

เสื้อประคบร้อนและนวดเต้านมด้วยเทคนิคการสั่นแบบคลื่นหมุนวน สำหรับเร่งการหลั่งน้ำนมของแม่หลังคลอด

Development of a Heated Breast Compress and Massage Device Using Rotational Wave Vibration Technology to Stimulate Postpartum Breast Milk Expression

รศจรินทร์ รัตนสุนทร*¹ วรัญญา แสงพิทักษ์² ศุภชัย ยิ่งเจริญ³

Rodjarin Rattanasoontron*¹ Waralya Sangpithak² Suphachai Yingcharoen³

¹คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10800

¹Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand 10800

²คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก นนทบุรี ประเทศไทย 11000

²Faculty of Nursing, Praboromarajchanok Institute, Nonthaburi, Thailand 11000

³คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน นครปฐม ประเทศไทย 73000

³Faculty of Health Science, Christian University, Nakhon Prathom, Thailand 73000

บทคัดย่อ

นมแม่ถือเป็นสิ่งที่มีประโยชน์สำหรับลูกเพราะมีสารอาหารที่สมบูรณ์ช่วยในการเจริญเติบโตของเด็กมีสารอาหารที่สำคัญกว่า 200 ชนิด เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว สารในระบบภูมิคุ้มกันจากแม่ที่มีผลต่อทารก เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย แต่ถ้าพบอาการคัดเต้านมจะมีผลทำให้มารดาเกิดความเครียดหลังคลอด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาการให้นมหลังคลอด เสื้อประคบร้อนและนวดเต้านมจึงเป็นตัวช่วย ด้วยเทคนิคการสั่นแบบคลื่นหมุนวนสำหรับเร่งการหลั่งน้ำนมของแม่หลังคลอด จะติดตั้งชุดให้กำเนิดความร้อนแบบไฟฟ้ากระแสตรงกำลังงาน 10 วัตต์ โดยใช้หลอดความร้อนชนิดนิโครม และมอเตอร์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางวัสดุที่ใช้ออกแบบเป็นลวดจะมีค่าความต้านทานต่อความยาวมีค่าคงที่ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้า ค่าความต้านทานจะไม่เปลี่ยนแปลงทำให้การควบคุมความร้อนที่กำเนิดออกมาควบคุมได้ แนวคิดการออกแบบวัสดุที่นำมาสร้างชุดให้กำเนิดความร้อนออกแบบให้เป็นส่วนหนึ่งของเสื้อชุดชั้นในที่ออกแบบให้เข้ารูป ป้องกันความร้อนผิวรอยต่อท่อไฟเบอร์ใยแก้วเป็นฉนวนกัน กลไกนวดเต้านมแบบสั่นหลายทิศทางใช้กลไกเหวี่ยงแบบไม่สมดุลมอเตอร์รอบหมุนสูงปรับค่าแรงสั่นแบบสัมพันธ์ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานโดยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ จ่ายพลังงานแบตเตอรี่ลิเทียม โพลีเมอร์ ขนาด 11.7V 5200mA 30C

คำสำคัญ : เสื้อประคบร้อน, นวดเต้านม, การสั่นแบบคลื่นหมุนวน, การหลั่งน้ำนม, แม่หลังคลอด

Abstract

Breast milk is beneficial to the baby because it contains complete nutrients that help the baby grow. It contains more than 200 important nutrients, such as white blood cells, immune system substances from the mother that affect the baby, suitable for the growth of the body. However, if the breasts are engorged, it will cause stress to the mother after childbirth. To help solve the problem of breastfeeding after childbirth, a hot

Corresponding author : * E-mail: rodjarin.r@sci.kmutnb.ac.th

วันที่รับ (received) 6 พ.ย. 2567 วันที่แก้ไขเสร็จ (revised) 20 ม.ค. 2568 วันที่ตอบรับ (accepted) 1 ก.พ. 2568

ปีที่ 26 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2568
Vol. 26 No.1 January - April 2025

compress and breast massage shirt is a helper. With a swirling vibration technique to accelerate the secretion of milk in mothers after childbirth, it will be equipped with a 10-watt DC electric heating set using a nichrome heating wire and a centrifugal motor. The material used in the design is a wire that has a constant resistance value when supplying electricity. The resistance value will not change, allowing the control of the heat generated to be controlled. The design concept of the material used to create the heating set is designed to be a part of the underwear that is designed to fit the shape, preventing heat. The fiberglass pipe joint surface is an insulator. The multi-directional breast massage mechanism uses an asymmetric swing mechanism. The high-speed motor adjusts the relative vibration value. Controlled by a microcontroller. It works with a DC voltage of 12 volts, powered by a 11.7V 5200mA 30C lithium polymer battery.

Keywords : Hot compress, Breast massage, Swirling vibration, Lactation, Postpartum motherhood

บทนำ

นมแม่ถือเป็นสิ่งที่มีประโยชน์สำหรับลูกเพราะมีสารอาหารที่สมบูรณ์ช่วยในการเจริญเติบโตของเด็กให้สมกับช่วงวัย มีสารอาหารเป็นส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญกว่า 200 ชนิด เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว สารในระบบภูมิคุ้มกัน ฮอโมนสารคัดหลั่งจากแม่ที่มีผลต่อสุขภาพทารก เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของร่างกายแต่ถ้าพบอาการคัดเต้านม พบภาวะอาการบวม และร้อนเต้านมปรากฏเต้านมมีสีแดงขึ้น ส่งผลให้มารดาเกิดความเครียดหลังคลอดและทำให้ทารกเกิดภาวะตัวเหลืองได้ การสร้างน้ำนมในระยะหลังคลอดหรือระยะ Lactogenesis II เกิดขึ้นหลังรกลดระดับฮอโมน โปรเจส เทอโรนจะลดลงอย่างรวดเร็วขณะที่ฮอโมนโพรแลคตินในกระแสเลือดสูงขึ้นกระตุ้นให้เกิดการสร้างน้ำนมในระยะ 3 วันแรกหลังคลอดหากทารกได้ดูดกระตุ้นหรือมีการสัมผัสบริเวณหัวนมมารดาเกิดการส่งกระแสประสาทไปยัง Hypothalamus กระตุ้น Anterior pituitary gland ให้หลั่งฮอโมนโพรแลคตินเพิ่มขึ้นเกิดการจับตัวกันของโพรแลคตินและ Receptor ที่บริเวณ Alveolar cell เพิ่มขึ้นส่งผลให้สกัดน้ำนมได้มากขึ้น การหลั่งน้ำนมของมารดาหลังคลอด 1-2 วันแรกหลังคลอดเต้านมจะมีการขับน้ำเหลืองใสๆ ออกมาเป็นจำนวนน้อยเรียกว่า หัวน้ำนม ในมารดาครรภ์แรกจะมีน้ำนมในวันที่ 3-4 หลังคลอด และในครรภ์หลังจะมีน้ำนมในวันที่ 2^{1,3}

