

การศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ประคบร้อนด้านอุณหภูมิและระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิของ
เจลอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลิเมอร์ต่างชนิด

Study of Hot Pack Properties on Thermal Conductivity and Thermal Retention
among Polymer Hot Gel Packs

นภาพร บุญศรี (Napaporn Boonsri)* สมจิตร เมืองพิล (Somjit Muangpin)**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเจลประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลิเมอร์แล้วบรรจุในถุงชนิดต่างๆ โดยทดสอบอุณหภูมิและระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดของเจลอุปกรณ์ประคบร้อน 4 ชนิด คือ 1) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนผลิตจากเจลโพลิเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงพลาสติกทนร้อนแบบสูญญากาศ 2) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนผลิตจากเจลโพลิเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว 3) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนผลิตจากเจลโพลิเมอร์เส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงพลาสติกทนร้อนแบบสูญญากาศ และ 4) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนผลิตจากเจลโพลิเมอร์ของเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการควบคุมอุณหภูมิห้องระหว่าง 25–27 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ และวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิของอุปกรณ์ประคบร้อน (Analysis of Variance: ANOVA) ผลการศึกษาพบว่า คุณสมบัติของเจลอุปกรณ์ประคบร้อนที่ 4 ชนิด มีความแปรปรวนของอุณหภูมิของอุปกรณ์ประคบร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ABSTRACT

This study was conducted to determine study hot pack properties on thermal conductivity and thermal retention among polymer hot get packs. There were four hot gel packs with different materials that were assessed and compared their properties The hot gel materials were made from 1) standard polymer Nexcare® packing in vacuum plastic bags 2) standard polymer (Nexcare®) packing in recycled dialysis fluid bags 3) disposable diaper polymer (MamyPoko®) packing in vacuum plastic bags and 4) disposable diaper polymer (MamyPoko®) packing in recycled dialysis fluid bags. This experimental study was conducted in the laboratory at room temperature (25-27°C) The data were analyzed by descriptive statistics, average temperature, and analysis of variance (ANOVA). The result showed that the four hot gel packs were not significantly different in thermal conductivity

คำสำคัญ: เจลโพลิเมอร์ประคบร้อน อุณหภูมิของเจลโพลิเมอร์ การเก็บอุณหภูมิของเจลโพลิเมอร์

Keywords: Polymer gel hot pack, Thermal conductivity, Thermal retention

*นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผดุงครรภ์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาการผดุงครรภ์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

อาการคัดตึงเต้านมในมารดาหลังคลอดเป็นภาวะไม่สุขสบายที่พบบ่อย ถึงร้อยละ 72-85 ของมารดาหลังคลอดที่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ (Priyanka et al., 2016; Sankanagoudar et al., 2011) ภาวะคัดตึงเต้านมเกิดจากเต้านมผลิตน้ำนมในปริมาณมาก ทำให้น้ำนมสะสมในท่อน้ำนมและเกิดการอุดตันในเวลาต่อมา (Pustotina, 2016) อาการคัดตึงเต้านมขึ้นอยู่กับความรุนแรงและระยะเวลาที่เกิดการคัดตึงเต้านม เช่น เต้านมขยายใหญ่ขึ้น เต้านมแข็ง ปวด เจ็บเต้านม (Berens, Brodribb, 2016; Chiu et al., 2010) พบตั้งแต่ระยะ 24 ชั่วโมงแรกหลังคลอด และตลอดเวลาที่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ในระยะแรกของการคัดตึงเต้านม มารดารู้สึกหนักเต้านม แต่เต้านมนิ่ม หากปล่อยไว้หรือไม่ได้รับการช่วยเหลืออย่างเหมาะสมจะทำให้ น้ำนมไม่ไหล เกิดการอุดตันที่ท่อน้ำนมมากขึ้น (Bonyata, 2018; Padmasree et al., 2017) ลานนมตึงแข็ง หัวนมถูกดึงรั้งและหดสั้นลง ทารกไม่สามารถอมหัวนมและดูดนม จากเต้านมไม่ได้ มารดาหลังคลอดจะเจ็บปวดบริเวณเต้านมจนไม่ต้องการให้นมแม่แก่ลูกหรือเกิดเต้านมอักเสบ (ปราณี, 2558) และร้อยละ 9 ของมารดาที่มีภาวะคัดตึงเต้านมขั้นรุนแรงมักหยุดการให้นมลูกภายใน 1-2 สัปดาห์หลังคลอด (Sahin et al., 2012) ส่งผลต่อภาพรวมของอัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวยังน้อย 6 เดือน ซึ่งในปี พ.ศ.2573 ทั่วโลกได้ตั้งเป้าหมายที่ต้องการบรรลุไว้ที่ร้อยละ 50 (El-Saidy, Aboushady, 2016; Karatay et al., 2018)

การบรรเทาอาการคัดตึงเต้านมด้วยความร้อนเป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติ โดยอาศัยหลักการของความร้อนที่ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนเลือดบริเวณเต้านม เช่น ประคบเต้านมด้วยฟองน้ำชุบน้ำอุ่น อุณหภูมิ 43-46 องศาเซลเซียส หรือใช้น้ำอุ่นจากฝักบัวรดบริเวณเต้านม ประมาณ 30 นาที วันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 2 วันสามารถลดอาการคัดตึงเต้านมได้ดี (El-Saidy, Aboushady, 2016) หรือการประคบด้วยความร้อนอุณหภูมิ 43-46 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประคบนาน 5-15 นาที วันละ 2 ครั้ง ติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน พบว่าสามารถลดอาการคัดตึงเต้านมได้เมื่อเปรียบเทียบกับมารดาหลังคลอดที่ได้รับการดูแลตามปกติ (Kaur et al., 2017) แต่มีข้อจำกัดของการบำบัดด้วยความร้อนคือ อุปกรณ์ต้องมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงของการบำบัดตลอดเวลาที่มีการประคบเต้านมหรือบำบัดอาการคัดตึงเต้านม ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวยังไม่สามารถระบุระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการบำบัดได้

