นวัตกรรมถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าจากโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต: การประเมินประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนเพื่อส่งเสริมสุขภาวะชุมชน

กุลสิรา ยอดแก้ว[1*], ศิรินดา เที่ยงพูนวงศ์[1], สรวิชญ์ ถิ่นโพธิ์วงษ์[1], เบญญาภา สุขสมบัติ[1] และ แพรภัทรา เขียวชะอุ่ม[2]

[1]โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[2]คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*tyurrr.16@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลของมวลโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า (2) ประเมินความเหมาะสมด้านอุณหภูมิและความปลอดภัยสำหรับการใช้งานทางสุขภาพ และ (3) ศึกษาศักยภาพการใช้งานซ้ำของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าในการส่งเสริมสุขภาวะชุมชนอย่างยั่งยืน การวิจัยนี้มุ่งพัฒนานวัตกรรมสุขภาพทางเลือกที่ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า โดยประยุกต์ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตซึ่งเป็นวัสดุเปลี่ยนสถานะที่สามารถกักเก็บและปลดปล่อยพลังงานความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินการวิจัยใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 4 ระดับ ได้แก่ 80, 120, 160 และ 200 กรัม บรรจุในถุงประคบร้อนต้นแบบ และทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง เพื่อวัดระยะเวลาในการกักเก็บความร้อน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มมวลของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต ระยะเวลาและระดับอุณหภูมิของการกักเก็บความร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 200 กรัม สามารถกักเก็บความร้อนได้นานที่สุด แต่มีอุณหภูมิสูงสุดเกินเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานทางสุขภาพ ขณะที่ปริมาณ 160 กรัม มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสามารถรักษาความร้อนได้ยาวนานและมีอุณหภูมิไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส อีกทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้งานซ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าจากโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นนวัตกรรมเพื่อการดูแลสุขภาพเบื้องต้นที่ปลอดภัย ประหยัดพลังงาน ใช้งานซ้ำได้ และเหมาะสมต่อการส่งเสริมสุขภาวะชุมชนอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต วัสดุเปลี่ยนสถานะ การกักเก็บความร้อน สุขภาวะชุมชน

Innovation of a Non-Electric Heat Pack Using Sodium Acetate Trihydrate: An Evaluation of Heat Retention Efficiency for Promoting Community Well-Being

Kulsira Yodkaew[1*], Sirinda Tiangpoonwong[1], Soravit Tinpovong[1], Benyapa suksombat[1] and Praepattra Kiaochaoum[2]

[1]Nakhon Pathom Rajabhat University Demonstration School, Nakhon Pathom Rajabhat University
[2]Faculty of Humanities and Social Sciences, Nakhon Pathom Rajabhat University
*tyurrr.16@gmail.com

Abstract

This experimental research aimed to (1) investigate the effects of sodium acetate trihydrate mass on the heat retention efficiency of a non-electric heat pack, (2) evaluate the temperature suitability and safety for health-related applications, and (3) examine the reusability potential of the non-electric heat pack for promoting sustainable community well-being. This study focused on developing an alternative healthcare innovation that does not require electrical energy by utilizing sodium acetate trihydrate, a phase change material (PCM) capable of efficiently storing and releasing thermal energy. The experiment was conducted using four different masses of sodium acetate trihydrate: 80, 120, 160, and 200 grams, which were contained in prototype heat packs. Each experiment was repeated three times to measure heat retention duration, minimum temperature, maximum temperature, and average temperature. Data were analyzed using descriptive statistics.

The results revealed that increasing the mass of sodium acetate trihydrate resulted in corresponding increases in both heat retention duration and temperature levels. The heat pack containing 200 grams of sodium acetate trihydrate demonstrated the longest heat retention duration; however, its maximum temperature exceeded the recommended safety threshold for therapeutic heat application. In contrast, the heat pack containing 160 grams showed the most appropriate balance between heat retention efficiency and safety, as it maintained prolonged heat retention while keeping the maximum temperature below 45 degrees Celsius. In addition, the developed heat pack could be reused effectively over repeated cycles.

In conclusion, the non-electric heat pack using sodium acetate trihydrate has strong potential as a safe, energy-saving, reusable, and community-appropriate innovation for primary healthcare and the sustainable promotion of community well-being.

