ต้นแบบเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิสำหรับเวชศาสตร์ฟื้นฟู: การศึกษาความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์วิชาชีพก่อนการทดลองในผู้ป่วย

Prototype of a Cryo-cuff Temperature-Controlled Machine for Rehabilitation: A Study Assessing the Satisfaction of Professional Medical Personnel Prior to Conducting Trials on Patients

นิติกรณ์ ศิลป์ศิริวานิชย์[1*], ไชยยันต์ ทองสองยอด[1],
ชาญชัย เดชธรรมรงค์[2], วสันต์ พลาศัย[3], สมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์[3]
Nitikorn Silsirivanich[1*] Chaiyan Thongsongyod[1]
Chanchai Dechthummarong[2], Wasan Palasai[3], Somkiat Suriyapiwat[3]

(Received: April 3, 2025; Revised: July 16, 2025; Accepted: September 2, 2025)

บทคัดย่อขยาย

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ การวิจัยและพัฒนาเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิเพื่อใช้ในงานกายภาพบำบัดทดแทนเครื่องประคบเย็นแบบดั้งเดิม (เติมน้ำแข็ง) สามารถผลิตน้ำเย็นได้โดยที่ไม่ต้องเติมน้ำแข็ง ลดภาระค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำแข็งมาเติมเพื่อรักษาอุณหภูมิในการประคบเย็นให้กับผู้ป่วยมีความสะดวกในการรักษาด้วยการประคบเย็นมากยิ่งขึ้น

วิธีการวิจัย พัฒนาเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิต้นแบบและประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์ ในระดับก่อนทำการวิจัยในผู้ป่วย (pre-clinical study) จำนวน 20 คน ใน 4 ด้าน ได้แก่ ประโยชน์, ความปลอดภัย, ความสะดวกในการใช้งาน และคุณภาพการผลิตเครื่องมือ โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่โรงพยาบาลในสังกัดกรุงเทพมหานคร (กลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลกลาง และกลุ่มงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลราชพิพัฒน์)

[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

[1]Rajamangala University of Technology Rattanakosin

[2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

[2]Rajamangala University of Technology Lanna

[3]มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[3]Princess of Naradhiwas University

Corresponding Author: nitikorn.sil@rmutr.ac.th, nitikorn1977@gmail.com

ผลการวิจัย เครื่องต้นแบบที่พัฒนาสามารถควบคุมอุณหภูมิที่แผ่นประคบให้อยู่ในช่วง 10 - 20 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 16 ± 3 องศาเซลเซียส) ตลอดระยะเวลาการประคบเย็นไม่เกิน 20 นาที ต่อครั้ง ตามข้อกำหนดของแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู เครื่องต้นแบบผ่านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและตรวจสอบความปลอดภัยของการใช้งาน ผลการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์พบว่า มีความพึงพอใจทุกด้านในระดับมากและมากที่สุด รวมมากกว่าร้อยละ 80 โดยผลรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87 และมีคะแนนเฉลี่ยทุกด้านเท่ากับ 4.1 (Mean = 4.1, S.D. = 0.2)

สรุปและข้อเสนอแนะ การศึกษาการวิจัยและพัฒนาเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้เพื่อใช้ในงานกายภาพบำบัด บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้ใช้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้นไม่ต้องคอยเติมน้ำแข็งใหม่ทุกครั้งที่ทำการประคบเย็น บุคลากรทางการแพทย์สามารถใช้เป็นแนวทางในกระบวนการทดลองและใช้เป็นเครื่องมือเพื่อศึกษาและวิจัยในด้านคลินิกรักษาเวชศาสตร์ฟื้นฟูในผู้ป่วยต่อไปได้

คำสำคัญ: เครื่องประคบเย็น, เวชศาสตร์ฟื้นฟู, อาการปวดเข่า

Extended Abstract

Background and Objectives We developed a cryo-cuff temperature-controlled machine for use in physical therapy that produces cold water without needing ice, replacing the traditional cold compress. This reduces the cost of purchasing ice to maintain the cold compress temperature for patients, making the treatment more convenient.

Methods We developed a prototype of a cryo-cuff temperature-controlled machine and evaluated the satisfaction of medical personnel in a pre-clinical study involving 20 participants across four areas: benefits, safety, ease of use, and product quality. Data was collected from the sample group at hospitals under the Bangkok Metropolitan Administration (Orthopedics Department, Central Hospital, and Rehabilitation Department, Ratchaphiphat Hospital).

Results The developed prototype can control the temperature of the compress to remain within the range of 10-20 degrees Celsius (average temperature at 16 ±3 degrees Celsius) throughout the cold compress duration of no more than 20 minutes per session, as per the requirements of rehabilitation medicine. The prototype has passed performance efficiency tests and working process safety checks. The results of the medical personnel satisfaction assessment showed satisfaction in all

aspects at a high and the highest level, totaling over 80%. The overall average was 87%, and the average score for all aspects was 4.1 (mean = 4.1, S.D. = 0.2).

Conclusion and Recommendation The study achieved its research objectives on the development of a cryo-cuff temperature-controlled machine for use in physical therapy. Users found it more convenient, as they did not need to refill ice every time they applied the cold compress. Medical personnel can use the results as a guideline for the experimental process and as a tool for further study and research in the field of clinical rehabilitation medicine for patients.