ปัจจุบันหลายหน่วยงานได้นำเจลโพลีเมอร์ร้อนมาใช้ในการประคบเต้านมเพื่อลดอาการคัดตึงเต้านม ซึ่งเจลประคบที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นแผ่นเจลสีเหลืองผืนผ้าหรือเป็นก้อนกลมคล้ายลูกประคบ การใช้งานเจลประคบมารดาหลังคลอดต้องถือเจลประคบร้อนด้วยตนเองตลอดเวลาที่ทำการประคบใช้เวลาประมาณ 15-30 นาที จากการศึกษาสำรวจของผู้วิจัยในมารดาหลังคลอดที่มีอาการคัดตึงเต้านม พบว่ามารดาหลังคลอดที่มีอาการคัดตึงเต้านมบางคนมีอาการปวดตึงบริเวณเต้านมรวมไปถึงบริเวณใต้รักแร้ เมื่อประคบเต้านมด้วยตนเองจึงมีความลำบากในการถืออุปกรณ์ ปวดเมื่อย หรือไม่สุขสบาย หากให้ญาติหรือพยาบาลเป็นผู้ช่วยประคบเต้านมต้องใช้เวลาและมีความยุ่งยาก มารดาหลังคลอดต้องนอนบนเตียงตลอดเวลาที่ทำการประคบเต้านม นอกจากนี้เจลโพลีเมอร์ที่นำมาประคบร้อนในปัจจุบันยังมีราคาค่อนข้างสูง และรูปร่างของเจลประคบไม่สามารถประคบได้ทั่วบริเวณเต้านม ดังนั้นหากมีเจลอุปกรณ์ประคบร้อนที่มีรูปทรงที่ประคบเต้านมได้ทั่วเต้านม ไม่ต้องใช้มือจับเจลประคบตลอดเวลา หรือมารดาสามารถเคลื่อนไหวทำกิจกรรมอย่างอื่นขณะประคบได้ จะช่วยให้มารดาหลังคลอดเข้าถึงเจลอุปกรณ์และได้ประโยชน์จากการบำบัดมากที่สุด

หลักการทำงานของอุปกรณ์ประคบร้อน อาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน (heat conduction) การพาความร้อน (convection) และการแผ่ความร้อน (radiation) ผ่านชั้นผิวหนังลงไป สู่เนื้อเยื่อได้ลึก 1-2 เซนติเมตร หรือเรียกว่า ความร้อนตื้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบริเวณที่ได้รับความร้อนเท่านั้น ซึ่งมีหลักฐานยืนยันความปลอดภัยของความร้อนตื้นต่อการประคบเต้านมในมารดาหลังคลอด (ธรรมลักษณ์, 2556; นิตยา, 2558) ตัวอย่างอุปกรณ์ เช่น ถูหรือแผ่นประคบร้อน ถูพาราฟิน เลเซอร์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นต้น (นิตยา,

2558; ปรัชญพร, 2559; Malanga et al., 2015) ส่วนการใช้ความร้อนลึก (deep heat) เป็นการใช้ความร้อนโดยใช้พลังงานรูปแบบอื่นแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ความร้อนชนิดนี้สามารถผ่านลงไปเนื้อเยื่อชั้นลึกถึงไป 3-4 เซนติเมตร ผ่านกล้ามเนื้อ กระดูก ข้อต่อ ซึ่งอุปกรณ์ที่ให้ความร้อนชนิดนี้ เช่น เครื่องอัลตราซาวด์ เครื่องไมโครเวฟ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น (ปรัชญพร, 2559) ซึ่งการใช้อุปกรณ์ที่ให้ความร้อนลึก เช่น การใช้อัลตราซาวด์บำบัดอาการคัดตึงเด้านั้นจะต้องปฏิบัติโดยผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมเท่านั้น

เจลอุปกรณ์ประคบร้อน นิยมทำมาจากเจลาตินหรือไฮโดรเจลที่มีขายเป็นแผ่นสำเร็จรูปเป็นกลุ่ม hydrogel หรือ Nanogel มีคุณสมบัติในการดูดซับของเหลว โดยเปลี่ยนจากสภาพน้ำที่เป็นของเหลวให้เก็บอยู่ภายใน gel ปริมาตรยังคงเดิม สามารถดูดซับน้ำได้สูงสุด 300 เท่า (Mignon et al., 2019) และความหนืดของเจลมีผลทำให้เจลสามารถเก็บกักอุณหภูมิได้ดีกว่าน้ำจึงสามารถกักเก็บความร้อนได้นาน (ปราณี และคณะ, 2558) แต่เจลาตินหรือไฮโดรเจลมาตรฐานดังกล่าวราคาค่อนข้างแพง ในทางการปฏิบัติมีการนำเจลาตินที่ได้จากเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูป ซึ่งมีคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนคล้ายกับเจลาตินมาตรฐาน มีคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนได้ดีโดยมีการศึกษานวัตกรรมแผ่นเจลประดิษฐ์เพื่อใช้ในการส่งเสริมสุขภาพและบำบัดทางการแพทย์ของ ปราณี และคณะ (2558) พบว่าเส้นใยโพลีเมอร์ที่ได้จากเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปขนาดตั้งแต่ 3-5 กรัม บรรจุในถุงเก็บความร้อนชนิดใสสามารถเก็บอุณหภูมิระหว่าง 38.1-71.9 องศาเซลเซียส และสามารถเก็บอุณหภูมินาน 20 นาที ขึ้นอยู่กับปริมาณของเส้นใยโพลีเมอร์ นอกจากนี้ถุงบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุเจลาตินในปัจจุบันจะเป็นถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (polypropylene) มีคุณสมบัติที่ทนความร้อนถึง 100 องศาเซลเซียส และนิยมใช้งานในทางการแพทย์ ไม่แตกง่ายเมื่อใช้กับความร้อน สามารถนำอุปกรณ์กลับมาใช้ซ้ำได้ (คุณสมบัติของพลาสติก, 2562) รวมทั้งมีการนำถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้งานแล้ว และปราศจากเชื้อมาผลิตอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ที่นอนลมสำหรับผู้ป่วยเพื่อป้องกันแผลกดทับ เป็นต้น ถุงน้ำยาล้างไตเป็นพลาสติกที่ทำมาจากซิลิโคนที่มีคุณภาพสูง มีคุณสมบัติยืดหยุ่น มีความเหนียว นุ่ม ไม่แตก สามารถเก็บกักระดับความร้อน และความเย็นได้ มีความปลอดภัย เป็นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (ประเมษฐ์ และคณะ, 2560)

