบกับยางธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 0.01 MPa ขึ้นกับเคมีทางยาง เมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นโฟมยางมีค่า 150 kg./m³ ในขณะที่ยางธรรมชาติโดยทั่วไปมีค่า 900 kg./m³ ซึ่งถือว่ามีความนิ่มที่มาก จึงนำไปใช้ผลิตหมอนหนุน ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความนิ่มที่มีความเหมาะสมมากกว่ายางทั่วไป และมีน้ำหนักเบา ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกในการยกจัดทำผู้ป่วย

4.2 การทดสอบฮีสเทอรีซิส

การทดสอบฮีสเทอรีซิสตามมาตรฐานเพื่อดูพลังงานของการดูดซับของวัสดุที่จะส่งไปยังการกระจายแรงแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทดสอบสมบัติฮีสเทอรีซิสของหมอนจัดทำ

เมื่อพิจารณาค่าความสัมพันธ์พื้นที่ใต้กราฟเส้นบน $y = 3 \times 10^{-6} X^2 + 4 \times 10^{-5} X + 0.0031$ กราฟเส้นล่าง $y = 3 \times 10^{-6} X^2 + 5 \times 10^{-6} X + 0.0025$ อินทิเกรตหาพื้นที่

กราฟและค่าสมบัติอีลาสเทอริซิตี ได้ 0.07375 แสดงให้เห็นว่าโฟมยางก็มีสมบัติการกระจายแรงภายในเนื้อวัสดุ การเกิดความร้อนสะสมในเนื้อยางทำให้ยางนิ่ม เป็นข้อดีที่ใช้ในการนำมาทำผลิตภัณฑ์หมอน

4.3 การทดสอบการใช้งานหมอนจัดทำ

การทดสอบใช้หมอนจัดทำสำหรับผ่าตัดในโรงพยาบาล โดยในหมอนทั้ง 8 แบบทดสอบใช้และเก็บข้อมูลการเกิดแผลกดทับและอาการปวดเมื่อยเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้หมอนรองผ่าตัด ผลการทดลองใช้หมอนจัดทำสำหรับใช้ในห้องผ่าตัดจำนวน 30 ราย สามารถจำแนกการใช้งานหมอนจัดทำได้ดังนี้

- แบบโดนัท (Donut) และแบบเกือกม้า (Horse Shoe) ใช้รองฝ่าในกรณีที่ต้องการตรึงหรือประคองตำแหน่งของศีรษะ คอ ให้อยู่นิ่ง เช่น การผ่าตัดรักษา ไทรอยด์ ทอลซิล ซึ่งมีการผ่าตัดรักษาบริเวณศีรษะ และการผ่าตัดรักษาที่ต้องมีการนอนคว่ำจะจัดทำทางของผู้ป่วยให้จมูกและปากหายใจได้ผ่านรูตรงกลางของหมอนได้เพื่อความสะดวก นอกจากนี้ยังสามารถใช้นอนแบบนี้สำหรับรองศีรษะในการผ่าตัดที่ไม่ต้องตรึงศีรษะก็ได้ เช่น การผ่าตัดใส่เหล็กที่ขา
- แบบสามเหลี่ยม (Triangle) ใช้สำหรับหนุนบริเวณตะโพกเพื่อจัดทำในขณะผ่าตัดคลอด เพื่อช่วยให้ผู้คลอดหายใจสะดวกขึ้นและลดอาการปวดเมื่อยหลังการผ่าตัดได้
- แบบส่วนโค้ง (Contoured Head Pad) ใช้สำหรับรองผ่าตัดในท่านอนหงายผู้ป่วยที่มีน้ำหนักตัวมากผิดปกติ หนุนบริเวณศีรษะ ต้นคอ ใช้รองบริเวณไหล่ทำให้บริเวณคอแขนขึ้น ป้องกันลื่นตกซึ่งทำให้ผู้ป่วยหายใจได้และอาจทำให้ผู้ป่วยขาดออกซิเจนชั่วคราว รวมทั้งป้องกันการปวดเมื่อยบริเวณไหล่และต้นคอ นำมาใช้บ่อยครั้งเพราะมีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาผ่าตัดที่มีน้ำหนักตัวมากผิดปกติบ่อยคน แต่มีความจำเป็นมากในผู้ป่วยที่มีน้ำหนัก 100 กก. ขึ้นไป
- แบบหมอนข้าง (Bolster) ใช้หนุนใต้แขนช่วยลดอาการปวดเมื่อยแขนได้เป็นอย่างดีผู้ป่วยไม่มีอาการปวดเมื่อยหลังจากการผ่าตัด

- แบบหมอนหนุนศีรษะ (Pillow) ใช้รองศีรษะของผู้ป่วยในกรณีที่มีการผ่าตัดแบบไม่ตรึงศีรษะสามารถใช้งานได้ดี ไม่ปวดเมื่อยคอ นอนสบายและไม่อึดอัด

5. สรุปผล

จากการออกแบบสร้างหมอนจัดทำสำหรับใช้ในห้องผ่าตัด โดยออกแบบตามความต้องการของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้ในโรงพยาบาลทุ่งสงเป็นหลัก ซึ่งจากการสอบถามพบว่ามีขนาดความคลื่อนของอุปกรณ์ค่อนข้างมากในหลายๆ โรงพยาบาล จึงได้ออกแบบและผลิตหมอนขึ้น และนำมาทดลองใช้กับผู้ป่วยขณะผ่าตัด โดยพบว่าหมอนจัดทำสำหรับผ่าตัดที่ผลิตขึ้นสามารถนำมาใช้งานได้จริงและเหมาะสม แต่เนื่องจากโรงพยาบาลของรัฐยังขาดแคลนงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์ดังกล่าว จึงควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาการผลิตหมอนจัดทำสำหรับการผ่าตัดและวัสดุอุปกรณ์จากวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ยาง อีกทั้งยังเป็นการลดการนำเข้าวัสดุทางการแพทย์จากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง รวมถึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุธรรมชาติที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] จินพิชญ์ชา มะมม (2555). บทบาทพยาบาลกับแผลกดทับ: ความท้าทายในการป้องกันและการดูแล, *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 5, หน้า 478 – 490.
- [2] นันทสิริ แสงสว่าง และ สุพรรณิ นามารย์ (2555). การใช้เบาะน้ำเพื่อป้องกันการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูก โรงพยาบาลพิจิตร, *วารสารโรงพยาบาลพิจิตร*, 28, หน้า 41 – 49.
- [3] พงศธร แซ่อูย (2559). *ชนิดของยางและการใช้งาน*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://rubber.sc.mahidol.ac.th/rubbertech/NR.htm>, เข้าดูเมื่อวันที่ 12/04/2559.
- [4] วิริยะ ทองเรือง, เจริญยุทธ เดชวายุกุล, ผกาพันธ์ แก้วชูชื่น และ สุจิตรา คำป็อก (2549). *รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย, วิจัยและพัฒนาการผลิตฟองน้ำจากยางธรรมชาติ*.
- [5] ไพสิน แซ่ลิม (2554). การพัฒนายางปูพื้นเพื่อลดการแตกหักของกระดูกสะโพกในผู้สูงอายุ, *วิทยานิพนธ์*

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[6] อาทิตย์ สวัสดิรักษา (2553). การพัฒนาวัสดุและการ
ออกแบบอุปกรณ์รองรับสันเท้าเพื่อลดความดันในสันเท้า,
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[7] Walton-Geer, P.S. (2009). Prevention of
Pressure Ulcers in the Surgical Patient, *AORN
Journal*, vol. 89(3), March 2009, pp. 538-552.