Keywords: A Cryo-cuff machine, Rehabilitation, Knee pain

บทนำ

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total knee arthroplasty; TKA) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นการรักษาที่ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพสำหรับโรคข้อเข่าเสื่อมระยะสุดท้าย ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีในระยะยาว รวมถึงการบรรเทาอาการปวดภายหลังผ่าตัด ด้วยการประคบเย็นเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพสำหรับผู้ป่วย (Ding et al., 2022) การตอบสนองของการอักเสบ การเสียเลือด และความเสียหายของเนื้อเยื่อในขั้นตอนการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า อาจนำไปสู่อาการปวด บวม และจำกัดช่วงการเคลื่อนไหว ของข้อเข่าในระยะแรกหลังการผ่าตัด ซึ่งส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการฟื้นตัวของผู้ป่วย (Wainwright et al., 2020) เนื่องจากการฟื้นฟูสมรรถภาพในระยะเริ่มแรกเป็นตัวกำหนดผลลัพธ์การทำงานในระยะยาวหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม จึงมีการส่งเสริมการจัดการระหว่างและหลังการผ่าตัดหลายชุดเพื่อให้การฟื้นตัวหลังการผ่าตัดรวดเร็วยิ่งขึ้น (Ding et al., 2020 ; Mistry et al., 2016) ในทางตรงกันข้าม การศึกษาบางชิ้นพบว่าการลดอุณหภูมิภายในข้อเข่าอย่างเฉียบพลันไม่ได้บรรเทาอาการปวด เลือดออก และอาการบวมหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจทำให้หลอดเลือดขยายตัวช้าลง เสียเลือดมากขึ้น และบวม อันเนื่องมาจากการใช้อุณหภูมิประคบเย็นที่ต่ำเกินไปหรือการประคบเย็นเป็นเวลานานเกินไปอาจทำให้เกิดอาการปวดและบวมอย่างรุนแรงในบริเวณผ่าตัด (Forsyth et al., 2012)

การศึกษาการประยุกต์ใช้เครื่องประคบเย็น (Cold Therapy Combined With ERAS) ได้นำเสนอการชี้แจงถึงผลการรักษาหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม และได้ตั้งประเด็นเพื่อการศึกษาในครั้งต่อไปไว้ว่าการประคบเย็นสามารถส่งเสริมการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วยเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ได้หรือไม่ และอุปกรณ์ไหลเย็นแบบต่อเนื่องให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการประคบเย็นแบบดั้งเดิมหรือไม่ ซึ่งควรมีการเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น (Liao & Xu, 2022)

การประคบเย็นด้วยความเย็นเป็นการปรับสัญญาณความเจ็บปวดในระดับไขสันหลังซึ่งอธิบายได้ว่า ความเย็นลดลงการรับรู้ความรู้สึกของเส้นประสาทควบคุมการทำงานในการยืดหดตัวของใยกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บทำให้การส่งกระแสประสาทหรือสัญญาณความเจ็บปวดไปยังใยประสาทสั่งการที่ระดับไขสันหลังลดลงและช้าลง รวมทั้งมีผลโดยตรงต่อเส้นใยประสาทสั่งการ ทำให้มีการรับกระแสประสาทหรือจำสัญญาณความปวดลดลงด้วยทำให้สมองส่วนการรับรู้ความเจ็บปวด การบรรเทาอาการปวดในป่วยหลังการผ่าตัด ด้วยการกินยาแก้ปวด (Trakarnjan, & Yodphithak, 2020) การใช้แผ่นประคบเย็นแบบดั้งเดิมหรือแบบเจลแช่แข็ง (cold pack) และการใช้เครื่องประคบเย็น (cryo-cuff) เพื่อลดอาการเจ็บปวด โดยใช้แผ่นประคบเย็นแบบดั้งเดิมที่แช่เย็นและวางบริเวณแผลผ่าตัด ซึ่งต้องนำกลับไปแช่เย็นทุก ๆ 5 - 10 นาที ที่ความเย็นลดลง แต่การประคบเย็นที่ได้ผลนั้น ควรรักษาความเย็นให้คงที่ภายใน 5 - 20 นาทีติดต่อกัน ความเย็นทำให้หลอดเลือดหดตัว ลดความไวของเส้นประสาท ชะลอกระบวนการอักเสบ ส่งผลให้ลดอาการเจ็บปวด แต่หากประคบเย็น นานเกิน 20 นาที หรืออุณหภูมิต่ำกว่า 1 องศาเซลเซียส อาจทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนที่เนื้อเยื่อลดลง ทำให้มีการตายของเนื้อเยื่อได้ (Eamchunprathip & Tepapal, 2017)

ผู้ป่วยสูงวัยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าที่โรงพยาบาลกลางประมาณ 25 รายต่อเดือน (ข้อมูลจาก นพ.ณัฐเดช เมฆรุ่งจรัส นายแพทย์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานออร์โธปิดิกส์) โรงพยาบาลกลาง และโรงพยาบาลราชพิพัฒน์ ประมาณ 10 รายต่อเดือน (ข้อมูลจาก พญ. ฐิติมาน งามเจริญรุจี นายแพทย์ชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู รพ.ราชพิพัฒน์) หลังจากที่ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดแล้วจะได้รับยาแก้ปวดและการประคบเย็นโดยการใช้แผ่นประคบเย็นแบบดั้งเดิม (แบบเจลแช่เย็น) หรือ cold pack เนื่องจากคุณสมบัติเด่นที่ให้ความเย็นได้ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ช่วยลดปวดอย่างเฉียบพลันได้เป็นอย่างดี เมื่อผู้ป่วยมีความปวดลดลงแล้ว แพทย์จะพิจารณารักษาด้วยการให้ยาแก้ปวดต่อเนื่องหรืออาจจะใช้วิธีการประคบเย็นควบคู่กับการรับประทานยาแก้ปวด โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประคบเย็น นิยมใช้เครื่องประคบเย็น (cryo-cuff) เพื่อช่วยลดอาการเจ็บปวดและการฟื้นฟูสภาพได้ดียิ่งขึ้น (Trakarnjan & Yodphithak, 2020; Charoenbhakdi & Homla, 2021)

คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องมือประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้ตามมาตรฐานในการลดความเจ็บปวดของผู้ป่วยเพื่องานกายภาพบำบัด โดยพัฒนาเครื่องประคบเย็นที่นิยมใช้ที่โรงพยาบาลในปัจจุบันให้สามารถความคุมความเย็นได้ รักษาความเย็นให้คงที่ ภายใน 5 - 20 นาทีติดต่อกัน เพื่อให้เหมาะกับสภาวะของผู้ป่วยหลังกายภาพบำบัด ภายหลังการผ่าตัดที่มีความแตกต่างกัน หรือใช้กับผู้ป่วยที่ต้องการประคบเย็นตามคำสั่งแพทย์ เช่น ผู้ป่วยสูงวัยที่มีอาการปวดข้อเข่า นักกีฬาบาดเจ็บ เป็นต้น โดยคณะนักวิจัยได้ออกแบบให้เครื่องพร้อมใช้และสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น เครื่องประคบเย็น