จากการทบทวนวรรณกรรมและการศึกษานำร่องดังกล่าว เจลอุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สอดคล้องกับสรีระเด้านมของมารดาหลังคลอด ไม่สะดวกในการใช้งาน และไม่ทราบระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดรักษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาคุณสมบัติของเจลประคบร้อนที่ผลิตจากเจลาตินแล้วบรรจุในถุงชนิดต่างๆ มีลักษณะเป็นรูปทรง 8 เหลี่ยม (รูปที่ 1) เพื่อทดสอบคุณสมบัติด้านอุณหภูมิและระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิในการบำบัดรักษา และความคุ้มค่าในการผลิตอุปกรณ์ประคบร้อน จำนวน 4 ชนิด ดังนี้ 1) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลาตินมาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงพลาสติกทึบร้อน แบบสุญญากาศ (Nexcare® in vacuum bag; NVB) 2) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลาตินมาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว (Nexcare® in recycled dialysis bag; NDB) 3) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลาตินของเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงพลาสติกทึบร้อนแบบสุญญากาศ (MamyPoko® polymer in vacuum bag; MPVB) และ 4) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลาตินของเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว (MamyPoko® polymer in recycled dialysis bag; MPDB)

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเจลประคบร้อนที่ผลิตจากเจลาตินแล้วบรรจุในถุงชนิดต่างๆ มีลักษณะเป็นรูปทรง 8 เหลี่ยม ในด้านต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเจลอุปกรณ์ประคบร้อนทั้ง 4 ชนิด ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ภายในเวลา 30 นาที หลังจากนำขึ้นจากน้ำร้อน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดของของเจลอุปกรณ์ประคบร้อนทั้ง 4 ชนิด
3. ศึกษาความคุ้มค่าในการผลิตอุปกรณ์ประคบร้อน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental designs) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-shot repeated measured design เป็นการทดสอบซ้ำกับกลุ่มทดลองกลุ่มเดิมภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมือนเดิม วัดผลการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลองแต่ละช่วงที่กำหนด แล้วนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเจลอุปกรณ์ประคบร้อน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดของของเจลอุปกรณ์ประคบร้อนทั้ง 4 ชนิด

ตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ คือ ชนิดของเจลโพลีเมอร์และถุงบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ 1) NVB 2) NDB 3) MPVB และ 4) MPDB
2. ตัวแปรตาม คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเจลอุปกรณ์ประคบร้อน และค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดของเจลอุปกรณ์ประคบร้อน
3. ตัวแปรควบคุม คือ อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้การแช่เจลอุปกรณ์ อุณหภูมิห้องที่ใช้ในการทดลอง เครื่องวัดอุณหภูมิ และตัวผู้ทดสอบอุณหภูมิ

กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างในการศึกษา คือ อุปกรณ์เจลประคบร้อนลักษณะคล้ายทรงกลมรูป 8 เหลี่ยม บรรจุในถุงผ้าสำลีรูปทรงเดียวกัน มีน้ำหนัก 480 กรัม (รูปที่ 1) จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ 1) NVB 2) NDB 3) MPVB และ 4) MPDB

จำนวนกลุ่มตัวอย่างคำนวณด้วยโปรแกรม G Power เลือกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น F tests-ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way (กำหนด effect size $f = 0.4$, $\alpha = 0.05$, power $(1-\beta) = 0.80$, number of groups = 4) ผลการคำนวณ ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 76 ตัวอย่าง เมื่อแบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 19 ตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ปรับขึ้นเป็นกลุ่มละ 20 ตัวอย่าง โดยสรุปตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ทั้งหมด 80 ตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ชนิด เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง ได้แก่ 1) เครื่องวัดอุณหภูมิ เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด รุ่น UNI-TUT300A+ (Digital industrial non- contact laser infrared thermometer handheld temperature tester) วัดอุณหภูมิหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ความละเอียดการวัดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง 0.1 องศาเซลเซียส แสดงผลอุณหภูมิตั้งแต่ -20 ถึง 400 องศาเซลเซียส 2) กระติกต้มน้ำไฟฟ้ายี่ห้อ Sharp รุ่น KP-19s ขนาด 1.8 ลิตร 3) กะละมังสแตนเลสชนิด SUS304 ยี่ห้อหัวม้าลาย สำหรับบรรจุน้ำร้อน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ทนความร้อน 600-1,400 องศาเซลเซียส 4) อุปกรณ์คัสแตนเลสใช้กับเจลอุปกรณ์ประคบร้อน 5) อุปกรณ์จับเวลาใช้ iPad รุ่น air3 และ 6) ถ่ายรูปจากโทรศัพท์ ยี่ห้อ iPhone รุ่น 7Plus
2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ โดยบันทึกเวลาเป็นนาที บันทึกอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส และ 2) แบบประเมินความคุ้มค่าของเจลอุปกรณ์แต่ละชนิด

