



การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออก
กำลังกาย

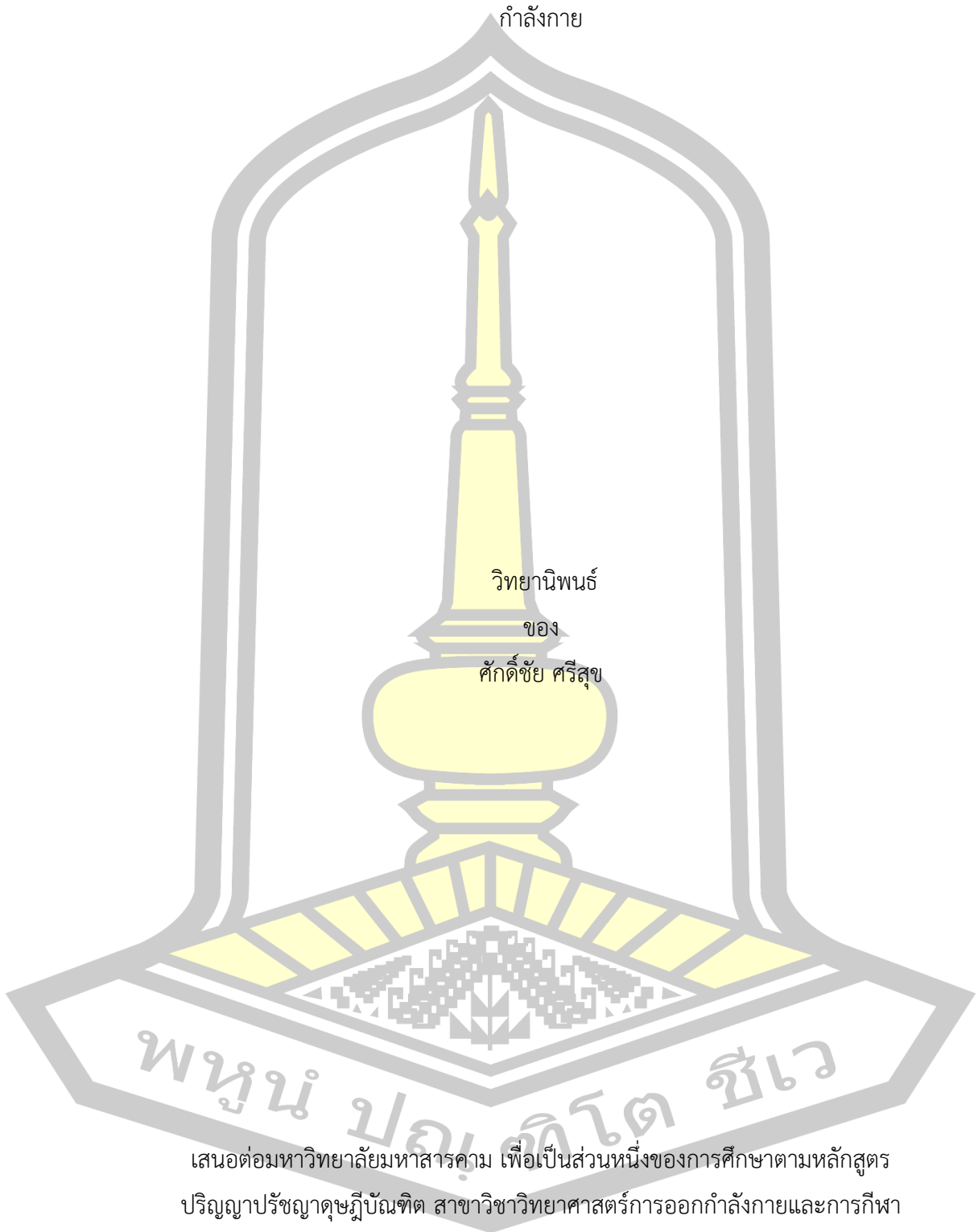
วิทยานิพนธ์
ของ
ศักดิ์ชัย ศรีสุข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
มิถุนายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาแผนประกอบร้อนสมุนไพรรักษาเพื่อบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออก

กำลังกาย



วิทยานิพนธ์

ของ

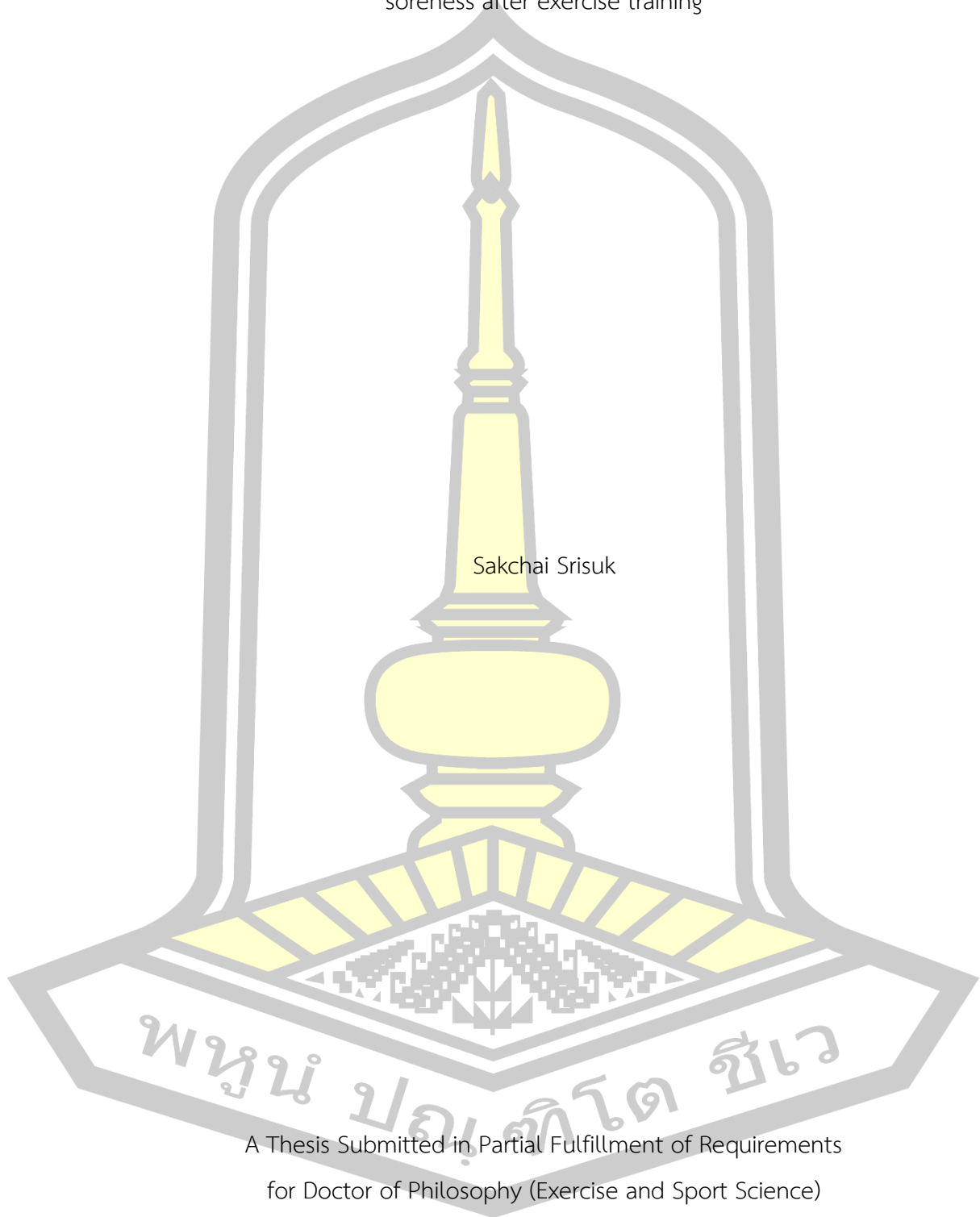
ศักดิ์ชัย ศรีสุข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา

มิถุนายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The development of electric herbal hot pad treatment for delayed onset muscle
soreness after exercise training



Sakchai Srisuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Doctor of Philosophy (Exercise and Sport Science)

June 2021

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายศักดิ์ชัย ศรีสุข แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. อาภรณ์ โพธิ์ภา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ธนารัตน์ เหล่าอรรค)

..... กรรมการ

(รศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ศุภศาสตร์ คนหาญ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัย มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

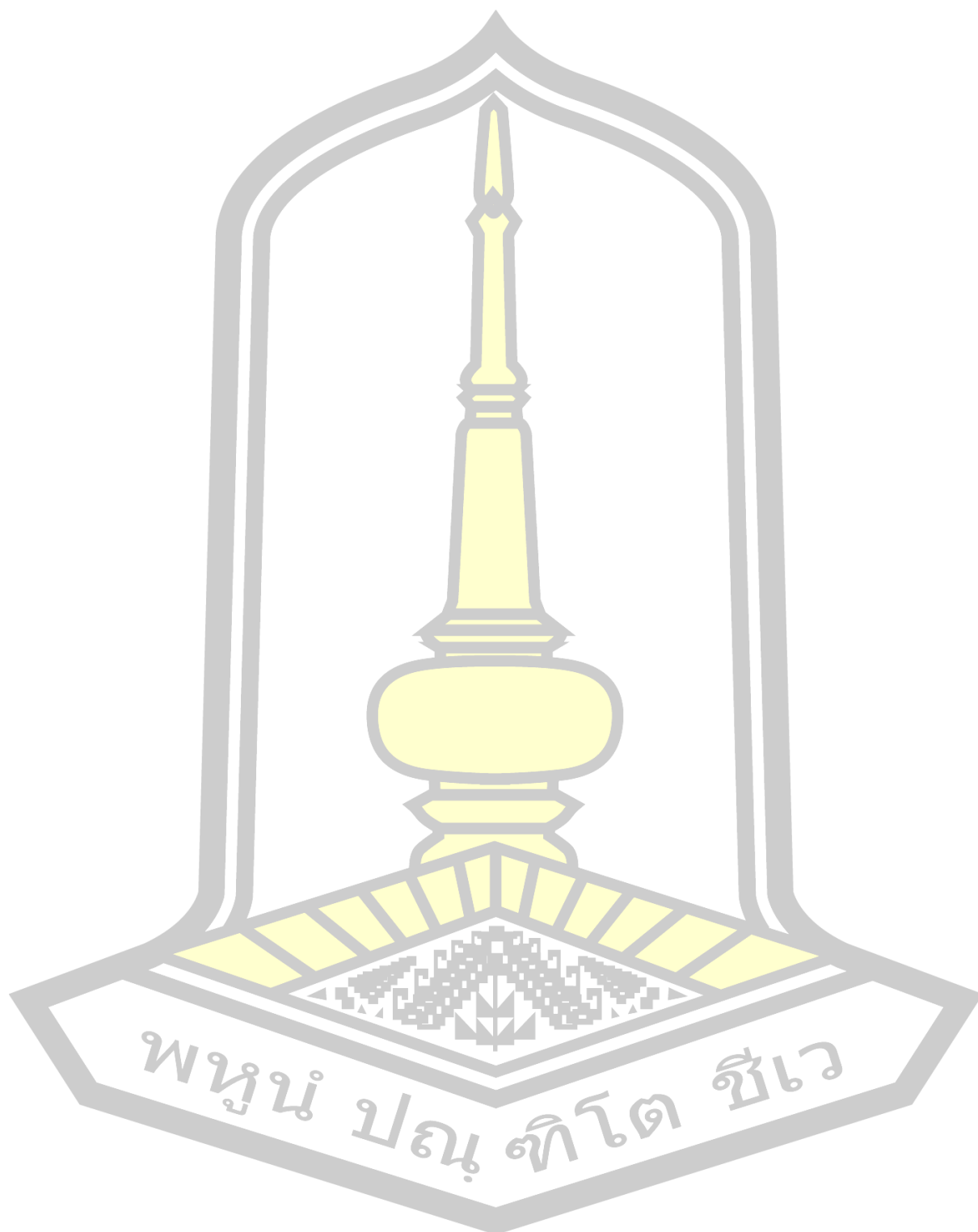
ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย		
ผู้วิจัย	ศักดิ์ชัย ศรีสุข		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนารัตน์ เหล่าอรระคะ		
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2564

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าต่อความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหว และระดับเอนไซม์ครีเอทีนไคเนสหลังออกกำลังกายอย่างหนัก กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน อายุระหว่าง 18-24 ปี แบ่งเป็นกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าและกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร อาการปวดระบมกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นด้วยการปั่นจักรยานแบบวินเกตใช้น้ำหนักถ่วง 0.076 กิโลกรัม ต่อน้ำหนักตัว เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นวัดค่าตัวแปรทั้งหมดแล้วจึงทำการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อเป็นเวลา 40 นาที วัดค่าตัวแปรทั้งหมดหลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาระดับเอนไซม์ครีเอทีนไคเนส จะทำหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง

ผลการศึกษา พบว่า ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อภายในกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย กล้ามเนื้อมีอาการปวดสูงสุดใน 48 ชั่วโมง และลดลงอย่างช้าๆ หลังการบำบัด 72 ชั่วโมง ทั้ง 2 กลุ่ม ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าไม่แตกต่างกันทั้ง 2 กลุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48, และ 72 ชั่วโมง เอนไซม์ครีเอทีนไคเนสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ใน 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังการบำบัดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทั้ง 2 กลุ่ม สรุปได้ว่า การใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามีผลต่อการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายไม่แตกต่างจากการใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพร แต่มีข้อดีที่สามารถกระจายความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอทั่วบริเวณที่บำบัด

คำสำคัญ : การบำบัดด้วยสมุนไพร, การปวดกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย



TITLE	The development of electric herbal hot pad treatment for delayed onset muscle soreness after exercise training		
AUTHOR	Sakchai Srisuk		
ADVISORS	Assistant Professor Thanarat Laoakka , Ph.D.		
DEGREE	Doctor of Philosophy	MAJOR	Exercise and Sport Science
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2021

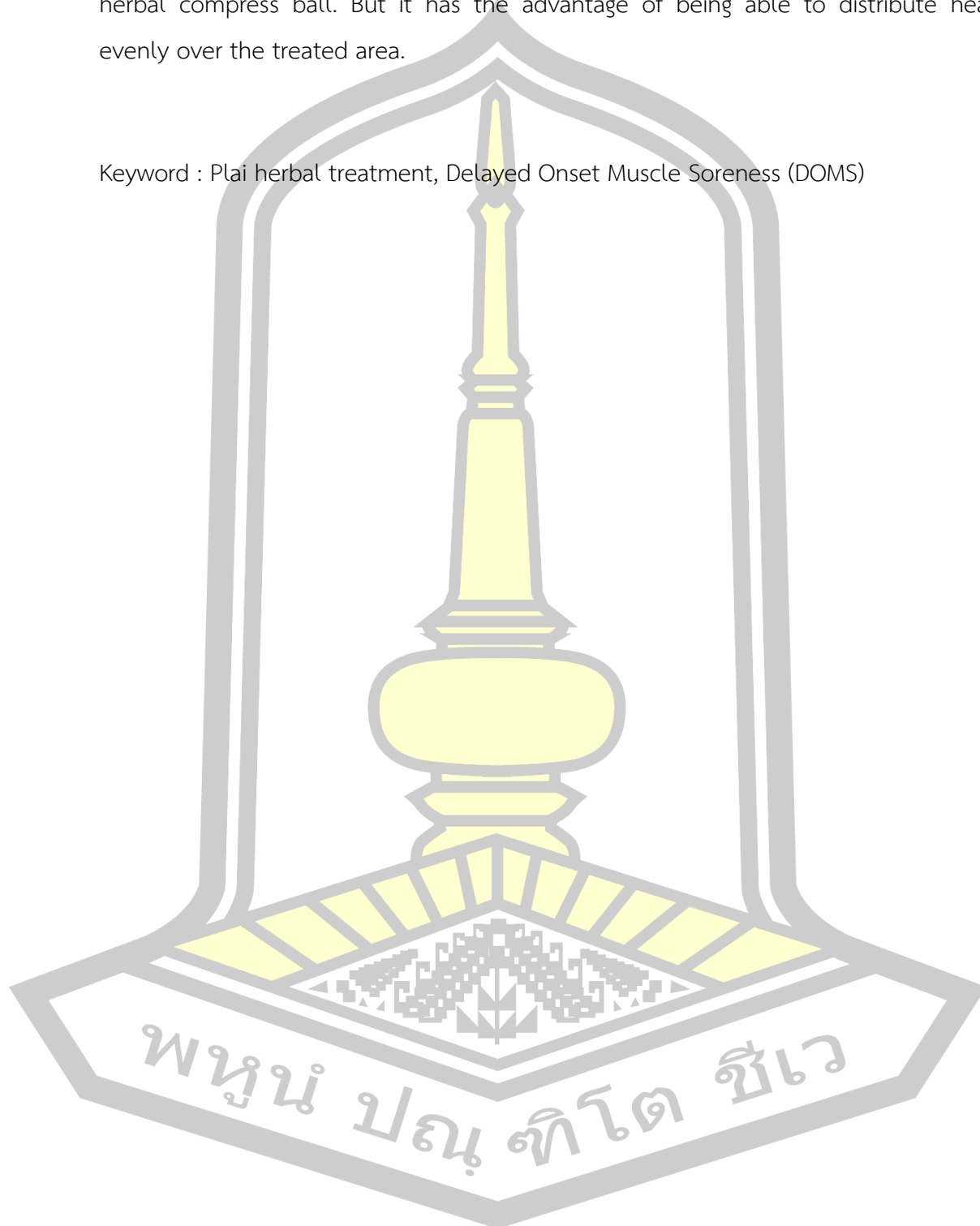
ABSTRACT

The purposes of this study were to develop and determine the immediate effect of an electric herbal hot compress pad on muscle soreness sensation, muscle strength, range of motion, and creatine kinase enzyme levels after intense exercise. There were 24 participants, aged 18-24 years old. They were allocated to either an electric herbal hot compress pad and a herbal hot compress ball group. Muscle soreness was induced by Winged cycling using a weight of 0.076 kg for 30 minutes, then participants were determined all outcomes and received either treatment for 40 minutes, then almost all outcomes measurement were assessed suddenly, after 24,48, and 72 hours, except creatine kinase enzyme, was only collected after 24 hours after treatments.

Results showed a significant increase in within-group pain sensation ($p<0.05$) after 30 minutes intense of exercise, 24, 48, and 72 hours after treatment in both groups compared to before exercise. Perceived muscle soreness was highest in 48 hours and decreased slowly after 72 hours in both groups. Muscle strength and knee range of motion were not different in either group, but there was little change after 30 minutes intense of exercise, 24, 48, and 72 hours treatments, creatine kinase was significantly increased ($p<0.05$) at 24 hours compared to before exercise. There were no significant differences in the changes occurring after the treatment between both groups. It was concluded that the use of an electric herbal compress pad on

the treatment of muscle soreness after exercise was not different from that of an herbal compress ball. But it has the advantage of being able to distribute heat evenly over the treated area.

Keyword : Plai herbal treatment, Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจาก กรรมการวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ เหล่าอรรคหะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาชี้แนะ คอยรับฟังปัญหา เป็นที่ปรึกษาช่วยตรวจสอบข้อบกพร่องและให้คำแนะนำแก้ไขต่างๆ ติดตามการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิด

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ศศิณทลกุล คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะในการเรียนด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละเวลาในการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ได้ส่งเสริม สนับสนุน ให้โอกาสผู้วิจัยได้ศึกษาในระดับสูง ตลอดจนคอยให้กำลังใจตลอดมาไว้ ณ ที่นี้

ศักดิ์ชัย ศรีสุข

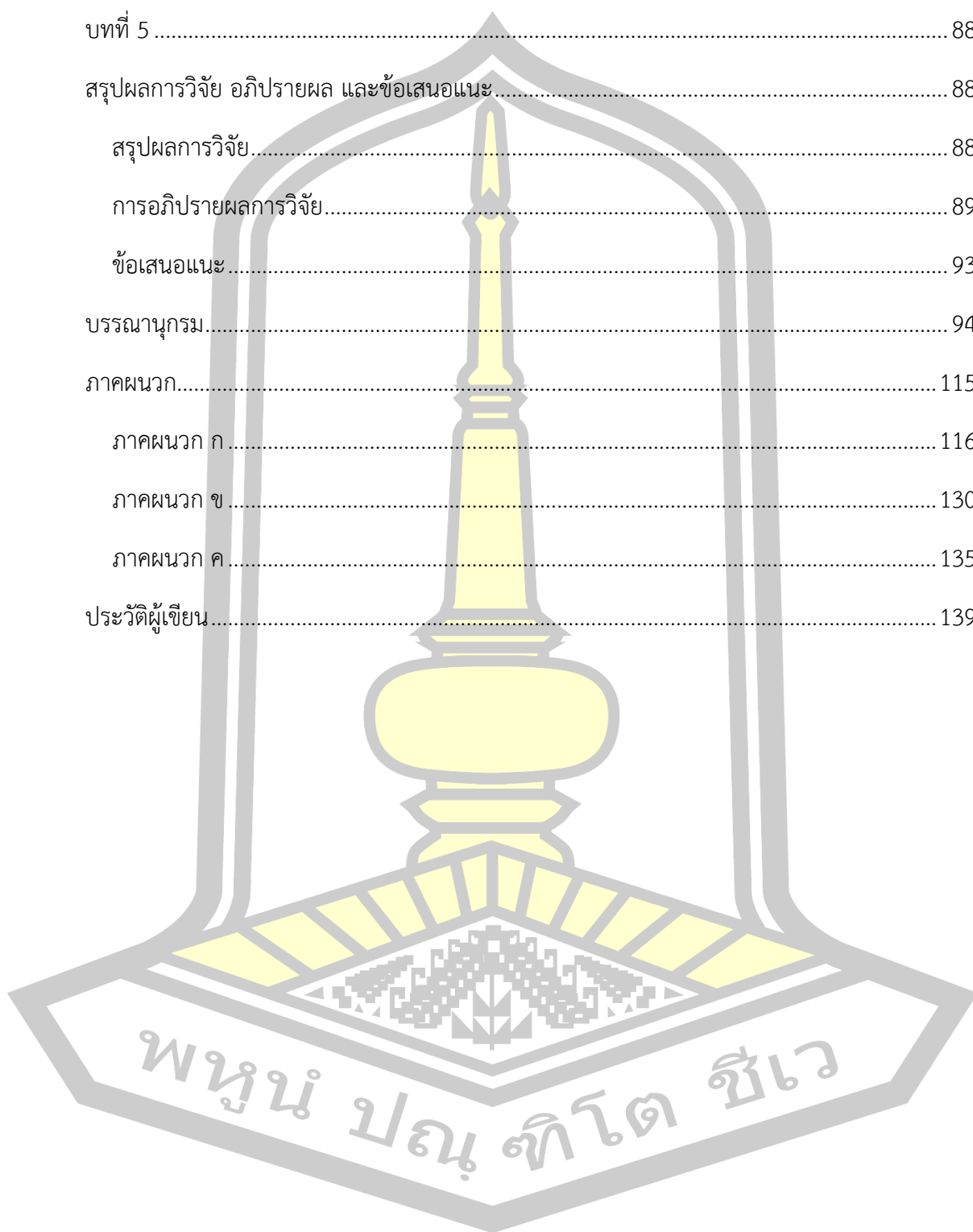
พูน ปรณ ทิโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
บทที่ 2.....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
แนวคิดเกี่ยวกับการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย.....	9
แนวคิดเกี่ยวกับการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย.....	10
แนวคิดเกี่ยวกับการออกกำลังกาย.....	19
แนวคิดเกี่ยวกับการบำบัดอาการความเสียหายของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย.....	32
แนวคิดของการวิจัยและพัฒนา.....	46

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
บทที่ 3	54
วิธีดำเนินการวิจัย	54
ตอนที่ 1 การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า.....	55
การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าสามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการได้ดังภาพที่ 8 และ รายละเอียดขั้นตอน ดังนี้.....	55
1. สังเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
2. การวิจัยภาคสนามโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	57
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อน สมุนไพรไฟฟ้า.....	61
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	61
2. แบบแผนการทดลอง.....	64
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
4. การดำเนินการวิจัย.....	65
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล	67
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
บทที่ 4	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	73
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	73
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ผลการวิจัย.....	74
1. การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง.....	74
2. การวิเคราะห์การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรที่	77
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างตามความมุ่งหมายการวิจัย	79

4. การวิเคราะห์ผลประเมินความพึงพอใจ	86
บทที่ 5	88
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	88
สรุปผลการวิจัย	88
การอภิปรายผลการวิจัย	89
ข้อเสนอแนะ	93
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	115
ภาคผนวก ก	116
ภาคผนวก ข	130
ภาคผนวก ค	135
ประวัติผู้เขียน	139



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขา.....	17
ตารางที่ 2 ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจที่มีสถานการณ์ฝึกแตกต่างกัน	31
ตารางที่ 3 อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบำบัด.....	35
ตารางที่ 4 การศึกษาประโยชน์ของสมุนไพรที่มีต่อสุขภาพ	40
ตารางที่ 5 ตำรับยาสมุนไพรแก้ปวดเมื่อย.....	41
ตารางที่ 6 ตำรับยาสมุนไพรแก้ปวดเมื่อย (ต่อ).....	42
ตารางที่ 7 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ	59
ตารางที่ 8 กรอบแนวคิดการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า.....	60
ตารางที่ 9 แบบแผนการทดลอง.....	64
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราเต้นของหัวใจ ดัชนี.....	74
ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจริงจำแนกตามเพศ	75
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย (X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความดันโลหิต ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	76
ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษานำร่อง ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	79
ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษานำร่อง ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง (ต่อ)	80

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง..... 81

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนออกกำลังกาย และหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง..... 84

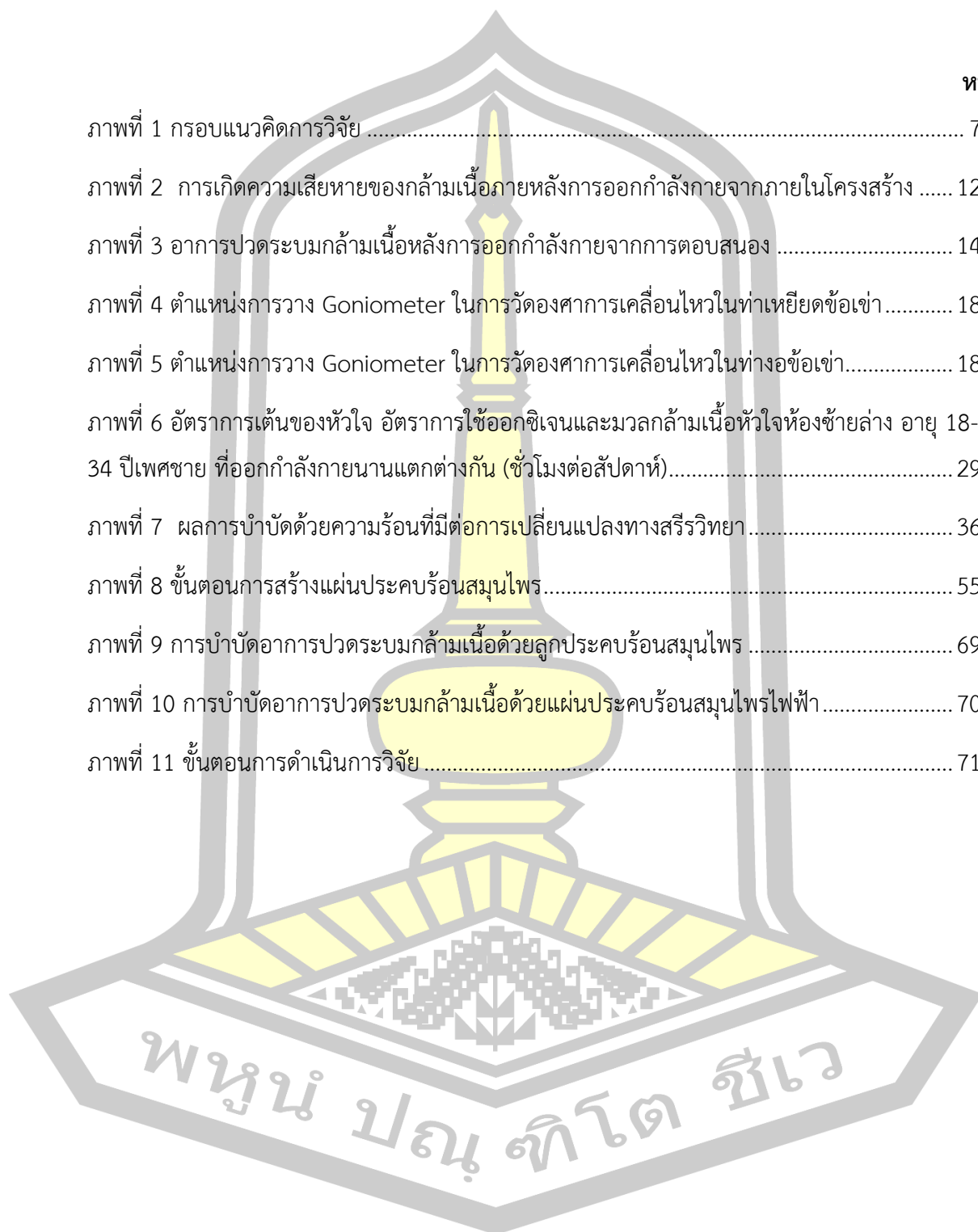
ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า..... 85

ตารางที่ 18 ผลความพึงใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า..... 86



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	7
ภาพที่ 2 การเกิดความเสียหายของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายจากภายในโครงสร้าง	12
ภาพที่ 3 อาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายจากการตอบสนอง	14
ภาพที่ 4 ตำแหน่งการวาง Goniometer ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่าเหยียดข้อเข่า	18
ภาพที่ 5 ตำแหน่งการวาง Goniometer ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่างอข้อเข่า	18
ภาพที่ 6 อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจนและมวลกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่าง อายุ 18-34 ปีเพศชาย ที่ออกกำลังกายนานแตกต่างกัน (ชั่วโมงต่อสัปดาห์)	29
ภาพที่ 7 ผลการบำบัดด้วยความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา	36
ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแผ่นประคบร้อนสมุนไพร	55
ภาพที่ 9 การบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร	69
ภาพที่ 10 การบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	70
ภาพที่ 11 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	71



บทที่ 1

บทนำ

การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นและรุนแรงหรือเกินจากความสามารถที่เคยปฏิบัติเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ (Delayed onset muscle soreness) โดยเฉพาะการออกกำลังกายแบบกล้ามเนื้อยืดยาวออก (Eccentric exercise) (Clarkson & Hubal, 2002; Kim & Lee, 2014) เป็นเงื่อนไขที่ทำให้ต้องหยุดพักการใช้กล้ามเนื้อมัดนั้น อาการทั่วไปที่พบได้บ่อย เช่น ความแข็งแรงกล้ามเนื้อลดลง เกิดอาการปวด (Pain) กล้ามเนื้อตึง (Muscle tenderness) กล้ามเนื้อแข็งเป็นไตและบวม (Stiffness and Swelling) (McHugh et al., 1999; Morgan & Allen, 1999; Warren, Ingalls, & Lowe, 2001) อาการดังกล่าวเป็นข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวร่างกาย ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ความรุนแรงของอาการปวดกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับความหนัก (Intensity) และระยะเวลา (Duration) ในการออกกำลังกาย (Cheung, Hume, & Maxwell, 2003; Friden & Lieber, 2001; Szymanski, 2001) การออกกำลังกายที่มีการหดของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) ด้วยความถี่และความถี่ทำให้เกิดความเสียหายกับเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น (Concentric contraction) ซึ่งอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางรูปลักษณะ (Morphological change) ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibers) เป็นการทำความเสียหายแก่ ซาโคเมอีย (Sarcomeres) ทำให้เกิดกระบวนการตอบสนองต่อการอักเสบโดยหลั่งสาร Prostaglandin E₂ เพื่อตอบสนองต่อกระบวนการเกิดการอักเสบทำให้เกิดอาการปวดบวม แดง ร้อนของเนื้อเยื่อ และ สารอักเสบที่สร้างจากเม็ดเลือดขาว (Leukotriene synthesis) (Connolly et al., 2003) และในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมการกระตุ้นการหดตัว (Excitation-contraction coupling system) ของกล้ามเนื้อ จะแสดงอาการปวดบริเวณกล้ามเนื้อภายใน 8-12 ชั่วโมง และมีอาการปวดกล้ามเนื้อสูงสุดภายในเวลา 24-72 ชั่วโมงหลังการฝึกออกกำลังกาย และอาการปวดเหล่านั้นค่อยๆ ลดลงภายใน 5-7 วัน (MacIntyre et al., 1995; Miles & Clarkson, 1994) อย่างไรก็ตาม มีรายงานความเสียหายกล้ามเนื้อที่มีผลทำให้ความแข็งแรงกล้ามเนื้อลดลงจะเกิดขึ้นทันทีหลังการออกกำลังกายหรือภายใน 48 ชั่วโมงแรก และการฟื้นตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อใช้เวลามากกว่า 5 วัน ด้านอาการปวด (Pain) และเจ็บกล้ามเนื้อ (Muscle tenderness) จะแสดงอาการหลังการออกกำลังกายไปแล้ว 1-3 วัน และอาการทุเลาลงภายใน 7 วัน ส่วนอาการกล้ามเนื้อแข็งเกร็งและบวม (Stiffness and Swelling) แสดงอาการมากในวันที่ 3-4 หลังการ

ออกกำลังกาย อาการจะทุเลาลงภายใน 10 วัน (Connolly et al., 2003) จากการศึกษาของ Eston et al. (1996) แสดงให้เห็นว่า อาการเจ็บกล้ามเนื้อ (muscle soreness) ภายหลังจากการฝึกด้วยการวิ่งลงเขา (Downhill run) ทำให้กล้ามเนื้อสูญเสียความแข็งแรงและมีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ Creatine kinase เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในกล้ามเนื้อทำหน้าที่สลาย Creatine ให้เป็น Creatine phosphate ช่วยเร่งปฏิกิริยาเคมีในการสร้างสาร Adenosine triphosphate (ATP) ภายในเซลล์กล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อหดตัว หากมีระดับของ Creatine kinase เพิ่มขึ้นมากกว่า 5,000 ยูนิต/ลิตร ถือว่ากล้ามเนื้อมีความผิดปกติ (Baird et al., 2012; Friden & Lieber, 2001) อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและมุมการเคลื่อนไหวลดลง ทั้งนี้ อาการปวดระบม และการอักเสบของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจะไปยับยั้งการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการลดประสิทธิภาพการออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมกีฬาและยังมีผลกระทบต่อจิตใจ (Chen et al., 2007; McKune et al., 2012; Serinken et al., 2013) ดังนั้นการบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเป็นสิ่งจำเป็นและควรเลือกวิธีการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ หลังการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพ

การบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย มีวิธีการที่หลากหลาย เช่น การบำบัดด้วยวิธีการ ประกอบด้วย การยืดกล้ามเนื้อ (Stretching) การนวด (Massage) เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และการฝังเข็ม การบำบัดโดยใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ เช่น ถูหรือแผ่นประคบความร้อน (Hot pack or Hydrocollator pack) เครื่อง Fluidotherapy เครื่องโคมไฟให้ความร้อน (Radiant heat) เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อนกับเนื้อเยื่อระดับตื้น เครื่องอัลตราซาวด์ (Ultrasound diathermy) เครื่อง Shortwave diathermy เครื่อง Microwave diathermy เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อนกับเนื้อเยื่อระดับลึก การบำบัดด้วยการให้อาหารเสริม (Supplementation) (การใช้สารสกัดจากสมุนไพรมะขาม) การบำบัดด้วยความเย็น (ประคบด้วยน้ำเย็น (Cold water) แขน้ำเย็น) และ การใช้ยาต้านการอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (Nonsteroidal anti-inflammatory) (Cheung et al., 2003; Contrò et al., 2016) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การบำบัดด้วยความเย็นมีผลกระทบต่ออาการปวดระบมกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมภายใน 24 ชั่วโมงระหว่างการฟื้นคืนสภาพ (Hohenauer et al., 2015) สอดคล้องกับ Machado et al. (2016) กล่าวว่า การบำบัดด้วยความเย็นเป็นเวลา 11-15 นาที สามารถจัดการอาการปวดระบมกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฟื้นคืนสภาพแบบไม่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหว อย่างไรก็ตาม การบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายนิยมใช้การบำบัดด้วยความร้อน (Therapeutic heat) เนื่องจากมีความสะดวก

ในการปฏิบัติ สามารถจำแนกออกเป็น การใช้ความร้อนตื้น (Superficial heat) เป็นการบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ โดยใช้ถุงหรือแผ่นประคบความร้อน (Hot pack) ลักษณะเป็นถุงผ้าภายในบรรจุสาร Silicon dioxide วิธีการใช้ต้องนำถุงหรือแผ่นประคบร้อนแช่ในถังที่มีอุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส แล้วห่อด้วยผ้าขนหนู 6-10 ชั้น ก่อนนำไปวางประคบบริเวณที่จะทำการบำบัด ใช้เวลา 20-30 นาที ข้อดีใช้งานสะดวก แต่มีข้อควรระวังคือ ไม่ควรนอนทับบนแผ่นประคบร้อน เนื่องจากน้ำหนักที่กดทับจะรีดน้ำในถุงออกทำให้ผ้าที่ห่อเปียกสามารถนำความร้อนได้มากขึ้นและเกิดแผลไหม้พองได้ (ปรัชญพร คำเมืองลือ, 2562) และการใช้ลูกประคบสมุนไพร (Herbal ball) บำบัดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ความร้อนจากลูกประคบสมุนไพรและกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรมีส่วนช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและช่วยผ่อนคลายความตึงเครียด ลูกประคบสมุนไพรมีลักษณะเป็นลูกกลมมีด้านจับ ทำจากผ้าภายในมีส่วนประกอบของสมุนไพรหลายชนิดที่มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวด ลดการอักเสบ บรรเทาอาการฟกช้ำของกล้ามเนื้อ ก่อนใช้ต้องนำลูกประคบไปนึ่งให้เกิดความร้อนก่อนจึงนำไปใช้นวดประคบตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ข้อดีของลูกประคบร้อนสมุนไพรมีผลทำให้อัตราการเต้นหัวใจลดลง เนื่องจากกลิ่นสมุนไพรและการกดคลึงไปตามกล้ามเนื้อทำให้เกิดการผ่อนคลาย การใช้งานง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย ข้อเสียของการบำบัดด้วยลูกประคบสมุนไพรไม่เหมาะสมสำหรับพื้นที่บำบัดที่มีบริเวณกว้าง เช่น แผ่นหลัง ต้นขา เนื่องจากลูกประคบมีลักษณะกลมมีพื้นผิวสัมผัสน้อย อีกทั้งยังไม่สามารถเก็บความร้อนได้นานเพียงพอ (พรธณี ปิงสุวรรณ และคณะ, 2552) และการใช้ความร้อนลึก (Deep heat) ในการบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ เช่น การบำบัดด้วย Ultrasound diathermy เป็นการใช้ช่วงความถี่ทำให้เกิดความร้อน (Thermal effect) และการสั่นสะเทือน (Non-thermal effect) ต่อเนื้อเยื่อ ในระดับลึก 2-5 เซนติเมตร ระยะเวลาในการบำบัด 5-10 นาที และต้องใช้ Ultrasound gel หรือ Mineral oil เพื่อให้คลื่นเสียงสามารถส่งผ่านลงไปเนื้อเยื่อบริเวณที่บำบัดได้มากที่สุด การบำบัดด้วยคลื่นสั้น (Shortwave therapy) เป็นวิธีการบำบัดที่เปลี่ยนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ข้อดี ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ เพิ่มการไหลเวียนโลหิต เพิ่มความเร็วการนำกระแสประสาท และการทำงานของเอนไซม์ ลดการอักเสบ ลดอาการปวด ข้อเสีย เครื่องมือมีราคาแพง และต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทำการบำบัด การกระตุ้นเส้นประสาทรับความรู้สึกผ่านผิวหนังด้วยกระแสไฟฟ้า (Transcutaneous electrical nerve stimulation: TENS) เพื่อบำบัดอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อเป็นการกระตุ้นเส้นประสาทขนาดใหญ่ส่งผลยับยั้งเส้นประสาทขนาดเล็กที่นำความรู้สึกเจ็บปวดไปสู่สมอง โดยใช้กระแสไฟฟ้าความถี่สูงกระตุ้นการหลั่งสารระงับปวดที่ระบบประสาทส่วนกลาง เช่น สาร Beta endorphin และสาร Enkephalin ข้อดี คือ สามารถลดอาการปวดกล้ามเนื้อได้เร็วภายใน 30 นาที

หลังการบำบัด ข้อเสีย คือ การใช้ไฟฟ้าความถี่สูงทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังหรือเกิดแผลไหม้ และเป็นผื่นแดงเนื่องจากแพ้น้ำมัน Electrode

ในปัจจุบันนี้ การนำสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดอาการบาดเจ็บ เพื่อเสริมระบบภูมิคุ้มกัน (Immune system) หรือเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของร่างกาย (Baylis et al., 2001; Froiland et al., 2004; Herbold et al., 2004; Nieper, 2005; Slater et al., 2003) เพิ่มมากขึ้น และช่วยเพิ่มการฟื้นฟูสภาพของกล้ามเนื้อและรักษาสภาพการใช้พลังงานในระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนัก การใช้สารสกัดจากโสม (*Panax notoginseng*) 1,350 มิลลิกรัมต่อวันเป็นเวลา 30 วัน ในผู้ที่ออกกำลังกายมีผลทำให้การออกกำลังกายแบบอดทนได้นานขึ้นและค่าความดันโลหิตลดลง (Antonio et al., 2000; Bucci, 2000; Chen et al., 2012; Williams, 2006) สอดคล้องกับการใช้สมุนไพรปลาไหลเผือกใหญ่ (*Eurycoma longifolia* jack) ในกลุ่มผู้ชายสุขภาพดีที่ทำการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อมีผลช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้สมุนไพรปลาไหลเผือกใหญ่ (Hamzah & Yusof, 2003) ประเทศไทยได้นำสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดหรือดูแลสุขภาพของประชาชนมากขึ้นในรูปผลิตภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพร (Thai herbal compress ball) ลักษณะเป็นผ้าห่อด้วยสมุนไพร ประกอบด้วย โสม ฝิ่นมะกรูด ตะไคร้ ขมิ้นชัน ใบส้มป่อย เกล็ดแกลง การบูร และพิมเสน สรรพคุณช่วยลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ลูกประคบร้อนสมุนไพรทำให้อุณหภูมิผิวหนังและอัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตลดลง สามารถถ่ายเทความร้อนไปยังบริเวณที่รักษาได้ดีแต่ต้องนำลูกประคบร้อนไปนึ่งให้ความร้อนนาน 20 นาที (จันทร์ทิพย์ นามสว่าง และ สมชาย รัตนทองคำ, 2551; จักรพันธ์ กฤตมโรธ และสิรินาถ เต็มคม, 2551) อย่างไรก็ตาม มีการพัฒนาลูกประคบร้อนสมุนไพร โดยใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนกับแผ่นประคบร้อนสมุนไพร พบว่า ไมโครเวฟสามารถให้ความร้อนกับแผ่นประคบร้อนสมุนไพรได้ในระยะเวลา 5 นาที และสามารถทำให้อุณหภูมิเนื้อเยื่อบริเวณที่บำบัดเพิ่มขึ้นได้ถึง 40-45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที (ณิชภา พาราศิลป์ และคณะ, 2559) ซึ่งอุณหภูมิความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้ออยู่ระหว่าง 40-45 องศาเซลเซียส เพราะทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดและเพิ่มเมตาบอลิซึม (Hardy & Woodall, 1998a) สอดคล้องกับ Lehmann et al. (1974) กล่าวว่า อุณหภูมิของกล้ามเนื้ออย่างน้อยควรอยู่ในระดับ 40 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้เกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยาภายในกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อเยื่อของร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้มีการเพิ่มการไหลเวียนเลือดบริเวณผิวหนังที่ได้รับความร้อนส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ของของเหลวบริเวณเนื้อเยื่อของร่างกายอ่อนนุ่ม และเพิ่มอัตราเมตาบอลิซึมของร่างกาย นอกจากนี้ การบำบัดด้วยความร้อนเฉพาะที่ช่วยบรรเทาอาการล้าของกล้ามเนื้อในระหว่างการออกกำลังกาย เพิ่มความยืดหยุ่นและ

ยับยั้งความเจ็บปวดกล้ามเนื้อ (Nadler et al., 2004; Petrofsky et al., 2007) ความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้หลอดเลือดขยายตัวและเพิ่มการไหลเวียนโลหิตและซึบสารก่อให้เกิดความเจ็บปวดที่ค้างค้ำออกไป ส่งผลให้เมตาบอลิซึมของเซลล์และการทำงานของเอนไซม์เพิ่มขึ้น และนำพาสารสกัดจากสมุนไพรที่มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและกลิ่นหอมช่วยทำให้เกิดความผ่อนคลาย เช่น สารแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) และพอลิฟีนอล (Polyphenol) สารสกัดจากสมุนไพรมีผลต่อการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางผ่านการกระตุ้นของฮอร์โมนแคทีโคลามีน (Catecholamines) เพิ่มการตื่นตัวและลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ลดการเกิดภาวะเครียดที่เกิดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress) จาก การออกกำลังกายในนักกีฬา การใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรทำให้อุณหภูมิบริเวณเนื้อเยื่อสูงขึ้นทำให้การไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น การนำสารสกัดจากสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการบรรเทาอาการปวดระบมซึมผ่านเนื้อเยื่อผิวหนังเข้าสู่กระแสโลหิตได้ดีขึ้น และการนำสารอาหารประเภทโปรตีน ออกซิเจนเข้าสู่เซลล์บริเวณที่บาดเจ็บเพื่อทำการรักษา/สมานเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้นทำให้อาการปวดระบมและการอักเสบลดลงทำให้สาร Creatine kinase และ Prostaglandin E₂ ในเลือดลดลง และความร้อนยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อคอลลาเจนเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว (Bleakley & Costello, 2013; Petrofsky et al., 2007) ดังนั้น ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามาใช้บำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเพื่อการศึกษาเชิงประจักษ์ถึงประสิทธิผลของสมุนไพรไทยที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการฟื้นตัวจากอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายได้อย่างรวดเร็วยอมทำให้การออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมกีฬาในช่วงถัดไปได้โดยมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรที่สามารถบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ก่อนออกกำลังกายและหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ภายหลังจากการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการเหยียดเข้าในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าจะมีการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ได้แก่ ระดับการรับรู้ความเจ็บปวด และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดน้อยกว่ากลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร รวมทั้งมีค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่ามากกว่ากลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร
2. ค่าคะแนนความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังจากทำการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าอยู่ระดับดี