การคัดตึงเต้านม เป็นภาวะที่มีการคั่งของน้ำนมเลือด หรือน้ำเหลืองภายในเต้านมทำให้เกิดอาการคัดตึงเต้านมเกิดจากสาเหตุ ร่างกายสร้างน้ำนมได้มากกว่าปริมาณที่ลูกกินแม่ทั้งช่วงการให้ลูกกินนมนานเกินไปให้นมลูกไม่บ่อยพอ จำกัดเวลาการให้นมลูกหรือไม่ได้บีบออกในช่วงที่ลูกไม่ได้ดูด ทำให้มี

น้ำนมสะสมในเต้านมมาก คลำจะรู้สึกก้อน มองเห็นเส้นเลือดใต้ผิวหนังชัดเจนส่วนใหญ่แล้วจะเกิดขึ้นที่บริเวณส่วนบนทางด้านนอกของเต้านมทั้งสองข้างและอาจจะขยายออกไปจนถึงบริเวณรักแร้อาการคัดตึงเต้านม ทำให้อาการคัดตึงเต้านมกระจายไปทั่วทั้งเต้านมและการคัดตึงเต้านมจะส่งผลให้มารดาเกิดความไม่สุขสบาย และไม่ต้องการให้นมทารก ส่งผลให้ทารกได้รับน้ำนมไม่เพียงพอได้ ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหานี้คือ ประคบเต้านมด้วยวัสดุเก็บความร้อนอุณหภูมิ 38.4-47.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 20 นาทีพบว่า เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการบำบัด (Cameron, 2009) อุปกรณ์ที่ใช้ประคบควรใช้ผ้าขนหนูผืนใหญ่พอที่จะหุ้มเต้าได้โดยรอบตามด้วยการนวดคลึงเต้า หรือ บีบน้ำนมออกจนลานหัวนมนุ่มลงจะช่วยให้ลูกจับลานหัวนมง่ายขึ้น และให้ลูกดูดนมบ่อยมากขึ้นอย่างน้อยทุก 2 ชั่วโมง - 2 ชั่วโมง 30 นาที ดูดให้ลูกวิธีเพื่อระบายน้ำนมออกจากเต้าให้ได้มากที่สุด และต้องให้ดูดในเวลากลางคืนด้วย มิฉะนั้นเต้านมจะคัดในวันรุ่งขึ้นอีกถ้าไม่สามารถให้นมลูกได้ตามเวลา ควรบีบน้ำนมออกเก็บไว้ รูปแบบการนวด-ประคบเต้านม^{2,5}

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าได้มีการวิจัยสร้างลูกประคบเจลโพลิเมอร์แบบอุ่นขึ้น ผลผลิตจากเส้นใยโพลิเมอร์นำไปแช่ในน้ำร้อน 70 องศาเซลเซียส นำไปใช้ประคบเป็นเวลา 20 นาที พบว่า แนวทางการแก้ไขปัญหานี้คือการให้นมของน้ำนม คือ ให้ความร้อนชื้น (moist heat) โดยตรงแก่เนื้อเยื่อซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งสำหรับการรักษาทางกายภาพบำบัดเพื่อประโยชน์ในการบำบัดรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาทางระบบประสาท โครงร่างและกล้ามเนื้อ เพื่อคลายกล้ามเนื้อ เพิ่มความยืดหยุ่น

ลดปวดช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิตและการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ⁴ โดยอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนจากอุปกรณ์แผ่นประคบร้อนเข้าสู่ผิวหนังและเนื้อเยื่อขณะทำการวางประคบ ผลลัพธ์ที่แผ่นประคบร้อนที่ใช้ในทางกายภาพบำบัดในปัจจุบันนั้น ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ตลอดจนต้องใช้ร่วมกับถังต้ม ซึ่งเป็นครุภัณฑ์ที่มีราคาแพงและต้องใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ไม่สะดวกต่อการใช้งานในครัวเรือนและที่ทำงาน แนวทางการแก้ไขปัญหาคือการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ การประคบเต้านมด้วยชิ้นในไออน นำไปสวมใส่เพื่อประคบเต้านม ผลการศึกษาพบว่าลดภาวะคัดตึงเต้านมมารดาหลังคลอดได้มากกว่าผ้าชุบน้ำอุ่น 2.5 เท่า จึงเป็นที่มาให้เกิดนวัตกรรม “**เสื้อประคบร้อนและนวดเต้านมด้วยเทคนิคการสั่นแบบคลื่นหมุนวนสำหรับเร่งการหลั่งน้ำนมของแม่หลังคลอด**” เพื่อเน้นความสะดวกต่อการใช้งาน บรรเทาปวด ลดโอกาสเกิดเต้านมอักเสบที่ส่งผลต่อการเลี้ยงทารกด้วยนมแม่ โดยขอบเขตของการศึกษาสามารถควบคุมอุณหภูมิของเสื้อประคบร้อนได้ สามารถควบคุมทิศทางของการสั่นของคลื่นหมุนวนได้ และสามารถปรับค่าแรงสั่นให้เหมาะสมกับเต้านมได้