Keywords: Non-electric heat pack, Sodium acetate trihydrate, Phase change material, Heat retention efficiency, Community well-being

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและข้อต่อเป็นปัญหาสุขภาพที่พบได้บ่อยในทุกช่วงวัย โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ ผู้ใช้แรงงาน และประชาชนที่มีพฤติกรรมการทำงานในท่าทางซ้ำเดิมเป็นระยะเวลานาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน การประคบร้อนถือเป็นวิธีการดูแลสุขภาพเบื้องต้นที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ลดอาการตึงตัวของกล้ามเนื้อ และบรรเทาอาการปวดได้อย่างมีประสิทธิภาพ[1] อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ประคบร้อนที่ใช้ทั่วไปส่วนใหญ่จำเป็นต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้า เช่น แผ่นประคบไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อุ่นความร้อนด้วยไมโครเวฟ ซึ่งอาจก่อให้เกิดข้อจำกัดด้านการเข้าถึง ความปลอดภัย และค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะในชุมชนชนบทหรือพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านพลังงาน นอกจากนี้ การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ยังสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้ทรัพยากรที่เพิ่มสูงขึ้นและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว [2] ดังนั้น การพัฒนาอุปกรณ์ประคบร้อนที่ไม่ใช้ไฟฟ้าจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ได้รับความสนใจในบริบทของการส่งเสริมสุขภาวะชุมชนและการพัฒนาเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสม

โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต (Sodium Acetate Trihydrate) เป็นสารประกอบที่มีสมบัติการเปลี่ยนสถานะพร้อมการคายพลังงานความร้อน (Phase Change Material: PCM) ซึ่งสามารถเก็บสะสมและปลดปล่อยพลังงานความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านกระบวนการตกผลึกแบบคายความร้อน (exothermic crystallization) หลักการดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ให้ความร้อนแบบไม่ใช้ไฟฟ้าในหลายรูปแบบ เนื่องจากมีข้อดีด้านความปลอดภัย การใช้งานซ้ำได้ และการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อร่างกายมนุษย์ [3] แนวคิดการพัฒนาเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสม (Appropriate Health Technology) ให้ความสำคัญกับการออกแบบนวัตกรรมที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ประหยัดต้นทุน ใช้งานสะดวก และเหมาะสมกับบริบทของชุมชน ([4] ทั้งนี้ มาตรฐานการใช้ความร้อนเพื่อการบำบัดทางกายภาพระบุว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการประคบร้อนควรอยู่ในช่วงประมาณ 40–45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการระคายเคืองหรือการบาดเจ็บต่อผิวหนัง [5] ดังนั้น การกำหนดสัดส่วนของสารที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของอุปกรณ์ประคบร้อน

จากการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่และบริบทของชุมชน พบว่าประชาชนจำนวนมากยังคงใช้วิธีประคบร้อนจากวัสดุพื้นบ้านหรืออุปกรณ์ที่ต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้า ซึ่งอาจมีข้อจำกัดด้านความสะดวกในการใช้งานและต้นทุนระยะยาว โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุและประชาชนในพื้นที่ชุมชนกึ่งเมืองและชนบทที่ต้องการอุปกรณ์ดูแลสุขภาพที่สามารถใช้งานได้ง่ายและปลอดภัย นอกจากนี้ แนวโน้มการส่งเสริมสุขภาวะในระดับชุมชนยังให้ความสำคัญกับนวัตกรรมด้านสุขภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ใช้งานซ้ำได้ และช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า [6] สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ได้แก่ เป้าหมายที่ 3 การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Good Health and Well-Being) เป้าหมายที่ 7 พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ (Affordable and Clean Energy) และเป้าหมายที่ 12 การบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน (Responsible Consumption and Production) ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนาอุปกรณ์สุขภาพที่เหมาะสมต่อบริบททางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของชุมชน

จากสภาพปัญหาและแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าจากโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตและศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนในปริมาณมวลสารที่แตกต่างกัน เพื่อค้นหาระดับที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ทั้งในด้านระยะเวลาการกักเก็บความร้อนและความปลอดภัยต่อสุขภาพ รวมถึงศึกษาศักยภาพในการใช้งานซ้ำของอุปกรณ์ ผลการวิจัยคาดว่าจะนำไปสู่การพัฒนาอุปกรณ์เพื่อการดูแลสุขภาพเบื้องต้นที่มีต้นทุนต่ำ ใช้งานสะดวก ลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้า และสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับชุมชนท้องถิ่น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมสุขภาวะ คุณภาพชีวิต และแนวทางการพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีสุขภาพอย่างยั่งยืนในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของมวลโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า

2. เพื่อประเมินความเหมาะสมด้านอุณหภูมิและความปลอดภัยของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าสำหรับการใช้งานทางสุขภาพ