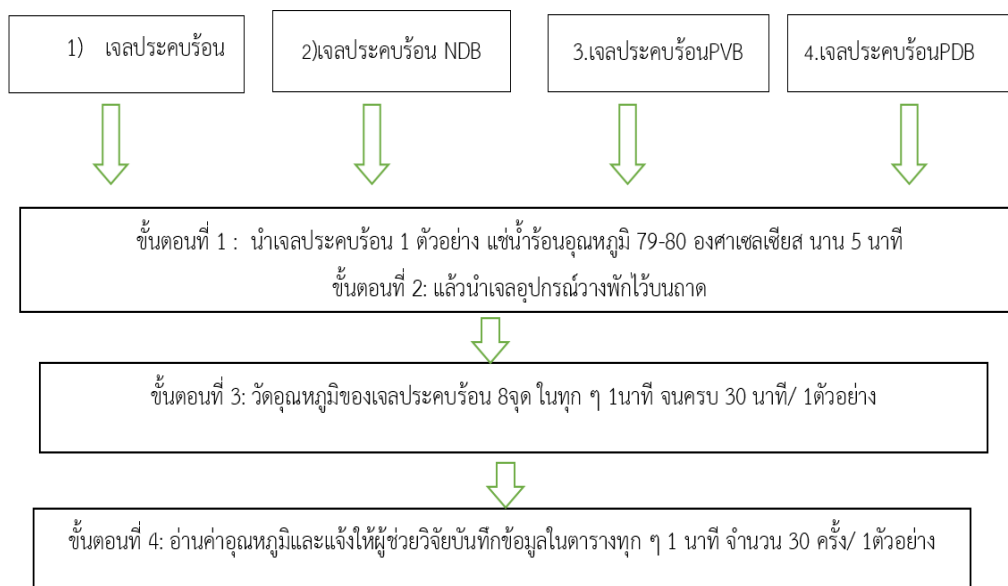
วิธีทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

สถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลคือ ห้องโถง ไม่มีลมพัดโกรก ผู้วิจัยต้มน้ำด้วยกระติกน้ำร้อนไฟฟ้าจนเดือด จากนั้นเทน้ำร้อนลงในกะละมัง ซึ่งน้ำมีอุณหภูมิระหว่าง 79-80 องศาเซลเซียส แล้วนำเจลประคบร้อนจำนวน 1 ตัวอย่าง แช่ในน้ำร้อนนาน 5 นาที แล้วคีบเจลประคบร้อนวางบนถาด วัดอุณหภูมิของเจลประคบร้อนทันที (นาที่ที่ 0 ภายหลังจากนำขึ้นจากน้ำร้อน) ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด โดยผู้วิจัยกดยิงเลเซอร์วัดอุณหภูมิตรงกลางของเจลประคบร้อนรูปทรง 8 เหลี่ยมทั้ง 8 จุด (ดังรูปที่ 1) ผู้วิจัยเป็นผู้วัดอุณหภูมิของเจลอุปกรณ์ประคบร้อนและแจ้งค่าอุณหภูมิของการวัดแต่ละครั้งให้ผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้บันทึกอุณหภูมิ ซึ่งการวัดและการบันทึกอุณหภูมิของเจลอุปกรณ์ ทำทุกๆ 1 นาที จนครบ 30 นาที ในการวัดอุณหภูมิของเจลประคบร้อน 1 ตัวอย่าง ต้องยิงเลเซอร์ทั้งหมด 240 ครั้ง (30 นาที X 8 จุด)



รูปที่ 1 การทดสอบอุณหภูมิแต่ละชั้นบนเจลประคบร้อน

ผู้วิจัยได้ทดสอบอุณหภูมิของเจลอุปกรณ์แต่ละชนิด จำนวน 20 ตัวอย่าง จนครบทั้ง 4 ชนิด โดยการทดสอบอุณหภูมิของเจลประคบร้อนแต่ละชนิดใช้เวลา 600 นาที (20 ครั้ง x 30 นาที) หรือ 10 ชั่วโมง ซึ่งการทดลองนี้ใช้เวลารวมในการทดสอบทั้งหมด 40 ชั่วโมง (แผนภาพที่ 1)



แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนทดสอบอุณหภูมิของเจลประคบร้อน 1 ตัวอย่าง ในนาที่ที่ 1-30 ของการทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 19 ลิขสิทธิ์ของ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิของเจลประคบร้อนแต่ละชนิดในการทดสอบ 20 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการบำบัดของเจลประคบร้อนแต่ละชนิด และทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิเพื่อบำบัดของเจลประคบร้อนแต่ละชนิด ด้วยสถิติ One-way ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดของเจลประคบร้อนเป็นรายคู่ ด้วยสถิติ Post hoc Multiple Comparisons และใช้ค่า LSD (Least Significant Difference) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาคงสมบัติของเจลประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลีเมอร์แล้วบรรจุในถุงชนิดต่างๆ ในด้าน อุณหภูมิ และระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดของเจลอุปกรณ์ประคบร้อนและศึกษาความคุ้มค่าในการผลิตอุปกรณ์ประคบร้อน มีดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอุปกรณ์เจลประคบร้อนแต่ละชนิด ในระยะเวลา 30 นาที

การทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเจลประคบร้อนแต่ละชนิดในระยะเวลา 30 นาที เป็นดังนี้ (1) เจลประคบร้อนชนิดเจลโพลีเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงสุญญากาศ มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด เท่ากับ 50.42 ± 2.40 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 1 และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด เท่ากับ 30.40 ± 1.50 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 30 (2) เจลประคบร้อนชนิดเจลโพลีเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้วมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด เท่ากับ 46.53 ± 1.72 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 1 และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด เท่ากับ 30.10 ± 1.66 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 30 (3) เจลประคบร้อนชนิดเจลโพลีเมอร์จากเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงสุญญากาศ มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 47.95 ± 0.92 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 1 และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด เท่ากับ 29.68 ± 0.71 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 30 และ (4) เจลประคบร้อนชนิดเจลโพลีเมอร์จากเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด เท่ากับ 47.53 ± 1.76 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 1 และ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด เท่ากับ 30.26 ± 1.29 องศาเซลเซียส ในนาที่ที่ 30 (ตารางที่ 1)

2. ระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิของเจลประคบร้อนที่เหมาะสมกับการบำบัด

ระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิของเจลประคบร้อนที่เหมาะสมกับการบำบัดด้วยความร้อนอยู่ระหว่าง 38-57 องศาเซลเซียส ซึ่งเจลประคบร้อนในการศึกษาครั้งนี้พบว่า เจลโพลีเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงสุญญากาศ สามารถเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดนานที่สุดคือ 14 นาที รองลงมาพบว่า เจลโพลีเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว และเจลโพลีเมอร์จากเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้วสามารถกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดได้นานเท่าๆ กัน คือ 11 นาที ส่วนเจลโพลีเมอร์จากเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงสุญญากาศเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดน้อยสุด คือ 9 นาที (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 2)