วัตถุประสงค์

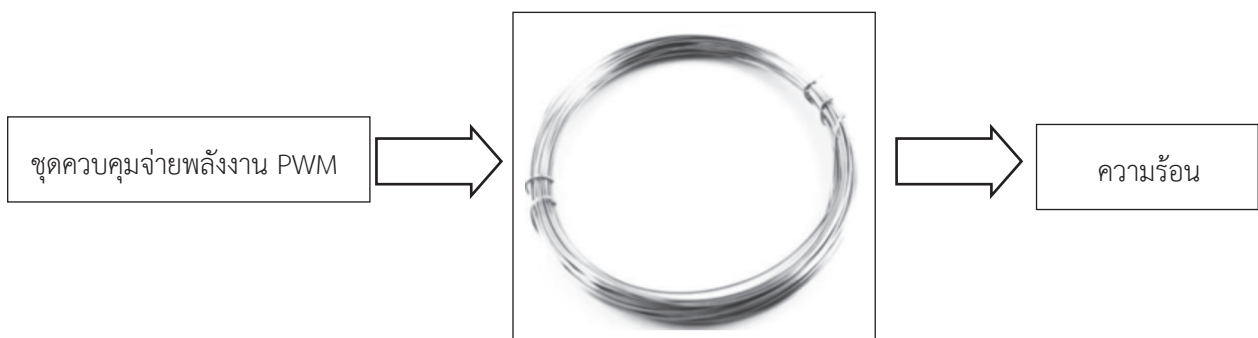
1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเสื้อประคบควบคุมความร้อนและนวดเต้านมด้วยเทคนิคการสั่นแบบคลื่นหมุนวน สำหรับเร่งการหลั่งน้ำนมของแม่หลังคลอดและสะดวกต่อการพกพา

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเสื้อประคบควบคุมความร้อนและนวดเต้านมด้วยเทคนิคการสั่นแบบคลื่นหมุนวน สำหรับเร่งการหลั่งน้ำนมของแม่หลังคลอด

ขั้นตอนในการพัฒนานวัตกรรม

การพัฒนาเสื้อประคบควบคุมความร้อนและนวดเต้านมด้วยเทคนิคการสั่นแบบคลื่นหมุนวน ระบบกำเนิดอุณหภูมิแบ่งเครื่องมือออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการออกแบบสร้างเสื้อประคบที่ติดตั้งชุดให้กำเนิดความร้อนแบบไฟฟ้ากระแสตรงกำลังงาน 10 วัตต์ รูปที่ 1 ลดความร้อนชนิดนิโครม (nichrome wire) โดยเป็นวัสดุที่ออกแบบได้โดยลวดจะมีค่าความต้านทานต่อความยาวมีค่าคงที่ ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้า ค่าความต้านทานจะไม่เปลี่ยนแปลงทำให้การควบคุมความร้อนที่กำเนิดออกมาสามารถควบคุมได้โดยแนวคิดการออกแบบวัสดุที่นำมาสร้างชุดให้กำเนิดความร้อนออกแบบให้เป็นส่วนหนึ่งของเสื้อชุดชั้นในที่ออกแบบให้เข้ารูป โดยป้องกันการเกิดความร้อนผิวย่อยต่อด้วยการใช้ท่อโฟเบอร์ไยแก้วเป็นฉนวนกัน

กลไกนวดเต้านมแบบสั่นหลายทิศทาง ใช้กลไกเหวี่ยง



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการใช้ชุดควบคุมพลังงานให้กับลวดนิโครม

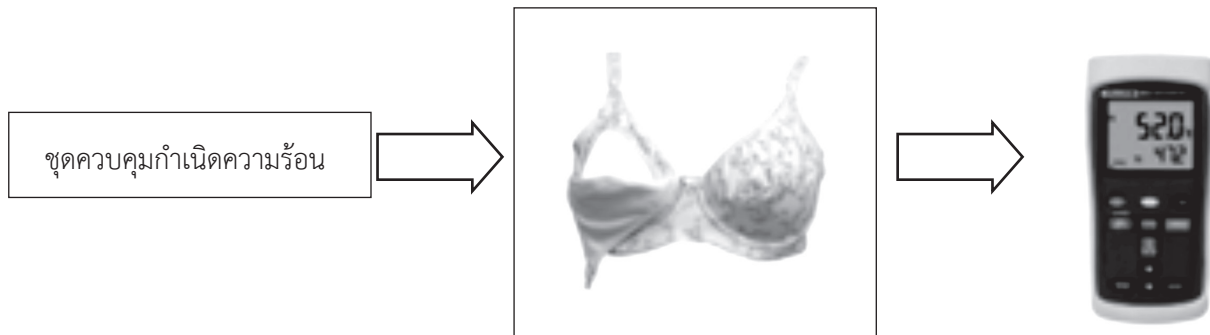
แบบไม่สมดุลมอเตอร์รอบหมุนสูงโดยสามารถปรับค่าแรงสั่นแบบสัมพันธ์ โดยจะออกแบบติดตั้งหลายจุดเพื่อใช้ในการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ให้ผลมากที่สุด ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั้งหมดทำงานโดยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ใช้แหล่งจ่ายพลังงานแบตเตอรี่ลิเทียม โพลีเมอร์ ขนาด 11.7V 5200mA 30C

ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ

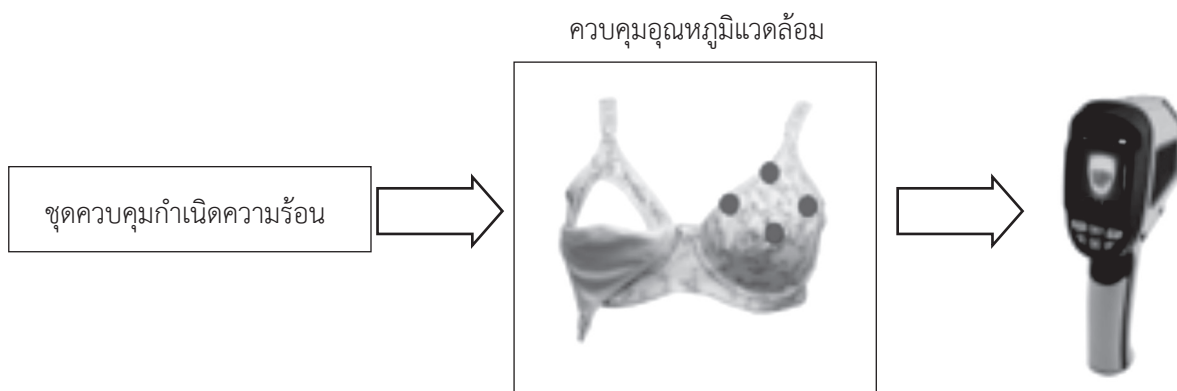
ของชุดควบคุมความร้อนแบบไฟฟ้า โดยด้านความสามารถการควบคุมอุณหภูมิ เครื่องมือที่ใช้ เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอลแบบบันทึกค่า ภาพที่ 2 เพื่อใช้ทดสอบการควบคุมความร้อน ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างเพื่อจำลองการนำไปใช้งานทั้งในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ หรือ ห้องอุณหภูมิธรรมชาติ และทดสอบคุณสมบัติพื้นที่กระจายความร้อน เครื่องมือที่ใช้ กล้องถ่ายภาพความร้อน (thermoscan) ภาพที่ 3 ทดสอบค่าความ