3. เพื่อศึกษาศักยภาพการใช้งานซ้ำของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าในการส่งเสริมสุขภาวะชุมชนอย่างยั่งยืน

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานแนวคิดวัสดุเปลี่ยนสถานะ (Phase Change Material: PCM) ซึ่งอธิบายว่าโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตสามารถกักเก็บและปลดปล่อยพลังงานความร้อนผ่านกระบวนการตกผลึกแบบคายความร้อน ส่งผลต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของอุปกรณ์ประคบร้อน [3] ร่วมกับแนวคิดเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสม (Appropriate Health Technology) ที่มุ่งพัฒนาอุปกรณ์ด้านสุขภาพให้มีความปลอดภัย ใช้งานสะดวก ประหยัดพลังงาน และเหมาะสมต่อบริบทของชุมชน [4]



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย

ผู้วิจัยกำหนดให้มวลของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตเป็นตัวแปรต้น ซึ่งคาดว่าจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อน ได้แก่ ระยะเวลาในการกักเก็บความร้อน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย รวมถึงประสิทธิภาพการใช้งานซ้ำของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า โดยผลลัพธ์ดังกล่าวจะสะท้อนถึงความเหมาะสมของอุปกรณ์ต่อการใช้งานเพื่อการดูแลสุขภาพเบื้องต้นและการส่งเสริมสุขภาวะชุมชนอย่างยั่งยืน

ทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

1. แนวคิดเกี่ยวกับการประคบร้อนและการดูแลสุขภาพเบื้องต้น

การประคบร้อนเป็นวิธีการทางกายภาพบำบัดที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการบรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ลดการตึงตัวของเนื้อเยื่อ และกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต โดยความร้อนสามารถเพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือด ส่งผลให้เกิดการลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปยังบริเวณที่มีการอักเสบหรือบาดเจ็บได้ดียิ่งขึ้น [5] นอกจากนี้ Mayer et al. [1] พบว่าการใช้ความร้อนระดับต่ำอย่างต่อเนื่องสามารถช่วยลดอาการปวดหลังส่วนล่างและเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของร่างกายได้อย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก

อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ประคบร้อนที่ใช้กันทั่วไปมักพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าหรือการอุ่นด้วยไมโครเวฟ ซึ่งอาจมีข้อจำกัดด้านความสะดวก ความปลอดภัย และค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะในบริบทของชุมชนหรือพื้นที่ที่เข้าถึงพลังงานได้จำกัด แนวคิดการดูแลสุขภาพเบื้องต้น (Primary Health Care) จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาอุปกรณ์สุขภาพที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ใช้งานสะดวก และเหมาะสมกับบริบทของประชาชนในระดับชุมชน [7] ส่งผลให้การพัฒนาอุปกรณ์ประคบร้อนแบบไม่ใช้ไฟฟ้าได้รับความสนใจมากขึ้นในฐานะทางเลือกของนวัตกรรมสุขภาพชุมชน

2. ทฤษฎีวัสดุเปลี่ยนสถานะและการกักเก็บพลังงานความร้อน

วัสดุเปลี่ยนสถานะ (Phase Change Material: PCM) เป็นวัสดุที่สามารถดูดซับและปลดปล่อยพลังงานความร้อนผ่านกระบวนการเปลี่ยนสถานะทางกายภาพ เช่น การหลอมเหลวและการตกผลึก โดยสามารถรักษาอุณหภูมิให้ค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลาหนึ่ง [3] โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตเป็น PCM ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอุปกรณ์ให้ความร้อนแบบไม่ใช้ไฟฟ้า เนื่องจากมีคุณสมบัติการคายความร้อนเมื่อเกิดการตกผลึก (exothermic crystallization) และสามารถนำกลับมาใช้งานซ้ำได้หลายครั้ง [8]

จากการศึกษาของ Sharma et al. [3] พบว่า PCM มีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้ด้านการกักเก็บพลังงานความร้อน เนื่องจากสามารถเก็บพลังงานในปริมาณมากและปลดปล่อยออกอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ Kenisarin และ Mahkamov [8] อธิบายว่าโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตมีข้อดีด้านความปลอดภัย ต้นทุนต่ำ และมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ทางสุขภาพ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของการกักเก็บความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณมวลสารและโครงสร้างของวัสดุ ซึ่งหากใช้ในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้อุณหภูมิสูงเกินระดับที่เหมาะสมต่อร่างกายมนุษย์ได้

3. แนวคิดเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสมและสุขภาวะชุมชน

แนวคิดเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology) มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีต้นทุนต่ำ ใช้งานง่าย สอดคล้องกับบริบททางสังคมและเศรษฐกิจของชุมชน รวมทั้งสามารถพึ่งพาตนเองได้ในระดับท้องถิ่น [9] ในด้านสาธารณสุข แนวคิดดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาอุปกรณ์หรือบริการสุขภาพที่เข้าถึงได้และลดความเหลื่อมล้ำในการดูแลสุขภาพ [4]

นอกจากนี้ แนวโน้มการพัฒนาสุขภาวะชุมชนในปัจจุบันยังเชื่อมโยงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของ United Nations โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 3 การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี เป้าหมายที่ 7 พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ และเป้าหมายที่ 12 การบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน [7] การพัฒนาอุปกรณ์ประคบร้อนที่ไม่ใช้ไฟฟ้าและสามารถใช้งานซ้ำได้ จึงสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนานวัตกรรมสุขภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เกี่ยวกับ PCM มุ่งเน้นด้านการกักเก็บพลังงานในอุตสาหกรรม อาคาร หรือระบบพลังงานทดแทน ขณะที่การประยุกต์ใช้เพื่อการดูแลสุขภาพในระดับชุมชนยังมีจำนวนจำกัด โดย Tyagi และ

Buddhi [10] ศึกษาการใช้ PCM ในระบบกักเก็บพลังงานความร้อนและพบว่าประสิทธิภาพการปลดปล่อยความร้อนขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Agyenim et al. [11] ระบุว่า PCM ที่มีจุดหลอมเหลวใกล้อุณหภูมิร่างกายมนุษย์จะมีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้ด้านสุขภาพและการแพทย์

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของวรรณกรรม พบว่าแนวคิดเกี่ยวกับการประคบร้อน ทฤษฎีวัสดุเปลี่ยนสถานะ และเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสม ล้วนมีความเชื่อมโยงกันในมิติของการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อสุขภาพที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และเหมาะสมต่อบริบทชุมชน อย่างไรก็ตาม ยังพบช่องว่างขององค์ความรู้เกี่ยวกับปริมาณมวลที่เหมาะสมของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนและความปลอดภัยในการใช้งาน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งพัฒนาองค์ความรู้เชิงทดลองเพื่อสนับสนุนการออกแบบนวัตกรรมถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มุ่งศึกษาผลของมวลโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า รวมถึงศึกษาศักยภาพการใช้งานซ้ำของอุปกรณ์เพื่อการดูแลสุขภาพเบื้องต้นในชุมชน โดยอาศัยหลักการกักเก็บและปลดปล่อยพลังงานความร้อนของวัสดุเปลี่ยนสถานะ (Phase Change Material: PCM) [3]

1. วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต (Sodium Acetate Trihydrate) บรรจุในถุงพลาสติกทนความร้อนที่สามารถปิดผนึกได้ โดยกำหนดปริมาณสารทดลอง 4 ระดับ ได้แก่ 80, 120, 160 และ 200 กรัม อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ เครื่องวัดอุณหภูมิดิจิทัล นาฬิกาจับเวลา และอุปกรณ์กระตุ้นการตกผลึกเพื่อให้เกิดการคายความร้อน

2. ขั้นตอนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการเตรียมถุงประคบร้อนโดยบรรจุโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตในปริมาณที่กำหนด จากนั้นกระตุ้นการตกผลึกเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาคายความร้อนและเริ่มจับเวลาการกักเก็บความร้อน โดยทำการวัดอุณหภูมิของถุงประคบในช่วงเวลาที่กำหนดอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งอุณหภูมิลดต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการประคบร้อน ทั้งนี้ อ้างอิงเกณฑ์อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดด้วยความร้อนในช่วงประมาณ 40–45 องศาเซลเซียส [5]

การทดลองในแต่ละระดับมวลดำเนินการซ้ำจำนวน 3 ครั้ง เพื่อศึกษาความคงที่ของประสิทธิภาพการใช้งานซ้ำ โดยเก็บข้อมูลระยะเวลาในการกักเก็บความร้อน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยของถุงประคบร้อน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และการเปรียบเทียบแนวโน้มของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิในการกักเก็บความร้อนของถุงประคบร้อนในแต่ละปริมาณมวลสาร เพื่อประเมินความเหมาะสมด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัยต่อการใช้งานทางสุขภาพในระดับชุมชน

สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัย สามารถสรุปผล ได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 ผลของมวลโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่า มวลของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตมีผลต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของถุง

ประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าอย่างชัดเจน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตจาก 80 กรัม เป็น 120, 160 และ 200 กรัม ระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนและระดับอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 80 กรัม สามารถกักเก็บความร้อนได้ 53 นาที มีอุณหภูมิต่ำสุด 33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 39 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 36 องศาเซลเซียส ขณะที่ถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 120 กรัม สามารถกักเก็บความร้อนได้ 96 นาที มีอุณหภูมิต่ำสุด 34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 43 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 38.5 องศาเซลเซียส

สำหรับถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 160 กรัม สามารถกักเก็บความร้อนได้ 128 นาที มีอุณหภูมิต่ำสุด 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 40 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการประคบร้อนทางสุขภาพ ส่วนถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 200 กรัม สามารถกักเก็บความร้อนได้นานที่สุด คือ 141 นาที มีอุณหภูมิต่ำสุด 36 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 49 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 42.5 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพร่วมกับความปลอดภัยในการใช้งาน พบว่าถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 160 กรัม มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสามารถรักษาระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนได้ค่อนข้างยาวนาน และมีอุณหภูมิสูงสุดไม่เกินเกณฑ์ที่แนะนำสำหรับการประคบร้อนทางสุขภาพ ขณะที่ปริมาณ 200 กรัม แม้จะให้ระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนสูงสุด แต่มีอุณหภูมิสูงเกินระดับที่เหมาะสมต่อการใช้งานกับร่างกายมนุษย์ได้

วัตถุประสงค์ที่ 2 ประเมินความเหมาะสมด้านอุณหภูมิและความปลอดภัยของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าสำหรับการใช้งานทางสุขภาพ ผลการวิจัยพบว่า ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตในปริมาณแตกต่างกันมีระดับอุณหภูมิและความเหมาะสมต่อการใช้งานทางสุขภาพแตกต่างกัน โดยเมื่อปริมาณโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตเพิ่มขึ้น อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิเฉลี่ยของถุงประคบร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 80 กรัม และ 120 กรัม มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 39 และ 43 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการประคบร้อน แต่มีระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนค่อนข้างสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณมวลที่สูงกว่า ขณะที่ถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 200 กรัม แม้สามารถกักเก็บความร้อนได้ยาวนานที่สุด แต่มีอุณหภูมิสูงสุดถึง 49 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงเกินช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการประคบร้อนทางสุขภาพ และอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการระคายเคืองหรือการบาดเจ็บต่อผิวหนังได้

ในทางตรงกันข้าม ถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 160 กรัม มีอุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 40 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการบำบัดด้วยความร้อน พร้อมทั้งสามารถกักเก็บความร้อนได้เป็นระยะเวลานาน จึงถือว่ามีความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนและความปลอดภัยในการใช้งานมากที่สุด

ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า การกำหนดปริมาณมวลของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตมีความสำคัญต่อการควบคุมอุณหภูมิของถุงประคบร้อน เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานทางสุขภาพและลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากอุณหภูมิที่สูงเกินมาตรฐานการประคบร้อนทางกายภาพบำบัด

วัตถุประสงค์ที่ 3 ศักยภาพการใช้งานซ้ำของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าในการส่งเสริมสุขภาวะชุมชนอย่างยั่งยืน ผลการวิจัยพบว่า ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าที่พัฒนาจากโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตสามารถนำกลับมาใช้งานซ้ำได้ โดยยังคงสามารถเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนและกักเก็บความร้อนได้อย่างต่อเนื่องตลอดการทดลองจำนวน 3 ครั้ง ทั้งนี้ ประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของถุงประคบในแต่ละรอบการใช้งานมีแนวโน้มคงที่ และไม่พบความแตกต่างของลักษณะการปลดปล่อยความร้อนที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ พบว่าถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตในปริมาณ 160 กรัม ยังคงรักษาสมดุลระหว่างระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนและระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งานทางสุขภาพได้ดีที่สุด แม้ผ่านการใช้งานซ้ำหลายครั้ง สะท้อนให้เห็นถึงเสถียรภาพของวัสดุและศักยภาพในการประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ดูแลสุขภาพเบื้องต้นในระดับครัวเรือนและชุมชน

ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้ามีข้อได้เปรียบด้านการลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้า สามารถใช้งานได้สะดวกในบริบทของชุมชน และช่วยลดการใช้วัสดุสิ้นเปลืองจากผลิตภัณฑ์ใช้ครั้งเดียวทิ้ง อันสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสมและการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนในชุมชน ดังนั้น ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าจากโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตจึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นนวัตกรรมสุขภาพชุมชนที่ปลอดภัย ประหยัดพลังงาน และสามารถสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาวะและคุณภาพชีวิตของประชาชนได้อย่างยั่งยืน