สามารถผลิตน้ำเย็นได้โดยที่ไม่ต้องเติมน้ำแข็ง ลดภาระค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำแข็งมาเติมเพื่อรักษาอุณหภูมิในการประคบเย็น

วัตถุประสงค์

1. สร้างต้นแบบเครื่องประคบเย็นให้เป็นไปตามมาตรฐานด้านคลินิกรักษา ซึ่งกำหนดจากแพทย์เวชกรรมฟื้นฟู กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลราชพิพัฒน์
2. ศึกษาเครื่องต้นแบบในระดับก่อนทำการวิจัยในผู้ป่วยโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจต่อการสาธิตการใช้งานเครื่องต้นแบบ จากกลุ่มตัวอย่างบุคลากรทางการแพทย์วิชาชีพ

กรอบแนวคิดการวิจัย

การประคบเย็นบริเวณแผลมีผลในการลดกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ในบริเวณนั้น รวมถึงลดการหลั่งของสารก่อการอักเสบ เช่น โพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin) ที่หลั่งออกจากเซลล์ที่ถูกทำลายจึงส่งผลให้กระบวนการอักเสบลดลง นอกจากนี้ความเย็นยังทำให้หลอดเลือดส่วนปลายเกิดการหดตัว (vasoconstriction) ซึ่งช่วยลดการซึมผ่านของของเหลวออกจากหลอดเลือดและลดการสูญเสียเลือด จึงช่วยบรรเทาอาการบวมและลดความเจ็บปวดบริเวณแผล (Eungapithum et al., 2012) การประคบด้วยความเย็นเป็นการปรับสัญญาณความปวดในระดับไขสันหลังซึ่งอธิบายด้วยทฤษฎีการควบคุมประตู (Gate control theory) ได้ว่าความเย็นลดการรับความรู้สึกของเส้นใยประสาทควบคุมการทำงานในการยืดและหดตัวของใยกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บทำให้การส่งกระแสประสาทหรือสัญญาณความปวดไปยังใยประสาทสั่งการที่ระดับไขสันหลังลดลงและช้าลง รวมทั้งมีผลโดยตรงต่อเส้นใยประสาทสั่งการทำให้มีการรับกระแสประสาทหรือสัญญาณความปวดลดลงด้วยจึงทำให้สมองส่วนการรับรู้ความปวดลดลง (Trakarnjan & Yodphithak, 2020) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีการจัดการความปวดโดยใช้การประคบเย็นในการรักษาการบาดเจ็บของเนื้อเยื่ออย่างเฉียบพลันหรือจากการผ่าตัดโดยช่วยลดอาการรอยช้ำ (bruise) ลดการคั่งของเลือดภายใน (hematoma) ทำให้ร่างกายฟื้นได้เร็วขึ้น

จากการศึกษาของ Kullenberg et al. (2006) ได้ทำการศึกษาผู้ป่วยที่ผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมจำนวน 86 ราย โดยในกลุ่มแรกรักษาด้วยความเย็นพร้อมแรงกด (cold compression) เป็นเวลา 3 วันหลังผ่าตัดประคบอย่างต่อเนื่องทุก 4 ชั่วโมง กลุ่มที่ 2 ได้รับการพยาบาลปกติที่ได้รับยาแก้ปวดเป็นเวลา 3 วันหลังผ่าตัด ทำการประเมินระดับความปวดการงอเข่าและเหยียดเข่า ก่อนผ่าตัด 1 วัน ประเมินวันกลับบ้านและประเมินหลังผ่าตัด 3 สัปดาห์ พบว่าการรักษาด้วยความเย็นพร้อมแรงกด สามารถลดปวดลดอาการรอยช้ำและเพิ่มการงอ เหยียดเข่าได้เพิ่มขึ้น

นวัตกรรมแผ่นประคบเย็นสุดแจ๋วเพื่อลดความเจ็บปวดในผู้ป่วยผ่าตัดกระดูก (Charoenbhakdi & Homla, 2021) พัฒนานวัตกรรมแผ่นประคบเย็นโดยใช้ถุงปัสสาวะขนาดมาตรฐานที่ยังไม่ได้ใช้ทำงานร่วมกับระบบปั๊มน้ำไฟฟ้าแบบจุ่มขนาดเล็กเพื่อไหลเวียนความเย็นจากถังน้ำเย็นที่บรรจุน้ำแข็งไปที่แผ่นประคบเย็น เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยผ่าตัดกระดูกของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง จำนวน 9 ราย เลือกแบบเจาะจงทดลองใช้เวลา 1 เดือน ผลการศึกษาได้แผ่นประคบเย็นที่ผู้ป่วยมีความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 3.74, S.D. = 0.39) ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ป่วยพยาบาล และเจ้าหน้าที่ จำนวน 5 ราย ควรพัฒนาถุงประคบเย็นให้เป็นผ้ารัดให้สัมผัสกับผิวหนังให้ใช้งานสะดวกขึ้นไม่ต้องจับและถือไว้ และปัญหาจากการตรวจสอบความเย็นและค่าใช้จ่ายน้ำแข็งใส่กระติกสำหรับทำความเย็นเพื่อให้พร้อมต่อการใช้งานเสมอ