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย
2. ทำให้ทราบผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายหลังการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล
 - 1.1 ประชากร คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อสุขภาพและวิชากีฬาและนันทนาการเพื่อสุขภาพ จำนวน 200 คน
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนมที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อสุขภาพ ที่ออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้นแล้วเกิดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อบริเวณกล้ามเนื้อเหยียดขา จำนวน 24 คน
 - 1.3 ตัวแปรที่ศึกษา
 - 1.3.1 ตัวแปรต้น คือ การบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ได้แก่

- การบำบัดด้วยลูกประร้อนสมุนไพร
- การบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

1.3.2 ตัวแปรตาม คือ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ได้แก่

- ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข้า
- ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข้า
- องศาการเคลื่อนไหวของข้อเข้า
- ปริมาณเอนไซม์ Creatine Kinase (CK) ชนิด CK-MM (muscle type)

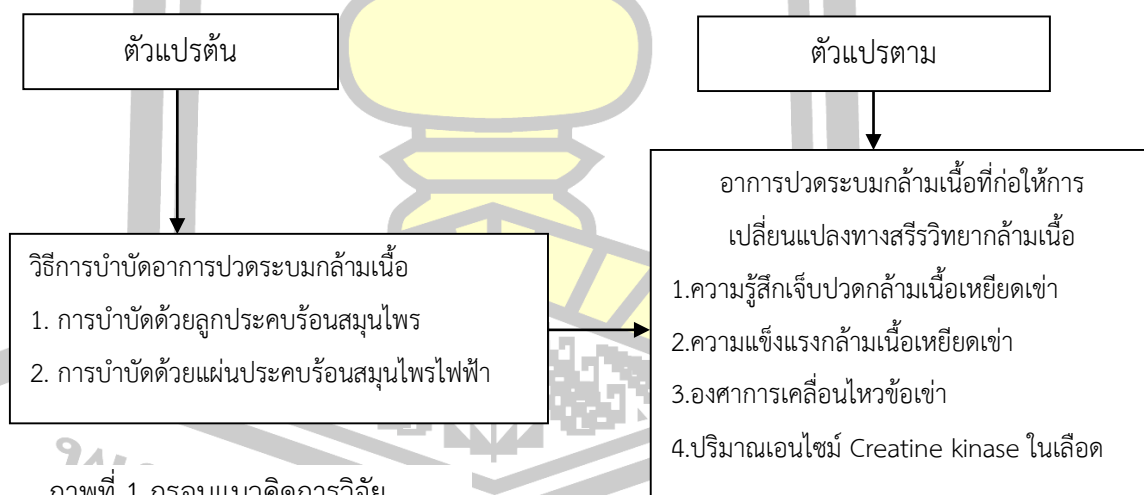
2. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภายหลังจากที่โครงการวิจัยได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน ซึ่งคาดว่าจะใช้เวลาประมาณ 30 วัน

3. สถานที่ในการเก็บข้อมูล

ห้อง Training lab 1-2 คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

นียมศัพท์เฉพาะ

1. อาการปวดระบบของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย หมายถึง อาการปวด บวม ตึง กดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อเหยียดเข้าซึ่งมีผลทำให้เคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างยากลำบากมากขึ้นเป็นผลมาจากการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานแบบวินเกต
2. ความรู้สึกปวดระบบของกล้ามเนื้อ หมายถึง กล้ามเนื้อเหยียดเข้ามีอาการปวด บวม ตึง กดเจ็บ สามารถประเมินระดับความรุนแรงได้จากวัดด้วยมาตรวัดแบบตัวเลข (Numeric rating scale: NRS)
3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าในการหดตัวเกิดจากการสั่งการของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพื่อให้เกิดแรงในการต้านทานกับความหนักของวัตถุสามารถประเมินระดับความแข็งแรงได้จากการวัดแรงเหยียดขาด้วยเครื่อง Leg Dynamometer (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2545)
4. องศาการเคลื่อนไหวของการงอข้อเข่า หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่ทำได้เอง (Active movement) เริ่มจากผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในท่านอนหงายขาเหยียดตรง วาง Goniometer จุดหมุนอยู่ในตำแหน่ง epicondyle of the femur โดยให้แขนของอุปกรณ์วัดข้างหนึ่งอยู่ในแนวกระดูก Lateral malleolus และแขนอีกข้างอยู่ในแนวกระดูก Greater trochanter of femur หลังจากนั้นทำการงอเข่าให้มากที่สุดและทำการบันทึกองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า
5. สาร Creatine Kinase (CK) ในกระแสเลือด หมายถึง เอนไซม์ที่อยู่ในกล้ามเนื้อทำหน้าที่สลาย Creatine ให้เป็น Creatine phosphate ช่วยเร่งปฏิกิริยาเคมีในการสร้าง ATP ภายในเซลล์กล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อหดตัว ค่าปกติของระดับ Creatine kinase ในประชากรทั่วไปประมาณ 35-175 ยูนิต/ลิตร ที่อยู่ในกระแสโลหิต สามารถวัดได้จากการตรวจเลือด
6. แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า หมายถึง วัสดุทำด้วยผ้ามีขนาดความกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ภายในประกอบด้วย แผ่นยางซิลิโคนเป็นตัวสร้างความร้อน ภายในมีแผ่นทำความร้อนได้ในระดับ 40-45 องศาเซลเซียส และสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการลดอาการอักเสบ บวม ปวด
7. ลูกประคบร้อนสมุนไพร หมายถึง วัสดุทำด้วยผ้าภายในบรรจุสมุนไพรหลายชนิด ประกอบด้วย ไพล ขมิ้นชัน ตะไคร้ ผิวมะกรูด การบูร พิมเสน และเกลือ เพื่อบำบัดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อสามารถให้ความร้อนได้ในระดับ 40-45 องศาเซลเซียส โดยผ่านการนึ่ง/อบที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส
8. การออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้น หมายถึง การปั่นจักรยานที่มีแรงต้านทาน สามารถคำนวณแรงต้านทานได้จาก น้ำหนักถ่วง 0.076 เท่าของน้ำหนักตัว โดยใช้ความเร็วรอบในการปั่น 300-600 รอบต่อนาที ใช้ระยะเวลาในการปั่น 30 วินาที

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังนี้

แนวคิดเกี่ยวกับการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย

การบาดเจ็บของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อเกิดจากการออกกำลังกายที่ไม่คุ้นเคย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากการออกกำลังกายนั้นเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก การออกกำลังกายในรูปแบบต่างๆ เช่น การเดินเร็ว การวิ่ง การว่ายน้ำ การปั่นจักรยาน หรือการเดินแอโรบิค ตลอดจนการเล่นกีฬาชนิดต่างๆ ต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกายเป็นเวลานาน ทำงานหนักและเบาสลับกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสถานการณ์แบบนี้ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดปัญหาการเกิดการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นการอักเสบและการเสื่อมของเอ็นกล้ามเนื้อ ข้อต่อ เส้นประสาทและเส้นเลือด ทำให้เกิดอาการปวดและสูญเสียหน้าที่การทำงาน อาการที่พบ คือ เจ็บปวดบริเวณกล้ามเนื้อ มีการจำกัดการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ กล้ามเนื้ออ่อนแรงหรือความแข็งแรงลดลง (Lau et al., 2015; Yanagisawa et al., 2015) อย่างไรก็ตาม การบาดเจ็บที่มีสาเหตุจากการออกกำลังกายหรือแข่งขันกีฬาสามารถจำแนกออกได้ 2 ลักษณะตามกลไกของการบาดเจ็บ ดังนี้

1. การบาดเจ็บที่เกิดจากภยันตราย (Traumatic injury)

1.1 กระดูกแตกหรือหัก (Fractures) เกิดจากแรงกระแทกโดยตรงที่กระทำต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายมีผลทำให้เนื้อเยื่อโดยรอบ เช่น เอ็นกล้ามเนื้อ หลอดเลือด เส้นประสาท และผิวหนัง

1.2 ข้อเคลื่อน ข้อหลุด (Subluxation, dislocation) อาจเกิดจากแรงกระแทกโดยตรงหรือทางอ้อมจนทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อหุ้มข้อต่อ แคปซูล และเอ็นยึดข้อต่อส่วนปลายของกระดูกที่ประกบกันเป็นข้อต่อ จนเลื่อนหลุดออกจากกันโดยสมบูรณ์ (Dislocation) หรือเลื่อนหลุดออกจากกันเป็นบางส่วน (Subluxation) สามารถพบได้บริเวณข้อไหล่ และข้อศอก

1.3 ข้อเคล็ด ข้อแพลง (Sprain) เกิดจากแรงที่มากกระทำต่อข้อต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมทำให้เอ็นยึดข้อต่อฉีกขาด อาจฉีกขาดได้ทั้งเอ็นภายนอกหรือภายในข้อต่อ ฉีกขาดบางส่วนหรือฉีกขาดโดยสมบูรณ์

1.4 กล้ามเนื้อฉีกขาด (Strain) เกิดจากแรงกระแทกโดยตรงหรือทางอ้อม เช่น ในขณะที่วิ่งด้วยความเร็วสูงสุด หากมีการเปลี่ยนทิศทางหรือเคลื่อนที่ทันทีทันใด อาจส่งผลต่อกล้ามเนื้อต้นขาเกิดการฉีกขาดได้

1.5 เอ็นฉีกขาด (Tendon rupture) เกิดขึ้นกับเอ็นที่เป็นส่วนต่อจากกล้ามเนื้อไปยึดเกาะกับกระดูก ทำหน้าที่เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อ กลไกการฉีกขาดจึงเป็นไปในลักษณะเดียวกับกล้ามเนื้อฉีกขาด

1.6 บาดแผล หรือผิวหนังฉีกขาด (Wound) เกิดจากแรงที่กระทำโดยตรง เช่น แผลถลอก (Abrasion) เกิดจากถูของแข็งครูดอย่างแรง แผลตัด (Cut wound) เกิดจากถูของมีคม

2. การบาดเจ็บจากการใช้งานมากเกินไป (Over-use injury)

สาเหตุเกิดจากการใช้งานมากเกินไปของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ เนื่องมาจากการฝึกหนักเพื่อเตรียมการแข่งขัน ซึ่งการบาดเจ็บแบบนี้มีสาเหตุมาจากภายในและสาเหตุจากภายนอกทำให้เกิดการบาดเจ็บเกิดขึ้นได้ง่าย

2.1 การอักเสบ (Inflammation) เป็นปฏิกิริยาโต้ตอบของร่างกายเมื่อเนื้อเยื่อได้รับบาดเจ็บเนื่องจากการใช้งานมากเกินไป การใช้งานซ้ำซาก และจากแรงกระแทกภายนอก บริเวณที่พบได้บ่อย เช่น การอักเสบของเอ็นที่เกาะกระดูก (Tendinitis) การอักเสบของเอ็นกล้ามเนื้อและปลอกเอ็น (Paratendinitis) ถุงลั่นอักเสบ (Bursitis) และเส้นใยกล้ามเนื้ออักเสบ

2.2 กระดูกหักล้า (Stress fracture) สาเหตุเกิดจากการฝึก/ออกกำลังกายมากเกินไปจนทำให้เกิดการร้าวของกระดูก สามารถพบได้ในนักวิ่งระยะไกลที่เพิ่มระยะทางฝึกเร็วเกินไปหรือวิ่งบนพื้นที่แข็ง จะพบกระดูกร้าวหรือแตกบริเวณขาและเท้า เป็นต้น

แนวคิดเกี่ยวกับการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

อาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (Delayed onset muscle soreness, DOMS) เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการหยุดการออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมกีฬาสาเหตุเกิดจากการออกกำลังกายครั้งแรกหรือการฝึกซ้อมกีฬาในรูปแบบการฝึกที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งความรุนแรงของอาการปวดกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับความหนัก (Intensity) และระยะเวลา (Duration) ในการออกกำลังกาย (Cheung et al., 2003; Friden & Lieber, 2001; Szymanski, 2001) อาการทั่วไปที่พบได้บ่อย เช่น ความแข็งแรงกล้ามเนื้อลดลง เกิดอาการปวด (Pain) กล้ามเนื้อตึง (Muscle tenderness) กล้ามเนื้อแข็งเป็นไตและบวม (Stiffness and Swelling) (McHugh et al., 1999; Morgan & Allen, 1999; Warren et al., 2001) อย่างไรก็ตาม อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายจะแสดงอาการปวดบริเวณกล้ามเนื้อภายในระยะเวลา 8-12 ชั่วโมงและมีอาการปวด

กล้ามเนื้อสูงสุดภายในระยะเวลา 24-72 ชั่วโมง อาการปวดตึงกล้ามเนื้อจะค่อยๆ ทุเลาลงภายใน 5-7 วัน (MacIntyre et al., 1995; Miles & Clarkson, 1994) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายมีผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงจะเกิดขึ้นทันทีหลังการออกกำลังกายหรือภายใน 48 ชั่วโมงแรก และการฟื้นตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อใช้เวลามากกว่า 5 วัน อาการปวด (Pain) และเจ็บกล้ามเนื้อ (Muscle tenderness) จะแสดงอาการหลังการออกกำลังกายไปแล้ว 1-3 วัน และอาการทุเลาลงภายใน 7 วัน ส่วนอาการกล้ามเนื้อแข็งเกร็งและบวม (Stiffness and Swelling) แสดงอาการมากในวันที่ 3-4 หลังการออกกำลังกาย และอาการจะทุเลาลงภายใน 10 วัน (Connolly et al., 2003)

1. การปวดระบมของกล้ามเนื้อและวิธีการวัด

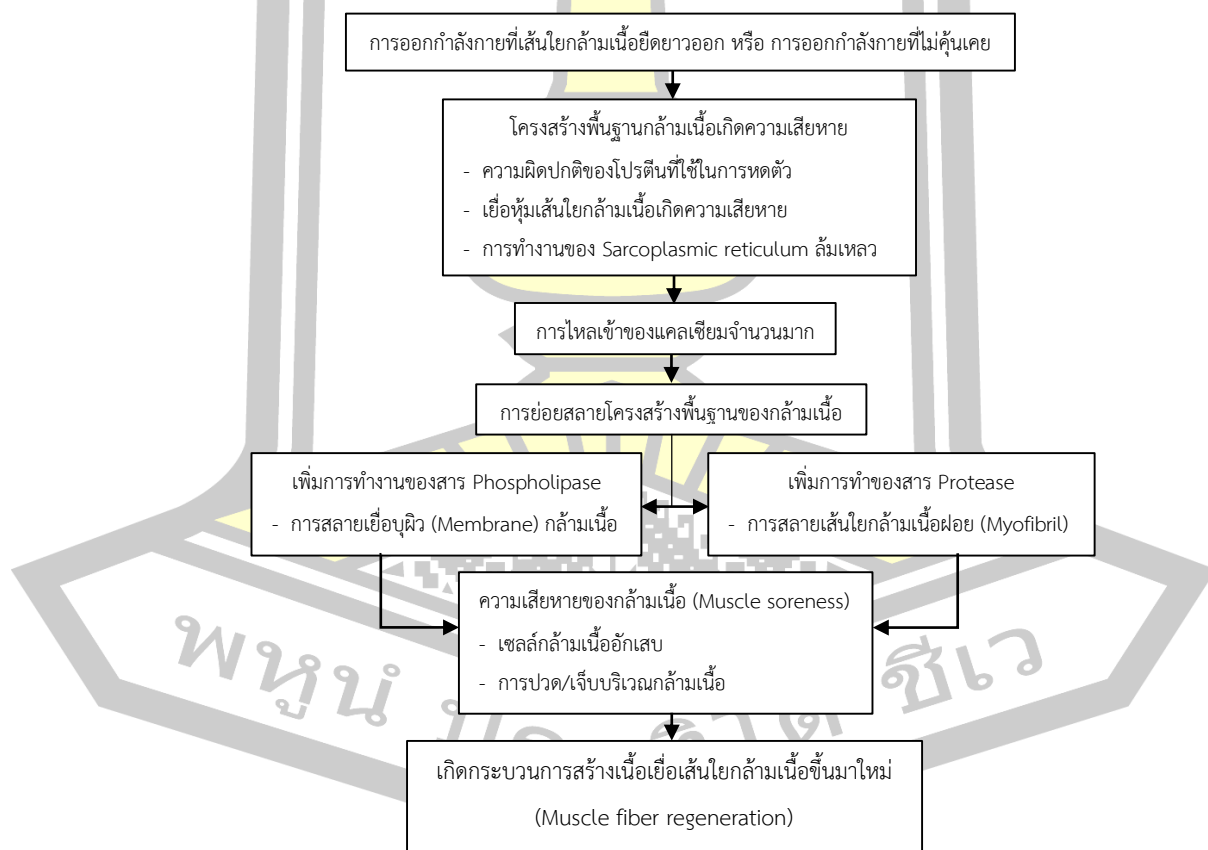
การปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (Delayed onset muscle soreness; DOMS) เป็นความผิดปกติของกล้ามเนื้อ ซึ่งพบได้ทั่วไปหลังการออกกำลังกาย อาจจะมี ความผิดปกติมากหรือน้อยแตกต่างกันไป มีสาเหตุเกิดจากการออกกำลังกายที่ไม่คุ้นเคย หรือการฝึกที่เกินกว่าความสามารถที่เคยปฏิบัติได้มีผลก่อให้เกิดการเสียหายต่อกล้ามเนื้อ ทำให้สูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉียบพลันหลังจากการฝึกออกกำลังกาย (Clarkson & Hubal, 2002; Isner-Horobeti et al., 2013) เช่น การวิ่งลงเนิน (Downhill running) การปั่นจักรยานที่มีแรงต้านทาน (Resisted cycling) การยืดกล้ามเนื้อแบบกระชาก (Ballistic stretching) และการออกกำลังกายด้วยแรงต้านทานขณะที่กล้ามเนื้อถูกยืดออก (Eccentric resistance exercise) มีนักวิทยาศาสตร์ การกีฬาได้อธิบายความหมายของอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ไว้ดังนี้

Clarkson, Nosaka, & Braun, (1992) กล่าวว่า อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ (Muscle soreness) ที่เกิดขึ้นภายหลังการออกกำลังกายมีสาเหตุมาจากการฉีกขาดเล็กน้อยภายในกล้ามเนื้อ

Proske & Morgan, (2001) กล่าวว่า การเสียหายของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นเริ่มแรกเกิดจากซาร์โคเมอร์ (Sarcomeres) ถูกยืดออกมากเกินไป ส่งผลให้ซาร์โคเมอร์มีการฉีกขาดเล็กน้อย และก่อให้เกิดความเสียหายในกระบวนการเชื่อมและการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Excitation-contraction coupling) และชั้นการเสียหายที่โครงสร้าง พบว่าความเสียหายจะเกิดที่บริเวณ Z-line และ Filament ที่มีความยืดหยุ่น ได้แก่ Titin ซึ่งมีหน้าที่ในการยึด Thick filament ให้ติดอยู่กับ Z-line

Takekura et al., (2001) กล่าวว่า ความเสียหายของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเป็นกระบวนการที่เริ่มต้นจากการไหลของแคลเซียมเข้าไปภายในเยื่อหุ้มเซลล์

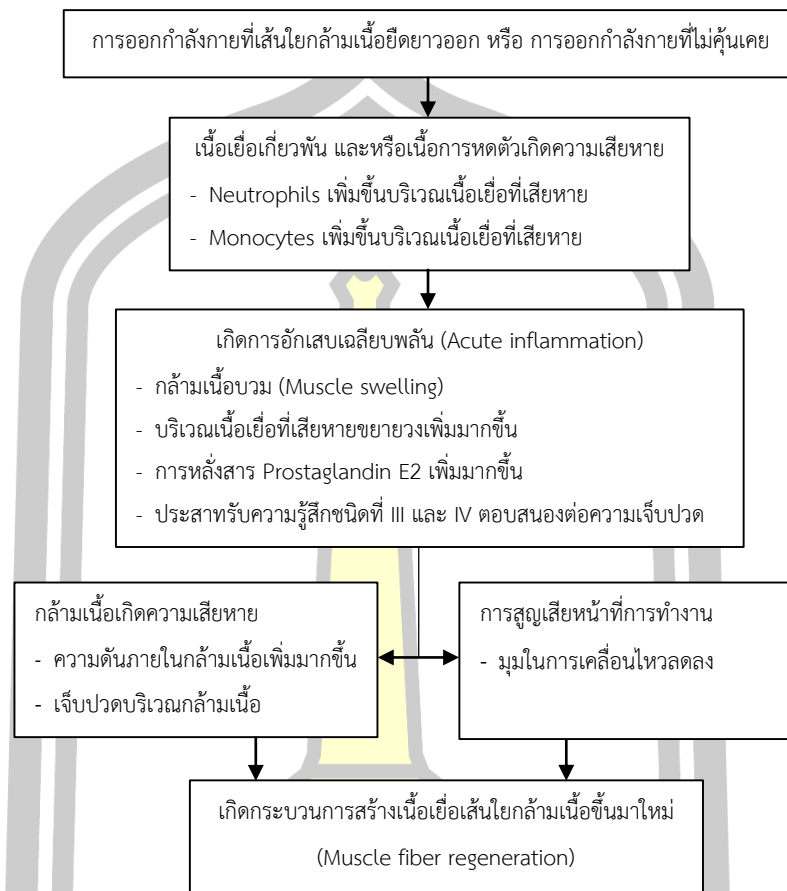
อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อเป็นการเปลี่ยนแปลงทางรูปลักษณะที่รุนแรงภายในเส้นใยกล้ามเนื้อระดับซาร์โคเมอร์ (Sarcomeres) และระบบควบคุมกลไก Excitation-contraction coupling เปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์เป็นพลังงานกลที่ Motor end plate (Clarkson & Hubal, 2002; Kibler & Armstrong, 1990; Morgan & Allen, 1999; Punongbayan et al., 1992; Takekura et al., 2001; Warren et al., 2001) ทำให้แคลเซียมรั่วไหลออกจาก Sarcoplasmic reticulum และสะสมภายในไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) ซึ่งจำกัดการออกซิเดชัน (Oxidation) ทำให้การผลิตเอทีพีหยุดชะงักลง การเพิ่มขึ้นของแคลเซียมกระตุ้นเอนไซม์ Protease และ Phospholipase ที่นำไปสู่การสลายเส้นใยกล้ามเนื้อฝอย (Myofibril) และการสลายเยื่อหุ้ม (Membrane) กล้ามเนื้อ การสลายโปรตีนของเส้นใยกล้ามเนื้อทำให้เกิดการอักเสบและทำให้อุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสะสมของสาร Prostaglandins, Histamines และ Potassium จำนวนมาก ทำให้ตัวรับรู้ความเจ็บปวดเปิดใช้งาน (Szymanski, 2001) รายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเกิดความเสียหายของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายจากภายในโครงสร้างกล้ามเนื้อและการไหลเข้าของแคลเซียม

อย่างไรก็ตาม อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (Delayed-onset muscle soreness) มีการตอบสนองต่อการบวมของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Macrophages เพิ่มขึ้น ซึ่งทำหน้าที่ในการเข้าล้อมรอบและทำลายเซลล์เป้าหมาย ช่วยในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่เสียหาย และสารโพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin E₂) เพิ่มขึ้น มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิดอาการปวด บวม แดง ร้อนของเนื้อเยื่อ เป็นส่วนสำคัญต่อการเกิดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ ทำให้ไวต่อการกระตุ้นตัวรับความรู้สึกปวด นอกจากนี้ อาการอักเสบที่เกิดขึ้นในช่วงการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายทำให้เกิดแรงดันภายในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการเคลื่อนไหลลดลง และปวดระบมมากขึ้น (Smith, 1991) อาการปวดระบมของกล้ามเนื้อจะแสดงอาการหลังจากออกกำลังกายผ่านไปและประมาณ 8-12 ชั่วโมง และมีอาการปวดระบมเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 24-72 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม อาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายจะทุเลาลงภายในระยะเวลา 5-7 วัน หลังการออกกำลังกาย (Ernst, 1998; Nosaka & Newton, 2002; Paschalis et al., 2008) สอดคล้องกับการศึกษาของ Punongbayan et al. (1992) และ Crenshaw et al. (1994) พบว่า การออกกำลังกายแบบยียดยาวออก (Eccentric exercise) มีผลทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อบวมและแรงดันของเหลวภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular pressure) เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการบวมของกล้ามเนื้อ ซึ่งเริ่มแสดงอาการเด่นชัดขึ้นภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง และเพิ่มมากขึ้นสูงสุดภายใน 10 วัน หลังการออกกำลังกาย อาการบวมของกล้ามเนื้อมีความเกี่ยวข้องกับการอักเสบแบบเฉียบพลัน เป็นผลมาจากการซึมผ่านของเลือดออกจากหลอดเลือดฝอยเพิ่มมากขึ้นเข้าไปในบริเวณที่เนื้อเยื่อได้รับบาดเจ็บ แสดงในภาพที่ 3





ภาพที่ 3 อาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายจากการตอบสนอง
ต่อการอักเสบเฉียบพลัน
ที่มา: Szymanski (2001)

หลังการออกกำลังกายไปแล้วอย่างน้อย 8 ชั่วโมง จึงปรากฏอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อขึ้นและมีอาการปวดระบบกล้ามเนื้อสูงสุดภายในระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง (Clarkson et al., 1992; Newham et al., 1983) ระดับความรุนแรงของอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อมีความแตกต่างกันตามแต่ละชนิดของการออกกำลังกาย และขึ้นอยู่กับปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่น การวิ่งลงเนินเขา หรือการออกกำลังกายแบบยืดยาวออกสามารถทำให้เกิดความเสียหายของกล้ามเนื้อระดับ 4 หรือ 5 ซึ่งการออกกำลังกายแบบยืดยาวออกด้วยแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อทำให้เกิดจากความเสียหายของกล้ามเนื้อในระดับรุนแรงระดับ 7-8 (Clarkson & Hubal, 2002) การประเมินความรุนแรงของอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อดังนี้

1.1 การใช้เครื่องมือวัดระดับความปวดด้วยมาตราวัดเปรียบเทียบด้วยสายตา (Visual analogue scale: VAS) เป็นการวัดโดยการใช้เส้นตรงยาวจาก 0-10 เซนติเมตร แทนปริมาณความปวดที่มีอยู่จริง ที่กำหนดตัวเลขต่อเนื่อง 0-10 คะแนน โดยที่ 0 คือ ไม่มีความปวดเลย และ 10 คือ มีความปวดมากที่สุด นำคะแนนความปวดที่ได้มาแบ่งเป็นระดับตามเกณฑ์การแบ่งระดับความปวดดังนี้

คะแนน 0	หมายถึง ไม่มีความปวดเลย
คะแนน 1-4	หมายถึง ปวดเล็กน้อย
คะแนน 5-6	หมายถึง ปวดปานกลาง
คะแนน 7-10	หมายถึง ปวดมาก

1.2 การวัดระดับสารเคเอทีน คีเนส และโปรสตาแกลนดินส์ อี 2 ในกระแสเลือด

สาร Creatine kinase เป็นเอนไซม์ที่พบได้ในเซลล์กล้ามเนื้อลายมีหน้าที่รักษาระดับ ATP ให้เพียงพอในการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Friden & Lieber, 2001) มีการศึกษาจำนวนมากได้ประเมินการเพิ่มขึ้นของสาร Creatine kinase ในเลือดหลังจากการออกกำลังกายแบบยืดยาวออก เพื่อเป็นหลักฐานทางอ้อมที่แสดงถึงความเสียหายของกล้ามเนื้อ เนื่องจากสาร Creatine kinase มีความเข้มข้นมากขึ้นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารอื่นๆ หลังการออกกำลังกายระดับสาร Creatine kinase เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100 ถึง 600 ยูนิต/ลิตร (Byrnes et al., 1985) สอดคล้องกับ (Ehlers, Ball, & Liston, 2002) กล่าวว่า สาร Creatine kinase ในกระแสโลหิตสามารถเพิ่มขึ้นได้มากจากการฝึกออกกำลังกายหลากหลายรูปแบบ เช่น การวิ่งลงเนิน การวิ่งมาราธอน เป็นต้น นอกจากนี้ หลังการออกกำลังกายแบบยืดยาวออกด้วยแรงสูงสุดมีผลทำให้สาร Creatine kinase ในกระแสโลหิตเพิ่มขึ้นถึง 2,000 ถึง 10,000 ยูนิต/ลิตร (Miles & Clarkson, 1994) การเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาระดับ Creatine Kinase (CK) และสารโปรสตาแกลนดินส์ อี 2 (Prostaglandin E₂) ทำการเจาะจากเส้นเลือดดำบริเวณด้านหน้าของข้อพับแขน บริเวณตำแหน่งของเส้น Cephalic หรือ Basilic vein หรือ Median cubital vein มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ตรวจสอบความถูกต้องของชื่อ-นามสกุลที่หลอดบรรจุเลือด ใบส่งตรวจและตัวผู้เข้ารับการตรวจ เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกต้องตรงกัน จึงเริ่มทำการเจาะเลือด
- 2) ใช้สายรัด (Tourniquet) รััดบริเวณต้นแขนเพื่อให้เห็นเส้นเลือดดำชัดเจน ตรวจสอบตำแหน่งที่จะเจาะเลือด โดยใช้นิ้วสัมผัสเส้นเลือด เมื่อพบแล้ว ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่จะเจาะ โดยใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดวนจากจุดศูนย์กลางหมุนวนเป็นวงกลมออกสู่ด้านนอก รอนจนแอลกอฮอล์แห้ง ห้ามสัมผัสเส้นเลือดอีก

3) เมื่อเลือกตำแหน่งเจาะเลือดได้แล้ว เริ่มทำการเจาะเลือด ในขณะที่ให้ผู้เข้ารับการเจาะเลือดกำมือโดยไม่เกร็งกล้ามเนื้อ โดยให้มุมแขนของเข็มประมาณ 15 องศา เมื่อเลือดดำเข้าสู่ Syringe แล้วให้ถอดสายรัดแล้วดึงกระบอกสูบอย่างช้าๆ จนได้ปริมาณเลือดที่ต้องการ

4) ทำการบรรจุเลือดลงในหลอดเก็บ และลงข้อมูลกำกับฉลากติดสิ่งส่งตรวจ วัน เวลา ชื่อผู้เข้ารับการเจาะลงบนฉลาก และไปส่งตรวจให้เรียบร้อย

5) ทำการส่งหลอดบรรจุเลือดเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

2. การสูญเสียแรง/ความแข็งแรงกล้ามเนื้อและวิธีการวัด

การปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ทำให้เกิดการสูญเสียแรง (Force loss) หรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การออกกำลังกายแบบยืดยาวออก (Eccentric exercise) เช่น การวิ่งลงเนิน (Down hill running) มีผลทำให้เกิดความเสียหายของกล้ามเนื้อได้ในระดับต่ำแต่ก่อให้เกิดการสูญเสียแรงได้ประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ทันทีหลังจากการออกกำลังกาย และต้องใช้ระยะเวลาในการฟื้นคืนสภาพนาน (R. Eston et al., 2004; Mizrahi, Verbitsky, & Isakov, 2001) อย่างไรก็ตาม การสูญเสียแรง (Force loss) หรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายแบบยืดยาวออก (Eccentric exercise) ด้วยแรงสูงสุดทำให้สูญเสียความสามารถในการสร้างแรงได้ถึง 50-65 เปอร์เซ็นต์ การฟื้นคืนสภาพต้องใช้เวลา 1-2 สัปดาห์ (Newham et al., 1987; Saxton et al., 1995; Uchida et al., 2009) นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยที่สรุปว่า การฝึกแบบ ยืดยาวออก (Eccentric training) มีผลทำให้แรงสูงสุดในการหดตัว มุมการเคลื่อนไหวลดลง มีอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และสาร Creatine kinase ในกระแสโลหิตเพิ่มขึ้น (Nosaka & Newton, 2002) อย่างไรก็ตาม แรงสูงสุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อสามารถประเมินได้จากการวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดขา ดังนี้

2.1 การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดขา เป็นการประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดในขณะที่กล้ามเนื้อหดเกร็งตัว สามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดแรงเหยียดขา (Leg dynamometer) มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้เข้ารับการวัดยืนแยกเท้าจากกันช่วงไหล่บนที่วางเท้าของเครื่อง
- 2) ย่อเข่าลง โดยให้หลังและแขนเหยียดตรง
- 3) มือจับที่ดิ่งในท่าคว่ำมีอยู่เหนือเข่าทั้งสอง จัดสายให้พอเหมาะ
- 4) ออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่ ทำการวัด 2 ครั้ง ใช้ค่ามากที่สุด
- 5) บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว

ตารางที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขา

อายุ (ปี)	เกณฑ์มาตรฐานความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดขา (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)									
	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
17-19	≤1.71	1.72-1.97	1.98-2.50	2.51-2.76	≥2.77	≤0.89	0.90-1.09	1.10-1.30	1.40-1.69	≥1.70
20-29	≤1.87	1.88-2.10	2.11-2.57	2.58-2.80	≥2.81	≤1.05	1.06-1.22	1.23-1.57	1.58-1.74	≥1.75
30-39	≤1.78	1.79-1.98	1.99-2.39	2.40-2.59	≥2.60	≤0.98	0.99-1.14	1.15-1.47	1.48-1.63	≥1.64
40-49	≤1.61	1.62-1.81	1.82-2.22	2.23-2.42	≥2.43	≤0.84	0.85-1.00	1.01-1.33	1.34-1.45	≥1.46
50-59	≤1.44	1.45-1.62	1.63-1.99	2.00-2.17	≥2.18	≤0.74	0.75-0.87	0.88-1.14	1.15-1.27	≥1.28
60-72	≤0.96	0.97-1.14	1.15-1.51	1.52-1.69	≥1.70	≤0.54	0.55-0.67	0.68-0.94	0.95-1.07	≥1.08

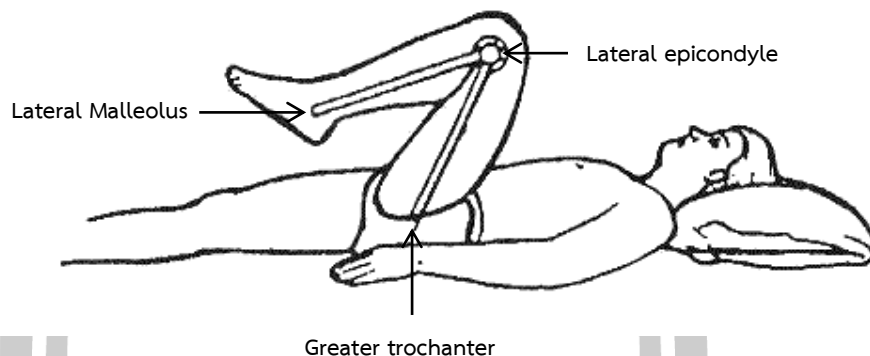
ที่มา: การกีฬาแห่งประเทศไทย (2543)

2.2 การวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า เป็นการประเมินจากมุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่ลดลงเนื่องจากเกิดการปวดระบมกล้ามเนื้อเหยียดขา สามารถวัดด้วยการใช้เครื่องวัดมุม(Goniometer) การเคลื่อนไหวของข้อเข่าควรเหยียดได้ตรง แต่ในบางรายอาจมีเข่าแอ่น (Genu recurvatum) ได้เล็กน้อย โดยปกติมุมการเคลื่อนไหวจากท่าเหยียดเข่าตรงควรเริ่มจาก 0 องศาและเมื่องอข้อเข่าได้จนสุดของข้อพับ ควรได้มุมตั้งแต่ 120 องศาเป็นต้นไปจนถึงมุม 155 องศา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาหรือความตึงตัวของเนื้อเยื่อใต้ข้อพับของคนนั้นๆ การเคลื่อนไหวที่ได้น้อยกว่าปกติโดยเฉพาะร่วมกับอาการปวดน่าจะบ่งบอกว่าเป็นปัญหาของข้อเข่า การวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ให้ผู้เข้ารับการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่านอนหงาย โดยขาทั้งสองข้างเหยียดตรง ดังภาพที่ 1
- 2) ให้ผู้เข้ารับการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ทำการเคลื่อนไหวข้อเข่าด้วยตนเอง (Active range of motion)
- 3) ผู้ทำการวัดจัดวางเครื่อง Goniometer โดยจุดหมุนของ Goniometer อยู่ตรงตำแหน่ง Epicondyle ของกระดูก Femur โดยให้แขนข้างหนึ่งอยู่ที่ตำแหน่งระหว่าง Greater trochanter กับตรงกลางของกระดูก Femur ส่วนแขนอีกข้างหนึ่งอยู่บริเวณตำแหน่งระหว่าง Lateral malleolus กับตรงกลางของกระดูก Fibular ดังภาพที่ 4 และ 5



ภาพที่ 4 ตำแหน่งการวาง Goniometer ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่าเหยียดข้อเข่า



ภาพที่ 5 ตำแหน่งการวาง Goniometer ในการวัดองศาการเคลื่อนไหวในท่างอข้อเข่า

3. บทบาทของ Creatine Kinase และ Prostaglandin E₂

Creatine kinase หรือ Creatine phosphokinase เป็นเอนไซม์ที่พบมากในเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และสมอง Creatine kinase เป็นโปรตีนมีลักษณะทรงกลมขนาดเล็ก ทำหน้าที่รักษาระดับความเข้มข้นของ ATP และ ADP โดยเร่งการแลกเปลี่ยนพันธะ Phosphate ระหว่าง Phosphocreatine และ ADP ที่เกิดขึ้นในระหว่างกล้ามเนื้อหดตัว เอนไซม์ Creatine kinase มีโครงสร้างประกอบขึ้นด้วย 2 subunit คือ M และ B ทำให้เกิด isoenzymes ได้ 3 แบบ ในไซโตพลาสซึม ประกอบด้วย CK-MM (muscle type) พบมากในเซลล์กล้ามเนื้อลาย CK-MB (cardiac type) พบมากในเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ และ CK-BB (brain type) (Charuruks, 2004; Brancaccio et al., 2007) การเพิ่มขึ้นของ Creatine kinase ในเลือดอาจใช้เป็นดัชนีชี้วัดถึงเนื้อเยื่อถูกทำลายหลังการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อเฉียบพลันหรือเรื้อรัง Ehlers et al. (2002) กล่าวว่า การเพิ่มขึ้นของ Creatine kinase เกิดขึ้นได้จากการออกกำลังกายที่มีความรุนแรง เช่น การวิ่งลงเนิน การวิ่งมาราธอน แต่การออกกำลังกายแบบ eccentric จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ Creatine kinase มากที่สุดหลังการออกกำลังกาย ความเสียหายของกล้ามเนื้อลายหลังออกกำลังกายที่พบได้บ่อย คือ อาการปวด ความเมื่อยล้า อ่อนแรง และระดับ Creatine kinase ในเลือดเพิ่มสูงขึ้น จากการศึกษาของ Brancaccio et al. (2007) พบว่า การออกกำลังกายอย่างหนักสามารถสร้างความเสียหายให้กับโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อในระดับ Sarcolemma และ Z-disk ส่งผลให้ Creatine kinase เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับ Creatine kinase จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า สูงสุดใน 8 ชั่วโมง หลังจากการฝึก

ความแข็งแรง (Martel et al., 2006) การเพิ่มขึ้นของ Creatine kinase หลังการออกกำลังกายแบบ eccentric เชื่อมโยงกับอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่เด่นชัดขึ้นใน 2-7 วัน (Serrão et al., 2003)

สาร Prostaglandins E₂ มีฤทธิ์ในการตอบสนองต่อการอักเสบที่สำคัญในการก่อให้เกิดความเจ็บปวด การบวม และการอักเสบ ลักษณะทางคลินิกของการอักเสบ ประกอบด้วยอาการหลัก 5 อาการ คือ ปวด (pain) บวม (swelling) แดง (redness) ร้อน (heat) และการสูญเสียการทำงาน (loss of function) การตอบสนองต่อการอักเสบจากการออกกำลังกายแบบ eccentric กระตุ้นเม็ดเลือดขาวชนิด Macrophage สังเคราะห์สาร Prostaglandins E₂ (Cheung et al., 2003) จากการศึกษาของ Uchida et al. (2009b) พบว่า ความเสียหายของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายแบบ eccentric มีความสัมพันธ์ที่สำคัญกับการเพิ่มขึ้นของสาร Prostaglandins E₂ ในกล้ามเนื้อภายใน 24-48 ชั่วโมง หลังการออกกำลังกาย

แนวคิดเกี่ยวกับการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเป็นสิ่งจำเป็นมีประโยชน์ต่อการเสริมสร้างสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ เช่น ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ความอดทนกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบการไหลเวียนโลหิตและการหายใจ ความอ่อนตัวและจำนวนเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง

1. ความหมายของการออกกำลังกาย

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ให้ความหมายของคำว่า “การออกกำลังกาย” คือ การใช้กำลังบริหารร่างกายเพื่อให้แข็งแรง นอกจากนี้ นักวิชาการด้านพลศึกษาให้ความหมายของการออกกำลังกายไปในแนวทางเดียวกันหลากหลายคน เช่น มนัส ยอดคำ (2548) กล่าวว่า การออกกำลังกายหมายถึง การประกอบกิจกรรมใดที่ทำให้ร่างกายหรือส่วนต่างๆ ของร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวและมีผลให้ระบบต่างๆ ของร่างกายเกิดความแข็งแรง และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับไพบุลย์ ศรีชัยสวัสดิ์ (2549) กล่าวว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การที่ร่างกายได้มีการเคลื่อนไหว ระบบต่างๆ ของร่างกาย ทำให้ระบบการไหลเวียนของเลือดได้มีการสูบฉีดเพิ่มมากขึ้น และระบบกล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายได้มีการยืดและหดตัว โดยใช้กิจกรรมง่ายๆ เช่น วิ่ง กระโดดเชือก การบริหารกาย การยกน้ำหนัก แอโรบิกต้านซ์ วายน้ำ ขี่จักรยาน เกม และการละเล่นพื้นเมือง เป็นต้น ทำให้สามารถประกอบกิจกรรมงานประจำวันได้อย่างกระฉับกระเฉง มีภูมิต้านทานโรค มีสมรรถภาพทางกายดี มีผลทำให้ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในทันที เช่น หัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตสูงขึ้น อัตราการสูบฉีดโลหิตเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น และในระยะยาวทำให้ร่างกายมีการปรับตัว ส่งผลต่อสุขภาพในด้านบวก ดังนั้น การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมการเคลื่อนไหวทาง

กายที่ต้องวางแผนการเคลื่อนไหวร่างกายซ้ำๆ ด้วยความตั้งใจ เพื่อปรับปรุงหรือการรักษาระดับความสามารถทางกาย การออกกำลังกายสามารถกระทำได้ผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น การขี่จักรยาน เต้นรำ การเดิน การว่ายน้ำ โยคะ เป็นต้น

2. ประเภทของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายทำให้ระบบภายในร่างกาย เช่น ระบบไหลเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาท ทำงานมากกว่าภาวะปกติ ทำให้ต้องสูญเสียพลังงานไปเป็นจำนวนมาก การออกกำลังกายสามารถจำแนกออกได้ 2 ลักษณะ (พิชิต ภูติจันทร์, 2547) ดังนี้

2.1 แบ่งตามลักษณะของการใช้พลังงาน

1) การใช้พลังงานโดยไม่อาศัยออกซิเจน (Anaerobic oxidation) หรือ การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ใช้พลังงานจากสารที่ให้พลังงานสูง หรือ สาร Adenosine triphosphate (ATP) ที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ ตัวอย่างคือการทำงานในระยะเวลาดสั้นๆ เช่น การวิ่ง 100 เมตร กระโดดสูง การพุ่งแหลน การทุ่มน้ำหนัก และการขว้างจักร

2) การใช้พลังงานโดยอาศัยออกซิเจน (Aerobic oxidation) หรือ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายด้วยระดับความเร็วปานกลาง เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะหายใจเอาออกซิเจนไปในการสร้างพลังงานเพิ่มขึ้นขึ้นมากกว่าระดับปกติ ทำให้ระบบการหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตทำงานมากขึ้น ผลของการออกกำลังกายแบบนี้ก่อนให้เกิดการพัฒนาการไหลเวียนโลหิตและหายใจ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การวิ่งจ็อกกิ้ง การเดินเร็ว หรือการว่ายน้ำ

2.2 แบ่งตามลักษณะของการเคลื่อนที่ของข้อต่อและกล้ามเนื้อ

1) การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก (Isometric exercise or Static exercise) เป็นการออกกำลังกายด้วยการเกร็งกล้ามเนื้ออยู่กับที่ โดยไม่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย การออกกำลังกายที่ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัว แต่ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง การเกร็งทำให้เกิดความตึงตัว (Tension) ของกล้ามเนื้อเพื่อต้านกับแรงต้านทาน เช่น การออกแรงดันกำแพง การออกแรงบีบวัตถุ การกำหมัดแน่นๆ เป็นต้น การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก เป็นประจำมีผลทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงและมีการเพิ่มขนาด แต่มีผลต่อระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดน้อยมาก ผู้ที่มีเวลาน้อยหรือมีสถานที่ในการออกกำลังกายที่จำกัดควรเลือกการออกกำลังกายโดยวิธีนี้ เนื่องจากสะดวกและสามารถทำได้ทุกสถานที่ การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริกเหมาะ

อย่างยิ่งสำหรับนักกีฬาที่เพิ่งฟื้นจากอาการบาดเจ็บ สำหรับผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือโรคหัวใจ ไม่แนะนำให้ออกกำลังกายด้วยวิธีการนี้ เนื่องจากการเกร็งกล้ามเนื้อทำให้ความดันเลือดสูงขึ้นทันทีทันใดจนอาจเกิดอันตรายรุนแรงได้

2) การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิค (Isotonic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่สู้กับแรงต้านทาน โดยกล้ามเนื้อมีการหดตัวและคลายตัวทำให้เกิดการเคลื่อนไหวข้อต่อ สามารถแบ่งการทำงานของกล้ามเนื้อออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การหดตัวแบบคอนเซนตริก (Concentric contraction) กล้ามเนื้อจะหดตัวโดยความยาวของกล้ามเนื้อมีการหดสั้นทำให้น้ำหนักเคลื่อนเข้าหาลำตัว การออกกำลังกายแบบนี้ ได้แก่ การยกน้ำหนักเข้าหาลำตัว เป็นต้น และการหดตัวแบบเอกเซนตริก (Eccentric contraction) กล้ามเนื้อทำงานในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เช่น การยกน้ำหนักออกจากลำตัว กล้ามเนื้อ Biceps brachii มีการเหยียดตัวออกเป็นการทำงานแบบ Eccentric แต่กล้ามเนื้อ Triceps brachii หดตัวเข้าเป็นการทำงานแบบ Concentric การดันพื้นในจังหวะการยกลำตัวขึ้นกล้ามเนื้อ Biceps มีการเหยียดตัวเป็นการทำงานแบบ Eccentric ส่วนกล้ามเนื้อ Triceps brachii มีการหดตัวเป็นการทำงานแบบ Concentric

3) การหดตัวแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction) เป็นการออกกำลังกายที่ออกแรงต้านกับแรงต้านทานด้วยความเร็วคง กล้ามเนื้อมีการหดตัวและคลายตัวเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดการเคลื่อนไหว เป็นการออกกำลังกายที่ต้องใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะเป็นการผนวกเอาเครื่องยกน้ำหนักกับเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นการออกแรงด้วยความเร็วเท่ากันเสมอ

3. ลำดับขั้นการออกกำลังกาย

3.1 การอบอุ่นร่างกาย (Warming up) เป็นการเตรียมพร้อมของระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ระบบกล้ามเนื้อ ระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต และระบบประสาทให้พร้อมที่จะทำงานหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพ การอบอุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกายจะเพิ่มอุณหภูมิของกล้ามเนื้อ โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับเวลาและระดับของงานที่ทำ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมีผลทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเมตาบอลิซึมทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้เมื่อออกกำลังกาย ขบวนการสร้างและใช้พลังงานสามารถเกิดได้ดี ทำให้มีกำลังและสมรรถภาพในการทำงานดีขึ้น (Michael et al., 1998) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การอบอุ่นร่างกายมีผลต่อการเพิ่มการนำออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อ เพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือด และการเพิ่มอุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อและ

อุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย เพิ่มเมตาบอลิซึม และกระตุ้นการทำงานของระบบหัวใจ หลอดเลือด และเพิ่มสมรรถภาพทางกาย (Bishop, 2003; McCutcheon et al., 1999)

3.2 การออกกำลังกาย (Exercise) เป็นการใช้ส่วนต่างๆ ของร่างกายให้เกิดการเคลื่อนไหวต่อเนื่องกัน อาจจะใช้กิจกรรมกรรมกีฬาเป็นสื่อในการเคลื่อนไหวก็ได้ การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตให้ดีขึ้น ควรออกกำลังกายโดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่เคลื่อนที่แบบต่อเนื่องเป็นจังหวะ ระยะเวลาของการออกกำลังกาย ขึ้นอยู่กับระดับความสมบูรณ์ของร่างกายแต่ละบุคคล ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ การเดินอย่างน้อย 30 นาทีขึ้นไปเป็นเวลา 3 วันต่อสัปดาห์ มีผลดีต่อการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของหัวใจ และระบบไหลเวียนโลหิต และการเผาผลาญไขมัน ส่งผลให้ค่าดัชนีมวลกายและค่าความดันโลหิตลดลง (Lubans & Sylva, 2006) นอกจากนี้ การออกกำลังกายแบบมวยไทยแอโรบิกเป็นเวลา 30 นาที เป็นเวลา 3 วันต่อสัปดาห์ มีผลทำให้ค่าดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์การสะสมไขมันในร่างกายลดลง และสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพดีขึ้น (วิษณุ สมัญญา, 2556)

3.3 การผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) เป็นการผ่อนคลายระบบไหลเวียนเลือด และหายใจให้ค่อยๆ ลดระดับความถี่ของการเต้นของหัวใจให้ลดลงจนถึงระดับปกติ และการผ่อนคลายความตึงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวร่างกายให้เกิดการคลายตัว โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ซึ่งจะใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 นาที

4. ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายที่จำเป็นต้องอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อลาย ซึ่งการหดตัวของกล้ามเนื้อลายต้องอาศัยพลังงานทางเคมีที่ได้จากการสลายอาหารเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ใช้ในการหดตัวของเซลล์กล้ามเนื้อลาย ทั้งนี้ร่างกายได้พลังงานจากอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน พลังงานที่ได้จากอาหารถูกเก็บไว้ในรูปของสารประกอบที่ให้พลังงานสูง คือ สารเอทีพี (ATP; Adenosine triphosphate) การใช้พลังงานของร่างกายมีแหล่งของพลังงานอยู่ 3 แหล่ง (Kobayashi et al., 2005)

4.1 พลังงานที่ได้จากระบบ ATP-PC (Adenosine Triphosphate-Phosphocreatine) พลังงานได้มาจากสารเอทีพี (ATP : Adenosine triphosphate) และสารพีซี (PC : Phospho-creatine) พบได้ในเซลล์ทั่วไปภายในร่างกาย แต่จะพบมากในเซลล์กล้ามเนื้อ ร่างกายสามารถนำพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจนใน

ขบวนการสันดาป ซึ่ง ATP-PC จะถูกนำมาใช้ได้ทันทีที่กล้ามเนื้อเริ่มมีการหดตัว ระบบ ATP-PC นี้ เป็นแหล่งที่ให้พลังงานสูงและหมดไปอย่างรวดเร็วในช่วง 30 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย หลังจากนั้น ร่างกายจะเริ่มต้นขบวนการสังเคราะห์พลังงานด้วยวิธีอื่นเพื่อสร้างสาร ATP ขึ้นมาใหม่ อย่างไรก็ตาม ในการเล่นกีฬาหรือการออกกำลังกายที่จำเป็นต้องใช้พลังงานสูง ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น การวิ่ง 100 เมตรด้วยความเร็วสูงสุด การเสิร์ฟเทนนิสด้วยแรงสูงสุด และการกระโดดตีลูกวอลเลย์บอลด้วยแรงสูงสุด เป็นต้น

4.2 พลังงานที่ได้จากระบบไกลโคไลติก (Glycolytic system) เป็นพลังงานที่ได้จากการขบวนการสลายสารอาหารประเภทไกลโคเจน (Glycogen) ในระบบแอนแอโรบิก โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการสังเคราะห์สาร ATP มีความสำคัญในการออกกำลังกายระยะสั้น ประมาณ 1-3 นาที และถ้าหากการออกกำลังกายมีระดับความหนักสูงและใช้ระยะเวลานานขึ้น มีผลทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน (Oxygen deficit) ทำให้เกิดภาวะการเป็นหนี้ออกซิเจน (Oxygen debt) ซึ่งเป็นภาวะที่ร่างกายมีความต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติเพื่อใช้ในการฟื้นตัว นอกจากนี้ ผลจากขบวนการสร้างพลังงานในระบบนี้ทำให้เกิดกรดแลคติก (Lactic acid) สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อและในกระแสเลือด เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดอาการเมื่อยล้า ซึ่งจะขัดขวางขบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อ มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาหรือการออกกำลังกายลดลง

4.3 พลังงานที่ได้จากระบบแอโรบิก (Aerobic system) เป็นพลังงานที่ได้จากขบวนการออกซิเดชันสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ซึ่งขบวนการออกซิเดชัน (Oxidation) จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน จึงจะสามารถสร้างสาร ATP ได้จำนวนมาก พลังงานในระบบนี้ถูกสร้างขึ้นภายในไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) โดยมีการใช้ออกซิเจนที่ได้จากระบบการไหลเวียนโลหิตและการหายใจ ทำให้สามารถทำงานได้ติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น การออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาที่ต้องให้ระยะเวลามากกว่า 30 นาที

5. การกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสุขภาพหรือสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพมีความจำเป็นต้องเข้าใจกับตัวแปรการออกกำลังกาย 4 ประการ คือ ความหนัก (Intensity) ชนิด (Type) ระยะเวลา (Duration) และความถี่ (Frequency) (ichael et al., 1998) ดังนี้

5.1 ชนิดของการออกกำลังกาย (Type of exercise)

การออกกำลังกายเพื่อพัฒนาระบบการไหลเวียนโลหิตและหายใจ ต้องเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก การออกกำลังกายที่ใช้พลังงานจากการสันดาปด้วยออกซิเจน ขอบเขตการออกกำลังกายให้อัตราการเต้นของหัวใจถึงเป้าหมายที่กำหนดและมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในสภาวะคงที่ให้นานเท่าที่การออกกำลังกายจะเพียงพอ ตัวอย่างของกิจกรรม คือ การเดิน การวิ่งเหยาะๆ การเดินแอโรบิก การว่ายน้ำ การปั่นจักรยาน เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว กิจกรรมที่เลือกควรขึ้นอยู่กับความชอบแต่ละบุคคล ทำในสิ่งที่ชอบและสนุก และข้อจำกัดทางกาย การออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะเกี่ยวข้องกับการใช้กลุ่มกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ของร่างกาย และต้องทำอย่างเป็นจังหวะและต่อเนื่อง ซึ่งการใช้กลุ่มกล้ามเนื้อระหว่างการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อการพัฒนาการไหลเวียนและหายใจ

5.2 ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity of exercise)

การพัฒนาระบบการไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory) ควรให้หัวใจได้ทำงานอยู่ระหว่าง 40-85 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve) สำหรับบุคคลที่ไม่สมบูรณ์ควรใช้ความหนักในการฝึก 40-50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคนที่มีความสมบูรณ์ก็ใช้ความหนักที่สูง การเพิ่มขึ้นของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) จะถูกเร่ง เมื่อหัวใจทำงานเกือบถึง 85 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve: HRR) (Michael et al., 1998) ระดับความหนักในการออกกำลังกายไว้ 5 ระดับ คือ ระดับเบามาก ระดับเบา ระดับปานกลาง ระดับหนัก และระดับหนักมาก ซึ่งการกำหนดความหนักในการออกกำลังกาย โดยใช้อัตราเต้นของหัวใจมีข้อเสนอแนะว่า ควรออกกำลังกายให้อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย ประมาณร้อยละ 64 - 76 ของอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด และควรเริ่มจากระดับความหนักที่เบาที่สุด และค่อยเพิ่มขึ้นตามความก้าวหน้าของสมรรถภาพทางกายของแต่ละบุคคล (Flynn et al., 2018; Franklin, 2007) การกำหนดความหนักของการออกกำลังกาย หรือ โซนการฝึกการไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory training zone) ตามอัตราเต้นของหัวใจสำรอง (Flynn et al., 2018) ดังนี้

1) การกำหนดอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate: MHR)

$$\text{อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด} = 220 - \text{อายุ}$$

2) การกำหนดอัตราเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve: HRR) ทำการตรวจสอบอัตราเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting heart rate: RHR) โดยการนั่งพัก 15-20 นาที แล้วจับชีพจร เป็นเวลา 30 วินาที แล้วคูณด้วย 2 วิธีการ ทำการจับชีพจรบนข้อมือ โดยวาง 2-3 นิ้ว บนข้อมือด้านหัวแม่มือบริเวณ Radial artery หรือ ตรงลำคอ บริเวณ Carotid artery แทนค่าในสมการ

อัตราการเต้นของหัวใจ = อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด - อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

3) การคำนวณความหนักในการออกกำลังกาย (Training Intensity) จากสมการ

ความหนักในการออกกำลังกาย = (อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง × %ความหนัก) + อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

5.3 ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Duration of exercise)

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกควรใช้เวลาในการออกกำลังกายมากกว่า 10 นาที หากระยะเวลาในการออกกำลังกายสั้นเกินไปหรือพักนานเกินไป อัตราการเต้นของหัวใจจะลดต่ำกว่าระดับที่ให้ผลจากการฝึก คำแนะนำสำหรับบุคคลทั่วไป คือ ควรออกกำลังกายระหว่าง 20 และ 60 นาทีต่อวัน ระยะเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับความหนักในการฝึก หากเปอร์เซ็นต์ความหนักในการฝึกอยู่ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการออกกำลังกายประมาณ 20 นาที ก็เพียงพอต่อการพัฒนาสมรรถภาพการไหลเวียนโลหิตและหายใจ แต่ถ้าความหนักในการออกกำลังกายอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการออกกำลังกายควรอยู่ระหว่าง 30 ถึง 60 นาที ขึ้นอยู่ระดับสมรรถภาพทางกายของแต่ละบุคคล ก่อนการออกกำลังกายทุกครั้งควรมีการอบอุ่นร่างกายและมีการคลายอุ่นร่างกายภายหลังการออกกำลังกายทุกครั้ง เพื่อกระตุ้นและผ่อนคลายกล้ามเนื้อก่อนและหลังการทำงานหนัก

5.4 ความถี่ของการฝึก (Frequency of exercise)

ความถี่ในการออกกำลังกาย 3 ถึง 5 วัน โดยใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายวันละ 20-30 นาที ต่อสัปดาห์ ก็เพียงพอต่อการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) สำหรับบุคคลที่ต้องเข้าโปรแกรมการลดน้ำหนัก ใช้เวลาในการออกกำลังกายวันละ 45 ถึง 60 นาที ใช้ระดับความหนักต่ำ ถึง ปานกลาง ทำการออกกำลังกาย 5-6 วันต่อสัปดาห์ ข้อแนะนำควรขยายระยะเวลาการออกกำลังกายให้นานขึ้นเพื่อเพิ่มอัตราการใช้พลังงาน ซึ่งจะมีผลต่อการลดน้ำหนักได้เร็วขึ้น

6. ผลการออกกำลังกายที่มีต่อสรีรวิทยา

หลังการออกกำลังกายมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ และระบบประสาท (ชูศักดิ์ เวชแพทย์และกันยา ปิยะจตุรวัฒน์, 2536) ดังนี้

6.1 ระบบกล้ามเนื้อ

โปรแกรมการออกกำลังกายที่ออกแบบมาเพื่อพัฒนาความแข็งแรงกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ และเพิ่มจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อ จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการฝึกความแข็งแรง (Strength training programs) สามารถเพิ่มความแข็งแรง

ของกล้ามเนื้อ โดยลำดับแรกเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในระบบประสาท) และมีการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ภายในกล้ามเนื้อแต่ละมัดประกอบด้วยเซลล์กล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า และเซลล์กล้ามเนื้อหดตัวเร็วอยู่ด้วยกันในมัดกล้ามเนื้อนั้น การที่จะมีเซลล์กล้ามเนื้อชนิดใดจำนวนมากว่ากันขึ้นอยู่กับพันธุกรรม แต่หากได้รับการฝึกที่เฉพาะเจาะจงก็สามารถกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะหรือคุณสมบัติได้ ซึ่งการฝึกสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างและองค์ประกอบทางชีวเคมีของเส้นใยกล้ามเนื้อ (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536)

1) พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ (Cross-sectional area) โตขึ้น เป็นการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดกับการเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อ การเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อสามารถเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ การเพิ่มขนาดแบบชั่วคราว (Transient hypertrophy) คือ การเพิ่มขนาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการออกกำลังกายเพียงครั้งเดียว ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการสะสมของเหลว (อาการบวมหน้า: Edema) ในช่องเล็กๆ และภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของกล้ามเนื้อ ของเหลวนี้อาจมาจากพลาสมาในเลือด ของเหลวนี้อาจถูกดึงกลับไปหลอดเลือดภายหลังการออกกำลังกายไม่กี่ชั่วโมง (Ploutz et al., 1994; Schoenfeld et al., 2015) และการเพิ่มขนาดระยะยาว (Chronic hypertrophy) หมายถึง การเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยแรงต้านเป็นระยะเวลานาน ผลที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในกล้ามเนื้อที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber hyperplasia) หนึ่งหรือสองเส้นใย และขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber hypertrophy) แต่ละเส้นใยที่ใหญ่ขึ้น

2) การเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber hypertrophy) เกิดจากการฝึกด้วยแรงต้านทาน (Resistance training) เป็นเวลานาน ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกล้ามเนื้อ อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber hyperplasia) และขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละเส้น (Fiber hypertrophy) แต่ทั้งนี้ก็ยังเป็นที่ถกเถียงและพยายามอธิบายถึงสาเหตุที่แท้จริง (Willmore and Costill, 2004) อย่างไรก็ตาม การฝึกด้วยแรงต้านทานแบบ Eccentric เป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีผลต่อการเพิ่มขนาดและแรงสูงสุด (Peak torque) ของกล้ามเนื้อ (29%) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝึกด้วยแรงต้านทานแบบ Concentric (Farthing & Chilibeck, 2003) นอกจากนี้ Hortobágyi et al. (1996) แสดงให้เห็นว่า ภายหลังจากการฝึกเป็นเวลา 36 วัน โดยให้กลุ่มตัวอย่างฝึกแบบ Concentric กับ ฝึกแบบ Eccentric พบว่า เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด I (Type I) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa (Type IIa) เพิ่มขึ้น และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb (Type IIb) ลดลง ทั้งในกลุ่มฝึกแบบ Eccentric และกลุ่มฝึกแบบ Concentric ทั้งนี้ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด II (Type II) มีการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อขึ้นประมาณ 10 เท่า ในกลุ่มฝึกแบบ Eccentric มากกว่าการฝึกแบบ Concentric จำนวน

ของเส้นใยกล้ามเนื้อภายในกล้ามเนื้อแต่ละมัดมีมาตั้งแต่เกิด จากการศึกษาของ Verdijk et al. (2009) แสดงให้เห็นว่า การฝึกด้วยแรงต้านทานทำให้พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ Quadriceps เพิ่มขึ้น และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด II (Type II muscle) มีพื้นที่เพิ่มขึ้นด้วย การพัฒนากล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยแรงต้านทานมีการตอบสนองในลักษณะพิเศษจากการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด II (Type II fiber) การออกกำลังกายสามารถเพิ่มขนาดของมัดกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละเส้นใย ซึ่งสามารถจะอธิบายได้จากการที่เส้นใยโปรตีน actin และ myosin สารกึ่งของเหลวภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Sarcoplasm) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) มีจำนวนมากขึ้น (Kosek et al., 2006; Martel et al., 2006)

3) การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของชนิดเส้นใย การฝึกที่เน้นความเร็ว (การไม่ใช้ออกซิเจน) หรือการฝึกความอดทน (การใช้ออกซิเจน) สามารถปรับเปลี่ยนคุณสมบัติพื้นฐานของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Carter et al., 2001; Costill et al., 1979; Gollnick et al., 1973) อาทิเช่น เส้นใยชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch fiber) อาจมีคุณสมบัติแบบ Oxidative มากขึ้นหลังจากทำการฝึกแบบแอโรบิก (Aerobic training) อย่างไรก็ตาม การกระตุ้นประสาทด้วยความถี่ต่ำสามารถเปลี่ยนแปลงหน่วยยนต์ของเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch fiber) เปลี่ยนเป็นหน่วยยนต์ของเส้นใยชนิดหดตัวช้า (Slow-twitch fiber or Type I) (Pette & Vrbová, 1985) นอกจากนี้ การฝึกออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านทานโดยใช้น้ำหนักรวม (Heavy-resistance training) มีผลทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด มีขนาดเพิ่มขึ้น กล่าวคือ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Type I) เพิ่มขึ้น 15 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็วชนิด IIa (Type IIa) เพิ่มขึ้น 45 เปอร์เซ็นต์ และชนิด IIb (Type IIb) เพิ่มขึ้น 57 เปอร์เซ็นต์ ถ้าการออกกำลังกาย/การฝึกนั้นมีระดับความหนัก (Intensity) และระยะเวลา (Duration) ที่เพียงพอซึ่งบอกได้ว่าการฝึกความแข็งแรงอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเส้นใยกล้ามเนื้อ (Stanos et al., 2004) สอดคล้องกับการศึกษาของ (Campos et al., 2002) พบว่า การฝึกความแข็งแรงด้วยแรงต้านทานด้วยความหนักที่สูงมีผลทำให้พื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวช้า (Type I) เพิ่มขึ้น 12.5 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วชนิด IIa (Type IIa) เพิ่มขึ้น 19.5 เปอร์เซ็นต์ และเส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็วชนิด IIb (Type IIb) เพิ่มขึ้น 26 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยกล้ามเนื้อของนักวิ่งระยะสั้น (Sprinter) และนักวิ่งระยะไกล (Marathoner) มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือ นักวิ่งระยะสั้น เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วใช้การเผาผลาญแบบไม่ใช้ออกซิเจนจำนวนมาก ส่วนนักวิ่งระยะไกล เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าใช้การเผาผลาญที่ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก ดังนั้น เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจึงมีความสำคัญในกีฬาประเภทความอดทน และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจะเป็นกุญแจสำคัญในกีฬาประเภทวิ่งเร็วและนักรยกน้ำหนัก (Weight lifting) (Andersen, Schjerling, & Saltin, 2000)

4) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ

4.1) Aerobic Changes เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อลายที่ได้รับ การฝึกความอดทน (Endurance training) มีการเปลี่ยนดังนี้

- เพิ่มปริมาณการสะสมโปรตีนไมโอโกลบิน (Myoglobin) ในเส้นใย กล้ามเนื้อ

- เพิ่มการออกซิเดชัน (Oxidation) ของคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) การฝึกจะทำให้ไกลโคเจน (Glycogen) ที่สะสมในกล้ามเนื้อสลายได้มากขึ้น เนื่องจากไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) ภายในเซลล์กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นทั้งจำนวนและขนาด การเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์ ที่เกี่ยวข้องกับ Krebs cycle electron และ Transport system นอกจากการเพิ่มความสามารถใน การสลายไกลโคเจน (Glycogen) ยังพบว่าภายหลังการฝึกทำให้กล้ามเนื้อสามารถเก็บสะสมไกลโค เจน (Glycogen) ได้มากขึ้น

- เพิ่มการออกซิเดชัน (Oxidation) ของไขมัน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ สำคัญสำหรับการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ภายหลังการฝึกความอดทน (Endurance training) ทำให้ความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกซิไดส์ไขมันเพิ่มขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อเก็บไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) ไว้มากขึ้น เพิ่มอัตราการปล่อยกรดไขมันออกจากภายในกล้ามเนื้อ และเพิ่มการ ทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในการขนส่งและสลายกรดไขมัน

- ปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายใช้เพิ่มมากกว่าปกติภายหลังออกกำลังกาย (Oxygen Debt) ที่ร่างกายใช้เพื่อ 1). กำจัดกรดแลคติก (Lactic acid) 2). สะสม Phosphocreatine (PC) และ Adenosine triphosphate (ATP) และ 3). เต็มออกซิเจนคืนให้มาย้อ โกลบิน (Myoglobin)

4.2) Anaerobic Changes การเปลี่ยนแปลงทาง Anaerobic ในเส้นใย กล้ามเนื้อจากการฝึกออกกำลังกายเนื่องจาก

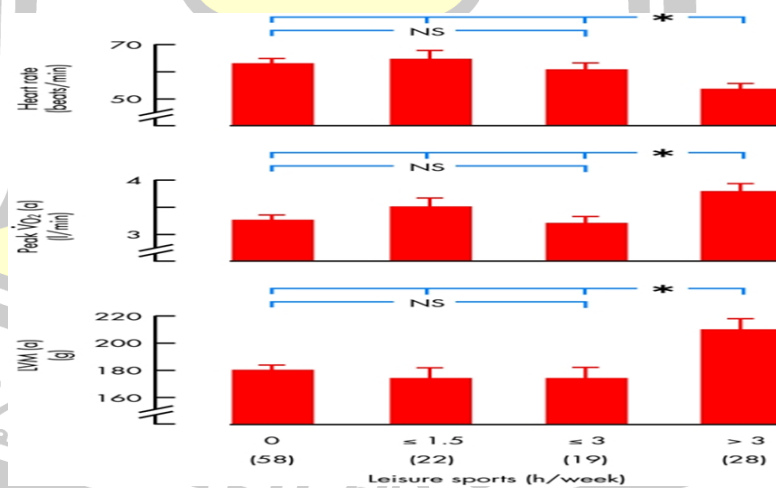
- การทำงานของ Phosphagen (ATP-PC) system เพิ่มขึ้น ซึ่งมีการ เปลี่ยนแปลง 2 อย่าง คือ เพิ่มการสะสม ATP และ PC ไว้ในกล้ามเนื้อและเพิ่มเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับ ระบบ ATP-PC

- การทำงานของ Glycolytic capacity มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น พบว่า การฝึกความอดทนทำให้ Phosphofructokinase (PFK) เพิ่มขึ้นมากในนักกีฬาที่ฝึกวิ่งเร็วกว่า นักกีฬาที่ฝึกวิ่งทน ทำให้ความสามารถทนทานต่อกรดแลคติกที่คั่งอยู่ในเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวน มากได้

6.2 ระบบการไหลเวียนโลหิต

การฝึกออกกำลังกายมีผลทำให้เกิดการพัฒนาในระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรการไหลเวียนโลหิต (Wilmore and Costill, 2004) ดังนี้

1) การเพิ่มขนาดของหัวใจ (Hypertrophy) เป็นการตอบสนองที่เพิ่มขึ้นจากการทำงาน มวลและปริมาตรของหัวใจที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อหัวใจก็เหมือนกับกล้ามเนื้อลายที่มีการเพิ่มขนาด (Hypertrophy) เป็นผลมาจากการฝึกความอดทนเป็นระยะเวลานาน (Chronic endurance training) จากการศึกษาของ Milliken et al. (1988) แสดงให้เห็นว่า นักสกีประเภท Cross-country นักปั่นจักรยานทางไกล และนักวิ่งระยะไกลที่ทำการฝึกซ้อมอย่างหนักเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันมีผลทำให้มวลของกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่าง (Left ventricular mass) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนักกีฬาที่เป็นกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่า ยังมีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่าง มวลของกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่างกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($r=0.80$) การออกกำลังกาย/การฝึกที่มีผลต่อการทำงานของหัวใจเพิ่มมากขึ้น คือ ระยะเวลาและความหนักที่เพียงพอ ภาพที่ 6 แสดงให้เห็นการออกกำลังกายที่ใช้ระยะเวลามากกว่า 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate) พลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic power) และมวลของกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่าง (Left ventricular mass) ทั้งนี้รูปแบบและความใหญ่โตของมวลกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่างที่เพิ่มขึ้นทางสรีรวิทยาอาจแตกต่างกันโดยธรรมชาติของการฝึกแต่ละชนิดกีฬา



ภาพที่ 6 อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจนและมวลกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่าง อายุ 18-34 ปี เพศชาย ที่ออกกำลังกายนานแตกต่างกัน (ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

จากการศึกษาของ Venckunas et al. (2006) พบว่า นักวิ่งระยะไกลที่เพิ่มปริมาณ (Volume) การฝึกจาก 8 ชั่วโมง เป็น 12.5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยไม่เพิ่มความหนัก (Intensity) ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 1 ปี มีผลทำให้หัวใจมีมวลโดยรวมเพิ่มขึ้น ผนังกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายมีความหนาเพิ่มขึ้น จึงสรุปได้ว่า นักวิ่งระยะไกล (Runners distance) ที่มีการเพิ่มปริมาณในการฝึกซ้อมมีผลทำให้กล้ามเนื้อหัวใจมีการเพิ่มขึ้น นักวิ่งระยะไกลมีผนังกล้ามเนื้อหัวใจระหว่างห้องซ้ายล่างและขวาล่าง (Interventricular septum) และมวลกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่าง (Left ventricular mass) มีความหนาเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับนักวิ่งระยะสั้นอย่างมีนัยสำคัญ (Tomas Venckunas et al., 2008)

2) ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจ (Stroke volume)

ปริมาตรของเลือดก่อนที่จะถูกบีบออกจากหัวใจห้องซ้ายล่างเข้าสู่เส้นเลือดแดงใหญ่ (Aorta) ค่าปกติที่หัวใจบีบตัวอยู่ระหว่าง 60-100 มิลลิลิตรต่อการบีบตัว 1 ครั้ง การออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีผลทำให้ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจเพิ่มขึ้นโดยรวม ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจในขณะพักจะเพิ่มขึ้นมากในทันทีหลังจากทำการฝึกความอดทนตามโปรแกรมมากกว่าก่อนเข้ารับการฝึก การฝึกความอดทนทำให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจ (Stroke volume) ที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายระดับต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) และระดับสูงสุด (Maximal) ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจที่ในขณะพัก และในระหว่างการฝึกที่มีความเข้มข้นถึงระดับสูงสุด (maximal) ภายหลังจากฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลาานติดต่อกันมีผลทำให้ห้องหัวใจล่างซ้าย (Left ventricle) มีความจุเลือดเป็นปริมาตรเต็มที่ในช่วงระยะคลายตัว (Diastole) มากกว่าห้องหัวใจล่างซ้ายของกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก (Untrained) และปริมาณเลือดเพิ่มขึ้น หมายความว่า เลือดที่มากขึ้นสามารถเติมเต็มในห้องหัวใจล่างซ้าย ดังนั้น ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจล่างซ้ายจึงเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ในกลุ่มฝึกออกกำลังกายมีอัตราเต้นของหัวใจต่ำกว่าในขณะที่หัวใจทำงานที่เท่ากัน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกออกกำลังกาย นอกจากนี้ ยังทำให้ช่วงเวลาของการคลายตัวของหัวใจ (Diastolic filling time) เพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ Ehsani et al. (1991) แสดงให้เห็นว่า การฝึกออกกำลังกายแบบอดทนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำหน้าที่ของหัวใจห้องซ้ายล่างในการบีบตัวส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ดีขึ้น โดยที่ปริมาตรเลือดในหัวใจขณะคลายตัวเต็มที่ (End-diastolic volume) เพิ่มขึ้นในขณะพัก และตลอดจนถึงการออกกำลังกายที่ระดับต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal) สัดส่วนของการบีบส่งเลือดออกจากหัวใจ (Ejection fraction) เพิ่มขึ้น และการเพิ่มขึ้นมีความเกี่ยวเนื่องกับการลดลงของปริมาตรเลือดในหัวใจขณะบีบตัวเต็มที่ (End-systolic volume) ซึ่งความเกี่ยวเนื่องกันสามารถอธิบายได้ถึงประสิทธิภาพในการหดตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย

ตารางที่ 2 ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจที่มีสถานการณ์ฝึกแตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง	ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจ (Stroke volume) (ml/beat)	
	ขณะพัก (Rest)	ขณะทำงานสูงสุด (Max)
Untrained	50 – 70	80 – 110
Trained	70 – 90	110 – 150
Highly trained	90 – 110	150- >220

3) อัตราเต้นหัวใจ (Heart rate)

การฝึกหรือการออกกำลังกายเป็นประจำติดต่อกันนานๆ มีผลทำให้อัตราเต้นของหัวใจขณะพักลดลง เนื่องจากปัจจัย 2 ประการ คือ

3.1) การทำงานของ Pacemaker คือ S-A node ลดลง ซึ่งเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณของ Acetylcholine (Ach) หลังจากปลายประสาทเวกัสไปกระตุ้น Muscarinic receptor ซึ่งมีผลทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ และจากการที่หัวใจมีความไวต่อแอดิโคลอามีนน้อยลง

3.2) ประสาท Parasympathetic ที่มาเลี้ยงหัวใจมีการทำงานเพิ่มขึ้น และประสาท Sympathetic ทำงานน้อยลง

4) การเปลี่ยนแปลงหลอดเลือดในกล้ามเนื้อลาย

การออกกำลังกายด้วยน้ำหนักจะมีผลทำให้เส้นเลือดฝอยมีความหนาแน่นขึ้น และหากเป็นการฝึกแบบความอดทนจะทำให้เส้นเลือดฝอยมีความหนาแน่นมากขึ้น คือ คนปกติจะมีหลอดเลือดฝอย 300-350 /กล้ามเนื้อ/ม.ม.² โดยมีหลอดเลือดฝอย 2-4 เส้นอยู่ล้อมรอบเส้นใยกล้ามเนื้อ 1 เส้นใย ภายหลังการฝึกความอดทนทำให้ปริมาณหลอดเลือดฝอยเพิ่มขึ้นเป็น 6 เส้นใยต่อกล้ามเนื้อ 1 ใย การเพิ่มจำนวนหลอดเลือดฝอยมีปัจจัย 2 ประการ คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อหรือจำนวนของ Mitochondria ต่อเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ในขณะที่ออกกำลังกาย Epinephrine ที่เพิ่มขึ้นในกระแสเลือดจะกระตุ้นตัวรับ β_2 -adrenergic ที่เซลล์กล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือดที่อยู่ภายในกล้ามเนื้อลายทำให้เพิ่มปริมาณเลือดที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อมากขึ้นและหลอดเลือดมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นด้วย

5) ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น (Stroke volume)

ภายหลังการฝึกระยะยาว พบว่า ค่า Stroke volume (S.V.) เพิ่มขึ้น ซึ่งพบในนักกีฬาที่ฝึกความอดทน ค่า S.V. มีความสัมพันธ์กับขนาดของหัวใจ

6.3 ระบบการหายใจ

หลังการฝึกออกกำลังกายทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอัตราการหายใจ ปริมาตรปอด ความสามารถในการแพร่กระจายของก๊าซ และการขนส่งออกซิเจน ดังนี้

1.) อัตราการหายใจ การออกกำลังกายมีผลทำให้ทรวงอกขยายและความลึกของการหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการหายใจช้าลง เนื่องจากถุงลมถูกเปิดใช้งานในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น

2.) ปริมาตรปอด (Vital capacity) และความสามารถในการหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum breathing capacity) เพิ่มขึ้น จากการศึกษาผลของการใช้ยางยืดรัดรอบอกต่อประสิทธิภาพการทำงานของปอดภายหลังการฝึกแบบใช้ออกซิเจนพบว่า ปริมาตรการหายใจเข้า-ออก สูงสุด (Maximum voluntary ventilation) เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลการฝึกหรือการออกกำลังกายทำให้กล้ามเนื้อช่วยการหายใจแข็งแรงขึ้น (มนต์ชัย โชติดาว และคณะ, 2552) สอดคล้องกับการศึกษาของ หทัยรัตน์ สีขำ และคณะ (2553) พบว่า ผลของการฝึกซึ่งรวมกับการใช้ยางยืดรัดรอบอกสามารถทำให้สมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุดีขึ้น ความสามารถในการแพร่กระจายก๊าซ ภายหลังการฝึกหรือการออกกำลังกายทำให้ความสามารถในการแพร่กระจายของก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นทั้งในขณะพัก และขณะออกกำลังกาย การเพิ่มความสามารถในการแพร่กระจายของก๊าซออกซิเจนเกิดจากการเพิ่มพื้นที่ผิวหน้าสำหรับการแลกเปลี่ยนก๊าซของถุงลมปอด เนื่องจากการฝึกหรือการออกกำลังกายทำให้ปริมาตรของปอดเพิ่มขึ้น และยังทำให้หลอดเลือดฝอยภายในถุงลมปอดเพิ่มขึ้น

แนวคิดเกี่ยวกับการบำบัดอาการความเสียหายของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

1. การบำบัดด้วยการออกกำลังกาย

1.1 การยืด (Stretching)

โดยทั่วไปแล้ว ก่อนการออกกำลังกายจะได้คำแนะนำให้ทำการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) ก่อนการฝึกด้วยแรงต้านทาน (Resistance training) เนื่องจากเชื่อว่า การยืดกล้ามเนื้อสามารถป้องกันอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ แต่จากการศึกษา พบว่า การยืดกล้ามเนื้อก่อนการออกกำลังกายไม่ได้ช่วยลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย และการยืดกล้ามเนื้อไม่มีผลต่อการหยุดยั้งกระบวนการอักเสบภายในกล้ามเนื้อได้ (Herbert & Gabriel, 2002; Pope, Herbert, Kirwan, & Graham, 2000) นอกจากนี้ Smith et al. (1993) รายงานว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบ Static และ Ballistic ทำให้การปวดระบมของกล้ามเนื้อ (muscle soreness) และเอนไซม์ครีเอทีน ไคเนส (Creatine kinase) เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การยืดกล้ามเนื้อแบบต่างๆ สามารถเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้ แต่การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่หรือแบบเคลื่อนที่ไม่มีผล

ต่ออาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ก่อนการออกกำลังกายแบบ eccentric ไม่มีผลต่ออาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ และแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อหรือการตอบสนองของสาร Creatinine kinase (Johansson et al., 2007; LaRoche & Connolly, 2006; Lund et al., 2007; Thacker et al., 2004) การฝึกออกกำลังกายด้วยยืดกล้ามเนื้อเป็นการออกแรงกระทำต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อให้มีการยืดยาวออกเป็นการเสริมสร้างความอ่อนตัว ซึ่งการยืดกล้ามเนื้อจะเป็นการกระตุ้นระบบประสาทรับความรู้สึกของกล้ามเนื้อให้เกิดปฏิกิริยาการรับรู้และการตอบสนอง โดยมีตัวรับรู้การยืดออก เรียกว่า Golgi tendon organ พบอยู่ภายในกล้ามเนื้อและเอ็นของกล้ามเนื้อ ทำหน้าที่รับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงความตึงของกล้ามเนื้อเมื่อถูกยืดออก ในขณะที่กล้ามเนื้อถูกยืดออกทำให้เกิดการกระตุ้นตัวรับรู้ภายในกล้ามเนื้อ คือ Muscle spindles ซึ่งจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ พบอยู่ภายใน Intrafusal muscle fibers เรียงตัวขนานกับ Extrafusal muscle fiber และ Golgi tendon organs (GTO) ตอบสนองต่อความตึงตัวของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น จะพบอยู่บริเวณรอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อกับเอ็นกล้ามเนื้อ (Anderson, 1985; McAtee, 1999) การยืดกล้ามเนื้อสามารถแบ่งเป็น 4 ลักษณะ (สาลี สุภาภรณ์, 2547; มงคล แผงสาเคน, 2549; Baechle, 1994) คือ

1) การยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) เป็นการยืดกล้ามเนื้อและข้อต่อจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่ต้องการ แล้วค้างไว้ทำนั้นประมาณ 10-30 วินาที แล้วทำซ้ำทำเดิม 2-5 ครั้ง ในขณะที่ปฏิบัติกรยืดกล้ามเนื้อในทำนั้นๆ จะรู้สึกถึงการตึงกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เป็นวิธีที่ปลอดภัย มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดบาดเจ็บน้อย

2) การยืดกล้ามเนื้อแบบกำลังเคลื่อนไหว (Ballistic stretching) เป็นการยืดกล้ามเนื้อในลักษณะที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและแรง การยืดในลักษณะนี้ต้องอาศัยเมเมนตัม ในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว เช่น การกระโดดแยกขา ซึ่งการเคลื่อนไหวแบบนี้จะเป็นการกระตุ้นให้เกิด Stretch reflex ทำให้เกิดความตึงตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อกล้ามเนื้อมัดตรงข้างถูกยืด เป็นการยากต่อการยืดกล้ามเนื้อมัดนั้น และอาจมีผลทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออ่อนได้ง่ายจากการถูกยืดอย่างรวดเร็วและแรง เพื่อให้สามารถยืดกล้ามเนื้อให้ได้การเคลื่อนไหวมากที่สุด การยืดกล้ามเนื้อและข้อต่อจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่ต้องการเป็นการปฏิบัติที่รวดเร็วและทำซ้ำในทำเดิม 5-10 ครั้ง วิธีการนี้ไม่เหมาะกับบุคคลทั่วไปที่ไม่ค่อยออกกำลังกายหรือมีสมรรถภาพทางกายที่ไม่สมบูรณ์เพียงพอ เนื่องจากมีอัตราเสี่ยงเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้มาก

3) Passive stretching เป็นการยืดกล้ามเนื้ออย่างช้าๆ และค้างไว้จากการใช้แรงภายนอก โดยไม่มีการช่วยเหลือ หรือมีแรงกระทำจากตัวผู้ถูกยืด แรงจากภายนอกอาจมาจากการใช้มือหรือการใช้เครื่องมือ เช่น เครื่องดึง การยืดกล้ามเนื้อแบบนี้มีผลในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวใน

เนื้อเยื่อที่ขาดความยืดหยุ่น เป็นการเพิ่มความยาวของส่วน Elastic ของกล้ามเนื้อ และมีการเพิ่มขึ้นของช่วงการเคลื่อนไหวตามมา ข้อดี คือ ช่วยยืดกล้ามเนื้อ Antagonist ในกรณีที่มีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ Agonist หรือ Prime mover ข้อด้อย คือ มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหรือเนื้อเยื่ออ่อน หากยืดด้วยแรงหรือเทคนิคที่ไม่ถูกต้องและหากใช้แรงยืดมากเกินไปจะไปกระตุ้น Stretch reflex ทำให้เกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อได้

4) การยืดกล้ามเนื้อแบบ Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) เป็นการยืดกล้ามเนื้อค้างไว้ในช่วงสุดท้ายเพื่อต้านกับแรงดึงของกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม เป็นเทคนิคที่ช่วยการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ส่วนใหญ่ใช้กับผู้ป่วยที่ต้องการฟื้นฟู และผู้พิการในการเคลื่อนไหว ซึ่งวิธีนี้สามารถช่วยเพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ การยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF มีเทคนิคในการปฏิบัติอยู่ 3 ประการ (เจริญ, 2552) คือ

4.1) การเกร็ง - การผ่อนคลาย (Hold - Relax) เริ่มจากผู้ที่ทำหน้าที่ช่วยในการยืดกล้ามเนื้อ (Partner) จะเป็นผู้ออกแรงยืดกล้ามเนื้อไปจนถึงตำแหน่งที่รู้สึกตึงหรือไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ ซึ่ง ณ ตำแหน่งนี้ให้ผู้ถูกยืดกล้ามเนื้อออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อที่ถูกยืดต้านทานกับแรงที่ผู้ช่วยทำการยืด เป็นเวลาประมาณ 5-10 วินาที หลังจากนั้น ให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อที่ถูกยืดช่วงสั้นๆ ประมาณ 2-3 วินาที หลังจากนั้น ผู้ที่ทำหน้าที่ช่วยยืดกล้ามเนื้อออกแรงยืดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าครั้งแรก ทำการยืดกล้ามเนื้อค้างไว้ 10-15 วินาที ต่อจากนั้นทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ

4.2) การหดตัว - ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Contract - Relax) เริ่มจากผู้ที่ทำหน้าที่ช่วยยืดกล้ามเนื้อออกแรงยืดกล้ามเนื้อให้กับผู้ที่ถูกยืดกล้ามเนื้อจนรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อ แล้วหยุดค้างไว้ประมาณ 10 วินาที จากนั้นให้ผู้ที่ถูกยืดกล้ามเนื้อออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อแบบหดตัวสั้นลง (Concentric contraction) ต้านทานกับแรงของผู้ทำหน้าที่ช่วยยืดกล้ามเนื้อ โดยให้เกิดการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดที่ถูกยืดไปจนถึงช่วงของการเคลื่อนไหว (Range of motion) แล้วจึงผ่อนคลายกล้ามเนื้อมัดนั้น

4.3) การเกร็ง - ผ่อนคลาย - หดตัวของกล้ามเนื้อ (Contract-Relax-Contract) เป็นการยืดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวร่วมกับการยืดแบบอยู่กับที่หรือการเกร็งกล้ามเนื้อ หลังจากเกร็งกล้ามเนื้อแล้วให้ทำการยืดกล้ามเนื้อแบบมีแรงกระชากหรือแรงดึงกลับ (Ballistic stretch)

1.2 การออกกำลังกายในน้ำ (Aquatic exercise)

การออกกำลังกายในน้ำเป็นการออกกำลังกายที่มีประโยชน์อย่างมากต่อการเสริมสร้างความอดทนของระบบการไหลเวียนโลหิตและการหายใจ และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย เนื่องจากการออกกำลังกายในน้ำจะมีน้ำเป็นแรงต้านทานการเคลื่อนไหวของร่างกายและแรงพยุงร่างกาย การออกกำลังกายในน้ำได้มีการนำรูปแบบกิจกรรมแบบต่างๆ เช่น การเดินแอโรบิกใน

