

Original article

THE EFFECT OF ELECTRIC HERBAL HOT PACK TREATMENT FOR DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS AFTER EXERCISE TRAINING

Sakchai SRISUK*, Thanarat LAOAKKA, Wannaporn Sumranpat BRADY and Archrawadee SRIJAROON

Department of Health and Sport Science, Faculty of Education, Mahasarakham University, Mahasarakham, THAILAND

ABSTRACT

Intense exercise causes muscle damage. The most common symptoms such as pain, muscle tenderness, and swelling. As a result, the muscle strength and knee joint movement decrease. The pain also inhibits muscle recovery, which is the main cause of reducing exercise performance and has a psychological impact. Treatment of muscle damage after exercise is essential and effective therapy should be selected. The objectives were to develop and study the effects of electric herbal hot pack treatment for delayed onset muscle soreness after exercise training. Twelve volunteer healthy are Nakhon Phnom University students, aged 18.92 ± 0.52 years, with a height of 166.42 ± 8.22 cm. a weight of 66.50 ± 12.88 kg and a body mass index (BMI) of 22.94 ± 3.19 kg/m² took part in this study. The perceived muscle soreness, leg muscle strength, and degree of knee joint movement were measured immediately at the baseline, and after intense exercise 30 min. Then treat muscle pain with electric herbal hot pack treatment, 24, 48, and 72 hours, assessing muscle soreness, leg muscle strength, and degree of knee joint movement. The results showed that after 30 min. intense exercise, perceived muscle soreness sensation increased, leg muscle strength, and degree of knee joint movement decreased were lower than before 30 min. intense exercise. When treating muscle pain with a electric herbal compress pad, it was found that perceived muscle soreness sensation decreased, leg muscle strength, and degree of knee joint movement increased after 24, 48, and 72 hours of treatment significantly ($p < 0.05$). In conclusion, the electric herbal compress pad can relieve pain and reduce muscle inflammation.

(Journal of Sports Science and Technology 2023; 23(2):58-70)

(Received: 30 April 2023, Revised: 20 November 2023, Accepted: 27 November 2023)

KEYWORDS: Muscle Soreness / Electric Herbal Hot Compress Pad / Physical Fitness***Corresponding author:** Sakchai SRISUK

Department of Health and Sport Science, Faculty of Education,

Mahasarakham University, Mahasarakham, THAILAND

E-mail: sakchai0072@hotmail.com

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย

ศักดิ์ชัย ศรีสุข* ธนารัตน์ เหล่าอัคระ วรณภาพร สำราญพัฒน์ เบริดี และ อัจฉรวาดี ศรีจัญญ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม ประเทศไทย

บทคัดย่อ

การออกกำลังกายที่มีความรุนแรงทำให้เกิดความเสียหายแก่กล้ามเนื้อ อาการที่พบได้บ่อย เช่น ปวดบวมและกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อ เป็นผลทำให้ความแข็งแรงและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าลดลง อาการปวดยังยับยั้งการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อเป็นสาเหตุหลักในการลดประสิทธิภาพในการออกกำลังกายและมีผลกระทบทางจิตใจ การบำบัดความเสียหายของกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายเป็นสิ่งจำเป็นและควรเลือกการบำบัดที่มีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย อาสาสมัครเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนมที่มีสุขภาพดี 12 คน มีอายุเฉลี่ย 18.92 ± 0.52 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 166.42 ± 8.22 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 66.50 ± 12.88 กิโลกรัม และดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.94 ± 3.19 กิโลกรัม/เมตร² ก่อนออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย 30 นาที ทำการประเมินความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า จากนั้นทำการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 24, 48, และ 72 ชั่วโมง แล้วทำการประเมินความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ผลการศึกษา พบว่า หลังการออกกำลังกาย 30 นาที ความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่ามีค่าลดลง ภายหลังทำการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 24, 48, และ 72 ชั่วโมง พบว่า ความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อลดลง ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที สรุปได้ว่า แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าสามารถบรรเทาอาการปวดและลดอาการอักเสบกล้ามเนื้อได้

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2566; 23(2):58-71)

คำสำคัญ: อาการปวดกล้ามเนื้อ / แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า / สมรรถภาพทางกาย