การออกแบบและสร้างเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิ

แสดงกรอบแนวความคิดดัง Figure 1 เป็นการออกแบบเครื่องมือวิจัยที่ได้พัฒนาเพิ่มเติมจากเครื่องประคบเย็นที่นิยมใช้ที่โรงพยาบาลในปัจจุบันให้สามารถความคุมความเย็นได้ โดยใช้เครื่องทำความเย็นระบบ Compressor และอุปกรณ์ควบคุมความเย็น (temperature controller) ให้สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ ในช่วงประมาณ 15 - 20 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงเวลาการทำกายภาพบำบัดด้วยการประคบเย็น (ไม่ควรเกิน 20 นาทีต่อครั้ง) โดยส่วนที่สัมผัสกับผู้ป่วยเฉพาะแผ่นประคบเย็นเท่านั้น ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า เพื่อให้เหมาะกับการกายภาพบำบัดในผู้ป่วยหลังผ่าตัด และผู้ป่วยอื่น ๆ เช่นผู้ป่วยสูงวัยที่มีอาการปวดข้อเข่า นักกีฬาบาดเจ็บจากการแข่งขัน การฝึกซ้อม เป็นต้น ตามคำสั่งแพทย์ ซึ่งผู้ป่วยมีสภาะความแตกต่างกัน โดยเครื่องประคบเย็นต้นแบบพร้อมใช้งานให้ค่าความเย็นที่ได้มาตรฐานตามความต้องการทางการแพทย์ตลอดระยะเวลาการประคบเย็น ลดขั้นตอนการเติมน้ำแข็งและการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้มาตรฐานตลอดการประคบเย็น ลดภาระค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำแข็งทำให้การรักษาด้วยวิธีประคบเย็นมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

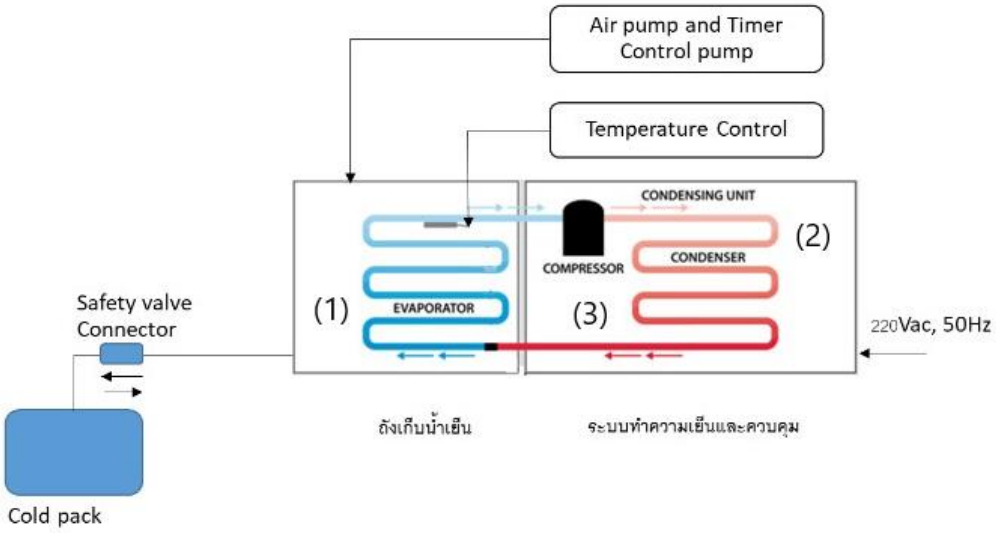

Figure 1 Conceptual framework for research on design of prototype of a cryo-cuff temperature-controlled machine system

อุปกรณ์ทำความเย็นที่อยู่ใน condensing unit นั้นมีหลักการที่ทำให้เกิดความเย็นได้ด้วยการดูดเอาความร้อนจากในบริเวณที่ต้องการมาเปลี่ยนเป็นความเย็นไปทดแทนในบริเวณที่ต้องการทำความเย็น มีอุปกรณ์ เริ่มต้นกระบวนการทำความเย็นจากการดูดความร้อนด้วย 1) evaporator หรือคอยล์เย็นเข้ามา ซึ่งความร้อนที่สารทำความเย็นดูดเข้ามานี้จะทำให้น้ำยาสารทำความเย็นเกิดความร้อนและเปลี่ยนสภาพจากของเหลวกลายเป็นไอ 2) condensing unit กระบวนการนี้สารทำความเย็นจะดูดซับเอาความร้อนจากบริเวณโดยรอบ ซึ่งความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของสารทำความเย็นได้รับความร้อนมาจากวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้คอยล์เย็น 3) compressor โดยวิธีการนำความร้อน การพาความร้อน หรือการแผ่รังสีความร้อน ทำให้สารทำความเย็นนี้มีอุณหภูมิสูงและความดันต่ำ 4) evaluator สารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงสถานะไอนี้จะถูกส่งต่อไปยัง compressor หรือเครื่องอัดโดยจะอัดให้มีความดันสูงขึ้นก่อนส่งต่อไปที่ condenser หรือคอยล์ร้อนเพื่อระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นและควบแน่นให้สารทำความเย็นในสถานะที่เป็นไอเปลี่ยนกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้ง ก่อนส่งต่อไปที่ expansion valve วาล์วลดความดันเพื่อลดความดันของสารทำความเย็นให้ลดลง เพื่อให้สารทำความเย็นดังกล่าวพร้อมที่จะระเหยตัวที่อุณหภูมิต่ำ ณ อุปกรณ์ถัดไปซึ่งก็คือคอยล์เย็นและจะวนการทำงานไปแบบนี้เรื่อย ๆ ตามวัฏจักรทำความเย็น

การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องประคบเย็นใช้ temperature switch control (Brand: Dixel, model: XR02CX) ควบคุมอุณหภูมิของน้ำเย็นในถังตามค่าที่ได้ตั้งไว้ เพื่อส่งน้ำเย็นตามท่อด้วยระบบควบคุม air pump control ปั๊มน้ำที่สามารถตั้งค่าระยะเวลาการไหลเวียนน้ำได้ 1-20 วินาที