ร้อนที่จุดกำเนิดแต่ละตำแหน่งเทียบเทียบกันโดยเป้าหมายของ การออกแบบต้องใกล้เคียงกัน

การออกแบบระบบกำเนิดคลื่นสั่นหมุนวนแบ่งงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนการออกแบบแนวคิดจากการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางควบคุมอุณหภูมิแวดล้อม



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพของชุดควบคุมกำเนิดความร้อน

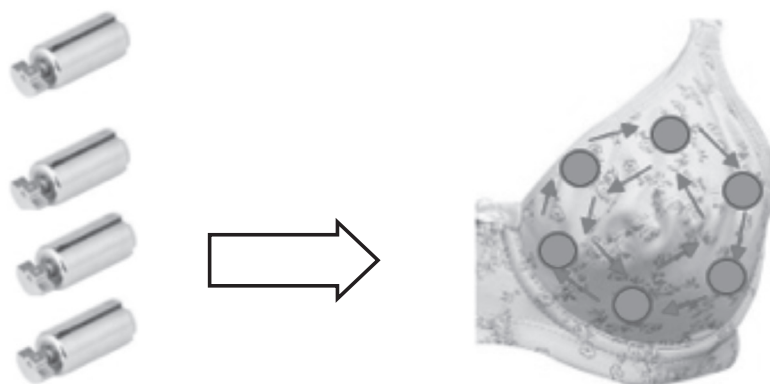


ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการกระจายความร้อนพื้นผิว

ยกกลางตั้ง รูปที่ 4 โดยทิศทางแนวแรงจะเกิดขึ้นขนานกับทิศทาง การหมุน ความถี่และความแรงคลื่น ควบคุมได้จากความเร็วรอบ การหมุนของมอเตอร์ โดยแนวคิดจากหลักการของคลื่นน้ำที่ กระทบตลิ่งแรงของคลื่นจะไม่เกิดพลังหากมีความถี่และยอด คลื่นเพียงคลื่นความถี่อย่างเดียว ผลของ ทำให้เกิดการหักเห การสอดแทรก ส่งผลให้เกิดทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในตัวนำ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องการที่จะส่งคลื่นที่มีการคลื่นแบบ หมุนวนลงไปยังเนื้อเยื่อรอบรารวมโดยให้เสมือนเป็นไปตาม หลักการนวดฐานเต้านม โดยสามารถจัดรูปแบบทิศทางและ ความแรงของคลื่นในการทดลองได้

มอเตอร์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่จะใช้ในการออก วิจัยเลือกใช้ความเร็วรอบ 5000 รอบต่อนาที แรงดันไฟฟ้ากระแส



รูปที่ 4 มอเตอร์สร้างแรงสั่นด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางติดตั้งแบบขนาน

ตรง 3 โวลต์ 100 มิลลิแอมป์ ติดตั้งฐานกับแผ่นฐานเปลี่ยนความถี่
คลื่นความถี่สูงเป็นความถี่ต่ำทำการยึดเป็นส่วนหนึ่งเสื้อประคบ
ทับบนตัวให้กำเนิดความร้อน การทดสอบประสิทธิภาพของ

กำเนิดแรงสั่นใช้เครื่องวัดแรงสั่นสะเทือน ภาพที่ 5

เมื่อกำหนดแนวทางการสร้างเสื้อประคบและ
ขนาดเต้านมนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่



ภาพที่ 5 ทดสอบความแรงของคลื่นและความถี่ของคลื่น

ผู้เชี่ยวชาญด้านการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญ
ด้านกลไก 1 ท่าน พยาบาลวิชาชีพ 1 ท่าน ตรวจสอบความตรง
ตามเนื้อหา (validity) ดำเนินการสร้างเสื้อประคบและ
ขนาดเต้านมที่เหมาะสมในการประคบ หลังจากสร้างเสร็จ
นำไปให้ ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง และนำ
ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับอาสาสมัครวิจัย
โดยนำไปทดลองใช้แบบกลุ่มย่อย (Small group testing)
พร้อมทำแบบวัดความปวดก่อนและหลังการประคบจากเสื้อ
ประคบและขนาดเต้านม ตรวจสอบค่าคะแนน และความคิดเห็น
และประเมินคุณภาพข้อมูล

การทดสอบและการออกแบบ

ส่วนประกอบของเสื้อในประคบอุ่นขนาดสั้น มี 4 ส่วน
คือ ส่วนของแหล่งกำเนิดความร้อน ส่วนของแหล่งกำเนิดแรง
สั่นสะเทือน ส่วนของแหล่งจ่ายพลังงาน และ ส่วนการควบคุม
การทำงานของระบบ

การออกแบบในส่วนของแหล่งกำเนิดความร้อน

แหล่งกำเนิดความร้อนโดยมีข้อจำกัดเรื่องแรงดัน
ไฟฟ้า 12 โวลต์ กระแส 3 แอมแปร์ เป้าหมายของอุณหภูมิ
ไม่น้อยกว่า 40 องศา มีการให้ความร้อนคงที่ทางผู้วิจัยได้มีวัสดุ
มาทำการทดสอบ 2 ชนิดคือ ลวดนิโครมเป็นวัสดุที่มีเป็นส่วน
ผสมกับนิเกิลกับโครเมียม หุ้มปลอกด้วยท่อใยแก้วเคลือบฉนวน
ไฟฟ้าขนาดปลอก 2 มิลลิเมตร และ คาร์บอนหุ้มซิลิโคนเทฟ

ลอน ขนาด 3 มิลลิเมตร โดยมีการทดสอบค่าการแผ่สนามไฟฟ้า
เพื่อใช้ในการพิจารณาโดยมีเป้าหมายค่าต่ำที่สุด น้อยกว่า
300V/m

เครื่องมือการทดสอบแหล่งกำเนิดความร้อน

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V 3 A (โหมต
แสดงค่ากระแส)
2. กล้องถ่ายภาพความร้อน ความละเอียด 220*160
ขนาดความละเอียด 300000 พิกเซล ค่าความถูกต้อง ± 2
 $^{\circ}\text{C}/\pm 2\%$ ค่าความไวในการตรวจวัด 0.07°C
3. มัลติมิเตอร์ PICOTEST M3500A 6 ½ Digit
Multimeter