บทนำ

การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นและรุนแรงเป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ^{1,2} อาการที่พบได้คือ ปวดและตึงบริเวณกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อแข็งเป็นไตและบวม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง³⁻⁵ อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางรูปปลักษณ์ (Morphological change) ภายในกล้ามเนื้อเป็นการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (Sarcomeres) เกิดการอักเสบทำให้เกิดอาการปวด บวมแดงและร้อนภายในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อทำให้เกิดอาการปวด บวมแดงและร้อนภายในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ⁶ และในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมการกระตุ้นการหดตัว (Excitation-contraction coupling system) ของกล้ามเนื้อ อาการปวดกล้ามเนื้อจะมีการสูงสุดภายใน 24-72 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกาย^{7,8} เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและมุมการเคลื่อนไหวลดลง อาการปวดและอักเสบของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจะไปยับยั้งการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อเป็นสาเหตุหลักในการลดประสิทธิภาพในการออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมกีฬาและยังมีผลกระทบต่อจิตใจ⁹⁻¹¹ ดังนั้น การบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเป็นสิ่งจำเป็นและควรเลือกวิธีการบำบัดที่มีประสิทธิภาพ ประเทศไทยนำสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อในรูปแบบผลิตภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพร (Thai herbal compress ball) ภายในประกอบด้วยสมุนไพร เช่น ไพล ผิวมะกรูด ตะไคร้ ขมิ้นชัน ใบส้มป่อย เก๊กฮวย การบูร และพิมเสน สมุนไพรช่วยลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ลูกประคบร้อนสมุนไพรทำให้อุณหภูมิผิวหนังและอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตลดลงและสามารถถ่ายเทความร้อนไปยังบริเวณผิวหนังได้ดี แต่มีข้อด้อย คือ ต้องนำลูกประคบร้อนไปนั่งให้ความร้อนนาน 20 นาที^{12,13} อุณหภูมิความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้ออยู่ระหว่าง 40-45 องศาเซลเซียส เพราะทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดและเพิ่มเมตาบอลิซึม¹⁴ และเพิ่มการไหลเวียนโลหิตบริเวณผิวหนังทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเหลวบริเวณเนื้อเยื่อและสามารถนำพาสารสกัดจากสมุนไพรที่มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ นอกจากนี้กลิ่นหอมของสมุนไพรยังช่วยในการผ่อนคลาย เช่น สารแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) และพอลิฟีนอล (Polyphenol) มีผลต่อการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางผ่านการกระตุ้นของฮอริโมนแคทีโคลามีน (Catecholamines) เพิ่มการตื่นตัวและลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของลดการเกิดภาวะเครียดที่เกิดจากการออกซิเดชัน (Oxidative stress) และนำสารอาหารประเภทโปรตีน ออกซิเจนเข้าสู่เซลล์บริเวณที่บาดเจ็บ เพื่อทำการรักษา/สมานเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้นทำให้อาการปวดและอักเสบลดลง^{15,16} จากที่กล่าวมาข้างต้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ถึงประสิทธิผลของสมุนไพรไทยในการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความรู้สึkpวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองค์การเคลื่อนไหวข้อเข่า

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) ในรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ในลักษณะแผนงานวิจัยแบบกลุ่มเดียว (One group pretest-posttest design) ที่มีการออกกำลังกายอย่างหนักจนเกิดภาวะปวดกล้ามเนื้อ แล้วทำการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อน

สมุนไพรรักษา ไชยธรรมะ การวิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เลขที่ 038-019 มีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนม ที่ลงทะเบียนเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อสุขภาพ จำนวน 45 คน โดยการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษาของ¹⁹โดยใช้ค่าจากการวัดอาการปวดกล้ามเนื้อ แล้วแทนค่าในสมการดังนี้

$$n = \frac{[z\alpha + z\beta]^2 \sigma^2}{2(\mu_1 - \mu_2)}$$

โดยที่

n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอาการปวดกล้ามเนื้อ

$\mu_1 - \mu_2$ = ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอาการปวดก่อนและหลังบำบัด

$z\alpha$ = ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าจุดตัดภายใต้โค้งปกติเท่ากับ 1.96

$z\beta$ = ค่าอำนาจจำแนกมีค่าจุดตัดใต้โค้งปกติเท่ากับ 0.84

ผู้วิจัยจึงแทนค่าในสมการ

$$\begin{aligned} n &= \frac{[1.96+0.84]^2(3.2)^2}{2(3.0-0.6)^2} \\ &= \frac{7.84 \times 10.24}{11.52} = 6.96 \end{aligned}$$