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า มวลของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตมีผลต่อประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า โดยเมื่อเพิ่มปริมาณมวลสารจาก 80 กรัม เป็น 120, 160 และ 200 กรัม ระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนและระดับอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตเป็นวัสดุเปลี่ยนสถานะ (Phase Change Material: PCM) ที่สามารถสะสมและปลดปล่อยพลังงานความร้อนในรูปของความร้อนแฝง (latent heat) ผ่านกระบวนการตกผลึกแบบคายความร้อน ส่งผลให้เมื่อมีปริมาณมวลสารมากขึ้น วัสดุสามารถเก็บสะสมพลังงานความร้อนได้มากขึ้นและปลดปล่อยความร้อนได้ยาวนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Sharma et al. [3] ที่อธิบายว่า PCM มีคุณสมบัติเด่นด้านการกักเก็บพลังงานความร้อนและประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของวัสดุที่ใช้ รวมทั้งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kenisarin และ Mahkamov [8] ที่พบว่าวัสดุประเภท PCM สามารถรักษาอุณหภูมิได้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน และเหมาะต่อการประยุกต์ใช้ในระบบให้ความร้อนที่ต้องการความเสถียรด้านอุณหภูมิ

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่าถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 200 กรัม แม้จะสามารถกักเก็บความร้อนได้ยาวนานที่สุด แต่มีอุณหภูมิสูงสุดถึง 49 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงเกินช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการประคบร้อนทางสุขภาพ ขณะที่ปริมาณ 160 กรัม มีอุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียส และสามารถรักษาความร้อนได้เป็นระยะเวลานาน จึงมีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณมวลสารที่เหมาะสมสามารถสร้างสมดุลระหว่างการสะสมพลังงานความร้อนและการควบคุมระดับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงปลอดภัยต่อร่างกายมนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Lehmann และ de Lateur [5] ที่ระบุว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการประคบร้อนทางกายภาพบำบัดควรอยู่ในช่วงประมาณ 40–45 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยเพิ่มการไหลเวียนโลหิตและลดอาการปวดโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผิวหนัง รวมทั้งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mayer et al. [1] ที่พบว่าการให้ความร้อนระดับต่ำอย่างต่อเนื่องสามารถช่วยลดอาการปวดกล้ามเนื้อและส่งเสริมประสิทธิภาพการฟื้นฟูร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษาครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การกำหนดมวลของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า โดยเฉพาะในบริบทของการพัฒนาเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับชุมชน ซึ่งควรคำนึงถึงทั้งประสิทธิภาพในการกักเก็บความร้อน ความปลอดภัยในการใช้งาน และความเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตในปริมาณแตกต่างกันมีระดับอุณหภูมิและความเหมาะสมต่อการใช้งานทางสุขภาพแตกต่างกัน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณมวลสาร อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิเฉลี่ยของถุงประคบร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตมีผลโดยตรงต่อปริมาณพลังงานความร้อนที่ถูกปลดปล่อยในกระบวนการตกผลึกแบบคายความร้อน (exothermic

crystallization) ส่งผลให้มวลสารที่มากขึ้นสามารถสร้างและสะสมพลังงานความร้อนได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Sharma et al. [3] ที่อธิบายว่าวัสดุเปลี่ยนสถานะ (Phase Change Material: PCM) มีคุณสมบัติในการเก็บสะสมและปลดปล่อยพลังงานความร้อนตามปริมาณและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ รวมทั้งสอดคล้องกับการศึกษาของ Agyenim et al. [11] ที่พบว่าปริมาณของ PCM มีผลต่อเสถียรภาพและระดับอุณหภูมิของระบบกักเก็บพลังงานความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาพบว่าถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 200 กรัม แม้จะสามารถกักเก็บความร้อนได้ยาวนานที่สุด แต่มีอุณหภูมิสูงสุดถึง 49 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงเกินช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการประคบร้อนทางสุขภาพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสะสมพลังงานความร้อนในปริมาณสูงส่งผลให้เกิดการคายความร้อนอย่างรวดเร็วและมีอุณหภูมิสูงเกินระดับที่ร่างกายสามารถรับได้อย่างปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Lehmann และ de Lateur [5] ที่ระบุว่าอุณหภูมิสำหรับการบำบัดด้วยความร้อนควรอยู่ในช่วงประมาณ 40–45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการไหม้หรือการระคายเคืองของผิวหนัง นอกจากนี้ Nadler et al. [12] ยังอธิบายว่าการใช้ความร้อนที่สูงเกินมาตรฐานทางกายภาพบำบัดอาจส่งผลต่อเนื้อเยื่อผิวหนังและเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากความร้อนได้