ขั้นตอนการทดสอบแหล่งกำเนิดความร้อน

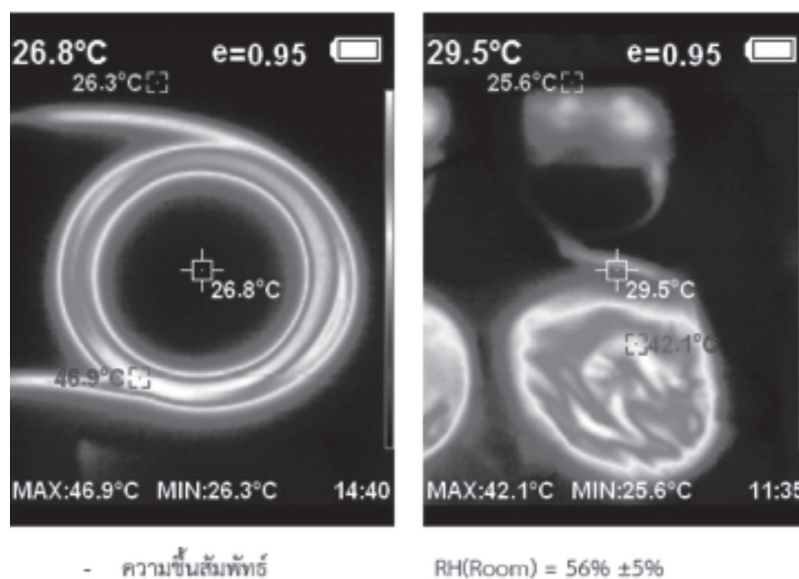
ตัดลวดนิโครม (Nichrome 60) ขนาด 0.25 มม
คุณสมบัติ 0.288 ต่อ/ซม เป็นวัสดุทดสอบ A และคาร์บอนหุ้ม
ซิลิโคนเทฟลอน (Teflon Silicon Carbon fibre) ขนาด 2 มม
คุณสมบัติ 33โอห์ม/เมตร เป็นวัสดุทดสอบ B ตัดความยาว 100
ซม. ทำการวัดค่าความต้านทานเพื่อคำนวณ ค่าพลังงานกระแส
ที่ใช้เทียบกับค่าความร้อนที่ผลิตได้

วัดด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนเพื่อดูค่าการทำความ
ร้อนและลักษณะสร้างความร้อน โดยการขดม้วนวัสดุทั้งสอง

วิธีการ \ ชนิดวัสดุ	ลวดนิโครม (Nichrome 60) [A]	คาร์บอนฟุ้งซิลิโคนเทฟลอน (Teflon Silicon Cabon fibre) [B]
การคำนวณ	28.8 โอห์ม	33.0 โอห์ม
การวัดด้วยโอห์มมิเตอร์	30.5 โอห์ม	34.5 โอห์ม
ทำการจ่ายไฟเข้าลวดทั้งสองโดยอ่านค่าพลังงานที่ใช้ ขณะจ่ายแรงดันคงที่ 12 V		
วิธีการ \ ชนิดวัสดุ	ลวดนิโครม (Nichrome 60) [A]	คาร์บอนฟุ้งซิลิโคนเทฟลอน (Teflon Silicon Cabon fibre) [B]
วัดด้วยแอมป์มิเตอร์	390 mA	340 mA

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง วางบนพื้นไม้ทางสีดำ เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงอุณหภูมิห้องที่ใช้ทดสอบ แสดงดังรูป 3-1

เปรียบเทียบโดยทดสอบจ่ายไฟนานเป็นเวลา 10 นาที และทำการวัดเทียบจำนวน 10 รอบ ช่วงเวลารอ 10 นาทีต่อรอบ



ภาพที่ 6 แสดงภาพถ่ายความร้อนที่วัดได้จากผิวและลักษณะการแผ่ความร้อน

การวัด พบว่าวัสดุ A มีค่าการกำเนิดความร้อนเฉลี่ย $46.3^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ และวัสดุ B มีค่า $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ มีค่าความแปรปรวนต่างกัน $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ด้านประสิทธิภาพการให้ความร้อนไม่มีความแตกต่างกัน

การทดสอบคุณสมบัติการแผ่สนามไฟฟ้า เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

1. Multi-Field EMF Meter TM-190 Tenmars (Electric Field mode) วัดได้สูงสุด 2000V/m ค่าความละเอียด 1V/m ค่าความแม่นยำ $\pm 7\% + 50\text{dgt}$
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V 3 A (โหมดแสดงค่ากระแส)

ขั้นตอนการทดสอบ

ทำการจ่ายไฟเข้าวัสดุทั้งสอง ใช้เครื่องวัดสนามไฟฟ้าวัดค่าที่ผิวของวัสดุ การจัดวางเครื่องมือดังภาพที่ 7 ทำการวัดโดยจ่ายไฟเข้าวัสดุนาน 10 นาทีและทำการวัด และ ทำการวัดซ้ำ ระยะเวลารอ 10 นาที พบว่า ค่าการเกิดสนามไฟฟ้าของวัสดุคาร์บอนมีค่าการแผ่สนามไฟฟ้าต่ำกว่าลวดนิโครม แสดงค่าตารางที่ 3

เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยความให้ตัวและผิวสัมผัสของวัสดุทั้งสอง ลวดนิโครม มีความแข็งและเปลี่ยนรูปแล้วไม่คืนตัว



ภาพที่ 7 ลักษณะการวางเครื่องมือวัดค่าการแผ่สนามไฟฟ้า

เครื่องมือวัด \ ชนิดวัสดุ	ลวดนิโครม (Nichrome 60) [A]	คาร์บอนหุ้มซิลิโคนเทฟลอน (Teflon Silicon Cabon fibre) [B]
ค่าการแผ่สนามไฟฟ้า (V/m)	1253.63 V/m	127.34 V/m

ตารางที่ 3-3 ค่าการแผ่พลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่างลวดนิโครมกับคาร์บอน

เมื่อเทียบกับซิลิโคนเทฟลอน ทางผู้ออกแบบจึงได้เลือกใช้วัสดุคาร์บอนหุ้มซิลิโคนเทฟลอน ใช้ในการติดตั้งกำเนิดร้อนให้กับเสื้อชั้นใน