น้ำ โยคะในน้ำ ไท้จิ้งในน้ำ การเดินในน้ำ มาใช้ในการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีปัญหาเรื่องน้ำหนักตัวมาก ข้อเข่าเสื่อม ผู้ป่วยโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และผู้ป่วยโรคกระดูกพรุน (Warburton et al., 2006) การบำบัดด้วยการออกกำลังกายในน้ำสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาซึ่งสามารถนำไปใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพและผู้ป่วยเกี่ยวกับกระดูกกล้ามเนื้อ ระบบประสาท และการไหลเวียนโลหิตและหายใจ เนื่องจากมีความปลอดภัยในการบำบัดและความสามารถในการปรับตัว การบำบัดด้วยการออกกำลังกายในน้ำจึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการฟื้นฟูและเหมาะสมกับผู้ป่วยที่หลากหลาย เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติด้านความหนาแน่น (Density) แรงลอยตัว (Buoyancy) การเคลื่อนที่ของน้ำ (Turbulence) แรงดันของน้ำตามระดับความลึก (Hydrostatic pressure) ความหนืดของน้ำ (Viscosity) และอุณหภูมิของน้ำ (Temperature) (Becker, 2009) และได้มีการนำเอาคุณสมบัติด้านอุณหภูมิของน้ำมาใช้ในการฟื้นฟูสภาพร่างกาย ตามตารางที่ 3 นอกจากนี้ การออกกำลังกายในน้ำสามารถปรับแรงต้านทานได้ โดยการใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น แผ่นโฟม ลูกบอล เพดเดิ้ล เป็นต้น และการออกกำลังกายในน้ำสามารถช่วยลดอัตราเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปวดระบบของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติช่วยลดแรงกระแทกที่จะเกิดขึ้นกับข้อต่อต่างๆ และช่วยให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวได้มาก

ตารางที่ 3 อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบำบัด

อุณหภูมิของน้ำ (Aquatic temperatures)					
กิจกรรม	เย็นมาก (10-15°C)	เย็น (26-29.5°C)	ปกติ (33.5-35.5°C)	อุ่น (36-38.5°C)	ร้อน (37.5-41°C)
การฟื้นฟูหลังออกกำลังกาย	✓				
การออกกำลังกายอย่างหนัก		✓			
การออกกำลังกายบำบัดโรคไขข้อ			✓		
การบำบัดอาการโรคหัวใจ			✓		
การออกกำลังกายบำบัดอาการเส้นเลือดตีบ			✓		
การผ่อนคลาย				✓	✓

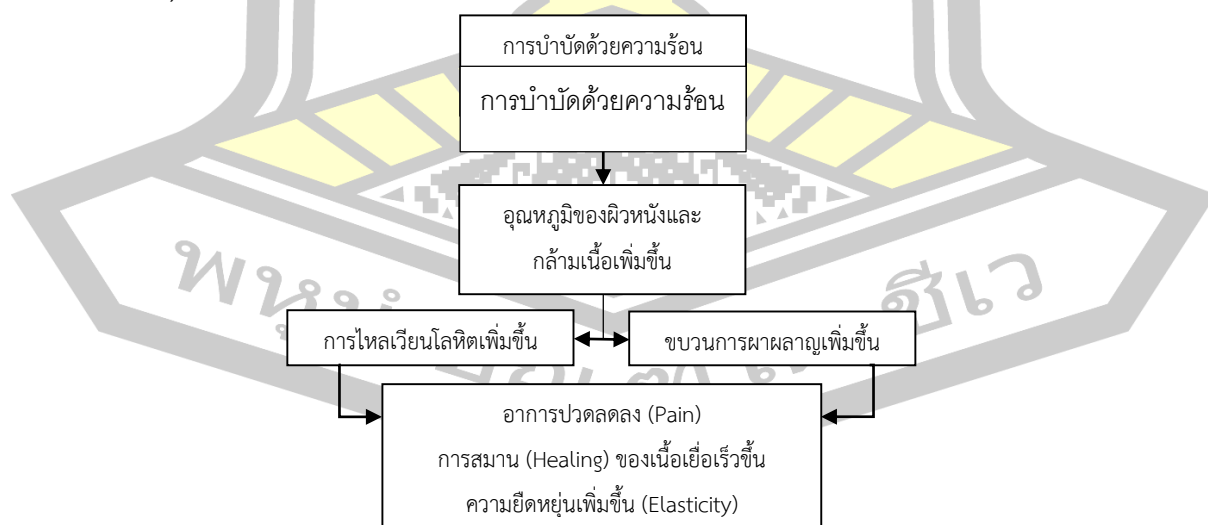
ที่มา Becker (2009)

การออกกำลังกายในน้ำมีผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อระบบกล้ามเนื้อ คือ ผลที่เกิดจากแรงดันของน้ำที่มีต่อความยืดหยุ่นของหลอดเลือดในขณะที่แช่อยู่ในน้ำ มีผลต่อการเพิ่มปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจ (Cardiac output) ส่งไปยังผิวหนังและกล้ามเนื้อมากกว่าอวัยวะภายใน (Epstein, 1992) การไหลเวียนเลือดภายในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจากปกติที่ 1.8 มิลลิลิตร/นาที/เนื้อเยื่อ

100 กรัม เป็น 4.1 มิลลิลิตร/นาที่/เนื้อเยื่อ 100 กรัม ในขณะที่ลอยตัวอยู่ในน้ำ (Ballidin, Lundgren, Lundvall, & Mellander, 1971) นอกจากนี้ การวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การฟื้นฟูสภาพของกล้ามเนื้อหลังการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยการวิ่งในน้ำลึกสามารถบรรเทาความเสียหายและเพิ่มกระบวนการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้น เนื่องจากแรงพยุงของน้ำ ไม่มีแรงกระทำกับโครงร่างและการหดตัวของกล้ามเนื้อในขณะที่เคลื่อนไหว (อภิสิทธิ์ เทียนทอง, 2555)

2. การบำบัดด้วยความร้อน

การปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย (Delayed-onset muscle soreness) แสดงอาการโดยรู้สึกเกร็งแข็งที่กล้ามเนื้อ (Feelings of stiffness) เจ็บปวดกล้ามเนื้อเมื่อมีการเคลื่อนไหว และการสูญเสียความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (R. Eston et al., 2004) ซึ่งจะเกิดขึ้นทันทีหลังจากออกกำลังกายหรือภายใน 48 ชั่วโมงแรก ใช้เวลาในการพักเพื่อฟื้นฟูสภาพกล้ามเนื้อต้องใช้เวลามากกว่า 5 วัน ส่วนอาการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อสูงสุดภายใน 1 วันหลังการออกกำลังกายและจะลดลงภายในเจ็ดวันหรือมากกว่านั้น ส่วนอาการเกร็งแข็ง (Stiffness) และบวม (Swelling) แสดงอาการสูงสุด 3-4 วันหลังการออกกำลังกายและจะหายไปเองภายใน 10 วัน (Veqar, 2013) เป็นอาการที่พบได้บ่อยสาเหตุเกิดจากการออกกำลังกายในท่าที่ไม่คุ้นเคยและการออกกำลังกายที่เพิ่มความหนักและระยะเวลา การบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายสามารถใช้การบำบัดด้วยความร้อนตื้น (Superficial heat) ได้ซึ่งเป็นการนำความร้อนมาเข้าสู่ร่างกายทำให้อุณหภูมิบริเวณเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น ความร้อนอาจทำให้รู้สึกเจ็บปวดแต่สามารถลดความตึงของกล้ามเนื้อ ความร้อนยังมีผลทางสรีรวิทยา ได้แก่ การบรรเทาอาการปวด เพิ่มการไหลเวียนโลหิต เพิ่มขบวนการเผาผลาญอาหาร และเพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Akuthota & Nadler, 2004) แสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลการบำบัดด้วยความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

การไหลเวียนโลหิตที่เพิ่มขึ้นช่วยทำให้เนื้อเยื่อทำการรักษาตัวเองบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ โดยการดึงโปรตีน สารอาหารและออกซิเจนมาใช้ในการสมานแผล การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเนื้อเยื่อ 1 องศาเซลเซียสมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มกระบวนการสร้างและสลาย (Metabolism) ของเนื้อเยื่อ 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการเมตาบอลิซึมที่เพิ่มขึ้นมีส่วนช่วยในกระบวนการรักษาตัวเองของเนื้อเยื่อ โดยการเพิ่มปฏิกิริยาอะตาบอลิซึม (Catabolism) และ แอนาบอลิซึม (Anabolism) จากการศึกษา พบว่า ความร้อนมีผลต่อสมองส่วนกลาง โดยเพิ่มการทำงานของสมองส่วนทาลามัส (Thalamus) และส่วนด้านหลังอินซูลา (Posterior insula) การนำสัญญาณความร้อนของระบบประสาทเริ่มจาก Transient receptor potential vanilloid (TRPV 1) เป็นตัวรับความรู้สึก (Receptor) ซึ่งเป็น ion channel receptor ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้ความเจ็บปวด ที่พบมากในเซลล์ระบบประสาท และทำหน้าที่เป็น Nociceptor ในการรับความร้อนเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 43 องศาเซลเซียส (Caterina et al., 1997; Moran et al., 2011) จะถูกกระตุ้นด้วย noxious stimuli (Mechanical thermal chemical) มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งยังไขสันหลัง (Spinal cord) และ สมอง (Brain) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของเนื้อเยื่อจะช่วยกระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือดและเพิ่มการไหลเวียนโลหิตภายในเนื้อเยื่อทำให้ปริมาณของสารอาหารและออกซิเจนถูกส่งไปยังบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ (Petrofsky et al., 2007) นอกจากนี้ ความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อคอลลาเจน (Collagen tissues) เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวบริเวณข้อต่อ นอกจากนี้ การให้ความร้อนบริเวณกล้ามเนื้อกลุ่ม Hamstring ช่วยในการเหยียดเข้ามีมุมการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น 8.8 องศา (Bleakley & Costello, 2013; Cosgray et al., 2004; Funk et al., 2001) อย่างไรก็ตาม การบำบัดและวิธีการจัดการกับอาการอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย เช่น การใช้ยาต้านการอักเสบ การใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และการกายภาพบำบัด ซึ่งการกายภาพบำบัดที่มีอยู่ทั้งหมดถือได้ว่าเป็นวิธีการที่ได้ผลในการบำบัดอาการเสียหายของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย ได้แก่ การนวดเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue massage) การอัลตราซาวด์ (Ultrasound) และวิธีการใช้ความร้อนบำบัด (Thermotherapy) เป็นต้น ซึ่งจะขอกล่าวถึงเฉพาะการบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายด้วยความร้อนต้น (Superficial heat) ดังนี้

1) การใช้แผ่นประคบร้อน (Hot pack) เป็นการบำบัดด้วยความร้อนแบบต้น การบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อน (Hydrocollator pack) เป็นการให้ความร้อนขึ้นแบบเฉพาะที่ (Hardy & Woodall, 1998b; Lehmann et al., 1974; Taylor et al., 1995) ต้องให้ความร้อนที่สามารถทำให้อุณหภูมิของเนื้อเยื่อมีอุณหภูมิประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส ซึ่งความร้อนทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดมีผลต่อการไหลเวียนโลหิตสูงขึ้นทำให้ออกซิเจน สารอาหาร และเซลล์เม็ดเลือดขาวไปยังบริเวณกล้ามเนื้อมากขึ้นช่วยลดอาการปวดจากการเกร็งของกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากความร้อนมีผล

ต่อการส่งประสาทของ Gamma efferent ลดลง ทำให้ความไวของ Muscle spindle ลดลง จึงทำให้อาการเกร็งของกล้ามเนื้อลดลงได้ (Funk et al., 2001; M. Y. Kim et al., 2011) ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหว (Range of motion) สิ่งนี้จะเพิ่มความต้านทานให้กับเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อเป็นการป้องกันการฉีกขาด นอกจากนี้ ยังช่วยพัฒนาหน่วยประสาทยนต์ให้ทำงานได้ดีขึ้น (Veqar, 2013) ความร้อนทำให้ความหนืดของเนื้อเยื่ออ่อนลดลงส่งผลให้ความยืดหยุ่นของเส้นใยคอลลาเจนเพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการถูกยืดของเนื้อเยื่อสูงขึ้นเพิ่มความหยุ่นของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การใช้ความร้อนระดับต่ำอย่างต่อเนื่องในการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อหลังกายออกกำลังกายสามารถลดอาการปวดกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ความร้อนสามารถทำให้เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อบริเวณที่ทำการบำบัดมีอุณหภูมิสูงขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา คือ ผลที่เกิดขึ้นเฉพาะบริเวณที่รักษาจะเพิ่มการไหลเวียนโลหิตบริเวณผิวหนังที่ได้รับความร้อนทำให้การเคลื่อนที่ของของเหลวในร่างกาย เนื้อเยื่อภายในร่างกายอ่อนนุ่ม และอัตราเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้น ลดอาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดและการอักเสบเรื้อรัง (Hamm et al., 2003; Stanos, Muellner, & Harden, 2004b) นอกจากนี้ วิชาภา พาราศิลปะ และคณะ (2560) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยและแผ่นประคบร้อน พบว่า การใช้แผ่นประคบร้อนทั้ง 2 แบบ สามารถลดอาการปวดกล้ามเนื้อส่วนล่างได้เช่นเดียวกัน แต่การรักษาด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังได้ดีกว่าการรักษาด้วยแผ่นประคบร้อน

2) การใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพร

การใช้ยาแก้ปวดและลดอาการอักเสบเพื่อบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งมีผลข้างเคียงจากการใช้ยา เช่น การระคายเคืองกระเพาะอาหาร ทำให้ง่วงนอนและไต ตับทำงานหนัก นอกจากนี้ยาบางตำหรับมีราคาแพง และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ประชาชนส่วนหนึ่งกลับมาใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากธรรมชาติในการบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อมากขึ้น การบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อด้วยสมุนไพรสามารถใช้สารสกัดที่ได้มารับประทาน การใช้น้ำมันหอมระเหย และการใช้ลูกประคบสมุนไพร ซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลายเป็นภูมิปัญญาไทยที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนาน การใช้ลูกประคบสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อเป็นการใช้ความร้อนระดับต้นเช่นเดียวกับแผ่นประคบร้อน (Hot pack) ลูกประคบสมุนไพรไทย (Thai herbal compress ball) มีลักษณะเป็นผ้าห่อด้วยสมุนไพรไทยชนิดต่างๆ มีสรรพคุณช่วยลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ข้อต่อต่างๆ เนื่องจากคุณสมบัติด้านความร้อนที่ช่วยเพิ่มการไหลเวียนโลหิตไปยังบริเวณกล้ามเนื้อที่มีอาการปวด ด้านฤทธิ์การต้านอักเสบจากสมุนไพรไทย และด้านกลิ่นหอมของสมุนไพรมีสรรพคุณช่วยผ่อนคลาย เนื่องจากตัวยามีจำเป็นต้องผ่านกระบวนการย่อยเหมือนยาที่ใช้รับประทาน ทำให้ร่างกายได้รับสรรพคุณของยาอย่างเต็มที่ ส่งผลให้การบำบัด

ได้ผลรวดเร็วยิ่งขึ้น สมุนไพรที่นิยมนำมาใช้ในการทำลูกประคบ ประกอบด้วย ไพล มีสรรพคุณแก้ปวดเมื่อย เคล็ด ขัดยอก ลดอาการอักเสบ ขมิ้นชัน มีสรรพคุณลดอาการอักเสบ แก้โรคผิวหนัง ตะไคร้บ้าน มีสรรพคุณในการแต่งกลิ่น ผิวมะกรูด มีน้ำมันหอมระเหย สรรพคุณแก้ลมวิงเวียน ใบมะขาม มีสรรพคุณแก้อาการคันตามร่างกาย บำรุงผิว ใบส้มป่อย มีสรรพคุณบำรุงผิว แก้โรคผิวหนังและลดความดัน เกลือ มีสรรพคุณในการดูดความร้อน ช่วยพาตัวยาคซึมผ่านผิวหนังได้ดีขึ้น การบูร ช่วยแต่งกลิ่น มีสรรพคุณในการบำรุงหัวใจ และพืชมื่นช่วยแต่งกลิ่น มีสรรพคุณบำรุงหัวใจและทำให้ชุ่มชื้น (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2004) ข้อดีของลูกประคบสมุนไพร คือ กระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ลดอาการปวดและการเกร็งของกล้ามเนื้อ และด้านการอักเสบและมีกลิ่นหอมช่วยผ่อนคลาย การใช้ลูกประคบสมุนไพรทำให้ร่างกายได้รับสารที่ออกฤทธิ์เป็นยาผ่านทางผิวหนังและเยื่อเมือกของร่างกายในระบบทางเดินหายใจ จากการศึกษาของ ณิชากา พาราศิลป์ และคณะ (2560) พบว่า การรักษาด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยสามารถลดอาการปวดและเพิ่มความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่างได้และ Chiranthanut et al., 2014) ได้เปรียบเทียบผลการรักษาระหว่างการนวดไทย (Thai massage) การประคบด้วยลูกประคบสมุนไพรไทย และการใช้ยาแก้ปวดในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม ผลการศึกษาพบว่า การใช้ลูกประคบสมุนไพรไทยมีแนวโน้มลดอาการปวดได้มากกว่าการรักษาแบบอื่นๆ นอกจากนี้ การนวดด้วยน้ำมันหอมระเหยและประคบสมุนไพรสามารถลดอาการปวดหลังส่วนล่างและปฏิกิริยาสะท้อนความตึงตัวของกล้ามเนื้อได้ (ชาคริต สัตยารมณ และคณะ, 2557) การใช้ความร้อนในการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อให้ผลดีต่อร่างกายหลายประการ (สำนักการแพทย์ทางเลือก, 2553) ได้แก่

2.1) ระบบประสาท การอบด้วยความร้อนประมาณ 33-37 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 10-15 นาที ช่วยลดความเจ็บปวด คลายเครียด ร่างกายจะผ่อนคลายทำให้อ่อนหลับได้ดี

2.2) ระบบการไหลเวียนโลหิต ความร้อน จะทำให้หลอดเลือดขยายตัว ทำให้เลือดมาเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ได้มากขึ้น ของเสียในร่างกายจะถูกกระแสเลือดพาไป แล้วขับออกทางผิวหนังได้สะดวกขึ้น ออกซิเจนและอาหารที่มากับเลือดจะเพิ่มมากขึ้นทั่วร่างกาย น้ำเหลืองเพิ่มขึ้นทำให้การซ่อมสร้างส่วนที่สึกหรอของร่างกายเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

2.3) ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก แก้อาการเป็นตะคริว คลายการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดอาการเจ็บปวด ลดการอักเสบของกล้ามเนื้อและข้อต่อ

อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของลูกประคบสมุนไพร คือ ต้องนำลูกประคบผ่านความร้อนนาน 15-20 นาที ก่อนนำไปใช้บำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ เพื่อให้เกิดการนำพาความร้อนและกระตุ้นการออกฤทธิ์และกลิ่นของสมุนไพร (Dhippayom et al., 2015) ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่นำมาใช้ส่วนใหญ่สกัดจากเมล็ด ราก ใบ เปลือก ผลและดอก โดยการสกัดสารที่บรรจุภายใน เรียกว่า สารพฤกษเคมี (Phytochemicals) เป็นสารเคมีตามธรรมชาติที่พบในพืช มีหน้าที่ทำให้พืชมีสี สีสัน รสชาติ และ

การป้องกันโรคแก่พืชเป็นทั้งระบบภูมิคุ้มกันของพืช และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารพฤกษเคมีที่สำคัญ เช่น แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) กลูโคซิโนเลท (Glucosinolate) หรือ ไอโซไทโอไซยาเนท (Isothiocyanate) โพลีฟีนอล (Polyphenols) ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogens) เบนโนลิก (Phenolics) ซาโปนินส์ (Saponins) และซัลไฟด์ (Sulfide) เป็นต้น ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การศึกษาประโยชน์ของสมุนไพรมีต่อสุขภาพ

การศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	การบำบัดด้วยสมุนไพรมี	การออกกำลังกาย	ผลการศึกษา
Kim et al. (2005)	เพศชายที่มีสุขภาพดี จำนวน 7 คน	การใช้สารสกัดจากโสม จำนวน 2 กรัม รับประทาน วันละ 3 ครั้งเป็นเวลา 8 สัปดาห์	ให้ออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนลู่วิ่ง โดยมีกรปรับความหนักของงานเพิ่มขึ้น	สามารถเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายได้นานขึ้นและสามารถฟื้นคืนสภาพได้เร็วหลังการออกกำลังกาย
Liang et al. (2005)	ผู้ใหญ่ที่ไม่ออกกำลังกายจำนวน 29 คน (อายุ 20-35 ปี)	การใช้สารสกัดจากโสม จำนวน 1,350 มิลลิกรัมต่อวันเป็นเวลา 30 วัน	ให้ออกกำลังกายแบบอดทนด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 65-70%VO ₂ max ทำการปรับความหนัก 3 วัดต่อกๆ 5 นาทีหลังจาก 35 นาทีแรกของการออกกำลังกาย	การใช้สารสกัดจากโสมสามารถทำให้การออกกำลังกายแบบอดทนได้นานและทนทานต่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น
Ping et al. (2011)	เพศชาย จำนวน 9 คน ที่วิ่งเพื่อสุขภาพ	ทำการให้สารคาเฟอีน จำนวน 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 ชั่วโมงก่อนการออกกำลังกาย	ทำการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า ในอุณหภูมิร้อน (31-70 องศาเซลเซียส) ระดับความหนักที่ 70% VO ₂ max	สามารถพัฒนาสมรรถภาพด้านความอดทนในการวิ่งในอุณหภูมิที่สูงได้

การนำสมุนไพรมีมาใช้ในการบำบัดอาการเจ็บป่วยเป็นการรักษาแบบการแพทย์แผนไทย ตำรับยาสมุนไพรมีพื้นบ้านในการรักษาสุขภาพมีมากถึง 344 ตำรับ ซึ่งตำรับยาสมุนไพรมีที่ใช้บำบัดอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น มีจำนวน 56 ตำรับ (ภัทรธิดา ผลงาม, 2560) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ วงศ์สถิต ฉั่วกุล (2553) พบว่า สมุนไพรมีพื้นบ้านที่นำมาทำเป็นตำรับยาแก้ปวดเมื่อย มีจำนวน 34 ตำรับยา แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตำรับยาสมุนไพรแก้ปวดเมื่อย

ตำรับ	ชื่อไทย	ชื่อพฤกษศาสตร์	พืชในวงศ์	ส่วนที่ใช้
1	หงอนไก่ไทย	<i>Celosia argentia</i> L.	Amaranthaceae	ราก
	สามสี	<i>Asparagus racemosus</i> Willd.	Asparagaceae	ราก
	มันแกว	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i> DC.	Leguminosae-Papilionoideae	ราก
	ผักหวานบ้าน	<i>Sauropus androgynus</i> (L.) Merr.	Euphorbiaceae	ราก
2	มะเฟือง	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Oxalidaceae	ราก
	มันอีลุ่ม (ว่านพระฉิม)	<i>Dioscorea bulbifera</i> L.	Dioscoreaceae	หัว
	มะม่วง	<i>Anangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	ราก
3	กะเจียน	<i>Polyalthia cerasoides</i> (Roxb.) Bedd.	Annonaceae	ราก
	ต่อไล่	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Sapindaceae	ราก
	ทองแมว	<i>Gmelina elliptica</i> Sm.	Labiatae	ราก
	ทุ่มพาย (กระทุ่มโคก)	<i>Mitragyna hirsute</i> Havil.	Rubiaceae	เปลือกต้น
	ตะกู (ก้านเหลือง)	<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L.	Rubiaceae	ราก
4	กะทาง/กล้วยน้อย	<i>Xylopiavielon</i> Pierre	Annonaceae	ลำต้น
	เฉียงพ้านางแอ	<i>Caralia brachiate</i> (Lour.) Merr.	Rhizophoraceae	ลำต้น
	มุยแดง (มะคังแดง)	<i>Dioecresis erythroclada</i> (Kurz) Tirveng.	Rubiaceae	ลำต้น
	เหมือดโลด	<i>Symplocos racemosa</i> Roxb.	Symplocaceae	ลำต้น
5	ส้มลม	<i>Aganonerion polymorphum</i> Pierre ex Spire	Apocynaceae	ราก
	ดุกขาว (มะดุก)	<i>Siphonodon celastriniuss</i> Griff	Celastraceae	ราก
6	ตั้งตุ้ม (ชะลูดข้อสั้น)	<i>Alyxia schlachter</i> H.Lev.	Apocynaceae	ราก
	เครือไทยสง (เถาประสงค์)	<i>Streptocaulon juvenas</i> (Lour.) Merr.	Asclepiadaceae	ราก
7	มุกน้อย (ทุตทุ่ง)	<i>Holarrhena curtisii</i> King & Gamble	Apocynaceae	ราก/ลำต้น
	โมกหลวง (โมกใหญ่)	<i>Holarrhena pubescens</i> (Buch.-Ham.) Wall. ex G.Don	Apocynaceae	ราก
8	ทางขวางผู้ (ลิงขวาง)	<i>Ancistrocladus tectorius</i> (Lour.) Merr.	Ancistrocladaceae	ราก
	เก ลี ด ลี น ไห ญ่ (เกลิตปลา)	<i>Phyllodium longipes</i> (Craib) Schindl.	Leguminosae-Papilionoideae	ราก
9	มะหนวย/เมื่อยดุก/เมื่อย	<i>Gnetum latifolium</i> Blume var. <i>funiculare</i> (Blume) Markgr./ <i>Gnetum macrostachum</i> Hook.f./ <i>Gnetum montanum</i> Markgr.	Gnetaceae	ลำต้น
	เครือเถาเอ็น (เถาเอ็นอ่อน)	<i>Cryptolepis buchani</i> Roem. & Markge.	Asclepiadaceae	ลำต้น
10	เครือเขาคอน (ไทยสงขาว)	<i>Marsdenia tennacissima</i> (Roxb.) Moon	Asclepiadaceae	ราก
	เดื่อหอม (มะเดื่อหอม)	<i>Ficus hirta</i> Vahl	Moraceae	ราก

ตารางที่ 6 ตำรับยาสมุนไพรแก้ปวดเมื่อย (ต่อ)

ตำรับ	ชื่อไทย	ชื่อพฤกษศาสตร์	พืชในวงศ์	ส่วนที่ใช้
11	เครือเอ็นอ่อน (เครือพูเงิน)	<i>Argyreia mollis</i> (Burm.f.) Choisy	Convolvulaceae	ราก
	ตาไก่ (กำแพงเจ็ดชั้น)	<i>Salacia chinensis</i> L.	Celastraceae	ลำต้น
	ตากวางแดง (ตากวาง)	<i>Salacia verrucosa</i> Wight	Celastraceae	ลำต้น
13	ลิ้นแสดเครือ (รสสุคนธ์)	<i>Tetracera loureiri</i> (Finet&Gagnep.) Pierre ex Craib	Dilleniaceae	ราก
	ว่านอึ้ง	<i>Eulophia macrobulbon</i> (Parish&Rchb.f.) Hook.f.	Orchidaceae	หัว
14	กำลั้งเลื้อยต่าง (กะตังใบเล็ก)	<i>Leea setuligera</i> Clarke	Leeaceae	ราก
	ฮุนไฮ (ตานครบ)	<i>Erythroxylum cambodianum</i> Pierre	Erythroxylaceae	ราก
15	เหมือดคน (ไลด)	<i>Aporosa villosa</i> (Wall. Ex Lindl.) Baill.	Euphorbiaceae	ลำต้น
	มะเมาะ (เมาะหลวง)	<i>Antidesma puncticulatum</i> Miq.	Euphorbiaceae	ลำต้น
	บกคาย (กระบก)	<i>Irvingia malayna</i> Oliv.	Irvingiaceae	เปลือกต้น
	มะค้อนก้อม (มะจุ่ม)	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	เปลือกต้น
16	เปล้าใหญ่	<i>Croton roxburghii</i> N.P.Balacr.	Euphorbiaceae	ใบ
	ขมิ้นชัน (ขมิ้น)	<i>Curcuma longa</i> L.	Zingiberaceae	เหง้า
	ตะไคร้หอม	<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt.	Gramineae	ใบ
	ชะมัดน้อย (สมัดน้อย)	<i>Micromelum glanduliferum</i> B.Hansen	Rutaceae	ใบ
	ยอป่า	<i>Morinda elliptica</i> Ridl.	Rubiaceae	ใบ
	ไพล	<i>Zingiber montanum</i> (Koenig) Link ex Dietr.	Zingiberaceae	เหง้า
17	โคคลาน (มะกายเครือ)	<i>Mallotus repandus</i> Mull.Arg.	Euphorbiaceae	ลำต้น
	โตไม่รู้ล้ม	<i>Elephantopus scaber</i> L.	Compositae	ลำต้น
	ทองพันชั่ง	<i>Rhinacanthus nasutus</i> (L.) Kurz	Acanthaceae	ใบ
18	ฝักหวานบ้าน	<i>Sauropus androgynous</i> (L.) Merr.	Euphorbiaceae	ลำต้น, ราก
	มะค่าโมง	<i>Axelia xylocarpa</i> (Kurz) Craib	Leguminosae-Caesalpinioideae	เมล็ด
	ขมิ้นเครือ	<i>Arcangelisia flava</i> Merr.	Menispermaceae	ลำต้น
	ขนุน	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Moraceae	แก่น
	สะออะ	<i>Capparis zeylanica</i> L.	Capparaceae	ใบ
	คูน (ราชพฤกษ์)	<i>Cassia fistula</i> L.	Leguminosae-Caesalpinioideae	แก่น
	แก้งซี่พระร่วง	<i>Celtis timorensis</i> Span.	Ulmaceae	ลำต้น
	คนทา	<i>Harrisonia perforate</i> (Blanco) Merr.	Simaroubaceae	ลำต้น
	กาวเครือดำ	<i>Mucuna macrocarpa</i> Wall	Leguminosae-Papilionoideae	เมล็ด
	ขี้เหล็ก	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin&Barneby	Leguminosae-Caesalpinioideae	ทั้งต้น

3. ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรไทย

กรมส่งเสริมการเกษตร (2557) ได้ให้คำนิยามของสมุนไพรไทยไว้ว่า สมุนไพร หมายถึง ผลผลิตธรรมชาติที่ได้จากพืช สัตว์ และแร่ธาตุที่ใช้เป็นยา หรือผสมกับสารอื่นตามตำรับยา เพื่อบำบัดโรค บำรุงร่างกาย หรือใช้เป็นยาพิษ สอดคล้องกับ กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก (2559) กำหนดคำนิยามไว้ว่า สมุนไพรไทย หมายถึง สัตว์ พืช สารสกัด ธาตุวัตถุ ที่ใช้ใน ประเทศไทย รวมถึงตำรับยาตามคัมภีร์โบราณ และผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสิ่งดังกล่าว เช่น ยาอาหาร เครื่องสำอาง สมุนไพรที่ใช้ในการบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อ (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2559; คณะเภสัชศาสตร์, 2562; สำนักงานข้อมูลสมุนไพร, 2560) อาทิเช่น

3.1 พลับพลึงขาวหรือพลับพลึงดอกแดง เป็นพืชในวงศ์ Amaryllidaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Crinum amabile* Don (พลับพลึงดอกแดง) และ *Crinum asiaticum* L. (พลับพลึงดอกขาว) มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดินลักษณะคล้ายหอมหัวใหญ่ มีโคนก้านใบหนาอวบหุ้มซ้อนกันเป็นชั้นๆ เนื้อในหัวสีขาว โคนลำต้นที่โผล่เหนือดินสีขาวปนเขียว มีเยื่อหุ้มสีน้ำตาล เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่หน่อจะแตกรอบๆ ต้น ใบ เป็นใบเดี่ยว ลักษณะใบรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม โคนใบสอบเรียว ขอบใบเรียบ แผ่นใบสีเขียว ใบจะห่อเล็กน้อย แตกใบหมุนเวียนรอบๆ ต้น ดอก ออกเป็นช่อ ก้านช่อดอกยาว ตอนปลายมีดอกเป็นกระจุกอยู่บนก้านดอกสั้นๆ เมื่อดอกยังอ่อนอยู่มีกาบสีเหลืองอ่อนๆ หุ้มอยู่ 2 กาบ กลีบดอกสีขาว กลิ่นหอม กลีบดอกติดกันตอนโคนเป็นหลอดยาว ปลายแยกเป็นกลีบแคบๆ ยาวเรียวแหลม 6 กลีบ เกสรตัวผู้ 6 อัน ติดอยู่ที่หลอดดอกตอนโคน ส่วนตอนปลายเรียวแหลมยาว ปลายเกสรสีแดง โคนขาวอับเรณูสีน้ำตาล ผลมีสีเขียวอ่อน ค่อนข้างกลม สรรพคุณในตำรายา แก้อาการปวดเมื่อยตามข้อ เคล็ดขัดยอก ช้ำ บวม ฟกช้ำ บวมแผลง ส่วนที่ใช้ คือ ใบ

3.2 ขมิ้นชัน เป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa* linn. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าใต้ดิน เนื้อในมีสีเหลืองอมส้ม มีกลิ่นหอม ใบออกเป็นรัศมีติดผิวดิน รูปหอกแกมขอบขนาน ดอกออกเป็นช่อทรงกระบอก องค์กรประกอบทางเคมี เช่น สารกลุ่มเคอร์คิวมินอยด์ (Curcuminoids) และน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) มีสีเหลืองอ่อน สารหลักประกอบด้วย เทอร์เมอโรน (Turmerone) 60 เปอร์เซ็นต์ ซิงจิเบอร์นิน (Zingiberene) 25 เปอร์เซ็นต์ และสารอื่นๆ ส่วนที่ใช้ คือ เหง้า สรรพคุณ ลดการอักเสบ แก้ปวด

3.3 ไพล เป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber cassumunar* Roxb. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าใต้ดิน เปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อในสีเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นเฉพาะ หน่อหรือลำต้นเทียมขึ้นเป็นกอ ประกอบด้วยกายหรือโคนใบหุ้มซ้อนกัน ใบเดี่ยวเรียงสลับ ดอกช่อแทงจากเหง้าใต้ดิน กลีบดอกสีนวล ใบประดับสีม่วง ผลเป็นผลแห้ง รูป

กลุม ส่วนที่ใช้ คือ เหง้า องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดไพล นอกจาก Curcumin ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Curcuminoids แล้ว ยังมี Cassumunar A, B และ C ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่ม Complex Curcuminoids ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Masuda and Jitoe, 1994) จากการศึกษาของ รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล (2550) และ นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ (2555) พบว่า เหง้าไพลมีองค์ประกอบเคมี เป็นารสีเหลืองเออร์คูมิน (Curcumin) อนุพันธ์แนฟโทควิโนน (Naphthoquinone derivative) อนุพันธ์ บิวทานอยด์ (Butanoid derivatives) และน้ำมันหอมระเหย ประกอบด้วยสารกลุ่มซาบินิน (Sabinene) เป็นองค์ประกอบหลักประมาณร้อยละ 50 สารกลุ่มเทอร์พินิน (Terpenene) ประมาณ ร้อยละ 20 และสารอื่นอีก 37 ชนิด ซึ่งน้ำมันหอมระเหยในไพล และสารเคอร์คูมิน อนุพันธ์แนฟโทควิ โนน อนุพันธ์บิวทานอยด์ที่อยู่ในไพลมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ และแก้ปวดในสัตว์ทดลอง

3.4 มะกรูด เป็นพืชในวงศ์ Rutaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus hystrix* DC. มีลักษณะ ทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก เป็นไม้เนื้อแข็ง ลำต้นและกิ่งมีหนามยาวเล็กน้อย ใบเป็นใบ ประกอบชนิดดัดรูป มีใบย่อย 1 ใบ เรียงสลับ รูปไข่ คือ มีลักษณะคล้ายกับใบไม้ 2 ใบต่อกันอยู่ คอด กิ่งที่กลางใบเป็นตอนๆ มีก้านแผ่ออกใหญ่เท่ากับแผ่นใบ ทำให้เห็นใบเป็น 2 ตอน ใบสีเขียวแก่ พื้นผิว ใบเรียบเกลี้ยงเป็นมัน ค่อนข้างหนา มีกลิ่นหอม ดอกออกเป็นกระจุก 3-5 ดอก กลีบดอกสีขาว เกสรสี เหลือง มีกลิ่นหอม ผลมีสีเขียวเข้มคล้ายมะนาว ผิวเปลือกนอกขรุขระ ขั้วหัวท้ายของผลเป็นจุก ผล อ่อนมีสีเขียวแก่ เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสด องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ สารกลุ่มคูมาริน เช่น Umbelliferone, Bergamottin, Oxypeucedanin, Psoralen, N-(Iminoethyl)-L-Ornithine และ ผิวมะกรูดมีน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ เบตาไพเนน (Beta-pinene) ลิโมนิน (Limonene) เป็นต้น ส่วนที่ ใช้ คือ ผิวผลมะกรูด สรรพคุณ ช่วยลดการอักเสบ

3.5 ตะไคร้ เป็นพืชในวงศ์ Poaceae (Gramineae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratus* (De ex Nees) Stapf. มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุกขึ้นเป็นกอใหญ่ ลำต้นรูป ทรงกระบอก แข็ง เกลี้ยง เหง้าอยู่ใต้ดิน มีกลิ่นเฉพาะ ใบรูปขอบขนานแคบ สีขาวนวลหรือขาวปนม่วง แผ่นใบสาบและคม ดอกเป็นช่อกระจาย สีน้ำตาลแดง แทงออกจากลำต้น ช่อดอกย่อยมีก้านออกเป็น คู่ๆ ดอกหนึ่งมีก้าน อีกดอกไม่มีก้าน ดอกย่อยประกอบด้วยดอกเล็กๆ 2 ดอก ดอกล่างลดรูปเป็นกลีบ เดียวโปร่งแสง ดอกบนสมบูรณ์เพศ มีใบประดับ 2 ใบ ผลเป็นผลแห้ง องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ สาร Citral, Geranial, Nerol, Geraniol, Myrcene, Limonene, Eugenol, Linalool, Menthol เป็นต้น ส่วนที่ใช้ ลำต้น สรรพคุณ บรรเทาอาการปวดข้อ ปวดเมื่อย และลดอาการอักเสบ

3.6 การบูร เป็นพืชในวงศ์ Lauraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl. มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 30 เมตร ทุกส่วนมีกลิ่น หอม โดยเฉพาะราก และโคนต้น ทรงพุ่มกว้าง ทึบ ลำต้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตร เปลือก ต้นสีน้ำตาล ผิวหยาบ เปลือกกิ่งสีเขียว หรือน้ำตาลอ่อน ลำต้นและกิ่งเรียบ เนื้อไม้สีน้ำตาลปนแดง ใบ

เดี่ยว ออกเรียงสลับ รูปรี ปลายใบเรียวแหลม โคนใบป้านหรือกลม ของใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย แผ่นใบค่อนข้างเหนียว ด้านบนสีเขียวเข้ม เป็นมัน ด้านล่างสีเขียวอมเทาหรือนวล ไม่มีขน เมื่อขยี้จะมีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นการบูร ดอกช่อแบบแยกแขนงออกตามเป็นกระจุกบริเวณง่ามใบ ดอกเล็กสีขาวอมเหลืองหรืออมเขียว ก้านดอกสั้นมาก กลีบรวมมี 6 กลีบ เรียงเป็น 2 วง วงละ 3 กลีบ รูปรี ปลายมน ด้านนอกเกลี้ยง ด้านในมีขนละเอียด เกสรเพศผู้ มี 9 อัน เรียงเป็น 3 วง วงละ 3 อัน ก้านเกสรเพศเมีย ยาว 1 มิลลิเมตร ไม่มีขน ปลายเกสรเพศเมียกลม ใบประดับเรียวยาว มีขนอ่อนนุ่ม ผลรูปไข่หรือกลม เป็นผลมีเนื้อยาว 6-10 มิลลิเมตร สีเขียวเข้ม เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีดำ มีฐานดอก ส่วนที่ใช้เป็นผลึกที่แทรกอยู่ในเนื้อไม้ของต้นการบูร ผงการบูรเป็นเกล็ดกลมเล็กๆ สีขาวแห้ง สรรพคุณ แก้เคล็ดบวม แก้ปวด ข้อยอกแวง กระตุ้นหัวใจ

3.7 พิมเสน มีชื่อสามัญว่า Borneo camphor ในธรรมชาติพบพิมเสนแทรกอยู่ในเนื้อไม้ของพืชในวงศ์ Dipterocarpaceae ที่มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Dryobalanops aromatic Gaertn.* เป็นพืชยืนต้นขนาดใหญ่สูงได้ถึง 70 เมตร กิ่งก้านสาขาใหญ่ ปลายกิ่งตก ยอดทรงแหลม ใบเป็นใบเดี่ยว ใบที่อยู่ตอนบนของต้นเรียงสลับกัน ส่วนใบที่อยู่ตอนล่างของต้นออกตรงกันข้ามรูปไข่ ค่อยๆ เรียวแหลมสู่ปลายใบ ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบ ก้านใบสั้น ใบอ่อนสีแดงและห้อย ดอกออกรวมเป็นช่อออกที่ปลายกิ่งหรือซอกใบ ดอกย่อยมีขนาดเล็ก มีกลิ่นหอม องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ α -Pinene, β -Pinene, β -Patchoulene, β -Carvophyllene, α -Guaiene, α -Humulene, Seychellene, α -Patchoulen, Patchouli alcohol selinene, Patchouli alcohol และ Borneol ส่วนที่ใช้เป็นเกล็ดเล็กๆ ที่มีสีขาวขุ่นหรือสีแดงเรื่อๆ มีกลิ่นหอมเย็น สรรพคุณ กระตุ้นการหายใจ กระตุ้นสมอง และระงับกระวนกระวาย

4. การบำบัดด้วยไฟฟ้า

การบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อด้วยการกระตุ้นการทำงานของร่างกายด้วยไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์ (ปรัชญพร คำเมืองลือ, 2562) ดังนี้

4.1 การใช้ไฟฟ้ากระตุ้นเพื่อให้กล้ามเนื้อหดตัว (Neuromuscular electrical stimulation) สามารถแบ่งการกระตุ้นตามลักษณะของกล้ามเนื้อ ดังนี้

- 1) การกระตุ้นกล้ามเนื้อที่มีเส้นประสาทมาเลี้ยง (Stimulation of normal muscle) ใช้ในการบำบัดเพื่อคงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- 2) การกระตุ้นกล้ามเนื้อที่ขาดเส้นประสาทมาเลี้ยง (Stimulation of denervated muscle) ใช้ในการบำบัดเพื่อชะลอการลีบของกล้ามเนื้อ
- 3) การกระตุ้นกล้ามเนื้ออ่อนแรงจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง (Stimulation of decentralized muscle) ใช้ในการบำบัดเพื่อให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อ

4.2 การใช้ไฟฟ้ากระตุ้นเพื่อลดการเจ็บปวด โดยใช้เครื่อง Transcutaneous electrical nerve stimulation (TEMS) ในการกระตุ้นกระแสประสาทเพื่อบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ สามารถแบ่งได้ 2 วิธี คือ

1) การบำบัดด้วยวิธี Conventional TENS or Hi TENS (High frequency, Low intensity TENS) เป็นการบำบัดโดยใช้กระแสไฟฟ้าความถี่สูง 80-125 เฮิร์ตซ์ กระตุ้นเส้นประสาทขนาดใหญ่ ซึ่งจะส่งผลไปยังเส้นประสาทขนาดเล็กที่นำความรู้สึกเจ็บปวดไปสู่สมอง

2) การบำบัดด้วยวิธี Acupuncture like TENS or Low TENS (Low frequency, High intensity TENS) เป็นการบำบัดโดยใช้กระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ 4-8 เฮิร์ตซ์ กระตุ้นให้มีการหลั่งสาร beta endorphin และสาร enkephalin ซึ่งมีผลต่อการระงับปวดที่ระบบประสาทส่วนกลาง

ข้อบ่งชี้

- ลดการปวดระยะเฉียบพลัน เช่น หลังการผ่าตัด
- ลดการปวดที่เกิดจากโรกระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ เช่น ข้อเสื่อม
- ลดการปวดหลังการบาดเจ็บของเส้นประสาท หรือไขสันหลัง

ข้อห้ามใช้

- ผู้ป่วยที่ใช้ Cardiac pacemakers, Electrical implants
- ผู้ป่วยที่หัวใจเต้นผิดจังหวะ
- บริเวณด้านหน้าของคอ ตำแหน่ง Carotid sinus, Epiglottis
- บริเวณท้อง หลังส่วนล่างและต้นขาของหญิงตั้งครรภ์
- มีแผลอักเสบ ติดเชื้อ แผลเปิด บริเวณที่ติด Electrode

ผลข้างเคียง

- การใช้ไฟสูงทำให้ระคายเคืองผิวหนังหรือแผลไหม้
- ผื่นแพ้แผ่น Electrode

แนวคิดของการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยเป็นการแสวงหาความรู้ที่เป็นจริง ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีล้วนเกิดจากการวิจัยทั้งสิ้น ในปัจจุบันการวิจัยมิได้มุ่งหวังแค่ให้ได้องค์ความรู้ใหม่เพียงเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นถึงการนำไปสร้างนวัตกรรม (Innovation) ทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และธุรกิจที่ตอบสนองต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การประดิษฐ์หลอดไฟฟ้า การพัฒนาเครื่องจักร

การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การพัฒนาคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งเรียกการวิจัยลักษณะแบบนี้ว่า การวิจัยและพัฒนา (Research and development)

1. ความหมายของการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนา หมายถึง การวิจัยที่มุ่งนำเอาความรู้จากการวิจัยบริสุทธิ์ไปวิจัยต่อ โดยพัฒนาเป็นเทคนิคหรือวิธีการที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาและทดลองใช้งานได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว จึงนำไปเผยแพร่ใช้ในวงกว้างเพื่อพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (ทีศนา แชมมณี, 2540) นอกจากนี้ ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล และสุภาพ ฉัตรภรณ์ (2543) กล่าวว่า การวิจัยและพัฒนาเป็นการวิจัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างหรือค้นหาแนวคิด แนวทาง วิธีปฏิบัติหรือสิ่งประดิษฐ์ที่นำไปใช้เพื่อพัฒนา กลุ่มคน หน่วยงาน หรือองค์กร จุดหมายปลายทางที่คาดหวังจึงเป็นการมุ่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ เช่น แนวคิด พฤติกรรม วิธีปฏิบัติที่คาดว่าจะดีขึ้น จึงเกี่ยวข้องกับการทดลอง อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนา ยังเป็นการนำเอาวิธีการวิจัยมาใช้ในการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่บุคคลหรือหน่วยงานนั้นจัดให้มีขึ้น ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์นั้นสามารถนำไปใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ในที่นี้หมายถึง วัสดุภัณฑ์ อุปกรณ์ สิ่งของ แนวคิดหรือทฤษฎีต่างๆ ที่ได้ผลิตและคิดค้นขึ้น ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาจึงสามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา เช่น การวิจัยและพัฒนาเคมีภัณฑ์ในวงการแพทย์ การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือการเกษตร การวิจัยและพัฒนาอาวุธยุทโธปกรณ์ทางทหาร การวิจัยและพัฒนาสื่อและวิธีการสอนในวงการศึกษา (ไพศาล วรคำ, 2552) สอดคล้องกับ ศิริชัย กาญจนวาสิ (2559) กล่าวว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา เป็นวิธีการวิจัยแบบหนึ่งที่ประยุกต์หลักการวิจัยและพัฒนามาใช้ทางการศึกษา เพื่อสร้างนวัตกรรมหรือประดิษฐ์กรรมทางการศึกษาที่สามารถเผยแพร่และนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการศึกษาไทยทั้งระบบการบริหารจัดการศึกษา หลักสูตรและการสอน การจัดกิจกรรมและการเรียนรู้ สื่อการสอนและเทคโนโลยีการศึกษาและการวัดและประเมินผลการศึกษา อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ของการวิจัยและพัฒนาไม่ใช้อยู่ที่การสร้างหรือทดสอบทฤษฎีแต่อยู่ที่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในโรงเรียน ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนา เช่น อุปกรณ์การฝึกอบรม อุปกรณ์การเรียน สื่อการเรียน ระบบการจัดการ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา นั้นจะต้องตรงกับความต้องการที่มีรายละเอียดเฉพาะ เมื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาแล้วจะต้องนำไปทดลองใช้และปรับปรุงจนถึงระดับที่มีประสิทธิภาพ (วิญญา วิศาลภรณ์, 2540) จากความหมายที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยและพัฒนาเป็นการผสมผสานกระบวนการวิจัยกับกระบวนการพัฒนาเข้าด้วยกันอย่างมีระบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้มาพัฒนาวิธีการหรือผลผลิตใหม่จนมีประสิทธิภาพที่เป็นประโยชน์ต่อบุคคล หน่วยงาน และสังคมโดยมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องและน่าเชื่อถือของผลผลิตใหม่นั้น

2. ความสำคัญของการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาเป็นการแสวงหาความรู้หรือความเข้าใจใหม่ด้วยการทำวิจัย (Research) การสร้างต้นแบบหรือผลิตภัณฑ์ด้วยการดำเนินงานพัฒนา (Development) และการขยายผลจากต้นแบบการพัฒนาไปสู่ผู้ใช้ด้วยการเผยแพร่ (Dissemination) (องอาจ นัยพัฒน์, 2551) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เป็นการนำความรู้หรือความเข้าใจใหม่ที่สร้างขึ้นมาพัฒนาเป็นต้นแบบใช้งาน จุดเน้นที่สำคัญของการวิจัยและพัฒนา คือ การทำวิจัยเพื่อแสวงหาหรือสรรสร้างภูมิปัญญาใหม่ เช่น ความรู้หรือความเข้าใจใหม่แล้วทำการพัฒนาด้วยการคิดค้นต่อยอด ความรู้หรือความเข้าใจดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบ (Prototype) การพัฒนาที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในวงกว้างได้ เช่น ผลผลิตกระบวนการหรือการบริการใหม่ๆ ที่ตอบสนองความต้องการจำเป็นของผู้ใช้และสังคม ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาจึงสามารถใช้ได้ทุกสาขาวิชาทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาขาต่างๆ และมนุษยศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์

2.2 เป็นการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง การวิจัยและพัฒนา มีจุดเน้นในการดำเนินงาน ประกอบด้วยกระบวนการหลัก 3 ประการ คือ การวิจัย การพัฒนา และการเผยแพร่ ซึ่งจะต้องทำอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยการดำเนินการเป็นไปตามขั้นตอนต่างๆ ตามกระบวนการหลักทั้ง 3 ประการ

2.3 มีการดำเนินการวิจัยที่เป็นวัฏจักรด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้ การวิจัยและพัฒนา มีกระบวนการแสวงหาความรู้หรือความเข้าใจใหม่ๆ เพื่อพัฒนาเป็นนวัตกรรมที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานจึงมีการกำกับติดตามและตรวจสอบซ้ำหลายครั้งเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่า ผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการวิจัยและพัฒนาได้นวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ การบริการแบบใหม่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ตรงตามระดับมาตรฐานก่อนเผยแพร่ไปสู่ผู้ใช้

2.4 ใช้การผสมผสานวิธีการเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการทำวิจัยและพัฒนา เช่น การวิจัยเชิงสำรวจในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบนวัตกรรมและการวิจัยเชิงทดลองที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทดสอบคุณภาพของนวัตกรรมกับวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ

2.5 มุ่งตอบสนองต่อผู้ต้องการใช้ผลการวิจัยและพัฒนา คือ การดำเนินงานวิจัยที่ตอบสนองความต้องการจำเป็นของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่จะนำผลผลิต กระบวนการ และการบริการที่เป็นวิทยาการสมัยใหม่จากการวิจัยและพัฒนาไปใช้งานหรือประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหาที่มีอยู่

2.6 ผลการวิจัยที่มีคุณค่าและมูลค่าสูงสามารถจดทะเบียนสิทธิบัตรได้ ผลการวิจัยและพัฒนาที่อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของนักวิจัยอาจมีคุณค่า (Value) และมูลค่า (Worth) เชิงพาณิชย์ นักวิจัยสามารถนำไปจดทะเบียนเพื่อคุ้มครองสิทธิตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตรทั้งภายในประเทศและนานาชาติได้

3. กระบวนการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนา มีกระบวนการดำเนินงานหลักที่สำคัญ สามารถแบ่งตามกระบวนการหลักออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการวิจัย (Research, R) และขั้นตอนการพัฒนา (Development, D) ซึ่งสามารถดำเนินการตามขั้นตอนทั้ง 2 ซ้ำๆ กันหลายรอบได้ อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาสามารถดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 (R1) การแสวงหาความรู้และแนวทางการพัฒนา/ผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปจัดทำแผนการพัฒนานวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการพัฒนาครั้งที่ 1 (D1) การพัฒนานวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์ตามแผนพัฒนาที่กำหนดไว้ ขั้นตอนที่ 3 (R2) การวิจัยเพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของนวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น หาข้อบกพร่องและวิธีการปรับปรุงแก้ไข และขั้นตอนที่ 4 (D2) การปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ นักวิจัยอาจดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 ซ้ำๆ หลายรอบจนกว่าจะได้นวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด สอดคล้องกับ วาโร เฟ็งสวีส์ตี (2552) กล่าวว่า กระบวนการวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การสำรวจ สังเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการ เป็นการดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) หรือการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับสภาพปัญหาความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์รวมทั้งลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการพัฒนา ผลการดำเนินการในขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาขึ้น

3.2 การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นการดำเนินการโดยการนำความรู้และผลการวิจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งเริ่มจากการวางแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การกำหนดวิธีที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ และทรัพยากรที่ต้องการเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้านกำลังคน งบประมาณ วัสดุครุภัณฑ์ และระยะเวลา จากนั้นจึงดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะหรือรูปแบบตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ส่วนผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนามีลักษณะอย่างไร หรือมีส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อะไรบ้างขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการสร้างผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

3.3 การทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ เมื่อสร้างผลิตภัณฑ์เสร็จแล้ว ต้องนำไปตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ถ้าหากผลการตรวจสอบยังไม่เป็นที่พึงพอใจหรือมีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์จะต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1) การทดลองกับกลุ่มเป้าหมายขนาดเล็ก เป็นการทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมผลประเมินเชิงคุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ นิยมทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ในโรงเรียน 1-3 โรงเรียน เด็กนักเรียน 6-12 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต การสัมภาษณ์ การสอบถาม แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงรูปแบบของผลิตภัณฑ์

2) การทดลองกับกลุ่มเป้าหมายขนาดใหญ่ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายที่มีขนาดใหญ่หรือเรียกว่ากลุ่มนำร่อง (Pilot group) เช่น การนำไปใช้ในโรงเรียน 5-15 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียน 30-100 คน โดยมีการทดสอบก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ นำผลที่ประเมินเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์หรือกลุ่มควบคุมที่เหมาะสม วัตถุประสงค์หลักของการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มขนาดใหญ่ เพื่อต้องการที่จะบ่งชี้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาหรือไม่ ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในการดำเนินการของขั้นตอนนี้จะใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) แล้วนำผลการวิจัยมาแก้ไขปรับปรุงผลิตภัณฑ์

3) การทดลองความพร้อมนำไปใช้ หลังจากปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์จนมีความมั่นใจในด้านคุณภาพ ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความพร้อมสู่การปฏิบัติ โดยนำไปใช้ในโรงเรียน 10-30 โรงเรียน นักเรียน 40-200 คน รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และสังเกต เพื่อตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีความพร้อมที่จะนำไปใช้ในโรงเรียนได้หรือไม่ เพียงใด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนนี้มาแก้ไขปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เช่น คู่มือในการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชัดเจนหรือไม่ การดำเนินการในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินผลการใช้ผลิตภัณฑ์ในภาพรวม ซึ่งจะประเมินทั้งตัวผลิตภัณฑ์ กระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์ ผลที่ได้รับจากการใช้ผลิตภัณฑ์ ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ เป็นต้น ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปสู่การตัดสินใจปรับปรุงผลิตภัณฑ์นั้นๆ หากพิจารณาแล้วพบว่าไม่คุ้มค่าหรือเสี่ยงอันตรายจะยุติการใช้ผลิตภัณฑ์นั้น แต่หากผลการประเมินพบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้เป็นอย่างดีจะนำไปสู่การดำเนินการขั้นตอนต่อไป

4) การเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ เป็นการนำผลการวิจัยและผลิตภัณฑ์ไปเผยแพร่ เช่น การนำเสนอในที่ประชุมสัมมนาทางวิชาการ การตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อำพล บุญเพียร และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษา “ประสิทธิผลของการนวดตัวน้ำมันโพลีและน้ำมันปาล์มต่ออาการปวดกล้ามเนื้อคอ บ่า ไหล่ ในนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุขกาญจนาภิเษก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิผลของการนวดด้วยน้ำมันโพลี และน้ำมันปาล์มต่ออาการปวดกล้ามเนื้อคอ บ่า ไหล่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุข กาญจนาภิเษก จำนวน 40 คน ผลการศึกษา พบว่า หลัง

การนวดด้วยน้ำมันไพลมีผลทำให้ระดับอาการปวดลดลง ระดับความรู้สึกเจ็บเพิ่มขึ้นและองศาการเคลื่อนไหวข้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

มจรูดา วิสัย และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษา “ประสิทธิภาพและความปลอดภัยของยาแคปซูลประสะไพลสกัดในการบรรเทาอาการปวดแบบเฉียบพลันที่มีสาเหตุจากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของประสะไพลสกัดในการบรรเทาอาการปวดที่มีสาเหตุจากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อแบบเฉียบพลัน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 148 คน มีอาการปวดจากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อแบบเฉียบพลันในระดับ 3 คะแนนขึ้นไป แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ผู้ป่วยได้รับยาแคปซูลประสะไพลสกัด 250 มิลลิกรัม 2 แคปซูล ก่อนอาหาร 3 เวลา ร่วมกับยาหลอกไดโคลฟีแนค หรือรับประทานยาไดโคลฟีแนค 25 มิลลิกรัม 1 เม็ด หลังอาหาร 3 เวลา ร่วมกับยาหลอกประสะไพล เป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษา พบว่า หลังใช้ยา 7 วัน สัดส่วนผู้ป่วยที่มีอาการปวดดีขึ้นของทั้งสองกลุ่มไม่ต่างกัน แต่ระดับการปวดของทั้งสองกลุ่มลดลงจากก่อนรับประทานยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนัยสำคัญทางคลินิก โดยความปวดลดลงร้อยละ 67.73 (95%CI: 59.59, 75.87) ในกลุ่มประสะไพล และร้อยละ 68.48 (95%CI:61.23-75.74) ในกลุ่มไดโคลฟีแนค สรุปได้ว่า ยาประสะไพลมีประสิทธิภาพไม่ด้อยไปกว่ายาเม็ดไดโคลฟีแนคในการบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อแบบเฉียบพลันและมีความปลอดภัยในการใช้ระยะสั้น

ณิชภา พาราศิลป์ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษา “การเปรียบเทียบผลของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยและแผ่นประคบร้อนในการรักษาผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง: การทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการรักษาด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยต่ออาการปวดและความยืดหยุ่นในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีอาการปวดหลังส่วนล่างแบบไม่ทราบสาเหตุ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการรักษาด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทย นาน 30 นาทีต่อครั้ง จำนวน 3 ครั้งเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมได้รับการรักษาด้วยแผ่นประคบร้อน ผลการศึกษา พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.000 ของความเจ็บปวดระหว่างก่อนและหลังการรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม แต่พบว่า ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.014 ในกลุ่มทดลอง สรุปได้ว่า แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยสามารถลดอาการปวดในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างแบบไม่ทราบสาเหตุได้ดีเช่นเดียวกับแผ่นประคบร้อน และสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าแผ่นประคบร้อน

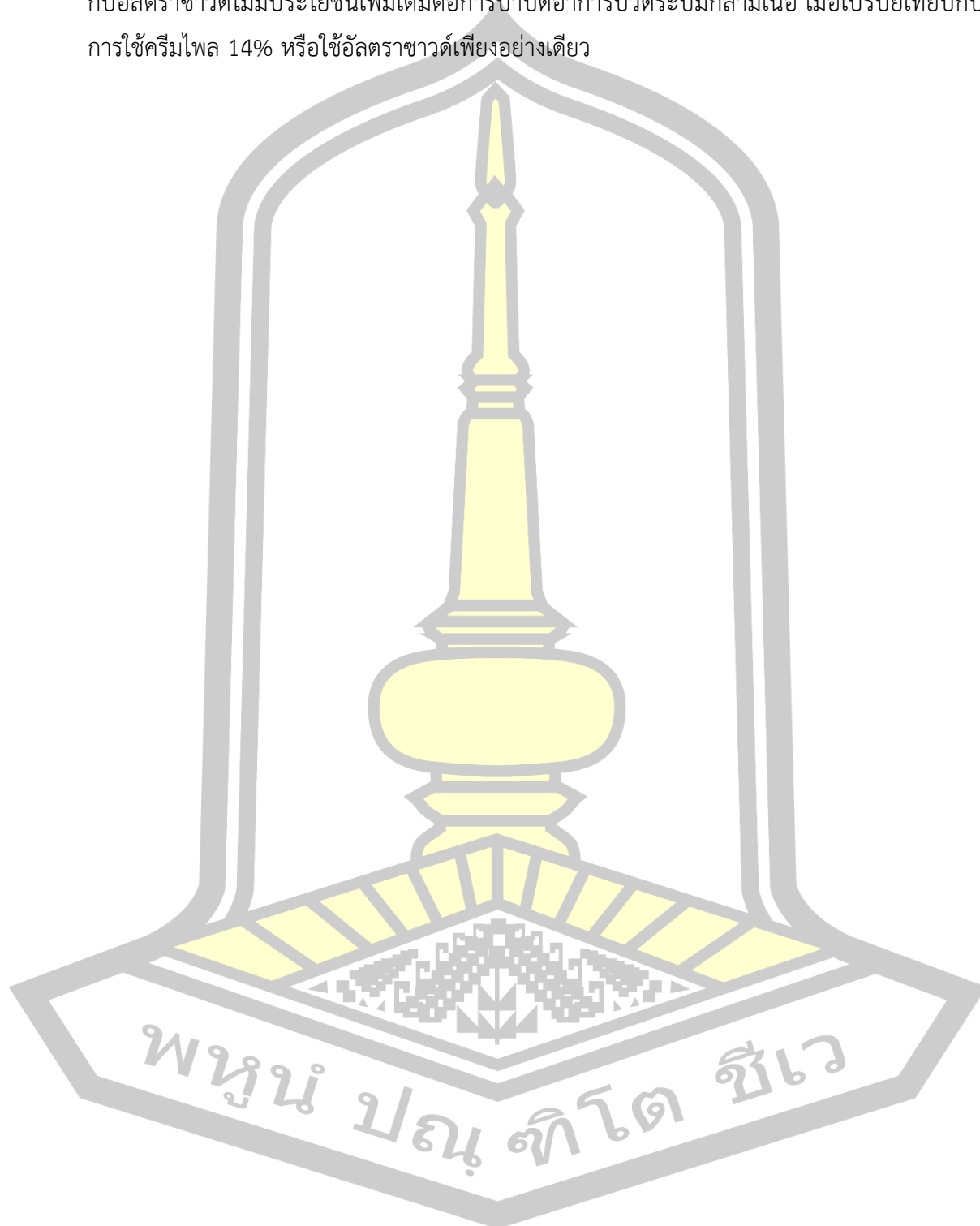
ดลรวี ลีลารุ่งระยับ (2552) ได้ทำการศึกษา “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการอักเสบของนีโอไพลและแนวทางการประยุกต์มาใช้ทางด้านกายภาพบำบัด” วัตถุประสงค์เพื่อประเมินฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบของน้ำมันไพลและน้ำมันไพลในรูปแบบนีโอโซมในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลอง ผลการศึกษา พบว่า น้ำมันไพลมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด

(11.46 ± 0.72 mmol Trolox/ml) ตามด้วยน้ำมันจากใบยูคาลิปตัส (9.30 ± 2.20 mmol Trolox/ml) และน้ำมันจากเปลือกพืชมะนาว (0.00 ± 0.58 mmol Trolox/ml) น้ำมันไพลยังสามารถทำลายอนุมูลชนิด H_2O_2 ที่เกิดจากการใช้ Ultrasound โดยพบว่า น้ำมันไพลที่ความเข้มข้นที่ 1:2000 และ 1:1000 โดยปริมาตรต่อปริมาตร สามารถลดการเรืองแสงของ DCFH ภายในเซลล์ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ควบคุม น้ำมันไพลยังสามารถยับยั้งการหลั่งสารไนตริกออกไซด์จากเซลล์แมคโคฟาจันตามความเข้มข้นที่ 1:1000 (24.20 ± 1.42 $\mu\text{mol/L}$) และ 1:1000 (28.56 ± 3.8 $\mu\text{mol/L}$) สำหรับสารออกฤทธิ์ในน้ำมันไพลจากการวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่า มีสาระสำคัญ 3 ชนิด คือ Sabinene (18.79%) Terpinen-4-ol (48.17%) และ ϵ -1-(3,4-dimethoxyphenyl) butadiene (15.09%) หลังจากได้พัฒนาน้ำมันไพลในรูปแบบของนีโอไพลที่ความเข้มข้น 0.1% แล้วนำมารักษาด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ที่ความเข้ม 0.2 w/cm² ในรูปแบบ 20% นาน 3 นาที ในหนูที่กระตุ้นการอักเสบเฉพาะผิวหนังด้วย LPS (100 ไมโครกรัมต่อ 100 ไมโครลิตรต่อจุด) พบว่า สามารถช่วยทำให้อุณหภูมิและอัตราการไหลเวียนของเลือดที่อักเสบมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับหนูควบคุมหรือหนูที่รักษาด้วยนีโอโซมควบคุม

Nakhostin-Roohi et al. (2016) ได้ทำการศึกษา “ผลของการเสริมเคอร์คูมินที่มีต่อตัวชี้วัดของอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมเคอร์คูมิน 150 มิลลิกรัมทันทีหลังการออกกำลังกายแบบ eccentric กลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีสุขภาพดี จำนวน 10 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มได้รับเคอร์คูมิน 150 มิลลิกรัม และกลุ่มที่ได้รับยาหลอก 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หลังการออกกำลังกายแบบ eccentric การศึกษาพบว่า ระดับความเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ระดับสาร creatine kinase, alanine aminotransferase และ aspartate aminotransferase ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในกลุ่มที่ได้รับเคอร์คูมินเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก สรุปได้ว่า การใช้เคอร์คูมินขนาด 150 มิลลิกรัม มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและบรรเทาอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

Manimmanakorn et al. (2017) ได้ทำการศึกษา “ผลของครีมไพลร่วมกับการใช้อัลตราซาวด์ที่มีผลต่ออาการปวดระบมกล้ามเนื้อ” มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของครีมไพลกับการใช้อัลตราซาวด์ในการรักษาอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 75 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มใช้ครีมไพล 14 % กลุ่มใช้อัลตราซาวด์ 5 นาที และกลุ่มใช้ครีมไพล 14 % ร่วมกับอัลตราซาวด์ กลุ่มตัวอย่างทำการออกกำลังกายแบบ eccentric จำนวน 4 เซตๆ ละ 25 ครั้งที่ความเร็ว 60 รอบต่อนาที โดยใช้ Dynamometry isokinetic เพื่อให้เกิดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ Quadriceps แล้วทำการบำบัดหนึ่งครั้งต่อวันเป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษา พบว่า คะแนนความเจ็บปวด เส้นรอบต้นขา และ ระดับสาร creatine kinase เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความแข็งแรงกล้ามเนื้อลดลง แต่มีการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของข้อต่อเล็กน้อยหลังการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม สรุปได้ว่า การใช้ครีมไพล 14 % ร่วมกับอัลตราซาวด์ไม่มีประโยชน์เพิ่มเติมต่อการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ครีมไพล 14% หรือใช้อัลตราซาวด์เพียงอย่างเดียว



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ในมนุษย์ แบบวัดซ้ำสองกลุ่มก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที และการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย โดยการใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า อาศัยการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) และเชิงปริมาณ (Quantitative data) มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

1. สังเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า
3. ทดลองใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

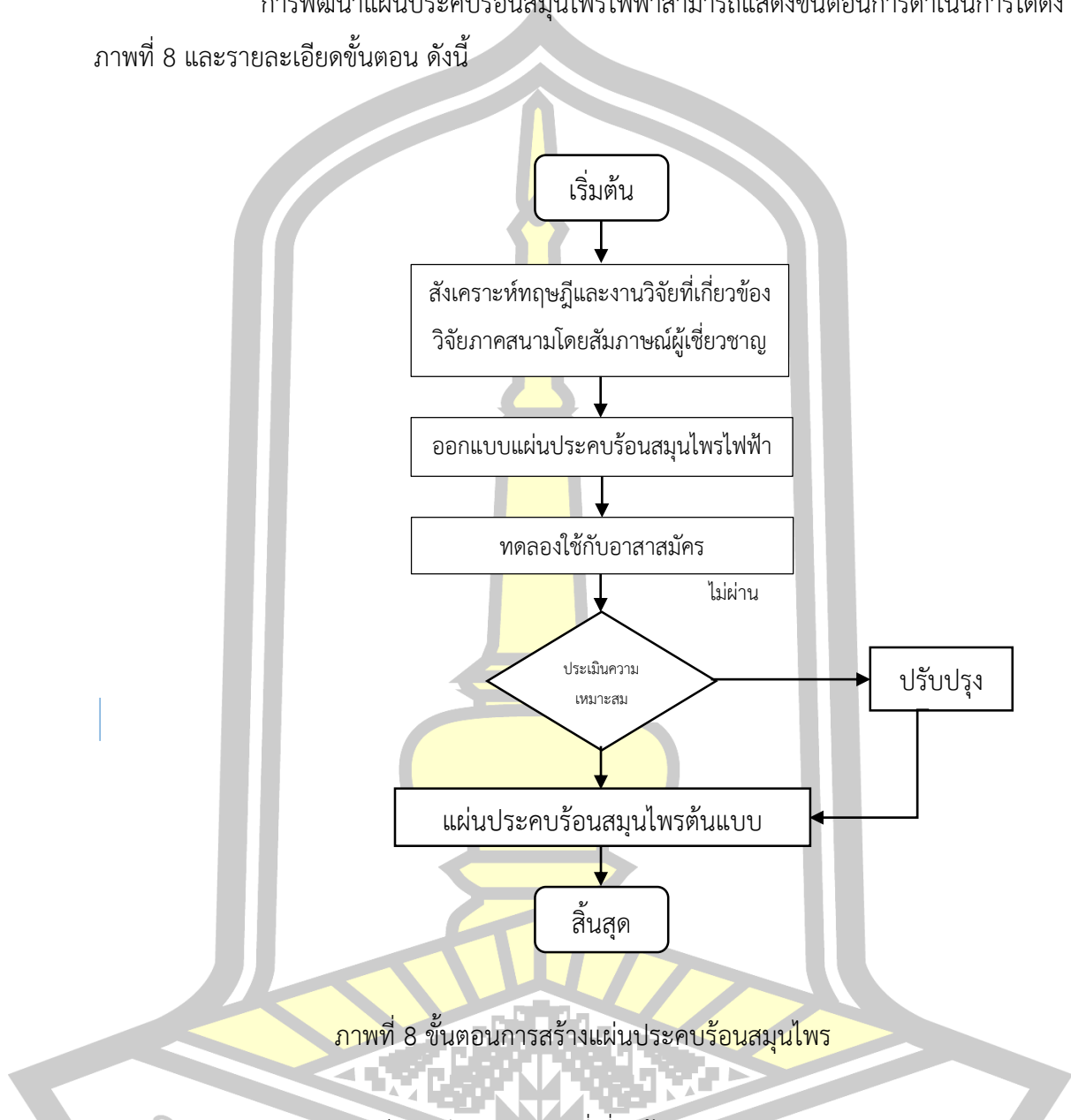
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. วิธีดำเนินการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

พหุ ประ โท ชี เว

ตอนที่ 1 การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าสามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการได้ดัง
ภาพที่ 8 และรายละเอียดขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแผ่นประคบร้อนสมุนไพร

1. สังเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสังเคราะห์ทฤษฎีเกี่ยวกับการเกิดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อและวิธีการบำบัดเพื่อกำหนดโครงสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า อาการปวดกล้ามเนื้อเกิดจากการปฏิบัติกิจกรรมการออกกำลังกายที่ไม่คุ้นเคยที่หนักหน่วงและเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลให้เกิดอาการปวดกล้ามเนื้อในลักษณะต่างๆ (Miles & Clarkson, 1994) เช่น อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นทันที (Rapid onset muscle soreness) อาการกล้ามเนื้อหดเกร็ง (Muscle cramp) อาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (Delayed onset muscle soreness)

ซึ่งอาการดังกล่าวก่อให้เกิดความรู้สึกปวดไม่สบายภายหลังการออกกำลังกายในลักษณะที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) ทำให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัวสูงทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเกิดความเสียหาย โดยอาการปวดกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อกับเอ็นกล้ามเนื้อ (Armstrong, 1984; Miles & Clarkson, 1994) โดยมีอาการปวดหน่วงๆ (Dull pain) ขณะมีการเคลื่อนไหว ร่วมกับอาการกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อ ทำให้ความแข็งแรงกล้ามเนื้อลดลงส่งผลต่อระดับสมรรถภาพทางกายลดลง (Miles & Clarkson, 1994) อาการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (DOMS) มีการแพร่ผ่านของของเหลวภายในเซลล์กล้ามเนื้อที่เสียหายไปยังช่องว่างระหว่างเซลล์ ประกอบด้วย แคลเซียมไอออน (Ca^{++}) ครีเอทีนไคเนส (Creatine kinase) โมโอโกลบิน (Myoglobin) และซีโรโทนิน (Serotonin) ทำให้กล้ามเนื้อบวมและการคั่งของของเหลวในมัดกล้ามเนื้อ และเมื่อกล้ามเนื้อมัดนั้นมีการหดเกร็งจะมีการหลั่งเอนไซม์ออกมาจากกล้ามเนื้อและเข้าสู่กระแสเลือด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์ Creatine kinase ที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ (Albert, 1995; Kuipers, 1994) การบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อ จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การบำบัดอาการปวดด้วยการออกกำลังกายด้วยแรงต้านทาน (Resistance exercise) ทำให้กล้ามเนื้อมีการบีบตัว (Muscle pump) ทำให้ของเหลวนอกเซลล์เนื้อเยื่อเกิดการไหลกลับเข้าสู่กระแสเลือด (Albert, 1995) การบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยความร้อนชื้น โดยเฉพาะการประคบด้วยแผ่นประคบร้อนแบบเฉพาะที่ อุณหภูมิความร้อนประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส การกระจายความร้อนสามารถลงไปในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้ประมาณ 1 เซนติเมตรจากผิวหนัง ผลจากความร้อนที่ถูกถ่ายเทจากแผ่นประคบร้อนไปยังผิวหนังโดยการนำความร้อนจากอุณหภูมิที่สูงกว่าไปยังอุณหภูมิของผิวหนังที่ต่ำกว่า ทำให้หลอดเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัวส่งผลให้เกิดการไหลเวียนเลือดสูงขึ้นทำให้ออกซิเจน สารอาหารและเซลล์เม็ดเลือดขาวไปยังบริเวณกล้ามเนื้อที่บาดเจ็บมากขึ้น ทำให้การอักเสบ อาการปวดตามเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อลดลง และความร้อนยังช่วยเพิ่มการดูดกลับของของเสียกลับทางท่อน้ำเหลืองและหลอดเลือดดำ ทำให้รอยฟกช้ำจางหายได้ นอกจากนี้ ความร้อนยังทำให้การทำงานของกระแสประสาทสั่งการขาออก (Gamma efferent) ลดลง มีผลทำให้ความไวของตัวส่งกระแสประสาทรับความรู้สึกกลับมาที่ระบบประสาทส่วนกลางลดลงทำให้กล้ามเนื้อลดการเกร็งตัว จากการศึกษาของ ชมพูนุช ศรีไกรยุทธ และ วรณเฉลิม ชาววัง, 2561 พบว่า การใช้แผ่นประคบร้อนที่ความหนาของผ้าห่อ 2 เซนติเมตร ต้มในหม้อต้มที่อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 77.30 ± 0.44 องศาเซลเซียส ตั้งแต่เวลาที่ 1 ถึง นาทีที่ 20 อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 23.92 ± 1.64 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 41.45 ± 7.88 องศาเซลเซียส นาทีที่ 15 สามารถตอบสนององกลไกการทำงานของร่างกายได้เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสามารถผ่านเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ เพื่อไปกระตุ้นกลไกการทำงานเชิงสรีรวิทยาของร่างกายได้

2. การวิจัยภาคสนามโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

แหล่งข้อมูล ประกอบด้วย แพทย์ จำนวน 1 ท่าน แพทย์แผนไทย จำนวน 1 ท่าน วิศวกรไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ท่าน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 1 ท่าน และประชาชนชาวบ้านด้านสมุนไพร 1 ท่าน โดยพิจารณาจากบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในการทำงานด้านการใช้สมุนไพร การบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 คน เพื่อสรุปหาข้อดีและข้อเสียของวิธีการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายโดยใช้ความร้อน และการใช้สมุนไพรที่มีสรรพคุณในการการบำบัดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ลักษณะทางกายภาพของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า วัสดุที่ใช้ในการสร้างความร้อน ความเหมาะสมและสะดวกในการใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างมี 2 ส่วน คือ ส่วนที่ตั้งคำถามไว้แล้วและส่วนที่ไม่ได้ตั้งคำถามไว้ โดยผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการสัมภาษณ์อย่างเจาะลึก เพื่อค้นหาคำตอบที่ต้องการ

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์

1) สังเคราะห์เอกสารรายงานวิจัย ตำรา และวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง
2) นำผลการศึกษาที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหาเพื่อให้ได้กรอบแนวคิดของการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า เพื่อมาสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ประกอบด้วย 2 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ส่วนที่ 2 สาเหตุ อาการ และวิธีการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

ส่วนที่ 3 การออกแบบและพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

3) นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความครอบคลุมและความถูกต้องของเนื้อหา พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องในการใช้ภาษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4) นำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงและสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

วิธีดำเนินการ

1) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่กำหนดไว้
2) นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาสังเคราะห์และสรุปเพื่อกำหนดกรอบการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และจากการศึกษาเอกสารรายงานวิจัยมาทำการวิเคราะห์เนื้อหา แล้วเขียนบรรยายเป็นความเรียง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

3. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.2 ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ เพศ

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยใช้แบบสอบถามแบบประเมินค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 มีความเหมาะสมน้อย ระดับที่ 2 มีความเหมาะสมปานกลาง และระดับที่ 3 มีความเหมาะสมมาก ซึ่งดัดแปลงมาจากลิเคิร์ต (Likert's scale) ที่มี 5 ระดับ ซึ่งการให้ค่าความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์ของเบสท์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมและความถูกต้องในการใช้ภาษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ทั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อความที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.0 ซึ่งโดยรวมมีค่าเท่ากับ 0.78 รายละเอียดดังตารางที่ 7

3.4 เมื่อได้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านแล้วนำคะแนนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามแต่ละข้อ ดังสูตรต่อไปนี้

$$IOC = \frac{\sum x}{n}$$

โดยที่	IOC	หมายถึง	ค่าความสอดคล้องขอข้อความกับเนื้อหา
	ΣX	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	n	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	
	1	2	3	4	5	
1. ลักษณะทางกายภาพของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า						
1.1 ขนามีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1.0
1.2 รูปทรงเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้	0	1	1	1	0	0.6
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้บำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ	1	1	1	1	0	0.8
1.4 ความร้อนมีความเหมาะสม	1	0	1	0	1	0.6
1.5 ความร้อนสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี	1	1	0	1	1	0.8
2. ความรู้สึกหลังจากใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า						
2.1 อารมณ์ผ่อนคลาย	1	1	1	0	1	0.8
2.2 การไหลเวียนเลือดบริเวณที่ประคบดีมากขึ้น	1	1	1	1	1	1.0
2.3 กล้ามเนื้อผ่อนคลาย	0	1	1	1	1	0.8
2.4 อาการปวดตึงกล้ามเนื้อลดลง	1	0	1	0	1	0.6
ภาครวม	0.78	0.78	0.89	0.67	0.78	

4. ออกแบบแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

4.1 กระบวนการออกแบบเริ่มจากกำหนดจุดมุ่งหมายของการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายที่ประกอบไปด้วยการใช้ความร้อนจากแผ่นทำความร้อนและสมุนไพรในการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งจากการศึกษาทฤษฎีและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญสามารถสรุปแนวคิดในการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย สามารถสรุปกรอบแนวคิดในการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กรอบแนวคิดการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

กรอบแนวคิด	ตัวชี้วัด	ผลการวิเคราะห์
1. การสร้างความร้อนที่สามารถบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อได้	ระดับอุณหภูมิความร้อนอยู่ระหว่าง 40-50 องศาเซลเซียส	ใช้ฮีตเตอร์แบบแผ่นที่ให้ความร้อนคงที่และสม่ำเสมอ
2. วัสดุที่ใช้ในการสร้างความร้อน	1. สามารถป้องกันไฟฟ้ารั่วได้ 2. มีความหนาแน่นน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร	แผ่นด้านนอกทำจากสแตนเลส/ยางซิลิโคน โดยมีลวดความร้อนรัดอยู่ในแกนแผ่นไมก้า
3. ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้	ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำไม่เป็นอันตราย	ให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์
4. สมุนไพรที่ใช้ในการบำบัด	1. มีสรรพคุณในการบรรเทาปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ 2. สามารถหาได้ง่ายและราคาไม่แพง	สมุนไพรที่นิยม คือ ไพล สามารถใช้ได้ ส่วนที่เป็นผงและน้ำมันไพล
5. วัสดุที่ใช้ทำแผ่นประคบร้อนสมุนไพร	ทำด้วยผ้าที่สามารถระบายความร้อนได้ดี และมีความยืดหยุ่น มีความทนทานต่อความร้อน	ผ้าฝ้ายทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาดความกว้าง 10 ซม. ความยาว 12 ซม.

4.2 ผู้วิจัยได้ออกแบบแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบด้วย อุปกรณ์ตั้งอุณหภูมิสามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0-100 องศาเซลเซียส และอุปกรณ์การสร้างความร้อนมีขนาดความกว้าง 8 เซนติเมตร x ความยาว 10 เซนติเมตร มีคุณสมบัติ เบา บาง และยืดหยุ่น ถ่ายโอนความร้อนได้ดี วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นยางซิลิโคนลามิเนตห่อมรวมเข้าด้วยกัน ส่งผ่านความร้อนและความดันสูงทั้งสองด้านของขดลวดที่ฝังอยู่ในซิลิโคน และสามารถทนต่อความร้อนได้ 200 องศาเซลเซียส และใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 12 โวลต์ (จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์แล้วไม่มีอันตรายต่อร่างกาย และส่วนที่เป็นถุงผ้าบรรจุด้วยสมุนไพร ขนาดความกว้าง 10 เซนติเมตร x ความยาว 12 เซนติเมตร ภายในบรรจุแผ่นเจลสมุนไพรไพลที่มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ (ภาคผนวก ข)

5. ทดลองใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

5.1 อาสาสมัครเป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยนคพนม เพศชายและเพศหญิง จำนวน 12 คน ยินยอมโดยสมัครใจในการเข้าร่วมการออกกำลังกายและการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

5.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต และอาการความเสียหายของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ได้แก่ ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองค์การเคลื่อนไหวข้อเข่า ก่อนการออกกำลังกาย

5.3 อาสาสมัครทุกคนต้องเข้ารับการออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้น (Short heavy exercise) โดยการปั่นจักรยานแบบวินเกตที่ความเร็วรอบการปั่น 300-600 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 30 วินาที กำหนดน้ำหนักถ่วงที่ 0.076 เท่าของน้ำหนักตัว (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2542) จากนั้นให้นั่งพักเป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงทำการวัดค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองค์การเคลื่อนไหวข้อเข่า

5.4 ในวันถัดมาเมื่ออาสาสมัครมีอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายแล้วจึงทำการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าทุกๆ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

5.5 ทำการวัดค่าด้านความรู้สึกปวดระบมกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และองค์การเคลื่อนไหวของข้อเข่าหลังการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าทุกๆ 24 48 และ 72 ชั่วโมง และประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทดลองใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

5.6 ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าและผลการประเมินความพึงพอใจหลังการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย แล้วทำการแก้ไขปรับปรุงแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าต้น

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

นักศึกษามหาวิทยาลัยนคพนม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อสุขภาพและวิชากีฬาและนันทนาการเพื่อสุขภาพ จำนวน 200 คน

1.2 การคัดกรอง (Screening)

อาสาสมัครมีอายุระหว่าง 18-24 ปี ที่ไม่เป็นโรคหรือเข้าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการพิจารณาคุณสมบัติก่อนที่จะได้รับคัดเลือกเข้าร่วมการศึกษา หลังจากขั้นตอนการคัดกรองอาสาสมัคร จำนวน 24 คน มีสิทธิ์และต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)

1) อาสาสมัครที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ คือ ต่ำกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และมีสุขภาพแข็งแรง มีอายุระหว่าง 18-24 ปี

2) อาสาสมัครทุกคนไม่มีอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย

3) อาสาสมัครมีค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ (18.5-24.9 กก./ม²)

4) อาสาสมัครมีอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายอย่างน้อยที่ระดับ 4 คะแนน

5) อาสาสมัครลงนามในแบบฟอร์มคำยินยอมเป็นผู้เข้าร่วมโครงการ

6) อาสาสมัครไม่มีอาการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและข้อต่อ

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1) อาสาสมัครมีอาการป่วย เช่น ไข้หวัด ปวดศีรษะ และมีไข้

2) อาสาสมัครไม่มีอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายบริเวณกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

3) อาสาสมัครมีการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและข้อต่อบริเวณข้อเข่า

4) อาสาสมัครมีความประสงค์ขอยกเลิกการเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้ด้วยตนเองขณะทำการศึกษา

5) อาสาสมัครขาดการเข้าร่วม

เกณฑ์การยุติการเข้าร่วมการศึกษา (Discontinuation criteria)

1) มีอาการผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อนบริเวณผิวหนังหลังการบำบัด

2) มีอาการแพ้สมุนไพรรวม เช่น วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้และอาเจียน

3) มีอาการพุพองบริเวณผิวหนังระหว่างการบำบัด

4) ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมได้ตามที่กำหนด

การจัดการความเสี่ยง

1) อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยมีอาการข้างเคียงจากการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า เช่น ผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อน ปวมแดง บริเวณที่บำบัดให้หยุดการบำบัดทันที

2) อาสาสมัครหยุดพักสังเกตอาการและทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

3) อาสาสมัครมีอาการข้างเคียงรุนแรงมากขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการนำพาไปพบแพทย์เพื่อทำการรักษา

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนมที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อสุขภาพ สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 24 คน มีอายุระหว่าง 18-24 ปี ทำการออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้นด้วยการปั่นจักรยานแบบวินเกต แล้วเกิดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

1.2.1 เทคนิคการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Sampling technique)

การศึกษานี้ใช้เทคนิคการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อแบ่งกลุ่มอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กัน ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 บำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร และกลุ่มทดลองที่ 2 บำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

1.2.2 การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากการคำนวณหากลุ่มตัวอย่างจากการศึกษาของ จิตรลดา ปัญจกุลและคณะ (2552) โดยใช้ค่าระดับความเจ็บปวด (VAS) โดยใช้สมการ ดังนี้

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

โดยที่

n คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความเจ็บปวดกล้ามเนื้อ

$\mu_1 - \mu_2$ คือ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความเจ็บปวดกล้ามเนื้อก่อนและหลังการบำบัด 2 วัน

Z_{α} คือ ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าจุดตัดภายใต้โค้งปกติเท่ากับ 1.96

Z_{β} คือ ค่าอำนาจจำแนกมีค่าจุดตัดใต้โค้งปกติเท่ากับ 0.84

แทนค่าในสมการ

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

$$\begin{aligned} n &= \frac{[1.96+0.84]^2 (1.60)^2}{2(2.41 - 1.36)^2} \\ &= \frac{7.84 \times 2.56}{2.21} = 9.08 \end{aligned}$$

จากการคำนวณต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน $9.08 \approx 9$ คน แต่จากการประมาณค่ากรณีกลุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษา โดยคำนวณตัวอย่างเพิ่มอีก 50% คิดเป็น $0.50 \times 9 = 4.5 \approx 5$ คน ดังนั้นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ $9+5 = 14$ คน หรือใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด $14 \times 2 = 28$ คน

2.3 การสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random) โดยการจับฉลากเพื่อจัดเข้ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มๆ ละ 14 คน โดยทั้ง 2 กลุ่มมีความใกล้เคียงกันด้านอายุ และดัชนีมวลกาย

2. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) แบบกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม มีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	การวัดค่าตัวแปร	การวัดค่าตัวแปร	การวัดหลังการบำบัด		
	ครั้งที่ 1 (ก่อนออกกำลังกาย)	ครั้งที่ 2 (หลังออกกำลังกาย 30 นาที)	วัดค่าตัวแปรครั้งที่ 3 (24 ชั่วโมง)	วัดค่าตัวแปรครั้งที่ 4 (48 ชั่วโมง)	วัดค่าตัวแปรครั้งที่ 5 (72 ชั่วโมง)
G1	X1	X2	X3	X4	X5
G2	X1	X2	X3	X4	X5

สัญลักษณ์ที่ใช้

G1	คือ	กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร
G2	คือ	กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า
X1	คือ	การวัดค่าตัวแปรครั้งที่ 1
X2	คือ	การวัดค่าตัวแปรครั้งที่ 2
X3	คือ	การวัดค่าตัวแปรครั้งที่ 3
X4	คือ	การวัดค่าตัวแปรครั้งที่ 4
X5	คือ	การวัดค่าตัวแปรครั้งที่ 5

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 การบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร

3.1.2 การบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.2.1 แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (Physical activity readiness questionnaire; PAR-Q)

3.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

3.2.3 แบบบันทึกข้อมูลของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ความรู้สึกปวดระบมกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- แบบบันทึกความรู้สึกปวดระบมกล้ามเนื้อแบบตัวเลข (Numerical rating scale: NRS) เป็นการใช้ตัวเลขมาช่วยบอกระดับความรุนแรงของอาการปวด ใช้ตัวเลขตั้งแต่ 0 1 2 10 โดยที่ตัวเลขตั้งแต่ 0 = ไม่มีความปวดเลย 1-3 = ปวดเล็กน้อย 4-6 = ปวดปานกลาง 7-10 = ปวดมากที่สุด ให้ผู้เข้ารับการวัดบอกถึงตัวเลขที่แสดงถึงความปวดกล้ามเนื้อที่มีขณะนั้น การตีความหมายของตัวเลขกับ Categorical scale

- แบบบันทึกวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ เป็นการวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดขาโดยการหดเกร็งกล้ามเนื้อ โดยใช้ Leg dynamometer

- แบบบันทึกองศาการเคลื่อนไหว เป็นการวัดองศาการเคลื่อนไหว (Range of motion; ROM) ของข้อเข่า โดยใช้ Goniometer

- เก็บตัวอย่างเลือด โดยเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครพนม

4. การดำเนินการวิจัย

4.1 เสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์ผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบในการดำเนินการวิจัย ซึ่งคาดว่าจะใช้เวลาประมาณ 30 วัน เมื่อได้รับผลการพิจารณาจึงติดต่อประสานงานขอความอนุเคราะห์อาสาสมัครเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

4.1.1 ทำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พร้อมทั้งโครงร่างวิทยานิพนธ์ และหนังสืออนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เสนอต่อคณบดีคณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อขออนุญาตใช้

สถานที่และเครื่องมือในทำการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล และขอความอนุเคราะห์แพทย์เพื่อเป็นที่ปรึกษาและเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ผลเลือด