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเครื่องประคบร้อนและประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้เพื่อใช้ลดอาการปวด ภายหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรทางการแพทย์วิชาชีพต่าง ๆ ได้แก่ แพทย์กลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ แพทย์กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู และพยาบาล / เจ้าหน้าที่ของกลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลกลาง สำนักการแพทย์ และกลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลราชพิพัฒน์ ที่เลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 20 คน ที่มีประสบการณ์ใช้งานเครื่องประคบเย็นและมีประสบการณ์การดูแลผู้ป่วยผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ต้นแบบเครื่องประคบเย็น ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่แผ่นประคบเย็นได้ 10 - 20 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงเวลาการประคบเย็นที่ไม่เกิน 20 นาที ต่อครั้ง ตามที่แพทย์กายภาพบำบัดต้องการ เครื่องต้นแบบผ่านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและตรวจสอบความปลอดภัยของการใช้งาน การศึกษาโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์ในด้านประโยชน์, ความปลอดภัย, ความสะดวกในการใช้งานและคุณภาพการผลิตเครื่องมือ ซึ่งได้ปรับปรุงแบบสอบถามมาจากบทความวิจัยนวัตกรรมแผ่นประคบเย็นสุดแจ๋วเพื่อลดความเจ็บปวดในผู้ป่วยผ่าตัดกระดูก (Charoenbhakdi & Homla, 2021) แบบประเมินเพื่อวิเคราะห์ผลใช้ มาตรวัดลิเคอร์ท (Likert-type scale) เป็นมาตรวัดที่ใช้สำหรับผู้แสดงระดับความคิดเห็น ที่จะมีตัวเลือกให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบตามระดับความคิดเห็น โดยให้ค่าของระดับ ดีมาก (5) ดี (4) ปานกลาง (3) พอใช้ (2) น้อย (1)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและตรวจสอบความปลอดภัยของการใช้งานเครื่อง ได้ส่งทดสอบที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) ในระดับก่อนทำการวิจัยในผู้ป่วยเพื่อทดสอบสมรรถนะและความปลอดภัยของเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิ โดยประเมินความพึงพอใจ

ของบุคลากรทางการแพทย์ ที่โรงพยาบาลในสังกัดกรุงเทพมหานคร (โรงพยาบาลกลาง และโรงพยาบาลราชพิพัฒน์) ภายหลังจากการสาธิตการใช้งาน ซึ่งดำเนินการเก็บข้อมูลภายใต้การให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declatation of Helsinki, Beimont Report, CIOMS Guidelines และ ICH-GCP Guideline รหัสโครงการ E003h/66 ลงวันที่ 31 พฤษภาคม 2566 การรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน กรุงเทพมหานคร

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลการควบคุมอุณหภูมิที่แผ่นประคบเย็น จากเครื่องประคบเย็นแบบดั้งเดิม (แบบเติมน้ำแข็ง) และต้นแบบเครื่องประคบเย็นซึ่งได้วิจัยและพัฒนาขึ้น

2. เก็บข้อมูลความพึงพอใจของการพัฒนาเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้ตามมาตรฐานในการลดความเจ็บปวดของผู้ป่วยสูงอายุหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า เพื่อใช้พัฒนาเครื่องมือวิจัยและเครื่องมือทางการแพทย์ต่อไป โดยใช้แบบสอบถามความพึงใจและแบบสัมภาษณ์ในสถานพยาบาลกับกลุ่มตัวอย่างบุคลากรทางการแพทย์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1.วิเคราะห์ผลด้านประสิทธิภาพการควบคุมอุณหภูมิของแผ่นประคบเย็นจากเครื่องประคบเย็นแบบดั้งเดิมและต้นแบบเครื่องประคบเย็นซึ่งได้วิจัยและพัฒนาขึ้น

2. วิเคราะห์ความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างต้นแบบเครื่องประคบเย็น

การสร้างเครื่องประคบเย็นควบคุมอุณหภูมิได้ออกแบบตามหลักวิศวกรรม เพื่อให้ปลอดภัยต่อผู้วิจัยและอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย เครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้ อุปกรณ์ภายในไว้บรรจุอย่างมิดชิดด้วยโครงอลูมิเนียม 304 มีความแข็งแรง แสดงใน Figure 2 และแผ่นประคบเย็นบริเวณเข่า

เครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิ

แผ่นประคบเย็นที่บริเวณเข่า

ตัวอย่างการประคบเย็นด้วยเครื่องต้นแบบ

Figure 2 Prototype components of a cryo-cuff temperature control machine.

1.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานความเย็นของเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้

การทดสอบประสิทธิภาพการทำความเย็นตามความต้องการของแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู อยู่ในช่วง 10 - 20 องศาเซลเซียส โดยช่วงเวลาในการประคบไม่เกิน 20 นาทีต่อครั้ง คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและปรับค่าการทำความเย็นของเครื่องประคบเย็นตามที่แพทย์กำหนดให้ ซึ่งความเย็นของน้ำในถังเก็บที่เหมาะสมในการตั้งค่ามาตรฐานไว้ ที่ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการทำความเย็น ประมาณ 10 นาที เครื่องจึงพร้อมใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานจะกดสวิตซ์ปั๊มน้ำเย็นไปที่แผ่นประคบเย็น ตั้งค่าระยะเวลาการไหลเวียนน้ำ 20 วินาที ต่อรอบ เพื่อรักษาอุณหภูมิที่แผ่นประคบเย็นให้อยู่ในช่วง 10 - 20 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงเวลาในการรักษาความเย็นที่แผ่นประคบเย็นประมาณ 30 นาที compressor ก็จะทำความเย็นต่อเนื่องอีกครั้ง ทำการวัดและบันทึกผลค่าอุณหภูมิที่แผ่นประคบเย็น

เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้เป็นไปตามความต้องการของแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู โดยอุณหภูมิที่แผ่นประคบเย็นอยู่ในช่วง 10 - 20 องศาเซลเซียส เครื่องต้นแบบประคบเย็น (cryo cuff)

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดการใช้งาน 16 ± 3 องศาเซลเซียส ซึ่งเครื่องพร้อมใช้งานตลอดเมื่อต้องการใช้งาน ดังแสดงในภาพกราฟการทำงานใน Figure 3 และเครื่องประคบเย็นแบบเติมน้ำแข็ง อุณหภูมิที่แผ่นประคบเย็นสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยอุณหภูมิจะสูงมากขึ้นตามการละลายของน้ำแข็งในถังเก็บความเย็น ดังกราฟใน Figure 3 จะเห็นได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที อุณหภูมิสูงขึ้นเกิน 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานของการประคบเย็น หากต้องการประคบเย็นต้องทำการเปลี่ยนหรือเพิ่มน้ำแข็งและทำการวัดค่าอุณหภูมิให้ได้ค่าตามมารฐานการประคบเย็น และต้องคอยวัดและควบคุมอุณหภูมิตลอดช่วงเวลาการประคบเย็น