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเจลประคบร้อนทั้ง 4 ชนิด

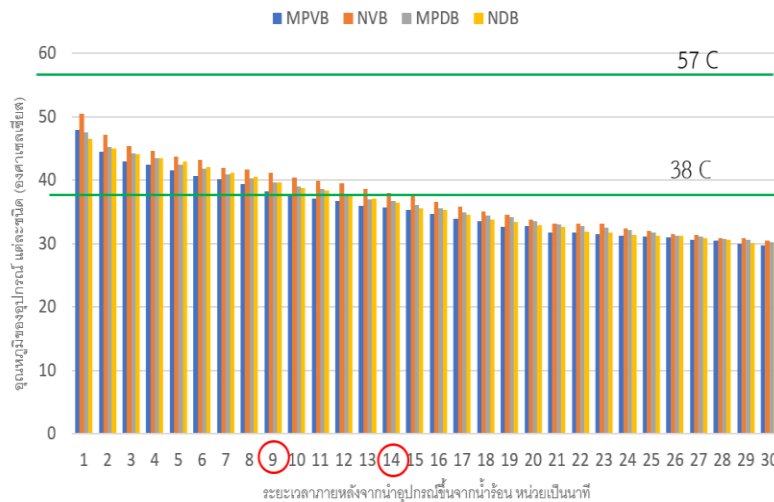
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาต่างๆ ในนาที่ที่ 1, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการนำเสนอครั้งนี้จะเสนอผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในนาที่ที่ 5, 10 และ 15 นาที ซึ่งช่วงที่มีอุณหภูมิเหมาะสมที่อุณหภูมิอยู่ในช่วงของการบำบัด (อุณหภูมิ 38-57 องศาเซลเซียส) ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอุปกรณ์เจลประคบร้อนทั้ง 4 ชนิด ในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง

ของการบำบัด ณ นาทีที่ 5, 10, 15 ของการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ (นาทีที่ 5 มีค่า SS = 15.666, df = 3, Mean Square = 5.222, F = 1.087, p-value = 0.383, นาทีที่ 10 มีค่า SS = 30.530, df = 3, Mean Square = 10.177, F = 1.264, p-value = 0.301 และนาทีที่ 15 มีค่า SS = 48.316, df = 3, Mean Square = 16.105, F = 1.329, p-value = 0.274)

กล่าวโดยสรุปคือ ในช่วงเวลาที่อุปกรณ์เจลประคบร้อนมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ในช่วงของการบำบัดรักษา อุณหภูมิ 38-57 องศาเซลเซียส นั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอุปกรณ์เจลประคบร้อนทั้ง 4 ชนิดมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจากแผนภูมิรูปภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า อุปกรณ์ประคบร้อนแต่ละชนิดมีระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยอุปกรณ์ประคบร้อนชนิด NVB เป็นอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากแผ่นเจลโพลีเมอร์ที่มาตรฐาน บรรจุในถุงสุญญากาศสามารถกักเก็บความร้อนได้นานที่สุดถึง 14 นาที และอุปกรณ์ประคบร้อนชนิด MPVB เป็นอุปกรณ์ประคบร้อนที่ได้จากเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปบรรจุในถุงสุญญากาศ สามารถเก็บความร้อนได้น้อยที่สุด เพียง 9 นาที เท่านั้น

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิเจลประคบร้อนทั้ง 4 ชนิด (n = 80)

นาที	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลแต่ละชนิด ณ ช่วงเวลาต่างๆ (องศาเซลเซียส, °C)							
	เจลชนิด MPVB	S.D.	เจลชนิด NVB	S.D.	เจลชนิด MPDB	S.D.	เจลชนิด NDB	S.D.
1	47.95	0.92	50.42	2.40	47.53	1.76	46.53	1.72
2	44.45	0.98	47.13	2.08	45.18	1.58	44.97	2.11
3	42.90	0.19	45.35	1.98	44.27	1.32	44.12	2.01
4	42.49	0.47	44.55	1.86	43.41	1.29	43.43	2.10
5	41.52	0.51	43.69	2.14	42.48	1.27	42.91	2.19
6	40.61	0.55	43.22	1.64	41.85	1.26	42.06	2.22
7	40.16	0.35	41.97	1.92	40.84	1.60	41.17	1.89
8	39.43	0.14	41.62	1.15	40.29	1.21	40.48	1.69
9	38.24	0.61	41.18	1.50	39.63	1.16	39.65	2.27
10	37.49	1.46	40.43	1.50	39.04	1.33	38.79	2.14
11	37.10	2.48	39.89	1.41	38.56	1.34	38.33	1.83
12	36.73	2.53	39.48	1.44	37.80	1.40	37.74	2.08
13	35.89	2.52	38.61	2.09	36.91	1.69	37.06	1.97
14	35.64	2.82	38.01	2.24	36.66	1.75	36.49	2.13
15	35.32	3.35	37.83	2.15	36.04	1.74	35.60	2.32
20	32.80	2.12	33.81	1.99	33.55	1.46	32.93	2.00
25	31.06	1.19	31.98	1.45	31.68	1.24	31.21	1.73
30	29.68	0.71	30.40	1.50	30.26	1.29	30.10	1.66



ภาพที่ 2 แสดงระยะเวลาที่เก็บอุณหภูมิตั้ง 38-57 องศาเซลเซียส เพื่อบำบัดของเจลประคบร้อนทั้ง 4 ชนิด

หมายเหตุ: NVB = อุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากจากเจลโพลีเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงพลาสติกทนร้อนแบบสุญญากาศ NDB = อุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากจากเจลโพลีเมอร์มาตรฐาน ยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว MPVB = อุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลีเมอร์ของเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงพลาสติกทนร้อนแบบสุญญากาศ และ MPDB = อุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลีเมอร์ของเส้นใยผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว

4. ผลการประเมินความคุ้มค่าในการพัฒนาอุปกรณ์ประคบร้อนขึ้น

การประเมินความคุ้มค่าในการพัฒนาเจลประคบร้อนครั้งนี้ พิจารณาจากราคา ในการผลิต จำนวนครั้งในการใช้งานของอุปกรณ์เจลประคบร้อนขึ้นต่อขึ้น (ประเมินจากจำนวนครั้งที่นำมาทดสอบ) ซึ่งพบว่า อุปกรณ์ประคบร้อนชนิด MPDB ที่มีราคาต้นทุนต่ำที่สุดคือ 10.85 บาท รองลงมาคือ อุปกรณ์ประคบร้อนชนิด MPVB มีราคาต้นทุน เท่ากับ 11.65 บาท ส่วนอุปกรณ์ประคบร้อนชนิด NDB และ NVB มีราคาต้นทุนเท่ากับ 23.10 และ 23.90 บาท ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า อุปกรณ์ประคบร้อนชนิด MPDB และ NDB มีลักษณะนิ่ม และมีความเหนียวทน ไม่มีการรั่วซึมของเม็ดเจลโพลีเมอร์ภายหลังการใช้งานนาน 20 ครั้ง ส่วนอุปกรณ์ประคบร้อนชนิด MPVB และ NVB พบว่า มีความนุ่มของตัวอุปกรณ์ค่อนข้างน้อย และมีการรั่วซึมของถุงเมื่อทำการทดลองครั้งที่ 15

การอภิปรายผล

ผลการศึกษาเพื่อศึกษาคุณสมบัติของเจลประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลีเมอร์แล้วบรรจุในถุงชนิดต่างๆ ในด้านอุณหภูมิและระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิตั้ง 38-57 องศาเซลเซียส และความคุ้มค่าในการผลิตเจลอุปกรณ์ทั้ง 4 ชนิด พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่ระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนเพื่อการบำบัดรักษาของเจลอุปกรณ์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน รวมทั้งมีต้นทุนในการผลิตแตกต่างกัน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอุปกรณ์ประคบร้อนในแต่ละช่วงเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อธิบายได้ว่าวัสดุหรือเจลโพลีเมอร์ที่นำมาใช้ในการพัฒนาเป็นอุปกรณ์เจลประคบร้อนนั้นมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เจลโพลีเมอร์ทั้ง 2 ชนิด ทั้งโพลีเมอร์มาตรฐาน Nexcare® และเจลโพลีเมอร์จากเส้นใยสังเคราะห์ของผ้าอ้อมสำเร็จรูป MamyPoko® มีคุณสมบัติด้านการดูดซับอุณหภูมิตั้ง 38-57 องศาเซลเซียส และมีความเสถียรต่อความร้อน เนื่องจากเจลโพลี

เมอร์ทั้ง 2 ชนิด เป็นสารโพลิเมอร์กลุ่มเดียวกัน คือ กลุ่มไฮโดเจล (hydrogel) ซึ่งมีโครงข่ายแบบสามมิติเกิดจากการเรียงกันของสายโซ่โพลิเมอร์ โดยมีน้ำเป็นตัวกลาง ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำหรือของเหลวได้ปริมาณมาก และสามารถเปลี่ยนสภาพน้ำที่เป็นของเหลวให้อยู่ในรูปของเจล โดยที่มีปริมาตรของเหลวเท่าเดิม (Lejcus et al., 2018; Zohuriann-Mehr et al., 2008) เจลอุปกรณ์ประคบร้อนในการศึกษานี้ใช้เจลโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักเท่ากันทุกชนิดและปริมาณน้ำที่ผสมในเจลโพลิเมอร์มีปริมาตรเท่าๆ กัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของอุปกรณ์ใกล้เคียงกัน ซึ่งปริมาณน้ำหรือของเหลวที่ผสมในโพลิเมอร์จะมีผลต่อปริมาตรของเจลและอุณหภูมิของเจลโพลิเมอร์ (Xu et al., 2018) ทำนองเดียวกับการศึกษาของปราณี และคณะ (2558) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิของเจลประคบร้อนมีความแตกต่างกันออกไปตามปริมาตรหรือน้ำหนักของเจลโพลิเมอร์ที่นำมาผลิตเป็นเจลประคบร้อน

เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดรักษา (อุณหภูมิ 38-57 องศาเซลเซียส) ของอุปกรณ์ประคบร้อนแต่ละชนิดพบว่า อุปกรณ์ประคบร้อนมีระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดแตกต่างกัน โดยอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลิเมอร์มาตรฐาน ยี่ห้อ Nexcare® บรรจุในถุงสุญญากาศสามารถกักเก็บความร้อนได้นานที่สุด ถึง 14 นาที ส่วนอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเจลโพลิเมอร์มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® และผลิตจากเจลโพลิเมอร์จากเส้นใยสังเคราะห์ผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อ MamyPoko® บรรจุในถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้วสามารถกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการบำบัดได้นานเท่าๆ กัน คือ 11 นาที และอุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเส้นใยสังเคราะห์ผ้าอ้อมสำเร็จรูปบรรจุในถุงสุญญากาศ สามารถเก็บความร้อนได้น้อยที่สุด เพียง 9 นาที เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า เจลโพลิเมอร์ที่มาตรฐานยี่ห้อ Nexcare® ซึ่งมีลักษณะเป็นไฮโดเจลที่มีความหนืดสูงทำให้มีผลต่อการกักเก็บอุณหภูมิได้ดี (Joy, 2009; Kiatkamjornwong, 2007; Mignon et al., 2019) นอกจากนี้ถุงพลาสติกสุญญากาศทนร้อน ซึ่งเป็นถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (polypropylene) มีลักษณะขรุขระ สามารถทนความร้อนได้ 100 องศาเซลเซียส มีจุดหลอมเหลวที่ 165 องศาเซลเซียส จะเปราะแตกง่ายเมื่อพบกับความเย็น การถ่ายเทความร้อนของถุงพลาสติกสุญญากาศจากเจลโพลิเมอร์ร้อนออกมาสู่ภายนอกถุง โดยถุงพลาสติกที่มีส่วนประกอบของชนิดโพลีโพรไพลีน มีคุณสมบัติในการให้ความร้อนผ่านได้โดยวิธีการแผ่รังสีความร้อน การนำและการพาความร้อนจากเจลโพลิเมอร์ที่อุณหภูมิสูงออกมาภายนอกที่อุณหภูมิต่ำ ขณะที่ถุงน้ำยาล้างไตที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นถุงพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride) มีคุณสมบัติเบื้องต้นของโพลีไวนิลคลอไรด์มีความต้านทานต่อการซึมผ่านของความชื้นอยู่ในระดับปานกลาง มีความสามารถในการเก็บอุณหภูมิได้ค่อนข้างต่ำและแตกเปราะง่าย เมื่อเติมสารเคมีที่จำเป็นเข้าไปจะเพิ่มความเหนียว ความทนและแข็งแรงได้มากขึ้น ทนความร้อนได้สูงถึง 140 องศาเซลเซียส แต่ความสามารถในการแพร่กระจายความร้อนยังค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติกชนิด โพลีเอสเตอร์และพลาสติกโพลีโพรไพลีน (Ettah et al., 2016) ซึ่งการศึกษานี้พบว่า การกักเก็บอุณหภูมิของเจลโพลิเมอร์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ หรือถุงน้ำยาล้างไตอยู่ในระดับปานกลางและมีแนวโน้มการรักษาอุณหภูมิค่อนข้างคงที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันในแต่ละเจลอุปกรณ์ ส่วน อุปกรณ์ประคบร้อนที่ผลิตจากเส้นใยสังเคราะห์ผ้าอ้อมสำเร็จรูปบรรจุในถุงพลาสติกสุญญากาศสามารถเก็บความร้อนได้น้อยที่สุดเพียง 9 นาที ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเก็บความร้อนของเจลโพลิเมอร์จากเส้นใยสังเคราะห์ผ้าอ้อมสำเร็จรูป และคุณสมบัติที่มีการแผ่กระจายความร้อนได้ดี ส่งผลให้อุณหภูมิของเจลอุปกรณ์ลดลงเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ดังกล่าวต่อไป

2. ในการพิจารณาความคุ้มค่าคุ้มทุนในการผลิตอุปกรณ์เจลประคบร้อนครั้งนี้ เป็นการพิจารณาจากคุณสมบัติด้านการกักเก็บอุณหภูมิ และระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิให้อยู่ในระดับของการบำบัดของวัสดุแต่ละชนิดที่นำมาพัฒนาอุปกรณ์เท่านั้น ผู้วิจัยยังไม่ได้นำอุปกรณ์เจลประคบร้อนมาใช้ในมารดาหลังคลอดที่มีภาวะคัดตึงเต้านมจริง เนื่องจากยังอยู่ในขั้นการทดสอบอุปกรณ์เท่านั้น จากการทดสอบ พบว่าการผลิตอุปกรณ์เจลประคบร้อนที่ผลิตจากเจล

โพลีเมอร์ของเส้นใยสังเคราะห์ผ้าอ้อมสำเร็จรูปบรรจุในถุงนํ้ายาล้างไตแม้มีระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการรักษาเพียง 11 นาที แต่เป็นอุปกรณ์ที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด รวมทั้งลักษณะภายนอกของอุปกรณ์เจลประคบร้อนที่บรรจุในถุงนํ้ายาล้างไตซึ่งค่อนข้างนิ่ม และไม่มีการรั่วซึมของเจลโพลีเมอร์รั่วออกมาภายนอกถุงที่บรรจุหรืออุปกรณ์ประคบร้อน 1 ชิ้นสามารถใช้ได้นานกว่า 15 ครั้ง ซึ่งถุงนํ้ายาล้างไตเป็นถุงพลาสติกที่ทำจาก PVC Advance (Medical grade) เป็นพลาสติกที่มีคุณภาพสูง สามารถกั้นน้ำ ทนต่อสารเคมี มีความยืดหยุ่น ทนความร้อนได้ จึงมีคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนได้เช่นเดียวกับถุงพลาสติกชนิดสูญญากาศ อย่างไรก็ตามในการเลือกใช้งานสามารถเลือกใช้งานถุงบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ต้องการใกล้เคียงกันดังกล่าวข้างต้น

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นเฉพาะการศึกษาคุณสมบัติของเจลอุปกรณ์ประคบร้อน ด้านอุณหภูมิและระยะเวลาในการกักเก็บอุณหภูมิเพื่อการรักษา ยังมีข้อจำกัดในการศึกษาเรื่องการประเมินปฏิกิริยาทางเคมีหรือเชิงกลของเจลโพลีเมอร์และถุงบรรจุภัณฑ์ที่อาจมีผลต่อการกักเก็บอุณหภูมิของเจลอุปกรณ์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาคุณสมบัติของเจลโพลีเมอร์และคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์เพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของเจลประคบร้อน
2. หากนำเจลอุปกรณ์ประคบร้อนไปทดสอบในครั้งต่อไปหรือทดสอบในการบำบัดรักษาควรมีการวัดอุณหภูมิต่อเนื่องและเตรียมเจลอุปกรณ์ประคบร้อนให้พร้อมสำหรับการประคบต่อเนื่องเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการประคบ อย่างน้อย 20 นาที แต่คุณสมบัติของอุปกรณ์ประคบร้อนครั้งนี้อยู่ระหว่าง 4-9 นาทีเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