4.1.2 ทำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พร้อมทั้งโครงร่างวิทยานิพนธ์ และหนังสืออนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือและขอคำปรึกษาในการวิจัย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการแพทย์ จำนวน 1 ท่าน ด้านการแพทย์แผนไทย จำนวน 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 1 ท่าน ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ท่าน และประชาชนชาวบ้าน ด้านสมุนไพร

4.2 เมื่อได้รับอนุญาตจากคณบดีคณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ ให้ดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการจัดเตรียมสถานที่และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.3 เมื่อได้รับความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการโรงพยาบาลนครพนมแล้ว ผู้วิจัยประสานงานกับแพทย์และเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ เพื่อชี้แจงรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย และกำหนดวันเวลาและสถานที่ในการเก็บตัวอย่างเลือดจากอาสาสมัครวิจัย

4.4 ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของตนเอง โดยการฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือในการทดสอบต่างๆ และศึกษาวิธีการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

4.5 ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.6 นัดอาสาสมัครเพื่อชี้แจงขั้นตอนการทดลอง การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดลอง และให้กรอกแบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้คำแนะนำถึงโครงการวิจัยที่ผู้วิจัยกำลังศึกษากับอาสาสมัครวิจัย ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัย ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย ประโยชน์และผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นกับอาสาสมัครวิจัย การเก็บข้อมูลเป็นความลับ รายละเอียดของกิจกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การพิทักษ์สิทธิของอาสาสมัครวิจัย ณ ห้อง Training lab 1 คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนมเพื่อชี้แจงการเตรียมตัวในการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) อาสาสมัครควรพักผ่อนอย่างเพียงพอ (อย่างน้อย 8 ชั่วโมง)
- 2) ควรรับประทานอาหารตามปกติก่อนเข้ารับการทดลอง
- 3) อาสาสมัครควรงดปฏิบัติกิจกรรมการออกกำลังกายตลอดระยะเวลาการทดลอง
- 4) งดการใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการบรรเทาปวดกล้ามเนื้อ
- 5) การแต่งกายควรสวมใส่เสื้อยืดและกางเกงขาสั้นในระหว่างการทดลอง

6) งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมแอลกอฮอล์ เช่น สุรา ไวน์ เบียร์ เป็นต้น ตลอดระยะเวลาการทดลอง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ผู้วิจัยทำการนัดหมายกับกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 24 คน เพื่อมารับทราบขั้นตอนการวิจัย โดยละเอียดในประเด็นต่างๆ โดยผู้ช่วยนักวิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการ

5.2 อธิบายเกี่ยวกับความเป็นมาของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์และประโยชน์ของการวิจัย ต่อการพัฒนาวิธีการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

5.3 อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายที่นำมาใช้ในการวิจัย

5.4 อธิบายเกี่ยวกับความเสี่ยงหรือความไม่สบายทุกประการที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย การป้องกันความเสี่ยง และการแก้ไขกรณีเกิดปัญหา การดูแลรักษา สวัสดิการและค่าชดเชย ค่าเสียเวลาในทุกครั้งที่เข้าร่วมการทดสอบ

5.5 อธิบายเกี่ยวกับจรรยาบรรณของนักวิจัย และจรรยาบรรณในวิชาชีพอาจารย์มหาวิทยาลัยนครพนม ซึ่งผู้วิจัยเป็นอาจารย์คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม การเข้าร่วมหรือการไม่เข้าร่วมวิจัย รวมถึงการถอนตัวจากการเข้าร่วมโครงการจะไม่ส่งผลต่อการเรียน การตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยขอให้เกิดขึ้นจากความสมัครใจโดยแท้จริง และหากนักศึกษามีความรู้สึกว่าเป็นการบีบบังคับให้เข้าร่วมโครงการวิจัยให้ขอยกเลิกการเข้าร่วมได้

5.6 หลังจากอธิบายประเด็นต่างๆ ครบถ้วนแล้ว ผู้ช่วยนักวิจัยให้นักศึกษากลับไปทบทวนหรือปรึกษาครอบครัวแล้ว จึงแจ้งความประสงค์จะเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจกับผู้ช่วยนักวิจัย

5.7 เมื่อได้รายชื่ออาสาสมัครวิจัยที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยตามที่กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยทำการนัดหมายเพื่อทำการประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย และต้องผ่านเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัยที่กำหนดไว้

5.8 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

วันที่ 1 (วันแรกของการทดลอง) ก่อนการออกกำลังกาย ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานจากอาสาสมัคร ได้แก่ การวัดค่าน้ำหนักและส่วนสูง อัตราเต้นของหัวใจขณะพัก ค่าความดันโลหิต นอกจากนี้ยังทำการวัดค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และเก็บตัวอย่างเลือดครั้งที่ 1 โดยแพทย์/เทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครพนม

เพื่อตรวจวัดปริมาณ Creatine kinase ในเลือด ตั้งแต่เวลา 09.00-11.30 น. ณ ห้อง Training lab 1 คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

วันที่ 2 ผู้วิจัยนำอาสาสมัครทุกคนออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้น (Short heavy exercise) โดยการปั่นจักรยานแบบวินเกตความเร็วรอบการปั่น 300-600 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 30 วินาที กำหนดน้ำหนักถ่วงที่ 0.076 เท่าของน้ำหนักตัว จากนั้นให้นั่งพักเป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงทำการวัดค่าความรู้สึกปวดระบมกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองค์การเคลื่อนไหวข้อเข้า ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เชิญเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ความช่วยเหลืออาสาสมัครหากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

วันที่ 3-6 ผู้วิจัยทำการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 บำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร และกลุ่มทดลองที่ 2 บำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อเหยียดเข่า เป็นเวลา 40 นาที โดยในช่วงนี้อาสาสมัครทุกคนต้องไม่ขาดการเข้าร่วมโครงการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 บำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร

อุปกรณ์

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| 1) ลูกประคบร้อนสมุนไพร ขนาด 250 กรัม | จำนวน 12 ลูก |
| 2) หม้อนึ่งไฟฟ้า | จำนวน 1 ใบ |

วิธีการปฏิบัติ

- 1) อาสาสมัครที่เข้ารับการบำบัด นั่งบนเก้าอี้ที่มีหมอนพิง เท้าทั้ง 2 ช่างวางบนพื้น
- 2) อาสาสมัครที่เข้ารับการบำบัดนั่งในท่าสบายไม่เกร็งกล้ามเนื้อเหยียดเข่า
- 3) นำลูกประคบสมุนไพรไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งไฟฟ้าประมาณ 20-30 นาที
- 4) นำลูกประคบสมุนไพรที่รับความร้อนแล้วมาประคบบริเวณกล้ามเนื้อเหยียดเข่า โดยทำการประคบทั้ง 2 ช่าง
- 5) ในการวางลูกประคบร้อนสมุนไพรบนผิวหนังโดยตรงในช่วงแรกๆ ต้องทำด้วยความเร็ว ไม่วางแช่นานๆ เนื่องจากผิวหนังจะทนความร้อนไม่ได้มาก
- 6) เมื่อลูกประคบร้อนสมุนไพรคลายความร้อนลงให้นำลูกประคบไปนึ่งและทำซ้ำตามข้อ 3) ถึง ข้อ 5)



ภาพที่ 9 การบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร

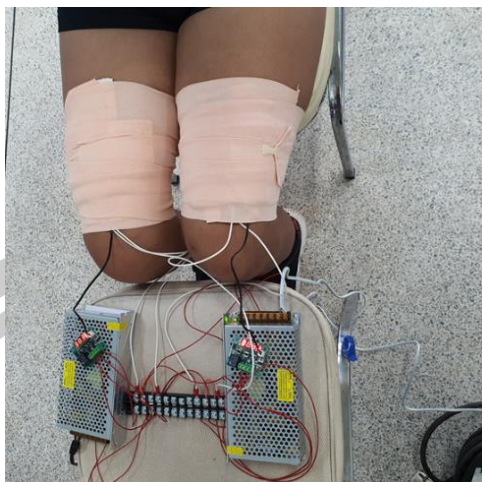
กลุ่มทดลองที่ 2 บำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

อุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1) แผ่นซิลิโคนนำความร้อน | จำนวน 2 แผ่น |
| 2) เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ | จำนวน 2 เครื่อง |
| 3) เครื่องวัดอุณหภูมิ | จำนวน 2 เครื่อง |
| 4) แผ่นแปะเจลสมุนไพรไหล | จำนวน 24 แผ่น |

วิธีการปฏิบัติ

- 1) นำแผ่นซิลิโคนนำความร้อนประกอบติดกับแผ่นแปะเจลสมุนไพรไหล
- 2) ทำการประกอบแผ่นซิลิโคนนำความร้อนกับเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์และเครื่องวัดอุณหภูมิที่ทำการตั้งอุณหภูมิระหว่าง 40-50 องศาเซลเซียส
- 3) นำแผ่นซิลิโคนนำความร้อนประกอบติดกับแผ่นแปะเจลสมุนไพรไหลมาวางบนกล้ามเนื้อเหยียดเข้าโดยให้แผ่นแปะเจลสมุนไพรไหลสัมผัสกับผิวหนัง
- 4) ทำการพันผ้ายึดพันรอบเพื่อยึดแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าให้ตรึงกับบริเวณกล้ามเนื้อเหยียดเข้า
- 5) ทำการเปิดสวิสซ์เพื่อให้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเกิดความร้อน ทำการบำบัดบริเวณกล้ามเนื้อเหยียดเข้าทั้ง 2 ข้าง

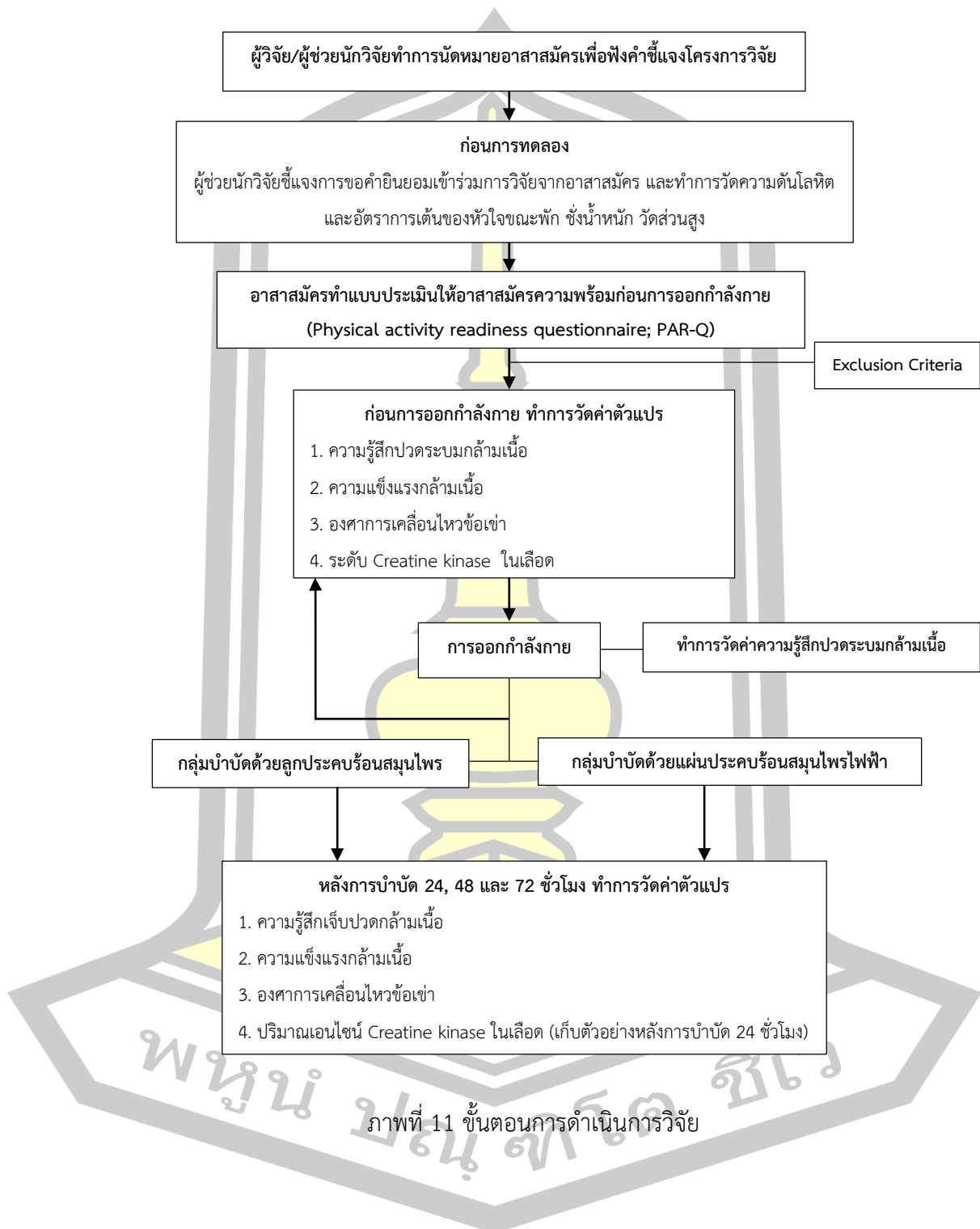


ภาพที่ 10 การบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

ทั้งนี้ หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ผู้วิจัยทำการวัดค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และเก็บตัวอย่างเลือดครั้งที่ 2 หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง โดยเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครพนม เพื่อตรวจวัดปริมาณ Creatine kinase ในเลือด ณ ห้อง Training lab 1 แล้วทำการประเมินความพึงพอใจอาสาสมัครหลังการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ

พหุบัณฑิต ชีวะ

แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และการทดสอบค่าที (Independent t-test ของข้อมูลพื้นฐานกลุ่มตัวอย่าง

6.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางมีการวัดซ้ำ (Two-way repeated ANOVA)

6.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยใช้การทดสอบค่าที (Paired-sample t-test)

6.4 ภายหลังการทดสอบความแตกต่างหากพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของ Tukey

6.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังการบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่าง
p	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นในการบอกนัยสำคัญทางสถิติ
*	หมายถึง	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า นำเสนอผลการวิจัยในรูปแบบตารางพร้อมคำอธิบายตามความมุ่งหมายการวิจัย ดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง
2. เพื่อพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรที่สามารถบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย
3. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างตามความมุ่งหมายการวิจัย
 - 3.1 เพื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ก่อนการออกกำลังกายและหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง
 - 3.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อายุ (ปี) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) ดัชนีมวลกาย (น้ำหนัก/เมตร²) อัตราเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที) ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท) ของกลุ่มตัวอย่างทดลองนำร่องบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า จำนวน 12 คน ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจริง และยินยอมเข้าร่วมการศึกษานำร่องโดยสมัครใจ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราเต้นของหัวใจ ดัชนีมวลกาย และความดันโลหิตของกลุ่มทดลองนำร่องที่บำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ หลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า (n = 12)

ข้อมูล	กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	
	\bar{X}	S.D.
อายุ (ปี)	18.92	0.52
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	66.50	12.88
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	166.42	8.22
ดัชนีมวลกาย (นน./ม. ²)	22.94	3.19
อัตราเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)	76.58	10.18
ความดันโลหิตค่าบน (มม.ปรอท)	114.00	9.35
ความดันโลหิตค่าล่าง (มม.ปรอท)	64.75	8.81

จากตารางที่ 10 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มทดลองนำร่องมีอายุเฉลี่ย 18.92 ± 0.52 ปี น้ำหนัก เท่ากับ 66.50 ± 12.88 กิโลกรัม ส่วนสูง เท่ากับ 166.42 ± 8.22 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย เท่ากับ 22.94 ± 3.19 นน./ม.² อัตราเต้นของหัวใจ 76.58 ± 10.18 ครั้ง/นาที และความดันโลหิตค่าบน เท่ากับ 114.00 ± 9.35 มม.ปรอท และค่าล่างเท่ากับ 64.75 ± 8.81 มม.ปรอท ตามลำดับ

1.2 ผลการจำแนกจำนวนและร้อยละตามเพศ และผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างข้อมูลส่วนบุคคลด้านอายุ (ปี) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) ดัชนีมวลกาย (น้ำหนัก/เมตร²) อัตราเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที) ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท) ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจริง ดังตารางที่ 11 และ ตารางที่ 12

ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจริงจำแนกตามเพศ

กลุ่มทดลอง	เพศหญิง		เพศชาย		รวม
	N	%	N	%	
การบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร	6	50	6	50	12
การบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	6	50	6	50	12

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน จำแนกตามเพศ พบว่า กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร เป็นเพศหญิง จำนวน 6 คน และเพศชาย จำนวน 6 คน และกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า เป็นเพศหญิง จำนวน 6 คน และเพศชาย จำนวน 6 คน เช่นเดียวกัน



ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความดันโลหิต ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

รายการทดสอบ	กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร (n=12)	กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า (n=12)	t	p
อายุ (ปี)	19.33±0.49	19.08±0.65	1.04	0.31
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.42±11.62	64.83±13.43	0.67	0.51
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	165.08±7.09	167.75±10.67	0.72	0.48
ดัชนีมวลกาย (น้ำหนัก/เมตร ²)	21.94±2.45	22.85±2.71	0.86	0.40
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	76.08±7.96	80.83±14.07	1.02	0.32
ความดันโลหิตค่าบน (มม.ปรอท)	115.83±9.09	117.17±8.10	0.38	0.71
ความดันโลหิตค่าล่าง (มม.ปรอท)	70.67±7.88	73.58±9.91	0.79	0.43

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรมีอายุเฉลี่ย 19.33 ปี น้ำหนักร่างกาย 61.42 กิโลกรัม ส่วนสูง 165.08 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 21.94 กิโลกรัม/เมตร² อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก 76.08 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตค่าบน 115.83 มม.ปรอท และความดันโลหิตค่าล่าง 70.67 มม.ปรอท กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามีอายุเฉลี่ย 19.08 ปี น้ำหนัก ร่างกาย 64.83 กิโลกรัม ส่วนสูง 167.75 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 22.85 กิโลกรัม/เมตร² อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก 80.83 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตค่าบน 117.17 มม.ปรอท และความดันโลหิตค่าล่าง 73.58 มม.ปรอท

การเปรียบเทียบข้อมูลส่วนบุคคลด้านอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจ และค่าความดันโลหิตระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยการทดสอบค่าที (Independent T-test) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

2. การวิเคราะห์การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรที่

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และสังเคราะห์รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า อาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย มีสาเหตุจากการออกกำลังกายที่ไม่คุ้นเคย โดยเฉพาะในช่วงการฝึกซ้อมเพื่อเตรียมตัวก่อนการแข่งขันของนักกีฬา หรือในการแข่งขันกีฬาที่ต้องเล่นติดต่อกันเป็นเวลานาน ร่างกายต้องทำงานหนักและเบาสลับกันอย่างต่อเนื่อง อาการปวดระบบกล้ามเนื้อที่พบได้บ่อย เช่น ความแข็งแรงกล้ามเนื้อลดลง เกิดอาการปวด (Pain) กล้ามเนื้อตึง (Muscle tenderness) กล้ามเนื้อแข็งเป็นไตและบวม อย่างไรก็ตาม ความรุนแรงของอาการปวดกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับความหนักและระยะเวลาในการออกกำลังกาย ทั้งนี้ การออกกำลังกายที่มีการหดของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) ด้วยความถี่และความรุนแรงก่อให้เกิดความเสียหายกับเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น (Concentric contraction) ซึ่งอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางรูปลักษณ์ (Morphological change) ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibers) เป็นการทำความเสียหายแก่ ซาโคเมียร์ (Sarcomeres) ทำให้เกิดกระบวนการตอบสนองต่อการอักเสบ โดยหลั่งสาร Prostaglandin E₂ เพื่อตอบสนองต่อกระบวนการเกิดการอักเสบทำให้เกิดอาการปวด บวม แดง ร้อนของเนื้อเยื่อ และ สารอักเสบที่สร้างจากเม็ดเลือดขาว (Leukotriene synthesis) และในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมการกระตุ้นการหดตัว (Excitation-contraction coupling system) ของกล้ามเนื้อ จะแสดงอาการปวดบริเวณกล้ามเนื้อภายใน 8-12 ชั่วโมง และมีอาการปวดกล้ามเนื้อสูงสุดภายในเวลา 24-72 ชั่วโมงหลังการฝึกออกกำลังกาย และอาการปวดเหล่านั้นค่อยๆ ลดลงภายใน 5-10 วัน

การบำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อโดยใช้ความร้อน มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การใช้แผ่นประคบร้อนมาตรฐานทางกายภาพบำบัด มีลักษณะเป็นถุงผ้าบรรจุด้วยสารซิลิกาเจล ต้องผ่านการต้มด้วยหม้อต้มน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นหม้อต้มเฉพาะอย่างน้อย 30 นาที แล้ว นำแผ่นประคบร้อนมาห่อด้วยผ้าขนหนูแล้ววางบนบริเวณที่ผู้ป่วยมีอาการปวดและติดตามความรู้สึกของผู้ป่วยในการรับความร้อนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดผลทางการรักษา อุณหภูมิที่ใช้ในการบำบัดอยู่ระหว่าง 40-45 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการบำบัดอยู่ระหว่าง 15-30 นาที นอกจากนี้ ยังมีการใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพร/แผ่นประคบร้อนสมุนไพร มีลักษณะเป็นถุงผ้าฝ้ายภายในบรรจุด้วยสมุนไพรแบบแห้ง โดยมีปริมาณและชนิดของสมุนไพรตามสูตรดั้งเดิมของสถาบันการแพทย์แผนไทย ประกอบด้วย ไพล 90.50 กรัม สรรพคุณ แก้ปวดเมื่อย เคล็ดขัดยอกลดอาการอักเสบ ขมิ้นชัน 18.20 กรัม สรรพคุณ ลดอาการอักเสบ แก้โรคผิวหนัง ตะไคร้บ้าน 18.20 กรัม ใช้แต่งกลิ่น ผิวมะกรูด 36.20 กรัม สรรพคุณน้ำมันหอมระเหยแก้ลมวิงเวียน ใบมะขาม 54.30 กรัม สรรพคุณ แก้อาการคันตามร่างกาย ช่วยบำรุงผิว ใบส้มป่อย 18.20 กรัม สรรพคุณ ช่วยบำรุงผิว แก้โรคผิวหนัง ลดความดัน เกลือ 3.60 กรัม สรรพคุณ ช่วยดูดความร้อน ช่วยพาตัวยาสีมน้ำมันผิวหนัง การบูร 5.40 กรัม

สรรพคุณ แต่งกลิ่น บำรุงหัวใจ พิมเสน 5.40 กรัม สรรพคุณ แต่งกลิ่น บำรุงหัวใจ ทำให้ชุ่มชื้น ลูก
 ประคบสมุนไพรไทย 1 ลูก มีน้ำหนักรวม 250 กรัม ต้องนำลูกประคบหนึ่งให้ร่อนนาน 15-20 นาที
 ก่อนนำไปใช้ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การรักษาอาการปวดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างด้วยแผ่น
 ประคบร้อนและลูกประคบร้อนสมุนไพรไทยสามารถลดความปวดได้ไม่แตกต่างกัน แต่ลูกประคบ
 สมุนไพรไทยสามารถลดอัตราการเต้นของหัวใจได้ดีกว่าแผ่นประคบร้อน เนื่องจากกลิ่นหอมของ
 สมุนไพรที่บรรจุในลูกประคบช่วยทำให้เกิดความผ่อนคลายความเครียด (พรธณี ปิงสุวรรณ และคณะ,
 2552) สอดคล้องกับการศึกษาของ จักรพันธ์ กฤตมโรธ และศิรินาถ เต็มคม (2551) กล่าวว่า แผ่น
 ประคบร้อนสมุนไพรสามารถถ่ายเทความร้อนไปยังบริเวณที่รักษาได้ดี แต่ต้องนำแผ่นประคบร้อน
 สมุนไพรไปนึ่งให้ความร้อนนานกว่า 20 นาทีก่อนใช้งาน นอกจากนี้ แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยมี
 ผลในการลดอาการปวดได้เช่นเดียวกับแผ่นประคบร้อนและสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อได้
 ดีกว่าแผ่นประคบร้อน (ณิชากา พาราศิลป์ และคณะ, 2560)

สมุนไพรไทยที่นำมาใช้ในการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ คือ ไพล ซึ่งอยู่ในวงศ์
 Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Zingiber montanum (Koenig) Link ex Dietr. มี
 องค์ประกอบเคมีที่เป็นสารสีเหลืองเคอร์คูมิน (Curcumin) อนุพันธ์ุแนฟโทควิโนน
 (Naphthoquinone derivative) อนุพันธ์ุบิวทานอยด์ (Butanoind derivatives) และน้ำมันหอม
 ระเหย ประกอบด้วย สารกลุ่มซาบินิน (Sabinene) เป็นองค์ประกอบหลักร้อยละ 50 สารกลุ่มเทอร์
 พิเนน (Terpenene) ร้อยละ 20 และสารอื่นๆ อีก 37 ชนิด (รุ่งระวี, 2550) สรรพคุณ เหง้า แก้วฟ้า
 เคล็ดบวม จากการศึกษาของ นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ (2555) พบว่า น้ำมันหอมระเหยในไพลและ
 สารเคอร์คูมิน (Curcumin) อนุพันธ์ุแนฟโทเคอร์คูมิน (Curcumin) อนุพันธ์ุแนฟโทควิโนน
 (Naphthoquinone derivative) อนุพันธ์ุบิวทานอยด์ (Butanoind derivatives) ในไพลเป็นกลุ่มสาร
 ที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและแก้ปวดในสัตว์ทดลอง สอดคล้องกับการวิจัยของวิรุฬ เหล่าภัทรเกษม
 และคณะ (2536) พบว่า การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าไพล ร้อยละ 14 สามารถรักษาอาการ
 บาดเจ็บของข้อเท้าในกิ้งก่าได้ และการวิจัยของ อำพล บุญเพียร และคณะ (2561) พบว่า การนวด
 ด้วยน้ำมันไพลทำให้ระดับอาการปวดลดลง ระดับความรู้สึกลดเจ็บเพิ่มขึ้นและองศาการเคลื่อนไหว
 เพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่า สมุนไพรไพลมีสรรพคุณในการต้านการอักเสบและบรรเทาปวดกล้ามเนื้อได้ดี
 สามารถใช้ในรูปของสารสกัดน้ำมันไพล ครีมไพล และเจลไพลแผ่นแปะใช้ในการนวดบำบัดอาการ
 ปวดกล้ามเนื้อ

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างตามความมุ่งหมายการวิจัย

3.1 เพื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และปริมาณเอ็นไซม์ Creatine kinase ในเลือด ก่อนการออกกำลังกายและหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง

3.1.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าของกลุ่มทดลองนำร่องที่ได้รับการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า จำนวน 12 คน ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษานำร่อง ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

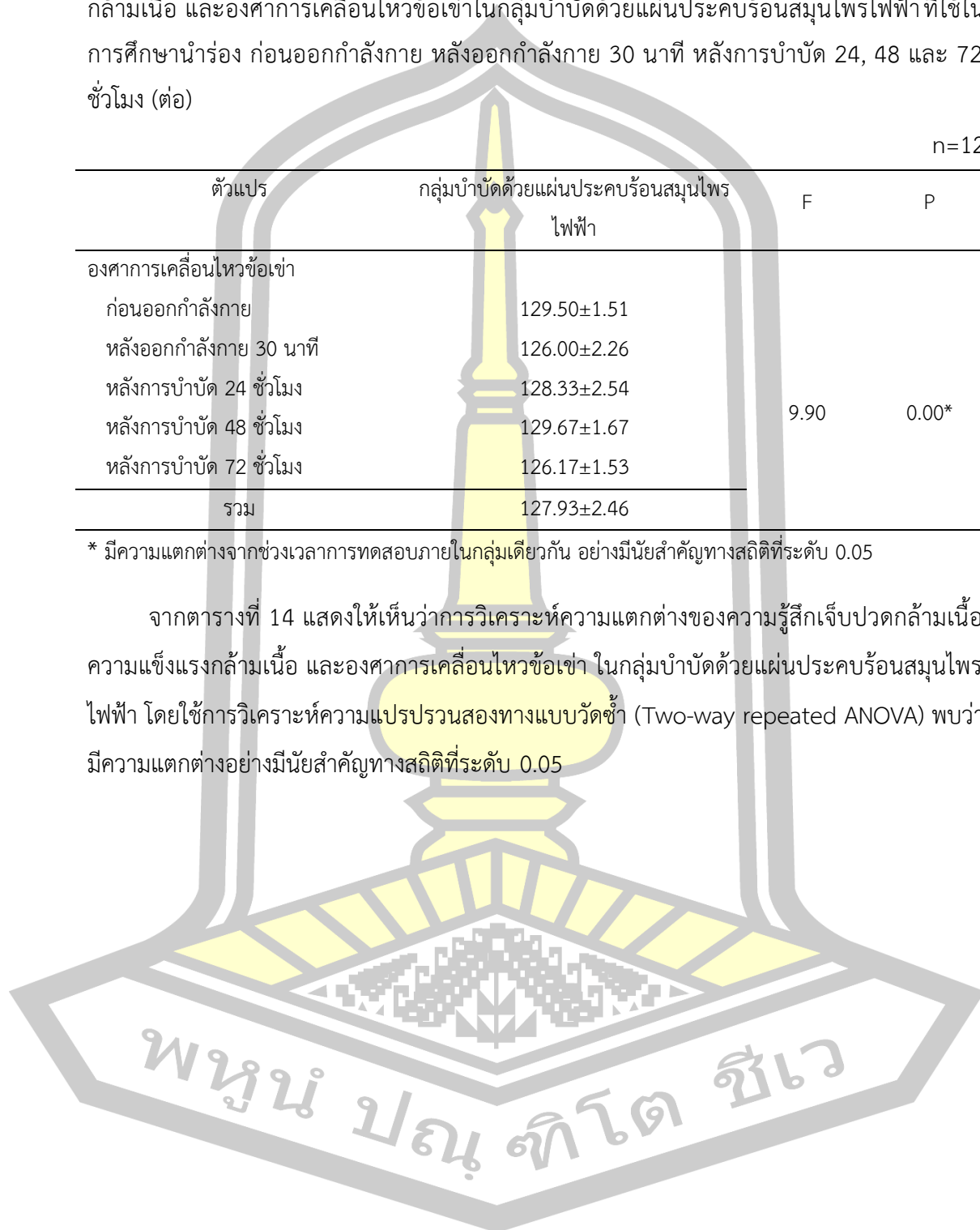
ตัวแปร	กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	F	P
n=12			
<u>ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ</u>			
ก่อนออกกำลังกาย	0.00±0.00		
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	5.75±2.80		
หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง	8.42±0.67	38.56	0.00*
หลังการบำบัด 48 ชั่วโมง	6.67±2.39		
หลังการบำบัด 72 ชั่วโมง	3.33±1.61		
รวม	4.83±3.43		
<u>ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ</u>			
ก่อนออกกำลังกาย	2.86±0.55		
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	2.37±0.64		
หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง	1.94±0.28	5.62	0.00*
หลังการบำบัด 48 ชั่วโมง	2.28±0.46		
หลังการบำบัด 72 ชั่วโมง	2.50±0.43		
รวม	2.39±0.56		

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษานำร่อง ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	F	P
องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า			
ก่อนออกกำลังกาย	129.50±1.51		
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	126.00±2.26		
หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง	128.33±2.54	9.90	0.00*
หลังการบำบัด 48 ชั่วโมง	129.67±1.67		
หลังการบำบัด 72 ชั่วโมง	126.17±1.53		
รวม	127.93±2.46		

* มีความแตกต่างจากช่วงเวลาการทดสอบภายในกลุ่มเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way repeated ANOVA) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



3.1.2 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ในกลุ่มทดลองจริงที่ทำการบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ดังตารางที่ 15 และ ตารางที่ 16

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

n = 24

กลุ่มบำบัด	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย 30 นาที	หลังการบำบัด (ชั่วโมง)			F	p
			24	48	72		
ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ							
ลูกประคบร้อนสมุนไพร	0.00±0.00	1.67±0.78 ^{#,a}	5.17±0.72 ^{#a}	7.25±0.87 ^{#,a,b}	5.17±0.87 ^{#,b}	202.19	.00*
แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	0.00±0.00	1.92±1.00 ^{#,a}	5.75±0.75 ^{#,a}	6.75±0.75 ^{#,a,b}	5.00±0.74 ^{#,b}	178.91	.00*
ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ							
ลูกประคบร้อนสมุนไพร	1.43±0.27	1.63±0.29	1.57±0.34	1.38±0.18	1.68±0.32	2.46	.06
แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	1.43±0.24	1.70±0.29	1.60±0.30	1.51±0.34	1.79±0.43	2.35	.07
องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า							
ลูกประคบร้อนสมุนไพร	130.33±8.31	127.08±8.94	127.00±7.58	127.42±7.48	131.00±7.42	0.71	.60
แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	129.25±6.20	130.50±5.54	131.42±3.92	132.42±5.89	129.33±5.82	0.73	.58

* มีความแตกต่างจากก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

^{#,a,b} ความแตกต่างรายคู่ของช่วงเวลาทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 15 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรมีค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อก่อนออกกำลังกาย เท่ากับ 0.00 ± 0.00 หน่วย หลังออกกำลังกาย 30 นาที เท่ากับ 1.67 ± 0.78 หน่วย หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 5.17 ± 0.72 หน่วย 7.25 ± 0.87 หน่วย และ 5.17 ± 0.84 หน่วย ความแข็งแรงกล้ามเนื้อก่อนออกกำลังกายเท่ากับ 1.43 ± 0.27 กิโลกรัม/น.ตัว หลังออกกำลังกาย 30 นาที เท่ากับ 1.63 ± 0.29 กิโลกรัม/น.ตัว หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 1.57 ± 0.34 กิโลกรัม/น.ตัว 1.38 ± 0.18 กิโลกรัม/น.ตัว และ 1.68 ± 0.32 กิโลกรัม/น.ตัว และค่าองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ก่อนออกกำลังกาย เท่ากับ 130.33 ± 8.31 องศา หลังออกกำลังกาย 30 นาที เท่ากับ 127.08 ± 8.94 องศา หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 127.00 ± 7.58 องศา 127.42 ± 7.48 องศา และ 131.00 ± 7.42 องศา

2. กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามีค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายเท่ากับ 0.00 ± 0.00 หลังออกกำลังกาย 30 นาที เท่ากับ 1.92 ± 1.00 หน่วย หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 5.75 ± 0.75 หน่วย 6.75 ± 0.75 หน่วย และ 5.00 ± 0.74 หน่วย ค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ก่อนออกกำลังกาย เท่ากับ 1.43 ± 0.24 กิโลกรัม/น.ตัว หลังออกกำลังกาย 30 นาที เท่ากับ 1.70 ± 0.29 กิโลกรัม/น.ตัว หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 1.60 ± 0.30 กิโลกรัม/น.ตัว 1.51 ± 0.34 กิโลกรัม/น.ตัว และ 1.79 ± 0.43 กิโลกรัม/น.ตัว และค่าองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ก่อนออกกำลังกาย เท่ากับ 129.25 ± 6.20 องศา หลังออกกำลังกาย 30 นาที เท่ากับ 130.50 ± 5.54 องศา หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 131.42 ± 3.92 องศา 132.42 ± 5.89 องศา และ 129.33 ± 5.82 องศา ตามลำดับ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ พบว่า ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ภายในกลุ่มบำบัดทั้ง 2 กลุ่ม จึงทำเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของ Tukey พบว่า

- ภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร มีความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า หลังการออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24 และ 48 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากก่อนออกกำลังกาย โดยพบว่า หลังการบำบัด 48 ชั่วโมงมีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดและต่างจากหลังออกกำลังกาย 30 นาที

และหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง นอกจากนี้พบว่า หลังการบำบัด 72 ชั่วโมงจะมีค่าลดลงต่างจากหลังการบำบัด 48 ชั่วโมง

- ภายในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า มีความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อหายเข้าหลังออกกำลังกาย 30 นาทีเพิ่มขึ้นจากก่อนออกกำลังกาย โดยพบว่า หลังการบำบัด 48 ชั่วโมงมีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดและต่างจากหลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง นอกจากนี้พบว่า หลังการบำบัด 72 ชั่วโมงจะมีค่าลดลงต่างจากหลังการบำบัด 48 ชั่วโมง



ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดภายในกลุ่ม
 บำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อน
 ออกกำลังกาย และหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง

กลุ่มบำบัด	ปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase (ยูนิต/ลิตร)		t	p
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง		
ลูกประคบร้อนสมุนไพร (n=12)	106.17±19.73	182.92±66.16	11.42	.00*
แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า (n=12)	112.75±32.51	193.25±105.92	8.55	.02*

* มีความแตกต่างจากก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณเอนไซม์ Creatine Kinase ในเลือดของกลุ่มบำบัด
 ด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรก่อนออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 106.17±19.73 ยูนิตต่อลิตร หลัง
 การบำบัด 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 182.92±66.16 ยูนิตต่อลิตร และกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบ
 ร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามีค่าปริมาณเอนไซม์ Creatine Kinase ในเลือดก่อนออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ย
 เท่ากับ 112.75±32.51 ยูนิตต่อลิตร หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 193.25±105.92
 ยูนิตต่อลิตร

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่าง
 ก่อนออกกำลังกายกับหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง ภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและ
 กลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยการทดสอบค่าที (Paired t-test) สามารถสรุป
 ผลได้ดังนี้

- ภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร พบว่า มีปริมาณเอนไซม์ Creatine
 kinase ในเลือด หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง สูงขึ้นกว่าก่อนออกกำลังกาย ($p < 0.05$)

- ภายในกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ
 เอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง สูงขึ้นกว่าก่อนออกกำลังกาย ($p < 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดหลังออกกำลังกายของแต่ละ
 กลุ่มแสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายแบบยืดเหยียดที่มีความรุนแรงและหนักกว่าที่เคยปฏิบัติส่งผล
 ให้กล้ามเนื้อเกิดความเสียหายและการเสียหายของกล้ามเนื้อจะมีค่าสูงขึ้นหลังออกกำลังกาย 24
 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับสมรรถภาพกล้ามเนื้อและความคุ้นเคยในกิจกรรมออกกำลังกายประเภท
 นั้น (Clarkson, 1992)

3.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

อาการความเสียหายของกล้ามเนื้อ	กลุ่มบำบัด		t	p
	ลูกประคบร้อนสมุนไพร (n=12)	แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า (n=12)		
ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ	3.85±2.74	3.88±2.64	9.51	0.95
ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ	1.54±0.30	1.61±0.35	1.37	0.24
องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า	128.57±7.88	130.58±5.48	206.89	0.11
ปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase	144.54±61.78	153.00±86.96	13.67	0.70

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรมีค่าเฉลี่ยความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 3.85±2.74 หน่วย ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 1.54±0.30 กิโลกรัม/นน.ตัว องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า 128.55±7.83 องศา และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในกระแสเลือด 144.54±61.78 ยูนิต/ลิตร ส่วนกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามียุทธค่าเฉลี่ยความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 3.88±2.64 หน่วย ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 1.54±0.30 กิโลกรัม/นน.ตัว องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า 130.58±5.48 องศา และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในกระแสเลือด 153.00±86.96 ยูนิต/ลิตร ตามลำดับ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase เลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า โดยการทดสอบค่าที (Paired-sample t-test) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4. การวิเคราะห์ผลประเมินความพึงพอใจ

ตารางที่ 18 ผลความพึงใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

n=12

ประเด็น	ระดับความพึงพอใจ			\bar{x}	S.D.	เกณฑ์
	มาก	ปานกลาง	น้อย			
<u>1. ลักษณะทางกายภาพของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า</u>						
1.ขนาดมีความเหมาะสม	9 (75)	3 (25)	0 (0)	2.75	0.45	ระดับมาก
2.รูปร่างเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้	8 (66.7)	4 (33.3)	0 (0)	2.67	0.49	ระดับมาก
3.มีความปลอดภัยในการใช้บำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ	6 (50.0)	4 (33.3)	2 (16.7)	2.33	0.78	ระดับปานกลาง
4.ความร้อนมีความเหมาะสม	6 (50.0)	4 (33.3)	2 (16.7)	2.33	0.78	ระดับปานกลาง
5.ความร้อนสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี	8 (66.7)	4 (33.3)	0 (0)	2.67	0.49	ระดับมาก
<u>2. ความรู้สึกหลังจากใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า</u>						
1.อารมณ์ผ่อนคลาย	9 (75.0)	3 (25.0)	0 (0)	2.75	0.45	ระดับมาก
2.การไหลเวียนเลือดบริเวณที่ประคบดีขึ้น	7 (58.3)	4 (33.3)	1 (8.3)	2.50	0.67	ระดับมาก
3.กล้ามเนื้อผ่อนคลาย	5 (41.7)	7 (58.3)	0 (0)	2.42	0.52	ระดับปานกลาง
4.อาการปวดตึงกล้ามเนื้อลดลง	7 (58.3)	5 (41.7)	0 (0)	2.58	0.52	ระดับมาก

จากตารางที่ 18 พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่กลุ่มตัวอย่างตอบจำแนกเป็นรายข้อ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจลักษณะทางกายภาพของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าในระดับมากด้านขนาดมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 2.75$) รูปทรงเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้ ($\bar{X} = 2.67$) และความร้อนสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี ($\bar{X} = 2.67$) ด้านความปลอดภัยในการใช้บำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ ($\bar{X} = 2.33$) และความร้อนมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 2.33$) มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ส่วนความรู้สึกหลังจากใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าด้านอารมณ์ผ่อนคลาย ($\bar{X} = 2.75$) การไหลเวียนเลือดบริเวณที่ประคบดีมากขึ้น (ค่าเฉลี่ย 2.50) และอาการปวดตึงกล้ามเนื้อลดลง ($\bar{X} = 2.58$) อยู่ในระดับมาก และด้านกล้ามเนื้อผ่อนคลาย ($\bar{X} = 2.42$) อยู่ในระดับปานกลาง



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างด้านอายุ (ปี) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) ดัชนีมวลกาย (น้ำหนักตัว/เมตร²) อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที) ความดันโลหิต (มม.ปรอท) ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

2. การวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า พบว่า ความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.05$)

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของความแข็งแรงกล้ามเนื้อในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า พบว่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

4. การวิเคราะห์ความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า พบว่า องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

5. การวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดของกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนการออกกำลังกายและหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.05$)

6. การวิเคราะห์ความแตกต่างของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษา พบว่า กลุ่มบ้ำบัตด้วยแผ่นประคบน้ำร้อนสมุนไพรและกลุ่มบ้ำบัตด้วยแผ่นประคบน้ำร้อนสมุนไพรไฟฟ้า เป็นเพศหญิงและเพศชายสัดส่วนเท่าๆ กัน โดยมีอายุเฉลี่ย 19.33 ปี และ 19.08 ปี น้ำหนักร่างกาย 61.42 กิโลกรัม และ 64.83 กิโลกรัม ส่วนสูง 165.08 เซนติเมตร และ 167.75 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 21.94 กิโลกรัม/เมตร² และ 22.85 กิโลกรัม/เมตร² อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก 76.08 ครั้ง/นาที และ 80.83 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตค่าบน 115.83 มม.ปรอท และ 117.17 มม.ปรอท ความดันโลหิตค่าล่าง 70.67 มม.ปรอท และ 73.58 มม.ปรอท เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว One-way ANOVA พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างด้านอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตใกล้เคียงไม่ต่างกัน

2. ผลการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และอัตราการเคลื่อนไหวข้อเข่าภายในกลุ่มบ้ำบัตด้วยลูกประคบน้ำร้อนสมุนไพรและกลุ่มบ้ำบัตด้วยแผ่นประคบน้ำร้อนสมุนไพรไฟฟ้า ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังการบ้ำบัต 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ก่อนออกกำลังกาย และหลังการบ้ำบัต 24 ชั่วโมง และผลการเปรียบเทียบค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า อัตราการเคลื่อนไหวข้อเข่า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบ้ำบัตด้วยลูกประคบน้ำร้อนสมุนไพรกับกลุ่มบ้ำบัตด้วยแผ่นประคบน้ำร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าความรู้สึกปวดระบมกล้ามเนื้อเหยียดเข่าภายในกลุ่มบ้ำบัตด้วยลูกประคบน้ำร้อนสมุนไพรและกลุ่มบ้ำบัตด้วยแผ่นประคบน้ำร้อนสมุนไพรไฟฟ้า พบว่า หลังออกกำลังกาย 30 นาที มีค่าเฉลี่ยความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนออกกำลังกาย หลังการบ้ำบัต 24 ชั่วโมง ยังคงมีค่าสูงชันและมีค่าสูงสุดหลังการบ้ำบัต 48 ชั่วโมง แต่หลังการบ้ำบัต 72 ชั่วโมง ความรู้สึกปวดระบมกล้ามเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม หลังการออกกำลังกาย 30 นาที ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและอัตราการเคลื่อนไหวข้อเข่า มีค่าเพิ่มมากกว่าก่อนออกกำลังกาย หลังการบ้ำบัต 24 และ 48 ชั่วโมงมีค่าลดลง แต่หลังการบ้ำบัต 72 ชั่วโมง ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและอัตราการเคลื่อนไหวข้อเข่ามีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนการ

วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดภายในกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า พบว่า หลังการบำบัด 24 ชั่วโมงมีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเปรียบเทียบความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข้า ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข้า องศาการเคลื่อนไหวข้อเข้า และปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือด ระหว่างกลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของจิตรลดา ปัญจกุล และคณะ (2552) พบว่า ผลของการใช้ลูกประคบกระชายดำ ลูกประคบเปราะหอม และลูกประคบไพล ในผู้ที่มีอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อบ่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าลูกประคบไพลมีผลต่อกล้ามเนื้อบ่าในการทนต่อความเจ็บปวดเพิ่มมากขึ้น และพรณิ ปิงสุวรรณ และคณะ (2552) ทำการเปรียบเทียบผลของความร้อระหว่างแผ่นประคบร้อนและลูกประคบสมุนไพรต่อการบรรเทาปวดและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง พบว่า อาการปวดหลังของอาสาสมัครลดลงและความทนต่อการกดที่บริเวณจุดกดเจ็บเพิ่มขึ้น ซึ่งการใช้ความร้อนทั้งสองรูปแบบมีผลทำให้อาการปวดลดลงไม่แตกต่างกัน การบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าลดลงน่าจะเกิดจากปัจจัยดังนี้