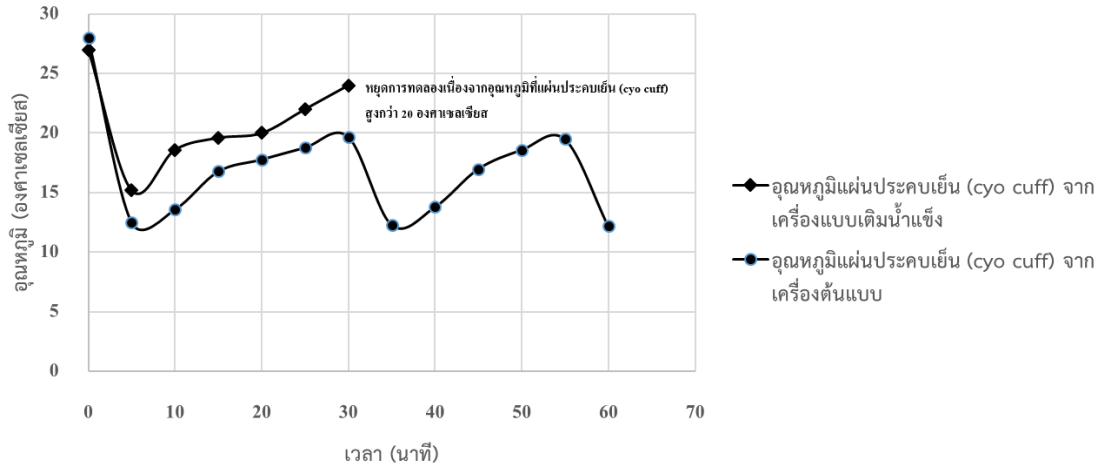

Figure 3 Performance comparison graph of ice-filled cryo-cuff and cryo-cuff prototype

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพความปลอดภัยของเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและตรวจสอบความปลอดภัยของการใช้งานเครื่องค่ากระแสรั่วไหลส่วนที่มีไฟฟ้ากับส่วนโลหะที่สัมผัสได้ 1 mA ต่ำกว่าขีดพิกัดกระแสไฟฟ้ารั่วไม่เกิน 30 mA ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 909 - 2548 สำหรับเครื่องตัดไฟรั่วแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

2. ผลการศึกษาเครื่องต้นประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้ในอาสาสมัคร

ผลการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์

ตัวอย่างการทดลองเบื้องต้นกับผู้ช่วยนักวิจัย แสดงดัง Figure 2 เพื่อประเมินความพึงพอใจ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือประเมินความพึงพอใจด้านต่าง ๆ ได้แก่ ประโยชน์ของเครื่องมือ, ความสะดวกในการใช้งาน, คุณภาพการผลิตเครื่องมือ และความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องต้นแบบ

โดยการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์ เลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 20 คน จากกลุ่มงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลราชพิพัฒน์ จำนวน 12 คน และจากกลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลกลาง จำนวน 8 คน ประกอบด้วยแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู จำนวน 2 คน แพทย์ออร์โธปิดิกส์ จำนวน 2 คน นักกายภาพบำบัด จำนวน 7 คน พยาบาลกลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ จำนวน 4 คน และเจ้าหน้าที่ดูแลผู้ป่วย จำนวน 5 คน แสดงผลจากแบบสอบถามดัง Table 1

Table 1 Satisfaction assessment results from questionnaires

Questions for assessing satisfaction	Frequency of score					Mean	S.D.
	5 n (%)	4 n (%)	3 n (%)	2 n (%)	1 n (%)		
In terms of usability							
Could this cold compress be more effective than the old one (filled with ice)?	9(45%)	10(50%)	1(5%)	0	0	4.4	0.6
Do you think you can use this cold compress prototype on patients?	7(35%)	11(55%)	1(5%)	1(5%)	0	4.2	0.77
Can this temperature-controlled cold compress be used as a research tool in clinical settings?	7(35%)	11(55%)	1(5%)	1(5%)	0	4.2	0.77
In terms of ease of use							
Is it more convenient than traditional machines?	6(30%)	11(55%)	2(10%)	1(5%)	0	4.1	0.79
In terms of tool production quality							
Should this cold compress machine be further researched and developed to expand into industrial production?	6(30%)	11(55%)	3(15%)	0	0	4.15	0.67
How satisfied are you overall with the quality of the tool's production?	1(5%)	14(70%)	4(20%)	1(5%)	0	3.7	0.64
In terms of security							
Confidence in use and safety?	3(15%)	15(75%)	2(10%)	0	0	4.0	0.51

ความพึงพอใจด้านประโยชน์การใช้งาน ผลการประเมินความพึงพอใจเชิงเปรียบเทียบกับเครื่องแบบเติมน้ำแข็ง บุคลากรทางการแพทย์เห็นถึงประโยชน์ ผลของการวิจัยและพัฒนาเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์สามารถนำเครื่องต้นแบบนี้ ไปทำการศึกษาด้านคลินิกรักษาได้ ทั้งในระดับรักษาและระดับวิจัยเทคนิคการประคบเย็นเพื่อลดอาการปวดภายหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ซึ่งคะแนนอยู่ในระดับพอใจมากที่สุดและพอใจมาก รวมเป็นร้อยละ 92โดยค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 (Mean = 4.3 , S.D. = 3.2)

ความพึงพอใจด้านความสะดวกในการใช้งาน ผลการประเมินความพึงพอใจมีความสะดวกมากขึ้นจากการเปรียบเทียบกับเครื่องประคบเย็นแบบเติมน้ำแข็ง ความพึงพอใจด้านความปลอดภัย อยู่ในระดับพอใจมากที่สุดและพอใจมาก รวมเป็นร้อยละ 85 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 (Mean = 4.1, S.D. = 0.79)