ในทางตรงกันข้าม ถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 160 กรัม มีอุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียส และสามารถรักษาความร้อนได้เป็นระยะเวลานาน จึงแสดงให้เห็นถึงความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพและความปลอดภัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณมวลสารดังกล่าวเหมาะสมต่อการควบคุมการปลดปล่อยพลังงานความร้อนให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานการประคบร้อนทางสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mayer et al. [1] ที่พบว่าการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องในระดับที่เหมาะสมสามารถช่วยลดอาการปวดและเพิ่มประสิทธิภาพในการฟื้นฟูของกล้ามเนื้อได้อย่างปลอดภัย

ผลการศึกษาครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การออกแบบถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าควรคำนึงถึงสมดุลระหว่างประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนและความปลอดภัยในการใช้งาน เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ดูแลสุขภาพเบื้องต้นในระดับชุมชนได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าจากโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตสามารถนำกลับมาใช้งานซ้ำได้อย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง 3 ครั้ง โดยยังคงสามารถกักเก็บและปลดปล่อยความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตเป็นวัสดุเปลี่ยนสถานะ (Phase Change Material: PCM) ที่มีคุณสมบัติสามารถกลับคืนสู่สถานะเดิมผ่านกระบวนการหลอมเหลวและตกผลึกซ้ำได้หลายรอบโดยไม่สูญเสียสมบัติทางความร้อนอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้วัสดุยังคงรักษาศักยภาพในการกักเก็บและปลดปล่อยพลังงานความร้อนได้อย่างเสถียร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sharma et al. [3] ที่อธิบายว่า PCM มีคุณสมบัติเด่นด้านการนำกลับมาใช้งานซ้ำและมีเสถียรภาพทางความร้อนสูง รวมทั้งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kenisarin และ Mahkamov [8] ที่พบว่าวัสดุประเภท PCM สามารถคงประสิทธิภาพในการกักเก็บพลังงานความร้อนได้ดีแม้ผ่านการใช้งานหลายรอบ

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่าถุงประคบร้อนที่ใช้โซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรต 160 กรัม ยังคงรักษาสมดุลของระยะเวลาในการกักเก็บความร้อนและระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งานทางสุขภาพได้ดีที่สุด แม้ผ่านการใช้งานซ้ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณมวลสารดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการรักษาเสถียรภาพของระบบการคายความร้อนและไม่เกิดการสะสมพลังงานมากเกินไปจนส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Agyenim et al. [11] ที่ระบุว่าประสิทธิภาพของระบบกักเก็บพลังงานความร้อนขึ้นอยู่กับความสมดุลระหว่างปริมาณวัสดุ ความเสถียรของอุณหภูมิ และความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของระบบ

ผลการวิจัยครั้งนี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของนวัตกรรมสุขภาพที่สอดคล้องกับแนวคิดเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสม (Appropriate Health Technology) ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาอุปกรณ์สุขภาพที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ใช้งานสะดวก ประหยัดพลังงาน และเหมาะสมต่อบริบทของชุมชน [4] รวมทั้งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนของ United

Nations ที่ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมสุขภาวะ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระดับชุมชน [6] ดังนั้น ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าจากโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตจึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นนวัตกรรมเพื่อการดูแลสุขภาพเบื้องต้นที่สามารถใช้งานซ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดต้นทุนการใช้พลังงาน และส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชนในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

องค์ความรู้ใหม่

การวิจัยครั้งนี้ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับ “การกำหนดมวลที่เหมาะสมของโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า” โดยผลการศึกษาพบว่า แม้การเพิ่มปริมาณโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตจะช่วยเพิ่มระยะเวลาในการกักเก็บความร้อน แต่ปริมาณที่สูงเกินไปอาจทำให้อุณหภูมิสูงเกินระดับที่เหมาะสมต่อการใช้งานทางสุขภาพได้

องค์ความรู้สำคัญที่ได้จากการวิจัย คือ การค้นพบ “จุดสมดุลเชิงประสิทธิภาพและความปลอดภัย” ของถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้า โดยโซเดียมอะซิเตตไตรไฮเดรตปริมาณ 160 กรัม เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถกักเก็บความร้อนได้ยาวนาน พร้อมควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการประคบร้อนทางสุขภาพ (ไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส) และยังสามารถนำกลับมาใช้งานซ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการสังเคราะห์องค์ความรู้สามารถอธิบายเป็น “โมเดลสมดุลความร้อนเพื่อสุขภาวะชุมชน” ดังภาพ