1. ผลที่เกิดจากความร้อนที่มีต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อช่วยลดอาการปวด อาการอักเสบ เนื่องจากการใช้ความร้อนนานติดต่อกันทำให้อุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อเพิ่มสูงขึ้นมีผลต่อการขยายตัวหลอดเลือดทำให้การนำพลังงานและออกซิเจนเข้าสู่เซลล์มากขึ้น มีการนำสารและของเสียออกนอกเซลล์เพื่อไปกำจัด ซึ่งนำไปสู่การลดลงของระดับอาการปวด (Leung & Cheing, 2008) สอดคล้องกับการศึกษาของ Nadler et al. (2004) พบว่า อุณหภูมิบริเวณเนื้อเยื่อของร่างกายเพิ่มขึ้นทำให้มีการเพิ่มการไหลเวียนเลือดบริเวณผิวหนังส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ของของเหลวบริเวณเนื้อเยื่อของร่างกายอ่อนนุ่ม และเพิ่มอัตราเมตาบอลิซึมของร่างกาย การบำบัดด้วยความร้อนเฉพาะที่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและยับยั้งความเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้หลอดเลือดขยายตัวและเพิ่มการไหลเวียนโลหิตซึ่งสามารถทำให้เกิดความเจ็บปวดที่คั่งค้างออกไป ส่งผลให้เมตาบอลิซึมของเซลล์และการทำงานของเอนไซม์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ความร้อนยังเป็นตัวกระตุ้นการรับความเจ็บปวด ตามทฤษฎีประตูควบคุมการปิดและเปิด (Gate control theory) ของ Melzack & Wall ทำให้เพิ่มการกั้นความเจ็บปวด (Pain threshold) และช่วยลดการเกร็งของกล้ามเนื้อ (จิตรลดา ปัญจกุล และคณะ, 2552) ความร้อนจากลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าจะกระตุ้นประสาทขนาดใหญ่ให้ส่งสัญญาณประไปกระตุ้น Substantia gelatinosa (S.G.) ให้ยับยั้งการ

นำสัญญาณประสาทที่จะส่งไปยังเซลล์ส่งต่อ จึงไม่มีการส่งสัญญาณประสาทไปยังสมองเป็นผลให้ความรู้สึกเจ็บปวดคล้ำมเนื้อลดลง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีควบคุมประตู (Gate control theory) ที่อธิบายความเจ็บปวดและการควบคุมความเจ็บปวดไว้ดังนี้ สัญญาณประสาทที่ได้รับการกระตุ้นจากส่วนต่างๆ ของร่างกายจะผ่านใยประสาทขนาดใหญ่ และใยประสาทขนาดเล็ก โดยใยประสาทขนาดใหญ่นำความรู้สึกสัมผัสแรงกด การสั่นสะเทือน ความร้อนและความเย็น ส่วนใยประสาทขนาดเล็กนำความรู้สึกเจ็บปวด สัญญาณประสาทที่ผ่านใยประสาททั้งสองจะเข้าสู่ไขสันหลังทางด้านหลัง (Dorsal horn) แล้วแยกออกเป็นสองทาง คือ ส่วนหนึ่งส่งต่อไปที่เซลล์ส่งต่อ (Transmission cell or T) เพื่อนำสัญญาณส่งต่อไปยังสมอง สัญญาณอีกส่วนหนึ่งส่งต่อไปที่ Substantia gelatinosa (S.G.) ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ประสาทที่อัดแน่นอยู่บริเวณไขสันหลังส่วนหลัง และเป็นบริเวณที่ใยประสาทขนาดใหญ่และขนาดเล็กมาบรรจบกัน อีกทั้งเป็นเซลล์ประสาทยับยั้ง (Inhibitor neurone) ทำหน้าที่รับสัญญาณประสาทที่ผ่านเข้ามายังไขสันหลัง โดยหลังสารสื่อประสาทไปยังเซลล์ส่งต่อ ถ้าใยประสาทขนาดใหญ่มีพลังสัญญาณประสาทมากกว่าใยประสาทขนาดเล็กจะมีการกระตุ้น S.G. ทำงานทำให้ไม่มีสัญญาณประสาทไปสู่เซลล์ส่งต่อ จึงไม่มีการส่งสัญญาณประสาทต่อไปยังสมอง เรียกว่า “ประตูปิด” ความรู้สึกเจ็บปวดจะไม่เกิดขึ้น แต่ถ้ามีพลังสัญญาณประสาทเพิ่มมากขึ้นในใยประสาทขนาดเล็กจะทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของ S.G. “ประตูจะเปิด” สัญญาณประสาทผ่านประตูเข้าสู่เซลล์ส่งต่อไปเพื่อไปสู่สมอง ทำให้เกิดการรับรู้ความเจ็บปวด ซึ่งสัญญาณประสาทที่ผ่านกลไกการควบคุมความเจ็บปวดของไขสันหลังแล้วจะถูกส่งผ่านไปสู่สมองและระบบการเคลื่อนไหวของร่างกาย การใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเป็นการใช้ความร้อนต้นบริเวณกล้ามเนื้อที่มีอาการเจ็บปวดโดยอาศัยหลักการนำและการพาความร้อน ซึ่งแหล่งความร้อนจะสัมผัสกับบริเวณที่บำบัดโดยตรงสามารถซึมผ่านผิวเข้าไปจนถึงชั้นของหนังแท้ อัตราการไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น การขยายตัวของหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดฝอยเพิ่มขึ้น ช่วยลดการอักเสบและบวมมีผลทำให้ความเจ็บปวด การหดเกร็งของกล้ามเนื้อและอาการผิดตึงของข้อต่อลดลง

2. ผลที่เกิดจากสารสำคัญที่อยู่ในลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Cassumunarin A, B และ C เป็นสารประกอบในกลุ่ม Complex curcuminoids มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Masuda & Jitoe, 1994) และน้ำมันหอมระเหยไหลเป็นสารกลุ่ม Terpenoid เช่น α -pinene, sabinene, α -terpinene, terpinen-4-ol และสารกลุ่ม Phenylbutanoid เช่น (E)-1-(3,4-dimethoxyphenyl) butadiene (DMPBD), (E)-4(3'-4'-dimethylphenyl) but-3-en-2-ol มีรายงานวิจัย พบว่า DMPBD มีฤทธิ์ลดอาการปวดและอักเสบของข้อเท้าได้ดีกว่ายาแก้ปวดในกลุ่ม NSAD ความร้อนทำให้สารสำคัญที่อยู่ในลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าระเหยออกจากตัวสมุนไพรแล้วซึมผ่าน

ผิวหนังได้เนื่องจากใต้ผิวหนังเป็นชั้นไขมันทำให้สามารถซึมผ่านของสารสำคัญจากไหลได้ง่าย เมื่อใช้ระยะเวลาการบำบัดนาน 20-60 นาที สารสำคัญจากไหลจะซึมผ่านเข้าระบบการไหลเวียนเลือด (จิตรลดา ปัญจากุล และคณะ, 2552) ซึ่งแหล่งความร้อนจากการใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าทำให้อุณหภูมิบริเวณเนื้อเยื่อสูงขึ้นทำให้การไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นความสามารถในการนำสารสำคัญจากสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการบรรเทาอาการปวดระบมซึมผ่านเนื้อเยื่อผิวหนังเข้าสู่กระแสโลหิตได้ดีขึ้น และการนำสารอาหารประเภทโปรตีน ออกซิเจนเข้าสู่เซลล์บริเวณที่บาดเจ็บเพื่อทำการรักษา/สมานเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้นทำให้อาการปวดระบมและการอักเสบลดลงทำให้สาร Creatine kinase และ Prostaglandin E₂ ในกระแสเลือดลดลง และความร้อนยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อคอลลาเจนเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว (Bleakley & Costello, 2013; Petrofsky et al., 2007) นอกจากนี้ การใช้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าไพลร้อยละ 14 สามารถรักษาอาการบาดเจ็บข้อเท้านักกีฬาชายมีอาการบวมและปวดน้อยลงและสามารถขยับข้อเท้าลงได้มากขึ้น (วิรุฬ เหล่าภัทรเกษม และคณะ, 2536)

อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความตึงตัวสูงมากขึ้นจนเกิดการฉีกขาดของเส้นใยกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันกับการฉีกขาดของ Sarcolemma มีผลทำให้เกิดการแพร่ของแคลเซียมและเอนไซม์ต่างๆ เช่น Cytosolic และ Myoglobin ออกนอกเซลล์ ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงลดลง หลังการออกกำลังกาย 24 ชั่วโมง ปริมาณ Neutrophils และ Histamine เพิ่มขึ้นจากขบวนการอักเสบ หลังการออกกำลังกาย 48 ชั่วโมง จำนวน Macrophages เพิ่มขึ้นสูงสุด และมีการหลั่งสาร PGE₂ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นตัวรับความรู้สึกเจ็บปวด (Cheung et al., 2003; Connolly et al., 2003) การใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเป็นการใช้ความร้อนชนิดต้นบริเวณกล้ามเนื้อที่มีอาการเจ็บปวดซึ่งแหล่งความร้อนจะสัมผัสกับบริเวณที่บาดเจ็บโดยตรงสามารถนำพาสารสำคัญที่อยู่ในสมุนไพรไหลซึมผ่านผิวเข้าไปจนถึงชั้นของหนังแท้และเข้าซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตและน้ำเหลือง ดังนั้นบริเวณกล้ามเนื้อที่ได้รับการบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าจึงได้รับผลจากสารสำคัญที่อยู่ในสมุนไพรไหลที่มีสรรพคุณในการลดอาการปวดและอักเสบได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม การบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายควรมีการประยุกต์ใช้รูปแบบผลิตภัณฑ์ในการประคบร้อนด้วยสมุนไพรที่ให้ความร้อนคงที่สม่ำเสมอและยาวนานกว่าเดิมน่าจะทำให้เกิดผลในการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายอย่างมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้ บริเวณที่ได้รับการประคบ

ด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าจะได้รับความร้อนตลอดระยะเวลาทำการประคบและได้สารสำคัญในสมุนไพรอย่างสม่ำเสมอต่างจากการใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพรที่ต้องนำไปนึ่งเพื่อให้ความร้อนหลังการประคบทุกๆ 20 นาที ทำให้การบำบัดไม่ต่อเนื่องและเสียเวลาในการบำบัด

ข้อเสนอแนะ

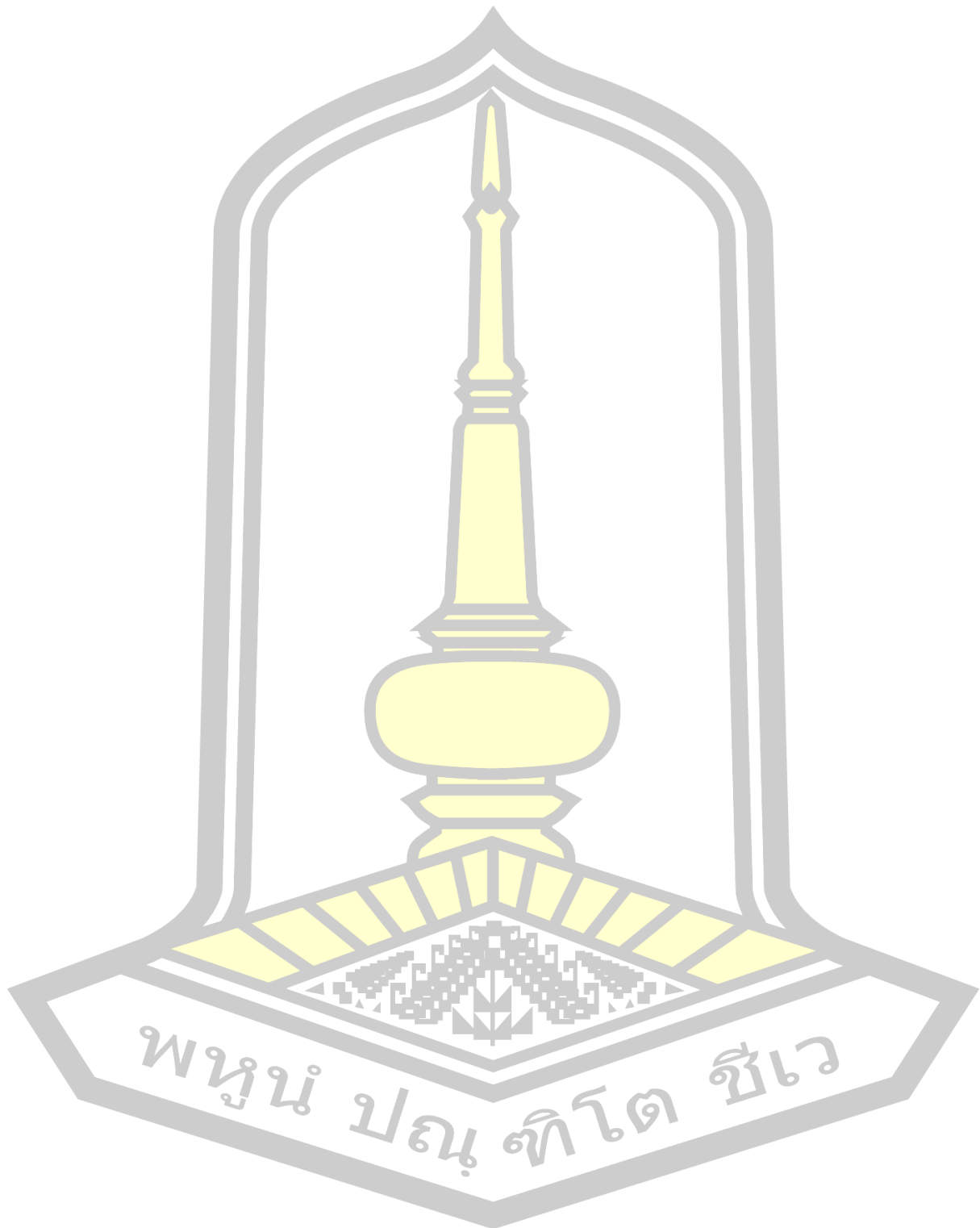
จากผลการวิจัยพบว่า การบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า สามารถลดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายได้โดยไม่มีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและระดับความร้อนที่ใช้ในการบำบัดที่มีผลต่ออาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย

2. ระดับปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ในเลือดที่บันทึกได้ก่อนการออกกำลังกาย และหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง ยังไม่สามารถอธิบายภาวะอาการปวดระบบกล้ามเนื้อที่ลดลงเนื่องมาจากการบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า จึงควรเก็บตัวอย่างเลือดอย่างน้อย 3 ครั้งหลังการบำบัด



บรรณานุกรม



กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2559). *แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564*. สมุทรปราการ, บจก.ทีเอส อินเตอร์พรีนซ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). *พืชสมุนไพร ภูมิปัญญาไทย*. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2542). *การทดสอบความสมบูรณ์ทางกายนักกีฬา*. กรุงเทพฯ, นิเวไทยมิตรการพิมพ์ (1996).

_____. (2543). *เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชนไทย*. นิเวไทยมิตรการพิมพ์.

_____. (2545). *คู่มือการทดสอบสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย*. กรุงเทพฯ, นิเวไทยมิตรการพิมพ์ (1996).

กองประกอบโรคศิลปะ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (ม.ป.ป.). *ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://sibhok.com/index.php/2019-06-06-12-51-40/2019-06-08-15-47-30/8-2019-06-09-23-42-33/file> [สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2562].

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2560). *ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://thaicrudedrug.com/main.php> [สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2562].

เจริญ กระบวนรัตน์. (2552). *การยัดเหยียดกล้ามเนื้อ*. กรุงเทพฯ, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรพันธ์ กฤตมโรธ และศิรินาถ แท้มคม. (2551). *การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรสำหรับผู้ป่วยโรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ*. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 6(1), 18-23.

จันทร์ทิพย์ นามสว่าง และสมชาย รัตนทองคำ. (2551). *การเปรียบเทียบผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาด้านอุณหภูมิผิวหนัง ความดันโลหิตและอัตราการเต้นหัวใจ ระหว่างการประคบด้วยลูกประคบปลายข้าวเจ้าและลูกประคบสมุนไพร*. *วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด*, 20(2), 148-155.

จิตรลดา ปัญจกุล, ภาณีดา วามนตรี, และศิริกุล กล้ากุล. (2552). *การใช้ลูกประคบกระชายดำ เปราะหอม และไพล เพื่อบรรเทาอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อบ่า*. รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย, 1-58.

- ชาคริต สัตยารมณ, ลดาวัลย์ อุ๋นประเสริฐพงศ์ นิชิโรจน์ และนพวรรณ เปียซื่อ. (2557). ผลของการนวดด้วยน้ำมันหอมระเหยและประคบสมุนไพรร่วมกับการใช้ยาต่ออาการปวดหลังส่วนล่างและปฏิกิริยาสะท้อนความตึงตัวของกล้ามเนื้อในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี*, 25(2), 1-13.
- ชมพูนิช ศรีไกรยุทธ และ วรรณเฉลิม ชาววัง. (2561). การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิของแผ่นประคบร้อนที่สัมพันธ์กับความหนาของผ้าห่อแผ่นประคบร้อน ในช่วงเวลา 20 นาที. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal*
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัญญา ปาละวิวัฒน์. (2536). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ, ธรรมกมลการพิมพ์.
- นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. (2555). น้ำมันโพลทอดต่างจากน้ำมันโพลกลั่นอย่างไร. [ออนไลน์].
ได้จาก: <http://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/109>.
[สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2562].
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2549). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 2702303 การวัดประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณิชภา พาราศิลป์, ศิริทิพย์ คำฟู และ อรรถนมน ธรรมไชย. (2560). การเปรียบเทียบผลของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยและแผ่นประคบร้อนในการรักษาผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง: การทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม. *ศรีนครินทร์เวชสาร*, 32(4), 372-378.
- ณิชภา พาราศิลป์, อรรถนมน ธรรมไชย, พุทธิพงษ์ พลคำฮัก และวีระศักดิ์ ต๊ะปัญญา. (2559). การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไทยโดยใช้เตาไมโครเวฟ. *วารสารการแพทย์แผ่นไทย การแพทย์ทางเลือก*, 14(3), 325-333.
- ดลรวี ลีลารุ่งระยับ. (2552). การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการอักเสบของน้ำมันโพลและแนวทางการประยุกต์มาใช้ทางด้านกายภาพบำบัด. เชียงใหม่, ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปรัชญพร คำเมืองลือ. (2562). เครื่องมือทางกายภาพบำบัด (Physical modality). [ออนไลน์].
ได้จาก: <http://med.cmu.ac.th/dept/rehab> [สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2562].
- ปริศนา ก้อนโฮม. (2552). *การพัฒนาตำรับเจลผสมน้ำมันโพลและสารสกัดพริกสำหรับใช้เฉพาะที่: การเพิ่มการละลายของตำรับและการทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร*. การศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรรณี ปิงสุวรรณ, ทกมล กมลรัตน์, วัฒนนา ศิริธราวิวัฒน์, ปรีดา อารยาวิชานนท์ และอรรวรณ แซ่ตัน. (2551). การเปรียบเทียบผลของความร้อระหว่างแผ่นประคบร้อนและลูกประคบสมุนไพรต่อการบรรเทาปวดและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา. *วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด*, 21(1), 74-82.

พรพิมล เหมือนใจ และจันท์ทิพย์ นามสว่าง. (2558). การเปรียบเทียบผลของการรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อและการแช่น้ำเย็นต่อการแสดงของการปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข้าหลังการฝึกการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกในชายไทย. *ชลบุรี, คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*.

พิชิต ภูติจันทร์. (2547). *วิทยาศาสตร์การกีฬา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ไพบูลย์ ศรีชัยสวัสดิ์. (2549). *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไพศาล วรคำ. (2552). *การวิจัยทางการศึกษา*. กภาพสิทธิ์, ประสานการพิมพ์.

ภัทรธิดา ผลงาม. (2560). การพัฒนาตำรับยาสมุนไพรพื้นบ้านเพื่อการรักษาโรคในชุมชน. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย*, 37(2), 71-88.

มงคล แผงสาเคน. (2549). *การออกกำลังกายด้วยการเหยียดยืดกล้ามเนื้อ เพื่อสุขภาพ และกีฬา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

มนต์ชัย โชติดาว, โอภาส สีนเพิ่มสุขสกุล และไฉ่ออน ชินธเนศ (2552) ผลของการใช้ยางยืดรัดรอบอกต่อประสิทธิภาพการทำงานของปอดภายหลังการฝึกแบบใช้ออกซิเจน. *จุฬาลงกรณ์วารสาร*, 53(1), 39-49.

มนัส ยอดคำ. (2548). *สุขภาพกับการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์.

มธุรดา วิสัย, พิรยา ศรีผ่อง, สมศักดิ์ นวลแก้ว และ ราตรี สว่างจิตร. (2561). การศึกษาเบื้องต้นถึงประสิทธิภาพและความปลอดภัยของยาแคปซูลประสะไพลสกัดในการบรรเทาอาการปวดแบบเฉียบพลันที่มีสาเหตุจากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ. *วารสารเภสัชกรรมไทย*, 11(1), 269-283.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ, นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.

- รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล. (2550). *องค์ความรู้จากงานวิจัยสมุนไพรไทย 10 ชนิด กระจายคำ กวาวเครือขาว ขมิ้นชัน ชิง บัวบก พริกไทย ใพลี ฟ้าทะเลลายโจร มะขามป้อม มะระขี้นก*. กรุงเทพฯ, บริษัท 21 เซ็นจูรีจำกัด.
- ทิตินา แคมมณี. (2540). การวิจัยทางการศึกษา (Educational research). ใน ทิตินา แคมมณี และสร้อยสน สกลรัตน์ (บก.). *แบบแผนและเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผ่องพรรณ ตริยมงคลกุล และสุภาพ ฉัตรภากรณ์. (2543). *การออกแบบการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยงยุทธ วัชรกุล. (2522). การวัดทางออโรโรปีดิคส์. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์โครงการตำรา-ศิริราช คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล.
- วงศ์สถิต ฉั่วกุล. สมุนไพรพื้นบ้านแก้ปวดเมื่อย. *วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ*, 5(1), 1-13.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2552). การวิจัยและการพัฒนา (Research and development). *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 1(2), 1-12.
- วิญญา วิศาลากรณ์. (2540). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ, ต้นอ่อนแถมมี.
- วิชญ์ สมัญญา. (2556). ผลการฝึกแอโรบิกด้วยศิลปะมวยไทยที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิรุฬ เหล่าภัทรเกษม วีระชัย โควสุวรรณ พิสมัย เหล่าภัทรเกษม และวิชัย อึ้งพินิจพงศ์. (2536). ความสัมพันธ์ผลของครีมสมุนไพรใพลี (ใพลีจีสาล) ในการรักษาโรคข้อเท้าแพลง. *ศรีนครินทรวิโรฒเวชสาร*, 8(3), 159-164.
- หทัยรัตน์ สีขำ วัลลีย์ ภัทโรภาส และราตรี เรืองไทย (2553) ผลของการฝึกซึ่ก่งร่วมกับการใช้ยางยืดรัดรอบอกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุ. *วิทยาสารกำแพงแสน*, 8(2), 64-79.
- สธิระ หิรัญ และนิรมล อุตมอ่าง. (2554). *การพัฒนากระบวนการทำแห้งชาเขียวและสมุนไพรขมิ้นชันด้วยเทคโนโลยีไมโครเวฟ*. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันการแพทย์แผนไทย. (2004). *คู่มือการดูแลสุขภาพด้วยการแพทย์แผนไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ, สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สาตี สุภากรณ์. (2547). *ตำราไอยนกะโยคะ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ, บริษัทเพ็ญฟ้าพรินต์จำกัด.

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2562). ฐานข้อมูลสมุนไพร.

[ออนไลน์]. ได้จาก: <http://medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/index.asp>

[สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2562].

สำนักการแพทย์ทางเลือก กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2553).

ตำราวิชาการการใช้ยาเพื่อสุขภาพ. [ออนไลน์]. ได้จาก:

http://thaicamdb.info/article_doc.php?article [สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2562].

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2559). การวิจัยและพัฒนาการศึกษาไทย. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*.

8(2), 1-18.

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. (2533). *การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายและทางกีฬา*. กรุงเทพฯ,

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อรชร เอกภาพสากล. (2547). มหัศจรรย์น้ำมันหอมระเหย. สำนักพิมพ์เพชรการเรือน กรุงเทพฯ.

อภิลักษณ์ เทียนทอง. (2555). ผลของการวิ่งในน้ำลึกภายหลังการฝึกพลังโอเมตริก: การตอบสนอง

และการปรับตัวของอาการทางอ้อมที่แสดงถึงกล้ามเนื้อเสียหาย. *ปริญาปรัชญาดุขฎฐิ*

บัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำพล บุญเพียร วรินทร์ เชิดชูธีรกุล และสายฝน ต้นตะโยธิน. (2561). ประสิทธิผลของการนวดด้วย

น้ำมันไพล และน้ำมันปาล์มต่ออาการปวดกล้ามเนื้อ คอ บ่า ไหล่ ในนักศึกษาวิทยาลัย

เทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุข กาญจนานิเชก. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*,

18(1), 1-14.

Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 86–92. <https://doi.org/10.1053/J.APMR.2003.12.005>

Andersen, J. L., Schjerling, P., & Saltin, B. (2000). Muscle, genes and athletic

performance. *Scientific American*.

<https://doi.org/10.1038/scientificamerican0900-48>

Antonio, J., Uelmen, J., Rodriguez, R., & Earnest, C. (2000). The effects of *Tribulus terrestris* on body composition and exercise performance in resistance-trained males. *International Journal of Sport Nutrition*, 10(2), 208–215. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.10.2.208>

<https://doi.org/10.1123/ijnsnem.10.2.208>

<https://doi.org/10.1123/ijnsnem.10.2.208>

<https://doi.org/10.1123/ijnsnem.10.2.208>

<https://doi.org/10.1123/ijnsnem.10.2.208>

- Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S., & Bickerstaff, G. F. (2012). Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*.
<https://doi.org/10.1155/2012/960363>
- Balldin, U. I., Lundgren, C. E., Lundvall, J., & Mellander, S. (1971). Changes in the elimination of 133 xenon from the anterior tibial muscle in man induced by immersion in water and by shifts in body position. *Aerospace Medicine*.
- Baylis, A., Cameron-Smith, D., & Burke, L. M. (2001). Inadvertent doping through supplement use by athletes: Assessment and management of the risk in Australia. *International Journal of Sport Nutrition*.
- Becker, B. E. (2009). Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM and R*, 1(9), 859–872.
<https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.05.017>
- Bishop, D. (2003). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002>
- Bleakley, C. M., & Costello, J. T. (2013). Do thermal agents affect range of movement and mechanical properties in soft tissues? A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.07.023>
- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 81–82(1), 209–230.
<https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>
- Bucci, L. R. (2000). Selected herbals human exercise performance. *American Journal of Clinical Nutrition*.

- Byrnes, W. C., Clarkson, P. M., White, J. S., Hsieh, S. S., Frykman, P. N., & Maughan, R. J. (1985). Delayed onset muscle soreness following repeated bouts of downhill running. *Journal of Applied Physiology*.
- Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 50–60.
<https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>
- Carter, S. L., Rennie, C. D., Hamilton, S. J., & Tarnopolsky, M. A. (2001). Changes in skeletal muscle in males and females following endurance training. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*.
<https://doi.org/10.1139/y01-008>
- Caterina, M. J., Schumacher, M. A., Tominaga, M., Rosen, T. A., Levine, J. D., & Julius, D. (1997). The capsaicin receptor: A heat-activated ion channel in the pain pathway. *Nature*, 389(6653), 816–824. <https://doi.org/10.1038/39807>
- Chen, C. K., Muhamad, A. S., & Ooi, F. K. (2012). Herbs in exercise and sports. *Journal of Physiological Anthropology*. <https://doi.org/10.1186/1880-6805-31-4>
- Chen, T. C., Nosaka, K., & Tu, J. H. (2007). Changes in running economy following downhill running. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 55–63.
<https://doi.org/10.1080/02640410600718228>
- Cheung, K., Hume, P. a, & Maxwell, L. (2003). Treatment Strategies and Performance Factors. *Sports Medicine*, 33(2), 145–164.
- Chiranthanut, N., Hanprasertpong, N., & Teekachunhatean, S. (2014). Thai Massage, and Thai Herbal Compress versus Oral Ibuprofen in Symptomatic Treatment of Osteoarthritis of the Knee: A Randomized Controlled Trial. *BioMed Research International*, 2014(March). <https://doi.org/10.1155/2014/490512>

- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*.
<https://doi.org/10.1097/00002060-200211001-00007>
- Clarkson, P. M., Nosaka, K., & Braun, B. (1992). Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Connolly, D. A. J., Sayers, S. P., & McHugh, M. P. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0197:TAPODO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0197:TAPODO>2.0.CO;2)
- Contrò, V., Mancuso, E., & Proia, P. (2016). Delayed onset muscle soreness (DOMS) management: present state of the art. *Trends in Sport Science*, 3(23), 121–127.
- Cosgray, N. A., Lawrance, S. E., Mestrich, J. D., Martin, S. E., & Whalen, R. L. (2004). Effect of heat modalities on hamstring length: A comparison of pneumatherm, moist heat pack, and a control. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 34(7), 377–384.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2004.1311>
- Costill, D. L., Coyle, E. F., Fink, W. F., Lesmes, G. R., & Witzmann, F. A. (1979). Adaptations in skeletal muscle following strength training. *Journal of Applied Physiology Respiratory Environmental and Exercise Physiology*.
- Crenshaw, A. G., Thornell, L.E., & Friden, J. (1994). Intramuscular pressure, torque and swelling for the exercise-induced sore vastus lateralis muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1994.tb09806.x>

- Dhippayom, T., Kongkaew, C., Chaiyakunapruk, N., Dilokthornsakul, P., Sruamsiri, R., Saokaew, S., & Chuthaputti, A. (2015). Clinical effects of thai herbal compress: A systematic review and meta-analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
<https://doi.org/10.1155/2015/942378>
- Ehlers, G. G., Ball, T. E., & Liston, L. (2002). Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players. *Journal of Athletic Training*.
- Ehsani, A. A., Ogawa, T., Miller, T. R., Spina, R. J., & Jilka, S. M. (1991). Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. *Circulation*.
<https://doi.org/10.1161/01.CIR.83.1.96>
- Epstein, M. (1992). Renal effects of head-out water immersion in humans: A 15-year update. *Physiological Reviews*. <https://doi.org/10.1152/physrev.1992.72.3.563>
- Ernst, E. (1998). Does post-exercise massage treatment reduce delayed onset muscle soreness? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*.
<https://doi.org/10.1136/bjism.32.3.212>
- Eston, R., Byrne, C., & Twist, C. (2004). *Muscle function after exercise-induced muscle damage: Considerations for athletic performance in children and adults*. (October 2017).
- Eston, R. G., Finney, S., Baker, S., & Baltzopoulos, V. (1996). Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. *Journal of Sports Sciences*, 14(4), 291–299.
<https://doi.org/10.1080/02640419608727714>
- Farthing, J. P., & Chilibeck, P. D. (2003). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *European Journal of Applied Physiology*, 89(6), 578–586.
<https://doi.org/10.1007/s00421-003-0842-2>

- Flynn, S., College, G. H., Jellum, L., College, G. H., College, G. H., Moser, A., ... College, G. H. (2018). *Concepts of Fitness and Wellness , 2nd Edition*.
- Franklin, B. A. (2007). Fitness: the ultimate marker for risk stratification and health outcomes? *Preventive Cardiology*, *10*(1), 42–47.
<https://doi.org/10.1111/j.1520-037X.2007.05759.x>
- Friden, J., & Lieber, R. L. (2001). Eccentric contraction-induced injuries to contractiles and cytoskeletal fiber components. *Acta Physiol Scand*.
<https://doi.org/aps834> [pii]
- Froiland, K., Koszewski, W., Hingst, J., & Kopecky, L. (2004). Nutritional Supplement Use among College Athletes and Their Sources of Information. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.14.1.104>
- Funk, D., Swank, A. M., Adams, K. J., & Treolo, D. (2001). Efficacy of Moist Heat Pack Application over Static Stretching on Hamstring Flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *15*(1), 123–126.
[https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0123:EOMHPA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0123:EOMHPA>2.0.CO;2)
- Gollnick, P. D., Armstrong, R. B., Saltin, B., Saubert, C. W., Sembrowich, W. L., & Shepherd, R. E. (1973). Effect of training on enzyme activity and fiber composition of human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*.
- Hamm, L., Mikkelsen, B., Kuhr, J., Støvring, H., Munck, A., & Kragstrup, J. (2003). Danish physiotherapists' management of low back pain. *Advances in Physiotherapy*.
<https://doi.org/10.1080/14038190310004871>
- Hamzah, S., & Yusof, a. (2003). The erogenic effect of *Eurycoma longifolia* Jack. *Bjrm*, 50603.

Hardy, M., & Woodall, W. (1998a). Therapeutic effects of heat, cold, and stretch on connective tissue. *Journal of Hand Therapy*. [https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(98\)80013-6](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(98)80013-6)

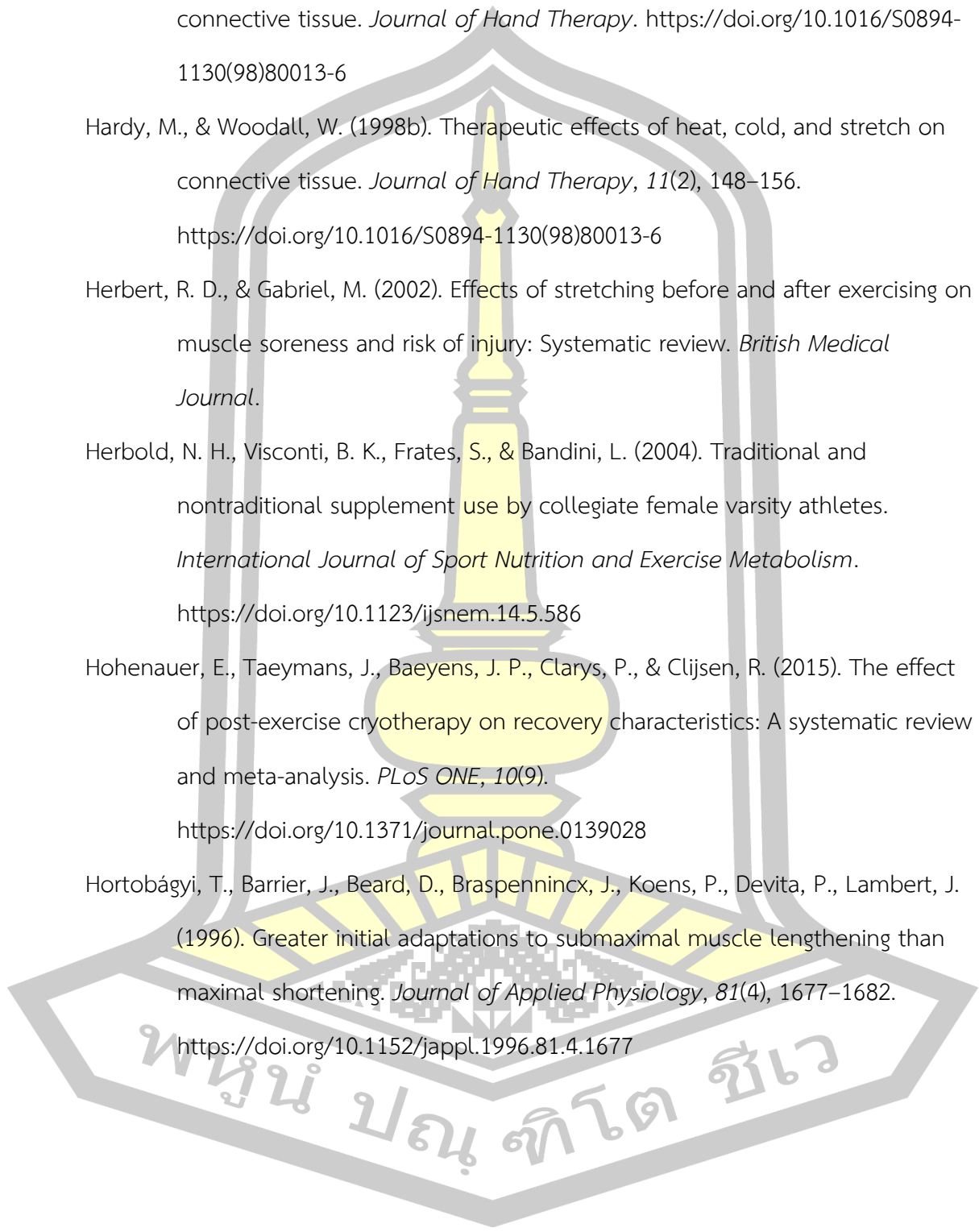
Hardy, M., & Woodall, W. (1998b). Therapeutic effects of heat, cold, and stretch on connective tissue. *Journal of Hand Therapy*, 11(2), 148–156.
[https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(98\)80013-6](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(98)80013-6)

Herbert, R. D., & Gabriel, M. (2002). Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: Systematic review. *British Medical Journal*.

Herbold, N. H., Visconti, B. K., Frates, S., & Bandini, L. (2004). Traditional and nontraditional supplement use by collegiate female varsity athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.14.5.586>

Hohenauer, E., Taeymans, J., Baeyens, J. P., Clarys, P., & Clijsen, R. (2015). The effect of post-exercise cryotherapy on recovery characteristics: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 10(9).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139028>

Hortobágyi, T., Barrier, J., Beard, D., Braspenninx, J., Koens, P., Devita, P., Lambert, J. (1996). Greater initial adaptations to submaximal muscle lengthening than maximal shortening. *Journal of Applied Physiology*, 81(4), 1677–1682.
<https://doi.org/10.1152/jap.1996.81.4.1677>



- Michael, M. L., M D, J. D., Ewing, C., Wilmore, J., Blair, S., Haskell, W., & Kraemer, W. (1998). ACSM Position Stand: The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults SUMMARY ACSM Position Stand on The Recommended Quantity and Quality of Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc*, 30(6), 975–991. Retrieved from http://www.skyephysio.co.uk/ckfinder/userfiles/files/ACSM_guidelines%5B1%5D.pdf
- Isner-Horobeti, M. E., Dufour, S. P., Vautravers, P., Geny, B., Coudeyre, E., & Richard, R. (2013). Eccentric Exercise Training: Modalities, Applications and Perspectives. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0052-y>
- Johansson, P. H., Lindström, L., Sundelin, G., & Lindström, B. (2007). The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1999.tb00237.x>
- Kibler, W. Ben, & Armstrong, R. B. (1990). Initial events in exercise-induced muscular injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Kim, J., & Lee, J. (2014). A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 10(6), 349–356. <https://doi.org/10.12965/jer.140179>
- Kim, M. Y., Kim, J. H., Lee, J. U., Kim, Y. M., Lee, J. A., Yoon, N. M., ... Kim, J. (2011). Temporal changes in pain and sensory threshold of geriatric patients after moist heat treatment. *Journal of Physical Therapy Science*. <https://doi.org/10.1589/jpts.23.797>

- Kobayashi, Y., Takeuchi, T., Hosoi, T., Yoshizaki, H., & Loeppky, J. A. (2005). Effect of a marathon run on serum lipoproteins, creatine kinase, and lactate dehydrogenase in recreational runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. <https://doi.org/10.1080/02701367.2005.10599318>
- Kosek, D. J., Kim, J. S., Petrella, J. K., Cross, J. M., & Bamman, M. M. (2006). Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *Journal of Applied Physiology*, 101(2), 531–544. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01474.2005>
- LaRoche, D. P., & Connolly, D. A. J. (2006). Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *American Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1177/0363546505284238>
- Lau, W. Y., Blazeovich, A. J., Newton, M. J., Xuan Wu, S. S., & Nosaka, K. (2015). Assessment of muscle pain induced by elbow-flexor eccentric exercise. *Journal of Athletic Training*, 50(11), 1140–1148. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.11.05>
- Lehmann, J. F., Warren, C. G., & Scham, S. M. (1974). Therapeutic heat and cold. *CLIN.ORTHOP.*
- Leung, M.S.F., & Cheing, G.L.Y. (2008). Effects of deep and superficial heating in the management of frozen shoulder. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40,145-150. <https://www.researchgate.net/publication/5340498>
- Lubans, D., & Sylva, K. (2006). Controlled evaluation of a physical activity intervention for senior school students: Effects of the lifetime activity program. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. <https://doi.org/10.1123/jsep.28.3.252>

- Lund, H., Vestergaard-Poulsen, P., Kanstrup, I.-L., & Sejrsen, P. (2007). The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1998.tb00195.x>
- Machado, A. F., Ferreira, P. H., Micheletti, J. K., de Almeida, A. C., Lemes, Í. R., Vanderlei, F. M., ... Pastre, C. M. (2016). Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *46*(4), 503–514. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0431-7>
- MacIntyre, D. L., Reid, W. D., & McKenzie, D. C. (1995). Delayed Muscle Soreness: The Inflammatory Response to Muscle Injury and its Clinical Implications. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520010-00003>
- Manimmanakorn, N., Manimmanakorn, A., Boobphachart, D., Thuwakum, W., Laupattarakasem, W., & Hamlin, M. J. (2017). 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 Journal of Traditional Knowledge*, *16*(3), 442–447.
- Martel, G. F., Roth, S. M., Ivey, F. M., Lemmer, J. T., Tracy, B. L., Hurlbut, D. E., ... Rogers, M. A. (2006). Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Experimental Physiology*, *91*(2), 457–464. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2005.032771>
- Masuda, T. & Jitoe, A. (1994). 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *42*(9), 1850-1856.

McCutcheon, L. J., Geor, R. J., & Hinchcliff, K. W. (1999). Effects of prior exercise on muscle metabolism during sprint exercise in horses. *Journal of Applied Physiology*.

McHugh, M. P., Connolly, D. A. J., Eston, R. G., & Gleim, G. W. (1999). Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.2165/00007256-199927030-00002>

McKune, A. J., Semple, S. J., & Peters-Futre, E. M. (2012). Acute exercise-induced muscle injury. *Biology of Sport*, 29(1), 3–10. <https://doi.org/10.5604/20831862.978976>

Miles, M. P., & Clarkson, P. M. (1994). Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.

Milliken, M. C., Stray-Gundersen, J., Peshock, R. M., Katz, J., & Mitchell, J. H. (1988). Left ventricular mass as determined by magnetic resonance imaging in male endurance athletes. *The American Journal of Cardiology*. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(88\)90228-7](https://doi.org/10.1016/0002-9149(88)90228-7)

Mizrahi, J., Verbitsky, O., & Isakov, E. (2001). Fatigue-induced changes in decline running. *Clinical Biomechanics*. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(00\)00091-7](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(00)00091-7)

Moran, M. M., McAlexander, M. A., Biró, T., & Szallasi, A. (2011). Transient receptor potential channels as therapeutic targets. *Nature Reviews Drug Discovery*, 10(8), 601–620. <https://doi.org/10.1038/nrd3456>

Morgan, D. L., & Allen, D. G. (1999). Early events in stretch-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*.