การออกแบบส่วนของแหล่งกำเนิดแรงสั่นสะเทือน

แนวคิดออกแบบโดยต้องการคลื่นสั่นสะเทือนความถี่สูงส่งพลังงานไปยังรอบฐานเต้านมโดย ผู้ออกแบบได้ เลือกวิธีการสร้างแรงสั่นทางกลแบบแรงเหวี่ยงไม่สมดุล ภาพที่ 6-7 โดยจะทำการออกแบบโครงสร้างยึดโดยขึ้นรูปด้วยพลาสติกต้นแบบด้วย 3D โดยจะทำการทดสอบค่าแรงสั่นสะเทือนเปรียบเทียบ โดยจำการติดตั้งจำนวน 6 ตัว 5 ตัว 4 ตัว 3 ตัว ลักษณะการติดตั้งแบบวางระยะห่างสมดุล โดยวัดค่าโดย Vibration Meter 3 ค่า ได้แก่ ภายในช่วงความถี่ในการเคลื่อนที่ 10-1KHz วัดค่าอัตราเร่งของการเคลื่อนที่ (acceleration) m/s^2 peak ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Velocity) mm/s rms และระยะทางในการเคลื่อนที่ (displacement) mm p-p โดยค่าระยะทางในการเคลื่อนที่หมายถึงพลังงานทางกลที่สร้างขึ้นทำการทดสอบ 2 ลักษณะเปรียบเทียบกับโหลดอิสระและโหลดแรงกดสัมผัสต่างกันเพื่อจำลองประสิทธิภาพในการสร้างแรงเคลื่อนทางกลเมื่อสัมผัสกับ

ผิวหนังเนืองอกโดยควบคุมแรงกดด้วยเครื่องวัดแรงกดอ้างอิงควบคุมสิ่งแวดล้อมการทดสอบ โดยมีการดำเนินการดังนี้

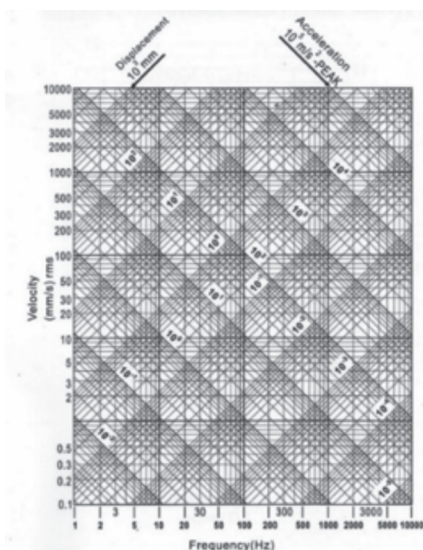
เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องวัดการสั่นสะเทือน คุณสมบัติดังนี้

- ชนิดของเซ็นเซอร์ Piezoelectric ceramic accelerometer (shear-type)
- ช่วงการวัดค่าอัตราเร่ง(Measurement range of acceleration) $0.1-199.99 m/s^2$ peak
- ช่วงการวัดความเร็ว (Measurement range of velocity) $0.1-199.9 m/s$ rms
- ช่วงการวัดระยะทาง(Measurement range of displacement) $0.001-1.999 mm$ p-p
- ค่าความถูกต้อง $\pm 5\% \pm 2$ digits และ ค่าช่วงความถี่ที่วัดได้ 10Hz – 1KHz

โดยมีความสัมพันธ์ของค่าอัตราเร่ง ความเร็ว และระยะทาง ดังภาพกราฟที่ 3-1

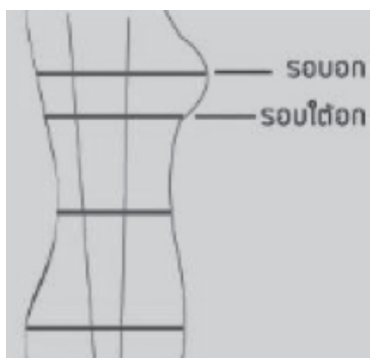
เครื่องวัดแรงกดดิจิทัล (Digital force gauge Model: HF-500) คุณสมบัติดังนี้



กราฟที่ 3-1 แสดงความสัมพันธ์ของค่าอัตราเร่ง ความเร่ง และระยะทางเทียบกับความถี่ปรากฏ

วัดแรงกดและดึงได้ พิกัดสูงสุด 500.0 N ค่าความถูกต้อง $\pm 0.5\%$ ค่าความละเอียด 0.1N

การออกแบบโครงสร้างเพื่อส่งแรงป็นนดโดยวิธีการ
 สั่นสะเทือน โดยมาตรฐานรอบวงของการวัดจากขนาดของเสื้อ
 ขึ้นยี่ห้อ Wacoal ที่ทางผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นฐานโครงสร้าง
 ขนาดเบอร์ 80-85 ค่าเฉลี่ยจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร



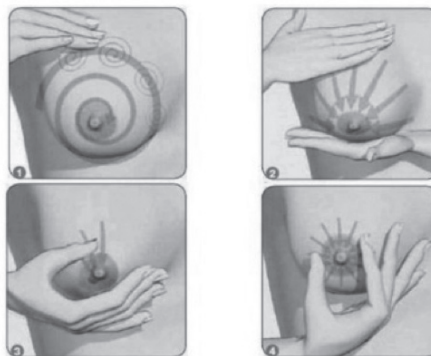
ภาพที่ 8 แสดงการวัดขนาดของเสื้อชั้นใน
โดยแนวทางการออกแบบตามแนวทางวิธีการนวดเต้านมแบบ
TBML Witt et al 2014

ต่อมน้ำนม (Milk glands) ดังภาพที่ 10

โดยใช้กลไกการเคลื่อนที่เชิงกลสร้างแรงบีบตัว โดยในขั้นตอนนี้ได้กำหนดค่าแรงการเคลื่อนที่หน่วยเป็น

โดยเป็นขนาดเรียก E มีขนาดวัดรอบได้ออก 83 – 87 ซม. ผลต่างระหว่างรอบอกลบกับรอบได้ออก 19-21 ซม. ดังภาพที่ 8 โดยมีรูปแบบดังภาพที่ 9