จากการคำนวณได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน $6.96 \approx 7$ คน แต่จากการประมาณค่ากรณีกลุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษา โดยคำนวณตัวอย่างเพิ่มอีก 60% คิดเป็น $0.60 \times 7 = 4.2 \approx 5$ คน ดังนั้นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าร่วมโครงการวิจัย (Inclusion criteria) เช่น อาสาสมัครมีสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-24 ปี ไม่มีอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ กระดูก เอ็นและข้อต่อ ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ ($18.5-23.9$ กิโลกรัม/เมตร²) และเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ อย่างไรก็ตาม อาสาสมัครจะถูกคัดออกจากการเข้าร่วมโครงการวิจัยเมื่อพบว่า มีอาการแพ้สมุนไพรรุนแรง เช่น มีอาการผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อนบริเวณผิวหนัง คลื่นไส้และอาเจียน ตลอดจนอาสาสมัครขอลอนตัวจากโครงการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรรักษา จากการศึกษาค้นคว้าความรู้พื้นฐานและแนวคิดในการบำบัดอาการและวิธีการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายมีรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสารรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุ อาการ และวิธีการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการฝึกออกกำลังกาย สรุปได้ว่า อาการปวดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายมีสาเหตุมาจากการออกกำลังกายที่ไม่คุ้นเคยหรือ ออกกำลังกายที่มีความรุนแรง โดยเฉพาะในช่วงการฝึกซ้อมเตรียมตัวก่อนการแข่งขันของนักกีฬา ร่างกายต้องทำงานหนักและเบาสลับกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อเส้นใยกล้ามเนื้อ อาการที่พบได้บ่อย คือ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อลดลง เกิดอาการปวด ตึงบริเวณกล้ามเนื้อ (Muscle tenderness) กล้ามเนื้อแข็งเป็นไตและบวม ซึ่ง

ความเสียหายของกล้ามเนื้อเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางรูปลักษณะภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibers) เป็นการทำลายซาร์โคเมียร์ (Sarcomeres) ทำให้เกิดความเสียหาย ก่อให้เกิดกระบวนการตอบสนองต่อความเสียหายของกล้ามเนื้อ โดยการหลั่งสาร Prostaglandin E₂ เพื่อตอบสนองต่อกระบวนการเกิดการอักเสบทำให้เกิดการปวด บวมแดง ร้อนของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และส่วนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Excitation-contraction coupling system) อย่างไรก็ตาม อาการปวดกล้ามเนื้อสูงสุดใน 24-72 ชั่วโมงภายหลังการฝึกออกกำลังกาย

1.2 ศึกษาแนวคิดและวิธีการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย สรุปได้ว่า การบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อโดยใช้ความร้อน มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การใช้แผ่นประคบร้อนแบบมาตรฐานทางกายภาพบำบัด ลักษณะเป็นถุงผ้าภายในบรรจุสารซิลิกาเจล ต้องผ่านการต้มเพื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C อย่างน้อย 30 นาที แล้วนำไปห่อด้วยผ้าขนหนู นำไปวางบริเวณที่มีอาการปวด อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 40-45 °C ใช้เวลาบำบัด 15-30 นาที กับการใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพรที่มีลักษณะเป็นถุงผ้าภายในบรรจุด้วยสมุนไพรแบบแห้งตามสูตรดั้งเดิมของสถาบันการแพทย์แผนไทย ประกอบด้วย ไพล ขมิ้นชัน ตะไคร้บ้าน ผิวมะกรูด ใบมะขาม ใบส้มป่อย เกลือ การบูร และพิมเสน ลูกประคบสมุนไพรมีน้ำหนักประมาณ 250 กรัม วิธีการใช้ต้องนำลูกประคบหนึ่งนาน 15-20 นาที แล้วนำไปประคบบริเวณที่มีอาการปวด โดยการครั้งไปมาประมาณ 10-15 นาที แล้วนำลูกประคบไปทำการนึ่งอีกครั้ง จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า แผ่นประคบร้อนสมุนไพรสามารถถ่ายเทความร้อนไปยังบริเวณที่รักษาได้ดี แต่ต้องนำแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไปนึ่งให้ความร้อนนานกว่า 20 นาทีก่อนใช้งาน และแผ่นประคบร้อนสมุนไพรสามารถลดอาการปวดกล้ามเนื้อได้เช่นเดียวกับแผ่นประคบร้อนและเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าแผ่นประคบร้อน^{13,17} แต่มีข้อเสียคือ การบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อได้รับความร้อนไม่ต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า จากการศึกษาเอกสารรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถออกแบบแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.2.1 ส่วนที่กำเนิดความร้อน ประกอบด้วย ส่วนที่กำหนดอุณหภูมิ สามารถปรับแต่งระดับอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0-100 องศาเซลเซียส และส่วนที่สร้างความร้อน วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นยางซิลิโคนหลอมรวมเข้ากับขดลวดนำความร้อนรัดอยู่ในแกนแผ่นไมก้า มีคุณสมบัติเบา บาง และถ่ายโอนความร้อนได้ดี การส่งผ่านความร้อนและแรงดันผ่านขดลวดที่ฝังอยู่ในภายในซิลิโคนที่ทนต่อความร้อนได้ 200 องศาเซลเซียส และใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 12 โวลต์