- คุณสมบัติของพลาสติก [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: 2562. เข้าถึงเมื่อ 20 กันยายน 2563, เข้าถึงได้จาก <https://www.tupack.co.th/knowledge/314-คุณสมบัติของพลาสติกประเภทต่างๆ.html>
- จิรวรรณ วัฒนปัญญาเวชช์, ชาคริต สัตยารมณ, ฐานิยา กลิ่นโสภณ, สุภารัตน์ บริสุทธิ์. การพัฒนาอุปกรณ์ประคบร้อนและเย็นแบบใช้ซ้ำจากดินเหนียว. ว. ศรีนครินทร์เวชสาร 2563; 35(6): 694-699.
- ธรรมลักษณ์ ชื่อสัตย์. ผลของการประคบแผลหัตถ์ด้วยลูกประคบเจลอุ่นขึ้นในมารดาหลังคลอดครั้งแรก [วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผดุงครรภ์ชั้นสูง]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2556.
- ธารณี ชันชววิ. การตรวจวัดประสิทธิภาพแผ่นประคบความร้อนของงานกายภาพบำบัดโรงพยาบาลกลาง[อินเทอร์เน็ต] กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลกลาง; 2556. [เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2562]. เข้าถึงได้จาก <http://www.klanghospital.go.th>
- นิตยา พันธังาม. ผลของการประคบเต้านมด้วยลูกประคบเจลโพลีเมอร์แบบอุ่นขึ้นต่อระยะเวลาการหลังน้ำนมครั้งแรกในมารดาหลังคลอดครั้งแรก [วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผดุงครรภ์ชั้นสูง]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2558.
- ปรเมษฐ์ ปุริมาเยตา, นิสากร วิบูลชัย, ธิตาพร วงษาไฮ, วันเพ็ญ วรามิตร. การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมชุดที่นอนลมจากถุงนํ้ายาล้างไตเพื่อป้องกันแผลกดทับในผู้ป่วยกระดูกต้นขาหักที่ได้รับการดิงถ่วงน้ำหนักที่ขา. ว.วารสารพยาบาลกระทรวง 2560; 26(3): 104-117.

- ปรัชญพร คำเมืองลือ. เครื่องมือทางกายภาพบำบัด[อินเทอร์เน็ต] เชียงใหม่: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2559. [เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2562]. เข้าถึงได้จาก https://w1.med.cmu.ac.th/rehab/images/Study_guide/10_1%20Physical%20modalities_PK.pdf
- ปราณี ชีโรโสภณ, นิตยา พันธงาม, นริชชญา ทาดแก้ว. นวัตกรรมแผ่นเจลประติษฐ์เพื่อใช้ในการส่งเสริมสุขภาพและบำบัดทางการพยาบาล. ว. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี 2558; 27(2): 65-77.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์[อินเทอร์เน็ต] อุดรธานี: กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี; 2554. [เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2564]. เข้าถึงได้จาก <http://pws.npru.ac.th/pheerathano/data/files.pdf>.
- สุทธชัย ใจบาล, ศุภรณันท์ เรื่องพุก, ญัฐนันท์ แซ่ตั้ง. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการประคบร้อนงานกายภาพบำบัดโรงพยาบาลหัวหิน. ว. วารสารหัวหินสุขใจไกลกังวล 2559; 1(2): 66-77.
- Chiu, J. Y., Gau, M. L., Kuo, S. Y., Chang, Y. H., Kuo, S. C., Tu, H. C. Effects of Gua-Sha therapy on breast engorgement: a randomized controlled trial. *Journal of Nursing Research* 2010; 18(1); 1-10
- Berens P, Brodribb W. *ABM Clinical Protocol 20: engorgement (revised 2016)*. *Breastfeed Med*. 2016; 11(4): 159-163.
- Bonyata, K. Engorgement. Kelly mom [Inrernet]; 2018 [cited 2021Jan 12]. Available from: <https://bit.ly/3zFhDLf>
- El-Saidy TMK, Aboushady RMN. Effect of two different nursing care approaches on reduction of breast engorgement among postnatal women. *JNEP* 2016; 6(9): 1-11
- Ettah EB, Egbe GI, Takim AS, Akpan PU, Oyom BE. Investigation of the thermal conductivity of polyvinyl chloride ceiling material produced in Epz Calabar, for application tropical climate zones. *JPTE*. 2016; 3(2): 34-38.
- Karatay G, Gurarslan N, Ergin IO. Traditional Practices of Turkish Mothers at Breast Engorgment during Postpartum Period. *Int. J. Caring Sci*. 2018; 11(3): 1954-1961.
- Kaur N, Saini P. A Quasi-experimental study on effectiveness of cabbage leaves application for breast engorgement in postnatal mothers at selected hospitals, amritsar, Punjab, India. *CTDT* 2017; 1(2): 72-75.
- Kiatkamjornwong S. Superabsorbent polymers and superabsorbent polymer composites. *ScienceAsia*. 2007; 33(suppl): 39-43.
- Lejcus K, Spitalniak M, Dabrowska J. Swelling behaviour of superabsorbent polymers for soil amendment under different loads. *Polymers*. 2018; 10(3): 1-13.
- Malanga GA, Yan N, Stark J. Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. *Postgraduate Med*. 2015; 127(1): 57-65.
- Mignon A, De Belie N, Dubruel P, Van Vlierberghe S. Superabsorbent polymers: A review on the characteristics and applications of synthetic, polysaccharide-based, semi-synthetic and smartderivatives. *European Polymer Journal*. 2019; 117(August): 165-178.

- Padmasree SR, Linda V, Aswathy SK. Effectiveness of prenatal teaching on prevention of breast engorgement. *Int J Reprod Contracept Obstet Gynecol.* 2017; 6(9): 3927-3931.
- Purimayata P, Vibulchai N, Wongsahi T, Waramit W. A research and development of a set of dialysis bag-mattress innovation for pressure sore prevention in patients with fracture femur receiving leg traction. *NJPH.* 2017; 26(3): 104-117. Thai.
- Pustotina O. Management of mastitis and breast engorgement in breastfeeding women. *J Matern-Fetal Neonatal Med.* 2016; 29(19): 3121-3125.
- Sahin H, Yilmaz M, Aykut M, Balci E, Sagioglu M, Ozturk A. Risk factors for breastfeeding problems in mothers who presented to two public healthcare centers in Kayseri province. *Turk Arch Pediatr.* 2013; 48(November): 145-151.
- Sankanagoudar PP, Patil CB, Sirigeri K. Effect of therapeutic non-thermal ultrasound on post-partum symptomatic breast engorgement. *Indian J Physiother Occup Ther.* 2011; 5(2): 108-113.
- Xu S, Cai S, Liu Z. Thermal conductivity of polyacrylamide hydrogels at the nanoscale. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2018; 10(42): 36352-36360.