โดยทิศทางการส่งเสริมอัดเข้าสู่ฐานด้านม ที่ประกอบ
ด้วยมวล^๑ ... รกด้วย



ภาพที่ 9 ลักษณะวิธีการนวดเต้านมแบบ TBML

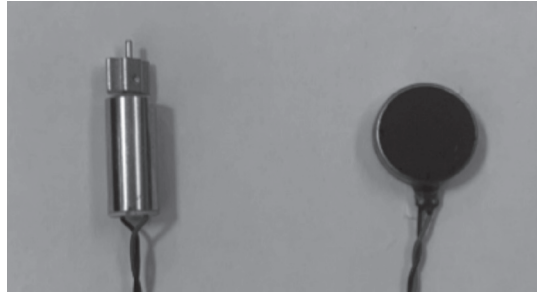


ภาพที่ 10 โครงสร้างและส่วนประกอบของเต้านม
ที่ส่งทิศทางส่งแรงบีบอัดเข้าฐานเต้านม

มิลลิเมตรต่อวินาที m/s โดยให้เกิดคลื่นความถี่ระดับที่เกิน 1000 ครั้งต่อวินาที แรงการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 1.5 m/s ลักษณะการเกิดคลื่นเป็นรูปไซน์เวฟโดยได้พิจารณาหลักการหมุนแบบไม่สมดุล โดยได้นำอุปกรณ์มอเตอร์ 2 แบบ

ดังภาพที่ 11

ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของการกำเนิดทำการทดสอบด้วยโพลดิอิสระและโพลดัมผัสที่แรงกดสัมผัส



ก

ข

ภาพที่ 11 กลไกการหมุนแบบไม่สมดุลประกอบติดกับมอเตอร์กระแสตรงมีแบบ ก เป็นการหมุนตามแนวตั้งฉากกับมอเตอร์ และแบบ ข แบบขนานกับมอเตอร์ ทั้งคู่เป็นลูกถ้วยแบบครึ่งวงกลม

ต่างกัน ออกแบบอุปกรณ์ตรึงมอเตอร์ 2 ลักษณะ คือ ตั้งฉากและขนานกับแนวสัมผัส ดังภาพที่ 12

ในการทดสอบได้ควบคุมแรงกดด้วยมิเตอร์วัดแรงกด (force gauge meter) กับเครื่องวัดอัตราเร่งที่ติดตั้งตรงกันข้าม



ภาพที่ 12 ทำการจับยึดมอเตอร์กับ เพื่อทดสอบคุณสมบัติของแหล่งกำเนิดแรงสั่น

กันดังภาพที่ 12 โดยให้โครงสร้างมอเตอร์สั่นกลงบนฟองน้ำ คุณสมบัติฟองน้ำอัตราการยุบตัวที่แรง 1mm/N แรงดันไฟฟ้า 3 โวลต์ กระแสจ่าย 1 แอมป์ ผลแสดงการทดสอบ ดังนี้

จากตารางการทดสอบพบว่า มอเตอร์ ก มีค่าความเร่งเชิงกลสูงกว่า มอเตอร์ ข แต่เมื่อพิจารณาการการใช้พลังงานพบ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของมอเตอร์

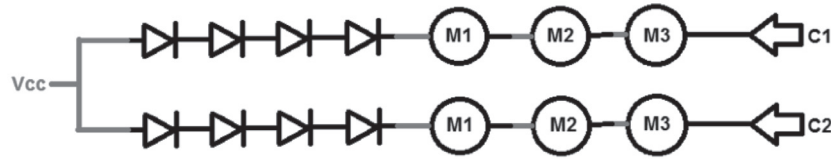
ค่าที่วัด	มอเตอร์ ก	มอเตอร์ ข
อัตราเร่ง (mm/s ²)	2.3 mm/s ²	0.6 mm/s ²
กระแสไฟฟ้า (mA)	330 mA	180mA

ว่าอัตราการใช้กระแสสูงมากกว่า มอเตอร์ ข ถึง 2.94 เท่า เมื่อนำไปติดตั้ง 6 ตำแหน่งจะทำให้ใช้พลังงานขณะทำงานน้อยเปอร์เซ็นต์ จะกินกระแส 3180 mA ต่อแบบขนาน เทียบกับมอเตอร์ ข จะกินกระแสสูงสุดที่ 1080 mA เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกลที่สามารถ กำเนิดแรงการเคลื่อนที่ได้มากกว่า

3.88 เท่า ของ มอเตอร์ ข ได้ผู้ออกแบบเลือกที่จะใช้ มอเตอร์ ก โดยจะใช้วิธีการต่ออนุกรม 3 ตัว ที่ขับแรงดัน 9 โวลต์ และตัมมีโพล 3 โวลต์ ดังภาพที่ 13

การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์

ในการทำงานของเครื่องมือประกอบด้วยส่วนการ



ภาพที่ 13 วงจรดัดมีแรงดันโหดและมอเตอร์อนุกรม 3 ตัว แรงดันรวม 12 โวลต์กระแสอนุกรม 330 mA

กระจายความร้อน โดยจากการทดสอบค่าการแผ่ความร้อนของเส้นซิลิโคนไฟเบอร์โดยในงานวิจัยได้ เลือกขนาดของเสื้อชั้นในขนาด C โดยเป็นขนาดที่มีสัดส่วนของหญิงไทยจากผลของสำรวจของบริษัทจัดจำหน่าย โดยวัดส่วนฐานและยอดตามสัดส่วนชั้นในจะได้ว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 ซม. และ สูง 5 ซม. เป็นทรงกรวยฐานกว้าง ทางผู้ออกแบบได้ออกแบบแผ่นคลีของชุดเพื่อติดตั้งอุปกรณ์

การออกแบบแหล่งจ่ายพลังงาน

แนวคิด การออกแบบใช้งานไม่ต่อแหล่งจ่ายไฟภายนอกโดยตรง ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานเป้าหมายการใช้งาน ใช้งานต่อเนื่องครั้งละสูงสุดไม่เกิน 5 นาที (ที่ความร้อนควบคุม 50 องศา) ใช้งานได้ 5 รอบการทำงานรวมเวลาการทำงาน ต่อเนื่องคือ 15 นาที เมื่อคำนวณพลังงานที่ใช้เทียบกับเวลาได้ ดังนี้