ความพึงพอใจด้านคุณภาพการผลิตเครื่องมือ บุคลากรณ์ทางการแพทย์มีความเข้าใจและได้ทดลองใช้เครื่องต้นแบบ ซึ่งได้มีความคิดเห็นสนับสนุนและเห็นด้วยว่าเครื่องประคบเย็นนี้ควรวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปขยายผลด้านการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ความพึงพอใจโดยรวมของคุณภาพการผลิตเครื่องมือ ของบุคลากรณ์ทางการแพทย์อยู่ในระดับพอใจมากที่สุดและพอใจมาก รวมเป็นร้อยละ 80 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 (Mean = 3.95 , S.D. = 0.28)

ความเชื่อมั่นในการใช้และความปลอดภัย บุคลากรณ์ทางการแพทย์ได้ดูการสาธิตการใช้งานเครื่องและได้ทดลองใช้เครื่องมือต้นแบบ ด้วยอุปกรณ์ภายในบรรจุอย่างมิดชิดด้วยโครงสแตนเลส 304 มีความแข็งแรง รวมถึงผู้ป่วยสัมผัสเพียงแผ่นประคบเย็น ที่ทำจากฉนวนไฟฟ้า จึงมีความมั่นใจในความปลอดภัยในการนำไปใช้ในงานกายภาพบำบัดได้ ความพึงพอใจด้านความปลอดภัย อยู่ในระดับพอใจมากที่สุดและพอใจมาก รวมเป็นที่ร้อยละ 90 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 (Mean = 4.1 , S.D. = 0.51)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากบุคลากรทางการแพทย์ ต้องการให้ลดขนาดและน้ำหนักของเครื่องต้นแบบ เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น รวมถึงการทำความเย็นให้ได้อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ใกล้เคียงกับแผ่นประคบเย็นแบบเจลแช่แข็ง (cold pack) เพื่อให้สามารถใช้ลดความเจ็บปวดได้กับแผลผ่าตัดใหม่ ซึ่งเป็นการลดความเจ็บปวดแบบเฉียบพลัน ในกลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ได้

อภิปรายผล

การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือประคบเย็นเพื่อลดอาการเจ็บปวดในผู้ป่วยที่ผ่านมาอยู่ในพื้นฐานของเครื่องประคบเย็นแบบถังเติมน้ำแข็ง โดยสิ่งประดิษฐ์ต้นแบบ เป็นการเลือกใช้วัสดุที่หาง่ายในโรงพยาบาล เช่นถุงปัสสาวะบรรจุน้ำเย็นเพื่อใช้ประคบเย็น (Charoenbhakdi & Homla, 2021) และได้

ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยผ่าตัดกระดูกของโรงพยาบาล งานวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อยอดโดยการนำเทคโนโลยีเครื่องทำความเย็นเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้เครื่องต้นแบบที่มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นร่วมกับการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการใช้งานได้ตลอดช่วงเวลาการใช้งานกับผู้ป่วย ตามที่แพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟูต้องการ และงานวิจัยนี้ได้เพิ่มเติมการสำรวจความพึงพอใจกับบุคลากรทางการแพทย์เพื่อศึกษาและวิจัยเครื่องต้นแบบ ในระดับก่อนทำการวิจัยในผู้ป่วย (pre-clinical study) เพื่อทดสอบสมรรถนะและความปลอดภัยของต้นแบบเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิ เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์ได้นำผลการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางศึกษาและวิจัยด้านคลินิกรักษาเทคนิคการประคบเย็นเพื่อลดความเจ็บปวดในผู้ป่วยต่อไป

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ข้อจำกัดด้านเครื่องมือ เนื่องจากต้นแบบเครื่องประคบเย็นเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากบุคลากรทางการแพทย์เพื่อนำไปสู่การใช้งานด้านคลินิกอาจจะไม่ครอบคลุมเพียงพอ แต่การสร้างข้อคำถามจำนวนมากอาจทำให้ผู้ตอบคำถามเกิดความเบื่อหน่ายในการตอบคำถามได้

2. กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อย เนื่องจากบุคลากรทางการแพทย์ที่มีประสบการณ์ใช้งานเครื่องประคบเย็นและมีประสบการณ์การดูแลผู้ป่วยผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ภายในโรงพยาบาลที่ทำการศึกษามีจำนวนจำกัด การเพิ่มกลุ่มตัวอย่างในโรงพยาบาล อื่น ๆ ต้องจัดทำข้อเสนอโครงการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในคนใหม่ ตามสังกัดพื้นที่ของสถานพยาบาลที่ต้องการศึกษา ก่อนทำการศึกษาเพิ่มเติม

สรุป

การวิจัยและพัฒนาเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้ เพื่อใช้ในงานกายภาพบำบัด บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย จากผลการทดลองสามารถพัฒนาสร้างเครื่องต้นแบบให้สามารถคงอุณหภูมิ 10 - 20 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงเวลาการรักษาที่ไม่เกิน 20 นาที ต่อครั้ง ตามที่แพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟูต้องการได้ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและตรวจสอบความปลอดภัยของการใช้งานเครื่องต้นแบบ ผลงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตน้ำเย็นด้วยระบบคอมเพรสเซอร์ เพื่อรักษาอุณหภูมิที่แผ่นประคบเย็นโดยเฉลี่ยที่ 16 ± 3 องศาเซลเซียส จึงทำให้เครื่องต้นแบบพร้อมใช้งาน ซึ่งทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้นไม่ต้องคอยเติมน้ำแข็งใหม่ทุกครั้งที่ทำการประคบเย็น

ผลการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์ จำนวน 20 คน ในระดับก่อนทำการวิจัยในผู้ป่วยเพื่อทดสอบสมรรถนะและความปลอดภัยของเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิ โดยประเมินความพึงพอใจของบุคลากร ที่โรงพยาบาลในสังกัดกรุงเทพมหานคร (กลุ่มงานกลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลกลาง และกลุ่มงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลราชพิพัฒน์) ซึ่งได้ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้เครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิหลังจาการสาธิตการใช้งาน ในด้าน ประโยชน์ ความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งานและคุณภาพการผลิตเครื่องมือ ผลการศึกษาพบว่าบุคลากรทางการแพทย์มีความพึงพอใจระดับพอใจมากที่สุด และพอใจมาก โดยผลรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การศึกษาและวิจัยเครื่องต้นแบบในระดับก่อนทำการวิจัยในผู้ป่วยนี้เพื่อทดสอบสมรรถนะและความปลอดภัยของต้นแบบเครื่องประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์สามารถใช้เป็นแนวทางในกระบวนการทดลองและใช้เป็นเครื่องมือเพื่อศึกษาและวิจัยในด้านคลินิกรักษาเวชศาสตร์ฟื้นฟูเพื่อวิจัยในตัวผู้ป่วยต่อไปได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การพัฒนาเครื่องต้นแบบให้มีน้ำหนักน้อยลง เพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายในการใช้งานมากขึ้น การออกแบบแผ่นประคบเย็นเพื่อใช้ในส่วนอื่น ๆ ของร่างกายได้ เช่น การประคบเย็นที่บริเวณไหล่ บริเวณหลัง บริเวณส้นเท้า เป็นต้น ซึ่งเป็นจุดที่พบผู้ป่วยในงานเวชศาสตร์ฟื้นฟูจำนวนมากในปัจจุบันในภาวะความเจ็บปวดหลังการผ่าตัด ภาวะโรคลมร้อน (Heat stoke) ทั้งผู้ป่วยสูงวัย ผู้ป่วยอุบัติเหตุ รวมถึงนักกีฬาที่บาดเจ็บจากการซ้อมและการแข่งขันกีฬา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณที่ได้รับการสนับสนุนการดำเนินงานโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ร่วมกับโครงการวิจัยมูลฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ สัญญาเลขที่ FRB6743/2567 รหัสโครงการ 192972โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเครื่องประคบร้อนและประคบเย็นแบบควบคุมอุณหภูมิได้เพื่อใช้ลดอาการปวด ภายหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า ปีงบประมาณ 2567 ขอขอบพระคุณที่ปรึกษาโครงการวิจัย พญ. ฐิติมาน งามเจริญรุจี, นพ.ณัฐเดช เมฆรุ่งจรัส, นพ. ปิติ ฉลองวิริยะเลิศ, นส.ชญาน์ทิพย์ สิงควัฒน์ และคุณจตุพงษ์ ภูกิ่งหิน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และคำแนะนำตลอดการทำวิจัย

รายการอ้างอิง (References)

Charoenbhakdi, J., & Homla, W. (2021), An innovative “Wonder Cold Pad for pain relief” in patients with orthopedic surgery. *Thai Journal of Nursing*, *70*(3), 20 - 28. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TJN/article/download/253666/172477

Ding, Z., Li, J., Xu, B., Cao, J., Li, H., & Zhou, Z. (2022), Preoperative High Sleep Quality Predicts Further Decrease in Length of Stay After Total Joint Arthroplasty Under Enhanced Recovery Short-Stay Program: Experience in 604 Patients from a Single Team. *Orthopaedic Surgery*, *14*(9), 1989 – 1997. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35855669

Ding, Z., Xu, B., Liang, Z., Wang, H., Luo, Z., & Zhou, Z. (2020), Limited Influence of Comorbidities on Length of Stay After Total Hip Arthroplasty: Experience of Enhanced Recovery After Surgery. *Orthopaedic Surgery*, *12*(1), 153 – 161. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31885219

Eamchunprathip, S., & Tepapal, T. (2017), Effects of Cold Compression with Self-efficacy on the Pain and Recovery Among Patients Received Open Reduction Internal Fixation of femur. *Nursing Journal*, *44* (1), 39 - 49. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/cmunursing/article/view/91120

Eungapithum, N., Parisunyakul, S., & Sansiriphun, N. (2012), Effect of Cold and Heat Compression on Labor Pain. *Nursing Journal*, *39*(4), 46 - 58. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/cmunursing/article/download/7365/6372/

Forsyth, A.L., Zourikian, N. Valentino, L.A., & Rivard, G.E. (2012). The Effect of Cooling on Coagulation and Haemostasis: Should “Ice” Be Part of Treatment of Acute Haemarthrosis in Haemophilia?. *Haemophilia*, *18*(6), 843 – 850. http://doi.org/10.1111/j.1365-2516.2012.02918.x

Kullenberg, B., Ylipa, S., Soderlund, K., & Resch, S. (2006). Postoperative cryotherapy after total knee arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, *21,* 1176 - 1179. http://doi.org/10.1016/j.arth.2006.02.159

Liao, X., & Xu, X. (2022), The Effect of Cold Therapy Combined With ERAS in the Postoperative Care of Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty, *American Journal of Translational Research*, *14*(5), 3154 – 3163. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9185063

Mistry, J.B., Randa, D.K., Bhave, E.A., Chughtai, M., Cherian, J.J., McGinn, T., Harwin, S.F., & Mont, M.A. (2016), Rehabilitative Guidelines After Total Knee Arthroplasty: A Review. *Journal of Knee Surgery*, *29*(3), 201 – 217. https://2024.sci-hub.st/5139/5eb4207f61505e60e4c1b363cf98e1af/mistry2016.pdf

Trakarnjan, N., & Yodphithak, P. (2020), Rehabilitation of Patients after Artificial Knee Replacement Surgery. *Regional Health Promotion Center 9 Journal*, *14*(34), 271 - 284. http://doi.org/10.1111/j.1365-2516.2012.02918.x

Wainwright, T.W., Gill, M., McDonald, D.A., Middleton, R.G., Reed, M., Sahota, O., Yates, P., & Ljungqvist, O. (2020), Consensus Statement for Perioperative Care in Total Hip Replacement and Total Knee Replacement Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society Recommendations. *Acta Orthopaedica*, *91*(1), 3 – 19. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31663402