1.2.2 ส่วนถุงผ้าภายในบรรจุแผ่นเจลไพลที่มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ ซึ่งภายในเจลไพลมีสารเคอร์คูมิน และน้ำมันหอมระเหย ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยจากไพลร้อยละ 14 สามารถบรรเทาอาการปวดข้อเท้าในนักกีฬาได้ และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวข้อได้¹⁸ นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำมันไพล ครีมไพล และแผ่นแปะเจลไพลมาใช้ในการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อได้ ผู้วิจัยจึงดัดแปลงส่วนประกอบของสมุนไพรไพลเจลที่ใช้ในการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย น้ำมันไพล 15 กรัม น้ำมันมะกรูด 5 กรัม น้ำมันขิง 5 กรัม เกลือ 5 กรัม สารก่อเจล Carbopol 934/เจราติน 5 กรัม สาร Cremophor RH 40 0.5 กรัม และ สาร Tricthanolamine 0.5 กรัม โดยมีวิธีการทำแผ่นสมุนไพรไพลเจล ดังนี้

- 1) ชั่งน้ำมันไพล น้ำมันมะกรูด และน้ำมันขิง แล้วผสมกันในสารเพิ่มการละลายและคนให้เข้ากัน
- 2) ค่อยๆ เติมสารละลายและคนผสมให้เข้ากันแล้วทำการปรับน้ำหนักด้วยน้ำให้ครบ 100 กรัม

- 3) ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างด้วยการเติมสาร Trichanolamine แล้วสังเกตลักษณะสีเนื้อเจล
- 4) วัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยกระดาษลิตมัส โดยค่า pH อยู่ในช่วง 5.5-6.5
- 5) นำส่วนผสมที่เข้ากันแล้วมาเทลงในแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ นำไปแช่ตู้เย็นในช่องธรรมดา เพื่อให้แผ่นสมุนไพรไหลเจลเซตตัว

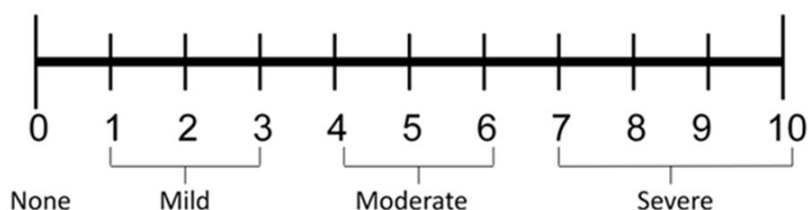
2. การวัดส่วนสูง ใช้ที่วัดส่วนสูงที่มีตัวเลขชัดเจนและเรียงต่อกันตั้งแต่ 0 ถึง ไม่น้อยกว่า 190 เซนติเมตร มีสเกลบอกค่าความละเอียด 0.1 เซนติเมตร หรือใน 1 เซนติเมตรแบ่งย่อยเป็น 10 ซีด มีไม้ฉากสำหรับวัดท่าจากข้อศอกที่มีพื้นผิวเรียบ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

3. การชั่งน้ำหนัก ใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล มีความละเอียด 100 กรัม (1กิโลกรัม) และแสดงตัวเลขจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

4. การวัดค่าดัชนีมวลกาย ใช้การคำนวณตามการวัดส่วนสูงและน้ำหนักของอาสาสมัครแต่ละคน โดยใช้สูตร

$$\text{ดัชนีมวลกาย} = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{\text{ส่วนสูง(เมตร}^2\text{)}}$$

5. การวัดความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ใช้มาตราวัดความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อแบบตัวเลข (Visual numeric rating scale) มีวิธีการวัด คือ อาสาสมัครยืนแยกเท้าช่วงไหล่ ย่อตัวขึ้น-ลง 3-5 ครั้งและเดินไปมา แล้วให้อาสาสมัครดูมาตราวัดความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อแบบตัวเลข (ภาพที่ 1) แล้วชี้ที่ตัวเลขที่ตรงกับความรู้สึกของตนเอง ทำการบันทึกผล



ภาพที่ 1 เครื่องมือวัดความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อแบบตัวเลข (Visual numeric rating scale)

6. การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดขา ใช้เครื่อง Leg dynamometer มีวิธีการวัด คือ ให้อาสาสมัครยืนบนที่วางเท้าของเครื่องวัดแล้วย่อเข่าลง (เข่างอ 130-140 องศา) แยกขาออกเล็กน้อย หลังและแขนเหยียดตรง เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้ออกแรงเหยียดขาเต็มที่ ทำการทดสอบ 2 ครั้ง ทำการบันทึกผลการวัดค่าที่มากที่สุดแล้วนำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวของอาสาสมัคร มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว

7. การวัดองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ใช้เครื่อง Goniometer มีวิธีการวัด คือ ให้อาสาสมัครนอนหงายท่าเหยียดขาตรง จากนั้นผู้ทำการวัดวางเครื่อง Goniometer โดยจุดหมุนอยู่ตรงตำแหน่ง Epicondyle ของกระดูก Femur แขนข้างหนึ่งอยู่ตำแหน่งระหว่าง Greater trochanter กับตรงกลางของกระดูก Femur ส่วนแขนอีกข้างอยู่บริเวณ Lateral malleolus กับตรงกลางของกระดูก Fibular อาสาสมัครที่เข้ารับการวัดทำการเคลื่อนไหวข้อเข่าด้วยตนเอง (Active range of motion) โดยการงอข้อเข่าและเหยียดข้อเข่า ทำการวัดข้อเข่าทั้ง 2 ข้าง แล้วบันทึกผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขอหนังสือจากฝ่ายวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้วส่งถึงคณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

2. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในคนต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับการอนุมัติเลขที่ 038-019

3. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะทางกายภาพของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที และหลังการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

4. การนำแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าไปทดลองใช้กับอาสาสมัครที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการฝึกออกกำลังกายอย่างหนัก มีรายละเอียดดังนี้

วันที่ 1 อาสาสมัครทุกคนได้รับการประเมิน ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าก่อนออกกำลังกายระยะสั้นในระดับความหนัก

วันที่ 2 อาสาสมัครออกกำลังกายระยะสั้นในระดับความหนัก (Shot heavy exercise) ด้วยการปั่นจักรยานแบบวินเกตที่ความเร็วรอบการปั่น 300-600 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 30 นาที แล้วนั่งพัก 30 นาที จึงทำการประเมินความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า

วันที่ 3, 4, และวันที่ 5 อาสาสมัครที่มีอาการปวดที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อได้รับการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า หลังจากการบำบัด 24, 48, และ 72 ชั่วโมง อาสาสมัครจะได้รับการประเมินความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า

5. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการวิจัยทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ (IBMSPSS Statistics 23) โดยจำแนกการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. นำผลการวัดคุณลักษณะทางกายภาพด้านน้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. นำผลการวัดความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบอาการปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 24, 48 และ 72 ชั่วโมง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางมีการวัดซ้ำ (Two-way ANOVA) ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ (ปี) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) และดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวแปรลักษณะทางกายภาพของอาสาสมัคร

ตัวแปรตัวแปรลักษณะทางกายภาพ	หน่วยวัด	n=12	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ	ปี	18.92	0.52
น้ำหนัก	กิโลกรัม	66.50	12.88
ส่วนสูง	เซนติเมตร	166.42	8.22
ดัชนีมวลกาย	กิโลกรัม/ตารางเมตร	22.94	3.19

จากตารางที่ 2 พบว่า ลักษณะทางกายภาพของอาสาสมัคร มีอายุเฉลี่ย 18.92 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 66.50 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 166.42 เซนติเมตร และดัชนีมวลกาย 22.94 กิโลกรัม/ตารางเมตร ซึ่งค่าดัชนีมวลกายอยู่ในระดับปกติ เนื่องจากค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.50 ถึง 22.99 กิโลกรัม/ตารางเมตร

2. ผลการเปรียบเทียบความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อจากการวิเคราะห์ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าด้านความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อ

การทดสอบ	M	SD	F	p-value
ก่อนออกกำลังกาย	.00	.00	38.56	.00*
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	5.75	2.80		
หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง	8.42	.67		
หลังการบำบัด 48 ชั่วโมง	6.67	2.39		
หลังการบำบัด 72 ชั่วโมง	3.33	1.61		

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อของอาสาสมัคร ก่อนออกกำลังกายมีค่าเท่ากับ $.00 \pm .00$ คะแนน ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกาย 30 นาที เท่ากับ 5.75 ± 2.80 คะแนน ภายหลังบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ $8.42 \pm .67$ คะแนน หลังประคบ 48 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 6.67 ± 2.39 คะแนน และ หลังประคบ 72 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.33 ± 1.61 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางมีการวัดซ้ำ (Two-way ANOVA) ปรากฏว่าคะแนนความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อหลังการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้างดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าด้านความแข็งแรงกล้ามเนื้อ