1. มอเตอร์ 12 ตัว แบ่งวงจร เป็น 2 ชุดการทำงาน ชุดละ 330mA พลังงานสูงสุด 1320 mW
2. ฮีตเตอร์ไฟเบอร์คาร์บอน ยาว 1 เมตร ที่แรงดัน 12 V ใช้กระแส 340mA ใช้ 2 ชุด กระแสที่ใช้ทั้งหมด 680 mA (โดยการควบคุมแบบเทอร์โมสตัทส ประสิทธิภาพการกินพลังงานที่ 85% ของพลังงานจ่ายจะเท่ากับ 578 mW)
3. ชุดควบคุมใช้ ESP8266 ใช้ชุดโซลิสเตสในการควบคุมพลังงานที่จ่ายให้กับฮีตเตอร์ และ มอเตอร์ โดยอัตรา

การใช้งานที่ สถานการณ์สื่อนานบุทุส รวมทั้งระบบ 20 mA

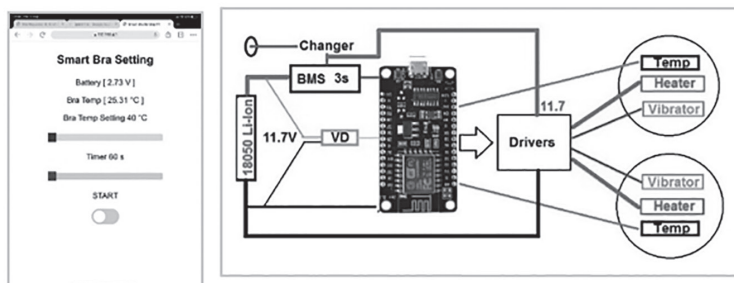
ดังนั้นโดยรวมของการใช้งานจะเท่ากับ $660\text{mA} + 578\text{mA} + 20\text{mA} = 1258 \text{ mA/s}$ เมื่อคิดเป็น พลังงานที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายเพื่อให้ สามารถใช้งานได้ 15 นาทีเป็นเป้าหมายการใช้พลังงาน เลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียม ขนาด 6600mA/min (ประสิทธิภาพ 5 C) ความสามารถในการจ่ายพลังงานเท่ากับ 33000mA/s ดังนั้น สามารถใช้ พลังงาน 1258 mA/s ได้ 26.23 นาที โดยคิดประสิทธิภาพที่การตัดพลังงานของระบบแบตเตอรี่ลิเทียมที่ 3.6 โวลต์ในการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งาน ทำการชาร์จไฟ โดยแสดงค่าแรงดันพลังงานที่หน้าจอควบคุม

การออกแบบระบบควบคุม

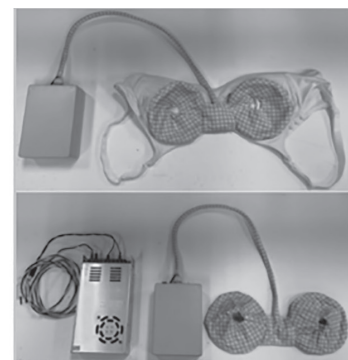
การออกแบบใช้ระบบควบคุมด้วยสมาร์ตโฟนใช้ผ่านหน้าเพจที่สร้างขึ้นโดย HTML ดังภาพที่ 15 ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์พร้อมไวไฟเป็นโหนดการทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์ใช้ ESP8266 เป้าหมายระยะการใช้งานห่างจากจากตัวเครื่องในระยะไม่เกิน 10 เมตร และควบคุมการขับโหดด้วยมอสเฟสควบคุมด้วย PWM ในการควบคุมพลังงานที่จ่ายไปยังตัวกำหนดความร้อนและมอเตอร์กำเนิดแรงเคลื่อนที่มีฟังก์ชันการทำงาน และเมื่อประกอบลงกล่องและติดตั้งใช้งานดังภาพที่ 16

บทสรุปการศึกษา

การพัฒนาเลือประคปร้อนและนวดเต้านมด้วย



ภาพที่ 15 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน และ ชุดควบคุม



ภาพที่ 16 การประกอบตัวชุดควบคุม และชุดชาร์จไฟ

เทคนิคการสั่นแบบคลื่นหมุนวนสำหรับเร่งการหลั่งน้ำนมของแม่หลังคลอด ต้องคำนึงถึงปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ ต้องมีการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยการนำนวัตกรรมที่ได้พัฒนาไปใช้งานจริง มีการประเมินผลติดตามปัญหาจากการใช้งานของหญิงหลังคลอดที่ให้นมบุตรและนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนานวัตกรรมอย่างต่อเนื่องจึงจะทำให้นวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้ใช้งานจริง เพื่อเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ การประคบเต้านมด้วยเสื้อชั้นในไออนุ่น นำไปสวมใส่เพื่อประคบเต้านม ผลการศึกษาพบว่า ลดภาวะคัดตึงเต้านมมารดาหลังคลอดได้มากกว่าผ้าชุบน้ำอุ่น 2.5 เท่า ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ร่างกาย กระตุ้นให้หลอดเลือดมีการขยายตัว ปริมาณเลือดมาเลี้ยงบริเวณเต้านมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ฮอร์โมนโปรแลคตินถูกดูดซึมโดย Lactocyte มาก และ Alveolar cell สกตน้ำนมได้มากขึ้น อีกทั้งการนวดเต้านมก่อนการบีบน้ำนมทุกครั้ง เป็นการส่งเสริมให้มีการไหลเวียนเลือดที่มีโปรแลคตินไปยังบริเวณเต้านมเพิ่มขึ้น ทำให้มีการสร้างน้ำนมเพิ่มมากขึ้นด้วยเหตุนี้

References

1. Khotsang K, Sangin S, & Chuahorm U. The Effects of Lactational Program on Milk Secretion Time, Onset of Lactation and Breastfeeding Self-Efficacy in Mothers after Cesarean Section. Journal of Faculty of Nursing Burapha University. 2016; 25(1):13-26. (in Thai)
2. Pingwong K, & Kantaruksa K. Breast Massage for Promoting Milk Production and Milk Ejection. Nursing Journal. 2017; 44(4):169-76. (in Thai)
4. Chareoesan P, Doundee K, & Poonperm R. The Quality of Life among Pregnant woman who received antenatal care at Phramongkutklao Hospital. Journal of The Royal Thai Army Nurses. 2012; 13(3) : 47-59. (in Thai)
5. Lertvijitpun P. Electrical Pitting Wear Particle Analysis on Rolling Bearing under AC Electric current. Princess of Naradhiwas University Journal. 2010;2(3):14-25.
6. Seethikaew N, Chotikunnan P, & Suprusng J. Innovation Development Vibrate for Drainage Secretion of Pediatric Patients. Nursing Journal. 2022;23(2):418-28. (in Thai)