ภาพที่ 2 โมเดลสมดุลความร้อนเพื่อสุขภาวะชุมชน
ที่มา : ผู้วิจัย

โมเดลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การพัฒนานวัตกรรมสุขภาพชุมชนไม่ควรมุ่งเน้นเพียงประสิทธิภาพของวัสดุเท่านั้น แต่ควรคำนึงถึงความปลอดภัย ความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และมีศักยภาพในการใช้งานซ้ำเพื่อความยั่งยืน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์สุขภาพทางเลือกและนวัตกรรมด้านสาธารณสุขในระดับชุมชนต่อไปได้ดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. กระทรวงสาธารณสุข ควรส่งเสริมการพัฒนาและการใช้ผลิตภัณฑ์สุขภาพทางเลือกที่ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้าในระดับชุมชน โดยบรรจุนวัตกรรมถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าไว้ในแนวทางการดูแลสุขภาพเบื้องต้นสำหรับประชาชน โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ป่วยที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อเรื้อรัง

2. กรมอนามัยและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรกำหนดแนวทางสนับสนุนการผลิตและพัฒนานวัตกรรมสุขภาพชุมชนที่สามารถใช้งานซ้ำได้ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนในระดับครัวเรือนและชุมชน

3. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ควรสนับสนุนการวิจัยและต่อยอดนวัตกรรมวัสดุเปลี่ยนสถานะ (Phase Change Material: PCM) สำหรับการประยุกต์ใช้ด้านสุขภาพ เพื่อยกระดับเทคโนโลยีสุขภาพที่เหมาะสมและเพิ่มศักยภาพการพึ่งพาตนเองของชุมชนในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล หน่วยบริการสุขภาพชุมชน และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) สามารถนำถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าไปใช้ในการดูแลสุขภาพเบื้องต้นแก่ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยปวดกล้ามเนื้อ หรือผู้ป่วยที่มีอาการปวดจากการทำงานในชุมชน

2. สถานศึกษาและหน่วยงานด้านสาธารณสุขสามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นต้นแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านนวัตกรรมสุขภาพ พลังงานทางเลือก และการส่งเสริมสุขภาวะชุมชน เพื่อสร้างความตระหนักด้านการดูแลสุขภาพและสิ่งแวดล้อมแก่เยาวชนและประชาชน

3. กลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือผู้ประกอบการท้องถิ่นสามารถนำองค์ความรู้จากงานวิจัยไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ถุงประคบร้อนไม่ใช้ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ส่งเสริมอาชีพ และพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชน

เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Mayer, J. M., Ralph, L., Look, M., Erasala, G. N., Verna, J. L., Matheson, L. N., & Mooney, V. (2005). Treating acute low back pain with continuous low-level heat wrap therapy and/or exercise: A randomized controlled trial. *The Spine Journal, 5*(4), 395–403. https://doi.org/10.1016/j.spinee.2005.03.009

[2] International Energy Agency (IEA). (2023). *World energy outlook 2023*. International Energy Agency.

[3] Sharma, A., Tyagi, V. V., Chen, C. R., & Buddhi, D. (2009). Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13*(2), 318–345. https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.10.005

[4] World Health Organization (WHO). (2010). *Innovative technologies that address global health concerns. World Health Organization*. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HSS-EHT-DIM-10.12

[5] Lehmann, J. F., & de Lateur, B. J. (1990). *Therapeutic heat and cold* (4th ed.). Williams & Wilkins.

[6] United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations.

[7] World Health Organization (WHO). (1978). Declaration of Alma-Ata: Primary health care. World Health Organization.

[8] Kenisarin, M., & Mahkamov, K. (2007). Solar energy storage using phase change materials. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(9), 1913–1965. https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.05.005

[9] Schumacher, E. F. (1973). Small is beautiful: Economics as if people mattered. Blond & Briggs.

[10] Tyagi, V. V., & Buddhi, D. (2007). PCM thermal storage in buildings: A state of art. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(6), 1146–1166. https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.10.002

[11] Agyenim, F., Hewitt, N., Eames, P., & Smyth, M. (2010). A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage systems (LHTESS). Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(2), 615–628. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.015

[12] Nadler, S. F., Steiner, D. J., Petty, S. R., & Erasala, G. N. (2004). Continuous low-level heat wrap therapy provides more efficacy than Ibuprofen and acetaminophen for acute low back pain. Spine, 29(14), 1489–1495. https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000131411.65972.17