การทดสอบ	M	SD	F	p-value
ก่อนออกกำลังกาย	2.86	.55	5.62	.00*
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	2.37	.64		
หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง	1.95	.28		
หลังการบำบัด 48 ชั่วโมง	2.28	.46		
หลังการบำบัด 72 ชั่วโมง	2.50	.43		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกล้ามเนื้อของอาสาสมัคร ก่อนออกกำลังกายมีค่าเท่ากับ $2.86 \pm .55$ กิโลกรัม/น้ำหนักตัว หลังออกกำลังกาย 30 นาที มีค่าเท่ากับ $2.37 \pm .64$ กิโลกรัม/น้ำหนักตัว และหลังการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ $1.95 \pm .28$ กิโลกรัม/น้ำหนักตัว หลังบำบัด 48 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ $2.28 \pm .46$ กิโลกรัม/น้ำหนักตัว และ หลังบำบัด 72 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ $2.50 \pm .43$ กิโลกรัม/น้ำหนักตัว เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางมีการวัดซ้ำ (Two-way ANOVA) ปรากฏว่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อหลังการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 72 ชั่วโมง มีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าด้านองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า

การทดสอบ	M	SD	F	p-value
ก่อนออกกำลังกาย	129.50	1.51	9.90	.00*
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	126.00	2.26		
หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง	128.33	2.53		
หลังการบำบัด 48 ชั่วโมง	129.67	1.67		
หลังการบำบัด 72 ชั่วโมง	126.17	1.53		

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าของอาสาสมัคร ก่อนออกกำลังกายมีค่าเท่ากับ 129.50 ± 1.51 องศา หลังออกกำลังกาย 30 นาที มีค่าเท่ากับ 126.00 ± 2.26 องศา มีค่าองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าลดลง ภายหลังจากการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 128.33 ± 2.53 องศา หลังการบำบัด 48 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 129.67 ± 1.67 องศา และ หลังการประคบ 72 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 126.17 ± 1.53 องศา เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางมีการวัดซ้ำ (Two-way ANOVA) ปรากฏว่าค่าองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าหลังการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าหลังการบำบัด 48 ชั่วโมงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผลการศึกษา

อาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนม จำนวน 12 คน มีอายุเฉลี่ย 18.92 ± 0.52 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 66.50 ± 12.88 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 166.42 ± 8.22 เซนติเมตร และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.94 ± 3.19 กิโลกรัม/เมตร² แสดงให้เห็นว่าอาสาสมัครมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายอยู่ในระดับปกติ เพราะคนปกติมีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 18.5-24.9 กิโลกรัม/เมตร²

ผลการออกกำลังกายระยะสั้นในระดับความหนักสูง

การออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้นในระดับความหนักสูงสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อเส้นใยกล้ามเนื้อสังเกตได้จากการภายหลังการออกกำลังกาย 30 นาที ทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีอาการปวดเพิ่มขึ้น และความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย สาเหตุเป็นผลมาจากการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นและรุนแรง^{1,2} อาการทั่วไปที่พบได้บ่อย เช่น ปวด (Pain) ตึง (Tenderness) แข็งเป็นไตและบวม (Stiffness and Swelling) บริเวณกล้ามเนื้อ³⁻⁵ อาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเกิดทำให้เกิดความเสียหายของซาร์โคเมอร์ (Sarcomeres) ของเส้นใยกล้ามเนื้อทำให้แคลเซียมรั่วไหลออกจาก Sarcoplasmic reticulum และสะสมภายใน Mitochondria ทำให้การสร้างสาร ATP ลดลง การเพิ่มขึ้นของแคลเซียมกระตุ้นเอนไซม์ Protease และ Phospholipase นำไปสู่การสลายเส้นใยกล้ามเนื้อฝอย (Myofibril) และสลายเยื่อหุ้ม (Membrane) ของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้เกิดการอักเสบและทำให้อุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ การหลั่งสาร Prostaglandin E_2 , Histamines และ Potassium จำนวนมากตอบสนองต่อกระบวนการอักเสบทำให้เกิดอาการปวด บวม แดง และร้อนบริเวณกล้ามเนื้อและทำให้ตัวรับความเจ็บปวดถูกเปิดใช้งาน^{3,20} อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงกล้ามเนื้อมีค่าลดลงสูงสุดภายใน 24 ชั่วโมง สอดคล้องกับ Miles & Clarkson⁸ และ MacIntyre et al.⁷ พบว่า หลังการออกกำลังกายจะแสดงอาการปวดกล้ามเนื้อภายใน 8-12 ชั่วโมง และมีอาการปวดกล้ามเนื้อสูงสุดภายใน 24-72 ชั่วโมง นอกจากนี้ อาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายทำให้เกิดแรงดันภายในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นทำให้มุมการเคลื่อนไหวข้อเข่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย สอดคล้องกับ Crenshaw et al.²¹ พบว่า การออกกำลังกายแบบ Eccentric exercise ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการบวมและแรงดันของเหลวภายในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการบวมของกล้ามเนื้อจะแสดงอาการภายใน 48 ชั่วโมง

ผลการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย

หลังการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้าหลังออกกำลังกาย 72 ชั่วโมง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ คือ ความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อมีค่าลดลง ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่ามีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหลังการออกกำลังกาย แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นสามารถให้ความร้อนคงที่ 40-45 องศาเซลเซียสได้อย่างต่อเนื่องทำให้ความร้อนนำพาสารสกัดสมุนไพรซึมผ่านผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อที่เกิดความเสียหายได้ สารสกัดสมุนไพรเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมีสารสำคัญ เช่น Carotenoids, Glucosinolate, Polyphenols และ Phytoestrogens เป็นต้น ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ทั้งนี้ สารสกัดจากโพลีประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย และสาร Curcumin เป็นสารในกลุ่ม Curcuminoids ยังมีสาร Cassumunarin A, B, และ C ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่ม Curcuminoids มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ²² จากการศึกษาของ Nakhostin-Roohi et al.²³ พบว่า การเสริมสาร Curcumin 150 มิลลิกรัมทันทีหลังการออกกำลังกาย มีผลทำให้ความเจ็บปวดกล้ามเนื้อ, Creatine kinase, Alanine aminotransferase และ Aspartate aminotransferase ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ

กับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก สรุปได้ว่า การใช้สาร Curcumin ขนาด 150 มิลลิกรัม มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายนอกจากนี้ ความร้อนจากแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ายังมีผลต่อระบบประสาทกล้ามเนื้อ เนื่องจากการใช้ความร้อนติดต่อกันนานๆ บริเวณกล้ามเนื้อที่เสียหายทำให้อุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อการขยายตัวของหลอดเลือดทำให้การไหลเวียนโลหิตดีขึ้นสามารถนำพาสารอาหารและออกซิเจนเข้าสู่เซลล์เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำสารและของเสียออกนอกเซลล์กล้ามเนื้อได้ดีขึ้นนำไปสู่การลดลงของอาการปวดกล้ามเนื้อ²⁴ สอดคล้องกับ Nadler et al.²⁵ พบว่า อุณหภูมิบริเวณเนื้อเยื่อร่างกายเพิ่มขึ้นทำให้มีการไหลเวียนโลหิตบริเวณผิวหนังเพิ่มขึ้น ขบวนการเผาผลาญสารอาหารของร่างกายและการทำงานของเอนไซม์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อคอลลาเจน (Collagen tissues) เพิ่มขึ้น มีผลต่อการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การให้ความร้อนบริเวณกล้ามเนื้อกลุ่ม Hamstring มีผลทำการการเหยียดเข้ามีมุมการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น 8.8 องศา¹⁵

สรุปผลการศึกษา

การออกกำลังกายระยะสั้นในระดับความหนักสูงทำให้เกิดความเสียหายต่อกล้ามเนื้อสังเกตได้จาก ความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาลดลงและมีอาการปวด ตึงบริเวณกล้ามเนื้อต้นขา จากการตรวจสอบผลกระทบจากการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่มีเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา พบว่า อาการปวดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อและมีผลทำให้กล้ามเนื้อที่เสียหายจากการออกกำลังกายอย่างหนักมีการฟื้นตัวได้ใน 72 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายกับวิธีการบำบัดอื่นๆ
2. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอาการปวดกล้ามเนื้อกับระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัด

ข้อจำกัดของการศึกษานี้

1. การศึกษานี้มีข้อควรตระหนักเรื่องของการออกกำลังกายที่ทำให้เกิดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย โดยให้ผู้ทดสอบต้องปฏิบัติอย่างเต็มความสามารถ
2. การบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพียงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า เมื่อออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานมีกล้ามเนื้อมัดอื่นๆ ทำงานด้วย ซึ่งไม่ได้รับการบำบัดด้วยอย่างทั่วถึงจึงอาจทำให้ผลคลาดเคลื่อนได้ และเพิ่มตัวแปรในการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่เข้าร่วมในความสำเร็จของการศึกษานี้ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และขอขอบคุณอย่างสูงสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ แก้ไขในการทำการศึกษสำเร็จด้วยดี ตลอดจนคณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนมที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(11 Suppl), s52-69.
2. Kim J, Lee J. A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. *J Exerc Rehabil.* 2014;10(6), 349-356.
3. McHugh MP, Connolly DA, Eston RG, Gleim GW. Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Med.* 1999;27(3), 157-170.
4. Morgan DL, Allen DG. Early events in stretch-induced muscle damage. *J Appl Physiol.* 1999;87(6), 2007-2015.
5. Warren GL, Ingalls CP, Lowe DA, Armstrong RB. Excitation-Contraction Uncoupling: Major Role in Contraction-induced Muscle Injury. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001;29(2), 82-87. Doi: 10.1097/00003677-200104000-00008.
6. Connolly DAJ, Sayers SP, McHugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1), 197-208.
7. MacIntyre DL, Reid WD, McKenzie DC. Delayed muscle soreness. The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med.* 1995;20(1), 24-40. Doi: 10.2165/00007256-199520010-00003.
8. Miles MP, Clarkson PM. Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps. *J Sports Med Phys Fitness.* 1994;34(3), 203-216.
9. Chen TC, Nosaka K, Tu JH. Changes in running economy following downhill running. *J Sports Sci.* 2007;25(1), 55-63. Doi: 10.1080/02640410600718228.
10. McKune AJ, Semple SJ, Peters-Futre EM. Acute exercise-induced muscle injury. *Biol Sport.* 2012; 29(1), 3-10. Doi: 10.5604/20831862.978976.
11. Serinken MA, Gencoglu C, Kayatekin BM. The effect eccentric exercise induced delayed onset muscle soreness on positioning sense and shooting percentage in wheelchair basketball players. *Balkan Med J.* 2013;30(4), 382-386. Doi: 10.5152/balkanmedj.2013.007.
12. Namsawang J, Rattanathongkom S. The comparison on physiological responses in skin temperature, blood pressure and heart between application of heated rice grain and traditional Thai hot pack. *J Med Tech Phys Ther.* 2008;20(2), 148-155.
13. Kittamanorote J, Thamkom S. Development of Herbal hot Pack for Patients with Musculoskeletal System Disorders. *J Thai Trad Alt Med.* 2008;6(1), 18-23.

14. Hardy M, Woodall W. Therapeutic effects of heat, cold, and stretch on connective tissue. *J Hand Ther.* 1998;11(2), 148-156. Doi: 10.1016/s0894-1130(98)80013-6.
15. Bleakley CM, Costello JT. Do thermal agents affect range of movement and mechanical properties in soft tissues? A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94(1), 149-163. Doi: 10.1016/j.apmr.2012.07.023.
16. Petrofsky JS, Lawson D, Suh HJ, Rossi C, Zapata K, Broadwell E, et al. The influence of local versus global heat on the healing of chronic wounds in patients with diabetes. *Diabetes technol Ther.* 2007;9(6), 535-544. Doi: 10.1089/dia.2007.0231.
17. Parasin N, Kumfu S, Tummachai A. A comparative Study of Thai Herbal Hot Pack and Hot Pack in Pain Treatment of Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Srinagarind Medicine Journal.* 2560;32(4), 372-378.
18. Loupattaraasem W, Kowsuwon W, Laupattarakasem P, Eungpinitpong W. Efficacy of Zingiber cassumunar ROXB. (Plygesal) in the Treatment of Ankle sprain. *Srinagarind Medical Journal.* 2536; 8(3), 159-164.
19. Manimmanakorn N, Manimmanakorn A, Boobphachart D, Thuwakum W, Laupattarakasem W, Hamlin MJ. Effect of Plai cream [Zingiber montanum (J.Koenig) Link ex A.Dietr. syn.Zingiber cassumunar Roxb.] combined with ultrasound on delayed onset muscle soreness. *Indian J. Tradit. Knowl.* 2017;16(3), 442-447.
20. Szymanski DJ. Recommendations for the Avoidance of Delayed-Onset Muscle Soreness. *Strength Cond J.* 2001;23(4), 7-13.
21. Crenshaw AG, Thornell LE, Friden J. Intramuscular pressure, Torque and Swelling for the Exercise-induced Sore Vastus Lateralis Muscle. *Acta Physiol Scand.* 1994;152(3), 265-277.
22. Masuda T, Jitoe A. Antioxidative and anti-inflammatory compounds from tropical ginger: Isolation, structure determination and activities of cassumunins A, B, and C, new complex curcuminoids from zingiber cassumunar. *J Agric Food Chem.* 1994; 42(9), 1850-1856. Dio: 10.1021/jf00045a004.
23. Nakhostin-Roohi B, Nasirvand MA, Mahmoodi HS, Ghanivand B. The effect of curcumin supplementation on selected markers of delayed onset muscle soreness (DOMS). *Ann Appl Sport Sci.* 2016; 4(2), 25-31. Doi: 10.18869/acadpub.aassjournal.4.2.25.
24. Leung MSF, Cheing GLY. Effects of deep and superficial heating in the management of frozen shoulder. *J Rehabil Med.* 2008;40(2), 145-150. Doi: 10.2340/16501977-0146.
25. Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The Physiologic Basis and Clinical Applications of Cryotherapy and Thermotherapy for the Pain Practitioner. *Pain Physician.* 2004; 7(3), 395-399