- Nadler, S. F., Weingand, K., & Kruse, R. J. (2004). *The Physiologic Basis and Clinical Applications of Cryotherapy and Thermotherapy for the Pain Practitioner*. 7(3), 395–399.
- Nakhostin-Roohi, B., Nasirvand Moradlou, A., Mahmoodi Hamidabad, S., & Ghanivand, B. (2016). The Effect of Curcumin Supplementation on Selected Markers of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Annals of Applied Sport Science*, 4(2), 25–31. <https://doi.org/10.18869/acadpub.aassjournal.4.2.25>
- Newham, D. J., Jones, D. A., & Clarkson, P. M. (1987). Repeated high-force eccentric exercise: Effects on muscle pain and damage. *Journal of Applied Physiology*.
- Newham, D. J., Mills, K. R., Quigley, B. M., & Edwards, R. H. T. (1983). Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clinical Science*. <https://doi.org/10.1042/cs0640055>
- Nieper, A. (2005). Nutritional supplement practices in UK junior national track and field athletes. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.015842>
- Nosaka, K., & Newton, M. (2002). *Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage*. (26), 63–69.
- Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Giakas, G., Jamurtas, A. Z., Owolabi, E. O., & Koutedakis, Y. (2008). *Position sense and reaction angle after eccentric exercise : the repeated bout effect*. 9–18. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0663-9>
- Petrofsky, J. S., Lawson, D., Suh, H. J., Rossi, C., Zapata, K., Broadwell, E., & Littleton, L. (2007). The influence of local versus global heat on the healing of chronic wounds in patients with diabetes. *Diabetes Technology and Therapeutics*. <https://doi.org/10.1089/dia.2007.0231>

- Pette, D., & Vrbová, G. (1985). Invited review: Neural control of phenotypic expression in mammalian muscle fibers. *Muscle & Nerve*.
<https://doi.org/10.1002/mus.880080810>
- Ploutz, L. L., Tesch, P. A., Biro, R. L., & Dudley, G. A. (1994). Effect of resistance training on muscle use during exercise. *Journal of Applied Physiology*.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1994.76.4.1675>
- Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D., & Graham, B. J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 271–277.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00004>
- Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x>
- Punongbayan, R. S., Rimando, R. E., Daligdig, J. A., Besana, G. M., Daag, A. S., Nakata, T., & Tsutsumi, H. (1992). The 16 July 1990 Luzon Earthquake Ground Rupture. *The July 16, 1990 Luzon Earthquake: A Technical Monograph*, 81(11), 1–32. <https://doi.org/10.1097/01.PHM.0000029772.45258.43>
- Saxton, J. M., Clarkson, P. M., James, R., Miles, M., Westerfer, M., Clark, S., & Donnelly, A. E. (1995). Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., & Krieger, J. W. (2015). Effect of Repetition Duration During Resistance Training on Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0304-0>

- Serinken, M. A., Gençođlu, C., & Kayatekin, B. M. (2013). The effect of eccentric exercise-induced delayed-onset muscle soreness on positioning sense and shooting percentage in wheelchair basketball players. *Balkan Medical Journal*, 30(4), 382–386. <https://doi.org/10.5152/balkanmedj.2013.007>
- Serrão, F. V., Foerster, B., Spada, S., Morales, M. M. B., Monteiro-Pedro, V., Tannús, A., & Salvini, T. F. (2003). Functional changes of human quadriceps muscle injured by eccentric exercise. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 36(6), 781–786. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2003000600014>
- Slater, G., Tan, B., & Teh, K. C. (2003). Dietary supplementation practices of Singaporean athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.3.320>
- Smith, L. L. (1991). Acute inflammation: The underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Smith LL, Brunetz MH, Chenier TC, McCammon MR, Houmard JA, Franklin ME, I. R. (1993). The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. <https://doi.org/10.1080/02701367.1993.10608784>
- Stanos, S. P., Muellner, P. M., & Harden, R. N. (2004a). The physiatric approach to low back pain. *Seminars in Pain Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.spmd.2004.08.006>
- Stanos, S. P., Muellner, P. M., & Harden, R. N. (2004b). The physiatric approach to low back pain. *Seminars in Pain Medicine*, 2(3), 186–196. <https://doi.org/10.1016/J.SPMD.2004.08.006>
- Szymanski, D. J. (2001). Recommendations for the Avoidance of Delayed-Onset Muscle Soreness. *Strength and Conditioning Journal*, 23(4), 7–13. <https://doi.org/10.1519/00126548-200108000-00001>

- Takekura, H., Fujinami, N., Nishizawa, T., Ogasawara, H., & Kasuga, N. (2001). *Eccentric exercise-induced morphological changes in the membrane systems involved in excitation – contraction coupling in rat skeletal muscle*. 571–583.
- Taylor, B. F., Waring, C. A., & Brashear, T. A. (1995). The effects of therapeutic application of heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle length. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 21(5), 283–286. <https://doi.org/10.2519/jospt.1995.21.5.283>
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F., & Kimsey, C. D. (2004). The Impact of Stretching on Sports Injury Risk: A Systematic Review of the Literature. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000117134.83018.F7>
- Uchida, M. C., Nosaka, K., Ugrinowitsch, C., Yamashita, A., Martins, E., Moriscot, A., & Aoki, M. S. (2009a). Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *Journal of Sports Sciences*, 27(5), 499–507. <https://doi.org/10.1080/02640410802632144>
- Uchida, M. C., Nosaka, K., Ugrinowitsch, C., Yamashita, A., Martins, E., Moriscot, A., & Aoki, M. S. (2009b). Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *Journal of Sports Sciences*, 27(5), 499–507. <https://doi.org/10.1080/02640410802632144>
- Venckunas, T., Stasiulis, A., & Raugaliene, R. (2006). Concentric myocardial hypertrophy after one year of increased training volume in experienced distance runners. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.027813>

Venckunas, Tomas, Raugaliene, R., Mazutaitiene, B., & Ramoskeviciute, S. (2008).

Endurance rather than sprint running training increases left ventricular wall thickness in female athletes. *European Journal of Applied Physiology*.

<https://doi.org/10.1007/s00421-007-0586-5>

Veqar, Z. (2013). Causes and Management of Delayed Onset Muscle Soreness : A

Review. *Elixir Human Physio.*, 55, 13205–13211. Retrieved from www.elixirpublishers.com

Verdijk, L. B., Gleeson, B. G., Jonkers, R. A. M., Meijer, K., Savelberg, H. H. C. M.,

Dendale, P., & Van Loon, L. J. C. (2009). Skeletal muscle hypertrophy following resistance training is accompanied by a fiber type-specific increase in satellite cell content in elderly men. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 64(3), 332–339.

<https://doi.org/10.1093/gerona/gln050>

Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ*. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>

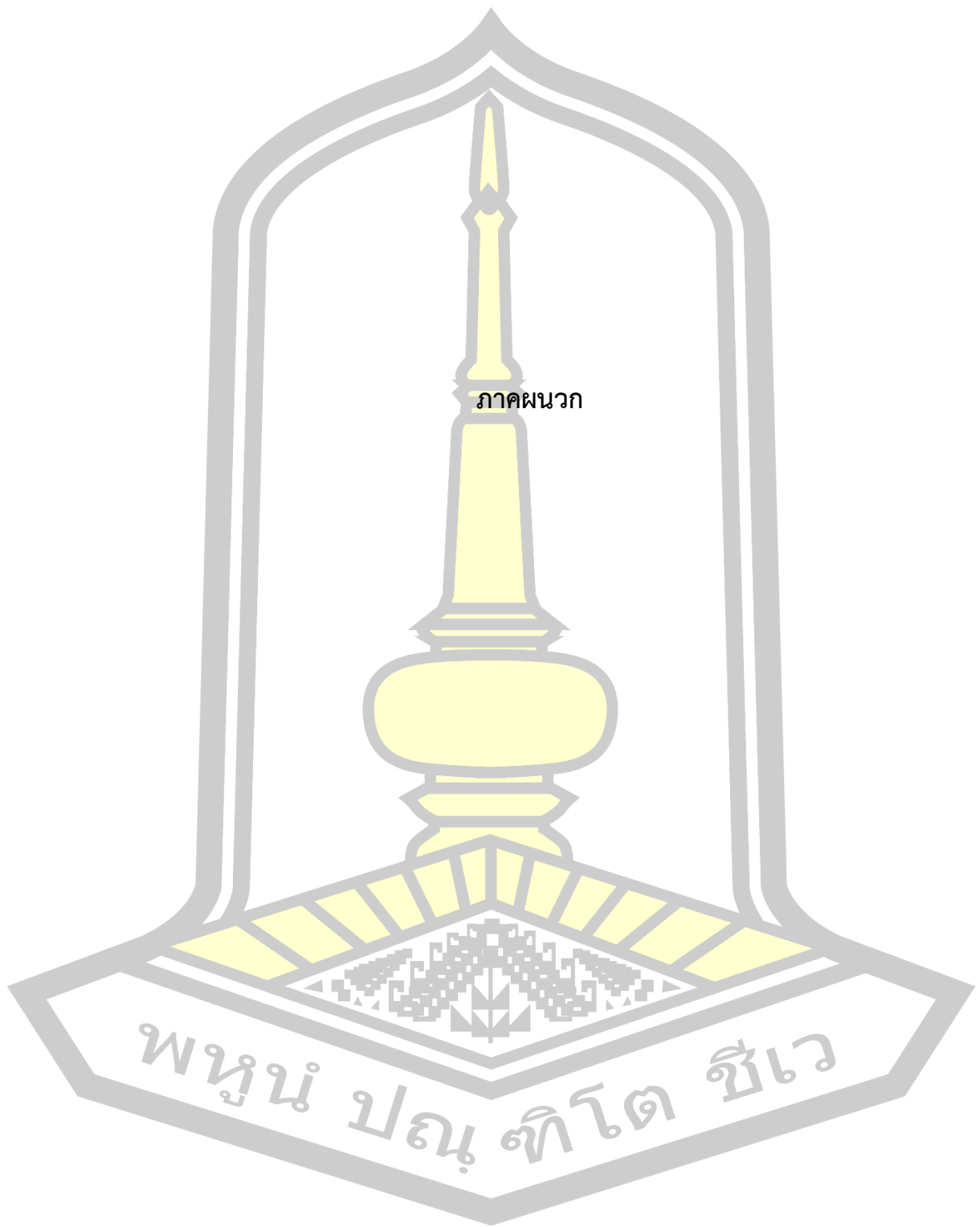
Warren, G. L., Ingalls, C. P., & Lowe, D. A. (2001). *Excitation-Contraction Uncoupling : Major Role in Contraction-Induced Muscle Injury*. (June 2018).

<https://doi.org/10.1249/00003677-200104000-00008>

Williams, M. (2006). Dietary Supplements and Sports Performance: Herbals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-3-1-1>

Yanagisawa, O., Sakuma, J., Kawakami, Y., Suzuki, K., & Fukubayashi, T. (2015). Effect of exercise-induced muscle damage on muscle hardness evaluated by ultrasound real-time tissue elastography. *SpringerPlus*, 4(1).

<https://doi.org/10.1186/s40064-015-1094-4>



ภาคผนวก


พหุมนุ ปณ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก
เอกสารพิทักษ์สิทธิผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

1. แบบยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent form)
2. เอกสารชี้แจงข้อมูลแก่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Participant information sheet)
3. เอกสารรับรองโครงการวิจัย
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัน ปณฺ ทิโต สีเว

 <p>Mahasarakham University Institutional Review Board</p>	<p>หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย (Informed Consent Form)</p>
---	---

ทำที่

วันที่ เดือน พ.ศ.

เลขที่ อาสาสมัครวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามทำหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรเพื่อบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลัง
การฝึกออกกำลังกาย

ชื่อผู้วิจัย นายศักดิ์ชัย ศรีสุข

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ที่อยู่ติดต่อ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม เลขที่
167/2 หมู่ 8 บ้านเนินสะอาด ต.นาราชควาย อ.เมือง จ.นครพนม 48000

โทรศัพท์ 081-818-5265

ข้าพเจ้าได้รับทราบ/รับฟังคำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับที่มา และวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย
รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่ง
จะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงอาสาสมัครวิจัยโดยตลอด และ
ได้รับคำอธิบายจาก นายศักดิ์ชัย ศรีสุข ผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงอาสาสมัครวิจัย โดย
ข้าพเจ้ายินยอมสละเวลาในการเข้ารับการทดสอบเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง (จำนวน 4 ครั้ง) เข้ารับการ
ออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้น โดยการปั่นจักรยานวินเกต เป็นเวลา 30 วินาที จำนวน 1 ครั้ง เข้า
รับการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อเป็นเวลา 40 นาที จำนวน 3 ครั้ง และทำการตอบ
แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้เวลาเวลา 5-15 นาที เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่ได้จะถูก
นำไป วิเคราะห์และเก็บไว้เป็นความลับ

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ เช่น คะแนน และผลการเรียนของข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงอาสาสมัครวิจัยและข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงอาสาสมัครวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรศัพท์ 043-754-416 ต่อ 1758

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารสำหรับอาสาสมัครวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยของอาสาสมัครวิจัยไว้แล้ว

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....
 (.....) (.....)
 วันที่..... วันที่.....
 อาสาสมัครวิจัย พยาน

ส่วนเพิ่มเติมโครงการวิจัย

ข้าพเจ้า ยินยอม

ไม่ยินยอม

ให้เก็บตัวอย่างชีวภาพที่เหลือไว้เพื่อการวิจัยในอนาคต

..... ลงนามผู้ให้ความยินยอม

(.....) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง

วันที่เดือน.....พ.ศ.....

.....ลงนามผู้ทำวิจัย

(.....) ชื่อผู้ทำวิจัย ตัวบรรจง

วันที่เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจงข้อมูลสำหรับอาสาสมัครวิจัย
(Participant information sheet)

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรเพื่อบำบัดอาการปวดระบมของ
กล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) The development of electric herbal hot pack treatment for delayed
onset muscle soreness after exercise training

ชื่อผู้วิจัย นายศักดิ์ชัย ศรีสุข
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ที่อยู่ติดต่อ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม เลขที่
167/2 หมู่ 8 บ้านเนินสะอาด ต.นาราชควาย อ.เมือง จ.นครพนม 48000

โทรศัพท์ 081-818-5265

E-mail sakchai0072@hotmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ เหล่าอรรค

ที่อยู่ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ถ.นครสวรรค์ ต.ตลาด อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

เรียน ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ตามที่ ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมในโครงการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากท่านเป็นผู้ที่คุณสมบัติ
เข้าเกณฑ์ในการเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ก่อนการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัย
ขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ท่านจะได้ทราบเหตุผลและรายละเอียดของโครงการวิจัย
หากท่านมีข้อสงสัยประการใดสามารถขอคำแนะนำจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากท่านตัดสินใจจะ
เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้แล้ว ขอให้ท่านได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของโครงการวิจัยนี้

คำชี้แจง

1. เหตุผลและความจำเป็นที่ต้องทำการวิจัย

การใช้ความร้อนในการบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อยังมีข้อเสีย เช่น แผ่นประคบหรือลูกประคบร้อนสมุนไพรไม่สามารถเก็บร้อน สูญเสียความร้อนในขณะที่บำบัดอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิความร้อนที่ใช้ในการบำบัดไม่คงที่ต่อนำแผ่นหรือลูกประคบไปผ่านความร้อนทำให้การบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยความร้อนไม่ต่อเนื่อง การนำเอาองค์ความรู้จากการบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อด้วยการประคบร้อนแบบดั้งเดิมกับภูมิปัญญาไทยด้านสมุนไพรมาต่อยอด เป็นการนำข้อดีของแต่ละวิธีการมาพัฒนานวัตกรรมแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติด้านการควบคุมอุณหภูมิความร้อน ผสมกับข้อดีของการใช้สมุนไพรที่มีสรรพคุณช่วยลดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อ โดยใช้ความร้อนเป็นตัวนำพาสารสกัดในสมุนไพรเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การไหลเวียนโลหิต ความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้หลอดเลือดขยายตัวและเพิ่มการไหลเวียนโลหิตซึ่งสารก่อให้เกิดความเจ็บปวดที่ค้างค้ำออกไปส่งผลให้เมตาบอลิซึมของเซลล์และการทำงานของเอนไซม์เพิ่มขึ้น และนำพาสารสกัดจากสมุนไพรที่มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและกลิ่นหอมช่วยทำให้เกิดความผ่อนคลาย เช่น สารแคโรทีนอยด์ และพอลิฟีนอล สารสกัดจากสมุนไพรมีผลต่อการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางผ่านการกระตุ้นของฮอริโมนแคทีน เพิ่มความตื่นตัว และลดเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ลดการเกิดภาวะเครียดที่เกิดจากออกซิเดชันจากการออกกำลังกายในนักกีฬา จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนานวัตกรรมแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยเพื่อบำบัดอาการปวดระบบของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย เนื่องจากการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าทำให้อุณหภูมิบริเวณเนื้อเยื่อสูงขึ้นมีผลทำให้การไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น และความร้อนสามารถนำพาให้สารสกัดจากสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการบรรเทาอาการปวดระบบซึมผ่านเนื้อเยื่อผิวหนังเข้าสู่กระแสโลหิตได้ดีขึ้น และการนำสารอาหาร ออกซิเจนเข้าสู่เซลล์บริเวณที่บาดเจ็บเพื่อทำการรักษา/สมานเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้น ทำให้อาการปวดระบบและการอักเสบลดลง Creatine kinase และ Prostaglandin E₂ ในเลือดลดลง และความร้อนยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อคอลลาเจนเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหว (Bleakley & Costello, 2013; Petrofsky et al., 2007) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้ามาใช้ในการบำบัดอาการปวดระบบ

กล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายเพื่อการศึกษาเชิงประจักษ์ถึงประสิทธิผลของสมุนไพรรักษาที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการฟื้นตัวจากอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายได้อย่างรวดเร็ว ย่อมทำให้การออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมกีฬาในช่วงถัดไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรรักษาที่สามารถบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความรู้สึkpวดระบมกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกาย 30 นาที และหลังการบำบัด 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ภายในและระหว่างกลุ่ม
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเอนไซม์ Creatine kinase ก่อนการออกกำลังกายและหลังการบำบัด 24 ชั่วโมง ภายในและระหว่างกลุ่ม
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ

3. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรรักษาเพื่อบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนมที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อสุขภาพ ได้มาจากความสมัครใจและยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมด 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 12 คน คือ กลุ่มบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรรักษา และกลุ่มบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรรักษา ด้วยวิธีการสุ่มเข้ากลุ่ม (Randomly assignment) ตามคุณสมบัติดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)

1. อาสาสมัครที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ คือ ต่ำกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และมีสุขภาพแข็งแรง มีอายุระหว่าง 18-24 ปี
2. อาสาสมัครทุกคนไม่มีอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย
3. อาสาสมัครมีค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ (18.5-24.9 กก./ม²)
4. อาสาสมัครมีอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายอย่างน้อยที่ระดับ 4 คะแนน
5. อาสาสมัครลงนามในแบบฟอร์มคำยินยอมเป็นผู้เข้าร่วมโครงการ

6. อาสาสมัครไม่มีอาการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและข้อต่อ

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. อาสาสมัครมีอาการป่วย เช่น ไข้หวัด ปวดศีรษะ และมีไข้
2. อาสาสมัครไม่มีอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายบริเวณกล้ามเนื้อ

เหยียดขา

3. อาสาสมัครมีอาการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและข้อต่อบริเวณข้อเข่า
4. อาสาสมัครมีความประสงค์ขอยกเลิกการเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้ด้วยตนเองขณะ

ทำการศึกษา

5. อาสาสมัครขาดการเข้าร่วม

เกณฑ์การยุติการเข้าร่วมการศึกษา (Discontinuation criteria)

1. มีอาการผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อนบริเวณผิวหนังหลังการบำบัด
2. มีอาการแพ้สมุนไพร เช่น วิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้และอาเจียน
3. มีอาการพุพองบริเวณผิวหนังระหว่างการบำบัด
4. ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมได้ตามที่กำหนด

การพิทักษ์สิทธิอาสาสมัครวิจัย

1. อาสาสมัครจะได้รับทราบรายละเอียดในขั้นตอนต่างในการวิจัย เช่น วัตถุประสงค์ การวิจัย การทดลอง การรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาในการศึกษา และทราบถึงสิทธิ์ในการเข้าร่วมโครงการวิจัยในการยินยอมหรือการปฏิเสธการเข้าร่วม โดยสามารถถอนตัวจากโครงการวิจัยได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ โดยไม่ได้รับผลกระทบต่อการเรียนและผลการเรียน

2. อาสาสมัครจะได้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย

3. อาสาสมัครที่ตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัย ต้องลงนามยินยอมในเอกสารที่ผู้วิจัยกำหนดด้วยความสมัครใจ

4. อาสาสมัครได้ทราบถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและการเก็บไว้เป็นความลับ ผลการศึกษาจะถูกนำเสนอในภาพรวมเพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น

5. ผู้วิจัยจะยุติการวิจัยเมื่อมีอันตรายเกิดขึ้นกับอาสาสมัคร แต่การศึกษาในครั้งนี้ไม่พบอันตรายที่เกิดขึ้นแต่อย่างใด อาจมีผลข้างเคียงจากความร้อน เช่น อาการผื่นแดง อาการปวดแสบปวดร้อนได้บริเวณผิวหนังที่สัมผัสกับความร้อน หรืออาการวิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้และอาเจียนได้เนื่องจากแพ้สารระเหยจากสมุนไพร

การจัดการความเสี่ยง

1. อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยมีอาการข้างเคียงจากการใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า เช่น ผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อน ปวมแดง บริเวณที่บำบัดให้หยุดการบำบัดทันที
2. อาสาสมัครหยุดพักสังเกตอาการและทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น
3. อาสาสมัครมีอาการข้างเคียงรุนแรงมากขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการนำพาไปพบแพทย์เพื่อทำการรักษา

4. กระบวนการวิจัยที่กระทำต่ออาสาสมัครวิจัย

1. ผู้วิจัยทำการนัดหมายกับกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 24 คน เพื่อมารับทราบขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียดในประเด็นต่างๆ โดยผู้ช่วยนักวิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการ
2. อธิบายเกี่ยวกับความเป็นมาของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์และประโยชน์ของการวิจัยต่อการพัฒนาวิธีการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย
3. อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายที่นำมาใช้ในการวิจัย
4. อธิบายเกี่ยวกับความเสี่ยงหรือความไม่สบายทุกประการที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย การป้องกันความเสี่ยง และการแก้ไขกรณีเกิดปัญหา การดูแลรักษา สวัสดิการและค่าชดเชย ค่าเสียเวลาในทุกครั้งที่เข้าร่วมการทดสอบ
5. อธิบายเกี่ยวกับจรรยาบรรณของนักวิจัย และจรรยาบรรณในวิชาชีพอาจารย์มหาวิทยาลัย นครพนม ซึ่งผู้วิจัยเป็นอาจารย์คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม การเข้าร่วมหรือการไม่เข้าร่วมวิจัย รวมถึงการถอนตัวจากการเข้าร่วมโครงการจะไม่ส่งผลต่อการเรียน การตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยขอให้เกิดขึ้นจากความสมัครใจโดยแท้จริง และหากนักศึกษามีความรู้สึกว่าเป็นการบีบบังคับให้เข้าร่วมโครงการวิจัยให้ขอยกเลิกการเข้าร่วมได้
6. หลังจากอธิบายประเด็นต่างๆ ครบถ้วนแล้ว ผู้ช่วยนักวิจัยให้นักศึกษากลับไปทบทวนหรือปรึกษารอบครอบครัวแล้ว จึงแจ้งความประสงค์จะเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจกับผู้ช่วยนักวิจัย
7. เมื่อได้รายชื่ออาสาสมัครวิจัยที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยตามที่กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยทำการนัดหมายเพื่อทำการประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย และต้องผ่านเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัยที่กำหนดไว้
8. ช่วงก่อนการออกกำลังกาย (วันที่ 0) อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการวัดค่าน้ำหนักและส่วนสูง ค่าความดันโลหิต ค่าความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ค่าองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า และได้รับการเจาะเลือดครั้งที่ 1 ที่เส้นเลือดดำบริเวณข้อพับศอกด้านหน้า ในปริมาณ 5 มิลลิลิตร โดยแพทย์/เทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครพนม เพื่อตรวจวัดปริมาณ Creatine kinase

ในเลือด ตั้งแต่เวลา 09.00-11.30 น. ณ ห้อง Training lab 1 คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม มีรายละเอียดดังนี้

- 8.1 ชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องวัดส่วนสูง
 - 8.2 วัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ ด้วยเครื่อง Upper arm blood pressure ยี่ห้อ Panasonic รุ่น EW3153
 - 8.3 วัดความรู้สึกเจ็บปวด เป็นการวัดค่าความรู้สึกปวดระดับมกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า โดยใช้มาตราวัดความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อแบบตัวเลข (Visual numeric rating scale)
 - 8.4 วัดแรงเหยียดขา เป็นการวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดขา โดยใช้เครื่อง Leg dynamometer
 - 8.5 วัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า โดยใช้เครื่อง Goniometer
 - 8.6 การเก็บตัวอย่างเลือด จากการเจาะจากเส้นเลือดดำบริเวณด้านหน้าของข้อพับแขน บริเวณตำแหน่งเส้นเลือด Cephalic หรือ Basilic vein sinv Median cubital vein โดยแพทย์/นักเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครพนม เพื่อวิเคราะห์หาระดับสาร Creatine kinase ชนิด CK-MM (muscle type) ด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ (Cobas 600 analyzer, Roche Diagnostics corp., USA) ที่ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลนครพนม
9. ในวันถัดมาอาสาสมัครทุกคนต้องเข้ารับการออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้น (Short heavy exercise) โดยการปั่นจักรยานแบบวินเกตความร้อนรอบการปั่น 300-600 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 30 วินาที กำหนดน้ำหนักถังที่ 0.076 เท่าของน้ำหนักตัว จากนั้นให้นั่งพัก 30 นาที แล้วจึงทำการวัดค่าความรู้สึกปวดระดับมกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ และองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่า ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เชิญเจ้าหน้าที่พยาบาล/แพทย์ มาร่วมสังเกตการณ์เพื่อให้ความช่วยเหลืออาสาสมัคร หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนักระยะสั้น
10. เมื่ออาสาสมัคร จำนวน 24 คน มีอาการปวดระดับมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 12 คน คือ กลุ่มทดลองที่ 1 จะได้รับการบำบัดด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรและกลุ่มทดลองที่ 2 จะได้รับการบำบัดด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อเหยียดขา เป็นเวลา 40 นาที โดยในช่วงนี้ อาสาสมัครทุกคนต้องไม่ขาดการเข้าร่วมโครงการวิจัย
11. หลังการบำบัดอาการปวดระดับมกล้ามเนื้อ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง อาสาสมัครทุกคนเข้ารับการวัดค่าความรู้สึกปวดระดับมกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ส่วนการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาระดับสาร Creatine Kinase (CK) ครั้งที่ 2 หลังการบำบัด 24 ชั่วโมง

12. ทำการประเมินความพึงพอใจอาสาสมัครหลังการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อ

5. ความเสี่ยงหรืออาการข้างเคียงที่อาจเกิดกับอาสาสมัคร

1. อาจมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเหยียดเข้าหลังออกกำลังกาย
2. อาจมีอาการระคายเคืองบริเวณผิวหนังระหว่างการบำบัดด้วยความร้อน เช่น ผื่นแดง ปวด แสบปวดร้อน ผู้วิจัยจะหยุดการปฏิบัติและประเมินอาการเบื้องต้น และหากเกิดความไม่สบายใจหรือวิตกกังวลจากผลข้างเคียง อาสาสมัครสามารถแจ้งขอออกจากการได้ก่อนการดำเนินการจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องให้เหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ และผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาอาการแทรกซ้อนที่เป็นผลมาจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย

6. ประโยชน์ที่อาจได้รับ

1. ทราบถึงวิธีการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย
2. ทราบถึงวิธีประโยชน์ของการนำความร้อนและสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย

7. การรักษาความลับ

การเก็บข้อมูลจะไม่ระบุชื่อและแสดงผลการทดลองในภาพรวมไม่เฉพาะเจาะจงบุคคล ข้อมูลดิบที่ได้อาสาสมัครวิจัยจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ/ทำลายทิ้งเมื่อดำเนินการวิเคราะห์เสร็จสิ้น



เอกสารรับรองโครงการวิจัย



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

เลขที่การรับรอง : 038-019/2564

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบมของกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) The development of electric herbal hot pack treatment for delayed onset muscle soreness after exercise training.

ผู้วิจัย : นายศักดิ์ชัย ศรีสุข

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : คณะศึกษาศาสตร์

สถานที่ทำการวิจัย : คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

ประเภทการพิจารณาแบบ : แบบกรรมการเต็มชุด

วันที่รับรอง : 8 กุมภาพันธ์ 2564

วันหมดอายุ : 7 กุมภาพันธ์ 2565

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในด้านจริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงร่างงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วให้ผู้วิจัยส่งแบบฟอร์มการปิดโครงการและรายงานผลการดำเนินงานมายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจักต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

.....
 ๓๓๓ ๕๓๓๓๓

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกษัษฐหิณฺฐราตรี สว่างจิตร)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)



ที่ อว 0605.5(2)/ว2886

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 กันยายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่เก็บตัวอย่างเลือดและตรวจหาระดับสารเคมีในเลือด
เรียน

ด้วย นายศักดิ์ชัย ศรีสุข นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (ปร.ด.) วิทยาศาสตรการออกกำลังกายและกีฬา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ ศรีเมืองงาม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่เก็บตัวอย่างเลือดและตรวจหาระดับสารเคมีในเลือด เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โมทยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0818185265



ที่ อว 0605.5(2)/ว161

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน

ด้วย นายศักดิ์ชัย ศรีสุข นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกาย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วท.ม. วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนารัตน์ ศรีม่วงงาม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โอมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0818185265



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/554 วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้กลุ่มตัวอย่างและเครื่องมือทดสอบสมรรถภาพทางกาย

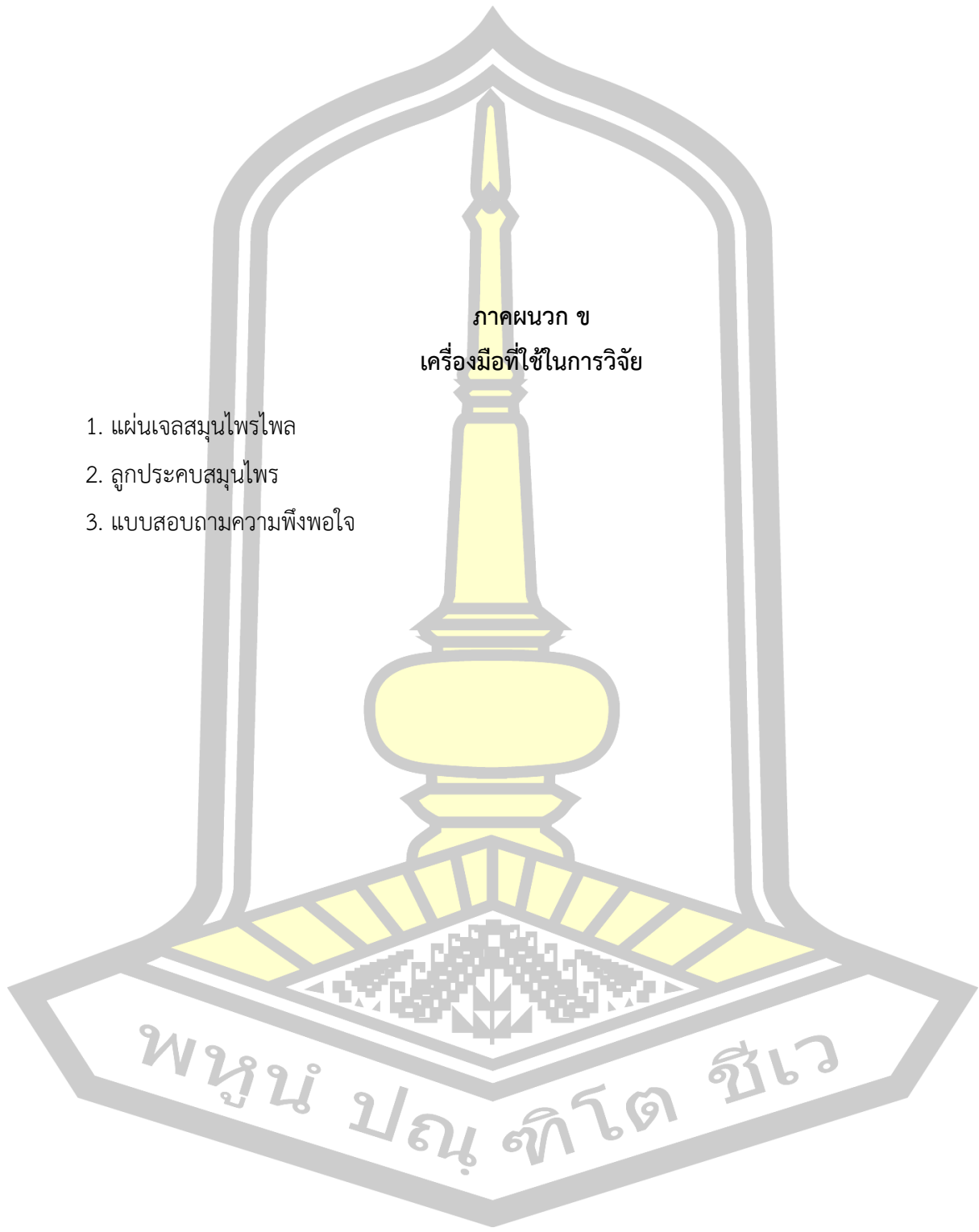
เรียน

ด้วย นายศักดิ์ชัย ศรีสุข นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย
และกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนา
แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้าเพื่อบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย”
ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตร (ปร.ด.) วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ ศรีฟองงาม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และ
มีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอความอนุเคราะห์ใช้กลุ่ม
ตัวอย่างและเครื่องมือทดสอบสมรรถภาพทางกาย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผ่นเจลสมุนไพรรูปพล
2. ลูกประคบสมุนไพรรูป
3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว

การเตรียมแผ่นเจลสมุนไพร

ผู้วิจัยได้ดัดแปลงส่วนประกอบของเจลสมุนไพรโพลีที่ใช้ในการบำบัดอาการปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

- น้ำมันโพล	จำนวน	15	กรัม
- น้ำมันมะกรูด	จำนวน	5	กรัม
- น้ำมันขิง	จำนวน	5	กรัม
- เกลือ	จำนวน	5	กรัม
- สารก่อเจล Carbopol 934/เจราติน	จำนวน	5	กรัม
- สาร Cremophor RH 40	จำนวน	0.5	กรัม
- สาร Trichanolamine	จำนวน	0.5	กรัม

วิธีการทำแผ่นเจลยาสมุนไพร

1. ชั่งน้ำมันโพล น้ำมันมะกรูด และน้ำมันขิง มาผสมในสารเพิ่มการละลาย และคนให้เข้ากัน
2. ค่อยๆ เติมสารละลายในข้อ 1) ลงในพื้นที่เจลที่เตรียมไว้ และคนผสมให้เข้ากันปรับน้ำหนักด้วยน้ำให้ครบ 100 กรัม
3. ปรับความเป็นกรด-ด่างด้วยการเติมสาร Trichanolamine
4. ประเมินผล สังเกตดูลักษณะเนื้อเจล สี ความเข้ากัน และวัดความเป็นกรด-ด่าง จะใช้กระดาษลิตมัส โดยค่า pH จะอยู่ในช่วงที่เหมาะสมไม่ระคายเคืองต่อผิวหนัง คือ pH 5.5-6.5
5. นำส่วนผสมที่เข้ากันแล้วมาเทลงในแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้
6. เมื่อเสร็จแล้วนำไปแช่ตู้เย็นในช่องธรรมดา 10 นาที เพื่อให้แผ่นเจลเซตตัว
7. ตัดผ้าด้ายดิบ/สาธูเป็นสี่เหลี่ยม แล้วเย็บเป็นถุงใส่แผ่นเจลสมุนไพร
8. นำส่วนประกอบทั้ง 2 ส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยให้แผ่นกำเนิดความร้อนอยู่

ด้านบน

พญ. ปณ. ทิ. โต ชี. เว

ลูกประคบร้อนสมุนไพร

ส่วนประกอบ

1. ไพล	จำนวน	100	กรัม
2. ขมิ้นชัน	จำนวน	50	กรัม
3. ผิวมะกรูด	จำนวน	36	กรัม
4. ตะไคร้	จำนวน	20	กรัม
5. การบูร	จำนวน	10	กรัม
6. พิมเสน	จำนวน	10	กรัม
7. เกลือ	จำนวน	5	กรัม

วิธีเตรียมลูกประคบสมุนไพร

1. นำไพล ขมิ้นชัน ผิวมะกรูด ตะไคร้ที่ได้หั่นและตำพอหยาบ มาคลุกเคลาให้เข้ากัน
2. การบูรและพิมเสนลงไป ผสมให้เข้ากัน
3. ทำการแบ่งตัวยาคือเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ใช้ผ้าขาวห่อ รัดด้วยเชือกให้แน่น

อุปกรณ์ที่ใช้

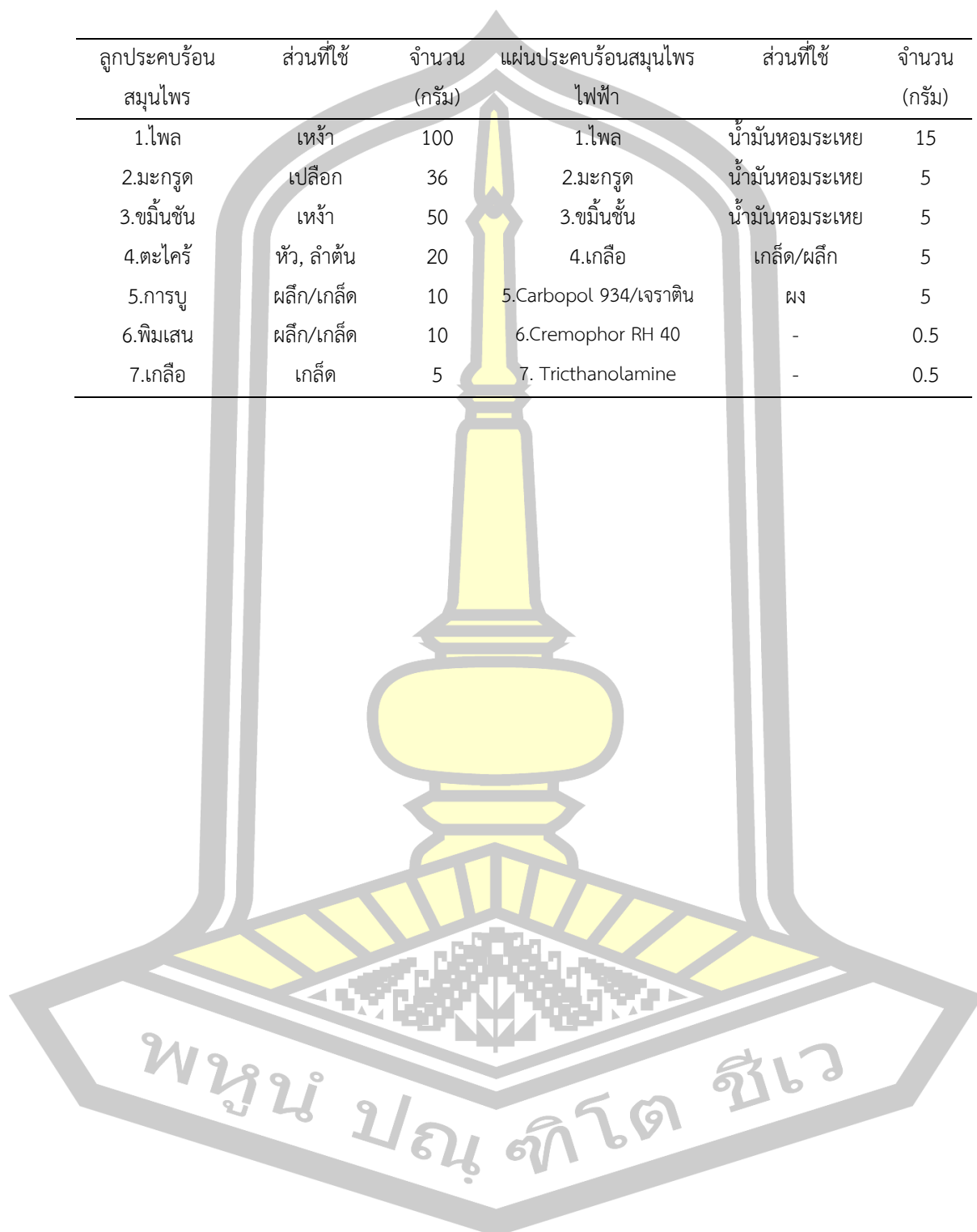
1. หม้อหนึ่งไฟฟ้าใส่น้ำครึ่งหนึ่ง ต้มจนมีไอน้ำร้อน
2. จานรองลูกประคบ
3. นำลูกประคบใส่หม้อหนึ่งประมาณ 20-25 นาที

ขั้นตอนการประคบ

1. ให้ผู้เข้ารับการบำบัดนั่งบนเก้าอี้ อยู่ในท่าที่สบาย
2. นำลูกประคบร้อนสมุนไพรที่ผ่านการนึ่งแล้ว ลองใช้ลูกประคบร้อนสมุนไพรตะบิบริเวณต้นขาเพื่อทดสอบความร้อนมากไปหรือไม่ หากลูกประคบยังร้อนมากให้ใช้ผ้าลองบริเวณที่ประคบช่วงแรกจนลูกประคบคลายความร้อนลงไปบ้างแล้วจึงสามารถเอาลูกประคบลงไปประคบโดยตรงได้
3. การประคบด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพรต้องทำด้วยความเร็ว ไม่วางลูกประคบไว้บนผิวหนังของผู้รับการบำบัดนานเกินไป ควรประคบลงบนผิวหนังแล้วยกขึ้นแล้วเลื่อนไปประคบบริเวณถัดไปตามแนวกล้ามเนื้อต้นขาที่ทำการนวด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการประคบด้วยลูกประคบร้อนสมุนไพร ประมาณ 40 นาที

ตารางที่ 21 ส่วนประกอบลูกประคบร้อนสมุนไพรและแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

ลูกประคบร้อนสมุนไพร	ส่วนที่ใช้	จำนวน (กรัม)	แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า	ส่วนที่ใช้	จำนวน (กรัม)
1.ไพล	เหง้า	100	1.ไพล	น้ำมันหอมระเหย	15
2.มะกรูด	เปลือก	36	2.มะกรูด	น้ำมันหอมระเหย	5
3.ขมิ้นชัน	เหง้า	50	3.ขมิ้นชัน	น้ำมันหอมระเหย	5
4.ตะไคร้	หัว, ลำต้น	20	4.เกลือ	เกลือ/ผลึก	5
5.การบูร	ผลึก/เกลือ	10	5.Carbopol 934/เจราติน	ผง	5
6.พิมเสน	ผลึก/เกลือ	10	6.Cremophor RH 40	-	0.5
7.เกลือ	เกลือ	5	7. Tricthanolamine	-	0.5



แบบสอบถามความพึงพอใจ

เรื่อง การประเมินความพึงพอใจหลังการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย x ลงในช่อง และเติมข้อความที่ตรงความเป็นจริงกับตัวท่านลงในช่องว่าให้สมบูรณ์

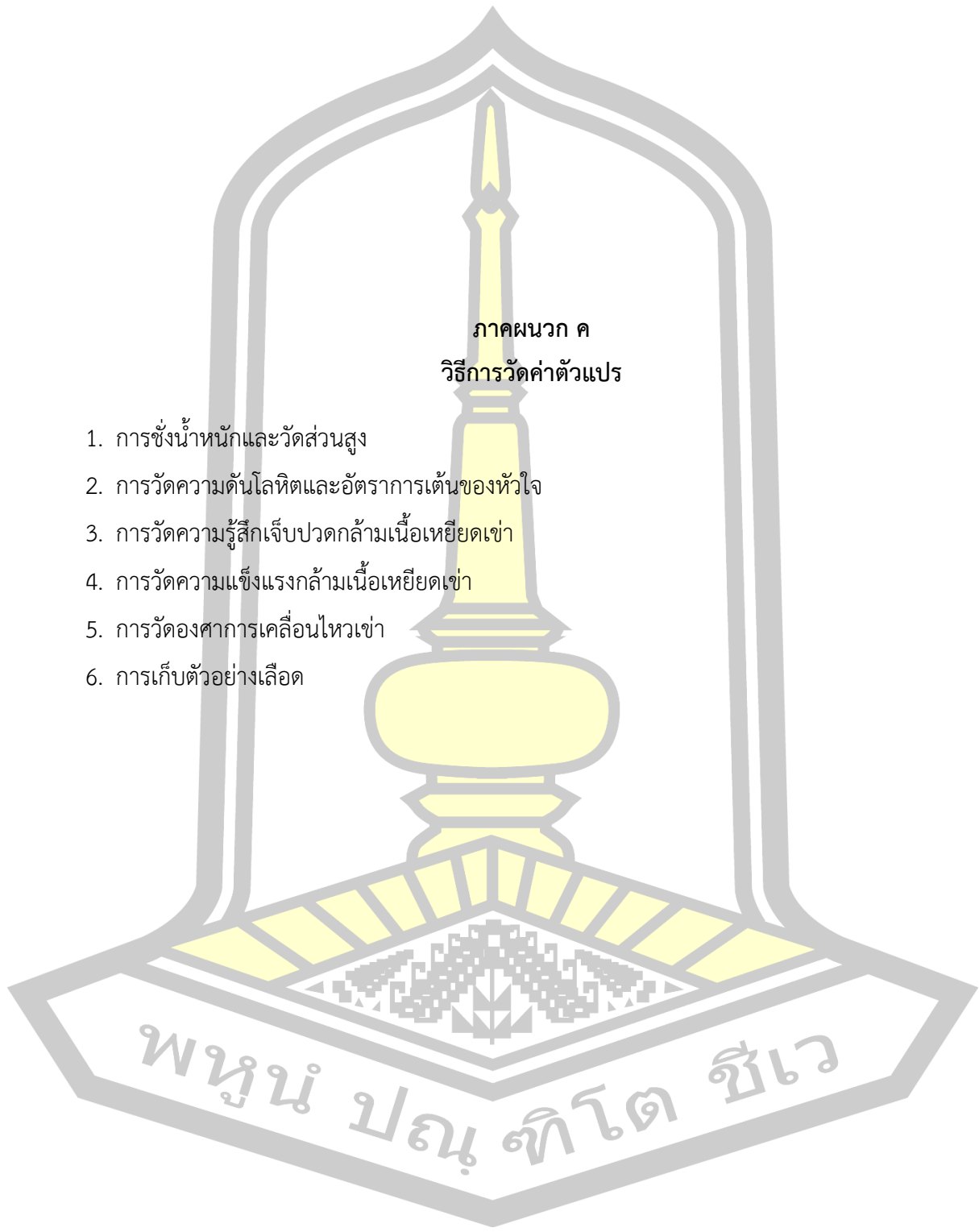
1. เพศ ชาย หญิง

2. อายุ ปี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจหลังการบำบัดอาการปวดระบบกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายด้วยแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย v ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ประเด็น	ระดับความพึงพอใจ		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
<u>1.ลักษณะทางกายภาพของแผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า</u>			
1.ขนาดมีความเหมาะสม			
2.รูปร่างเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้			
3.มีความปลอดภัยในการใช้บำบัดอาการปวดกล้ามเนื้อ			
4.ความร้อนมีความเหมาะสม			
5.ความร้อนสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี			
<u>2.ความรู้สึกลหลังจากใช้แผ่นประคบร้อนสมุนไพรไฟฟ้า</u>			
1.อารมณ์ผ่อนคลาย			
2.การไหลเวียนเลือดบริเวณที่ประคบดีขึ้น			
3.กล้ามเนื้อผ่อนคลาย			
4.อาการปวดตึงกล้ามเนื้อลดลง			



ภาคผนวก ค
วิธีการวัดค่าตัวแปร

1. การชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง
2. การวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ
3. การวัดความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อเหยียดเข้า
4. การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข้า
5. การวัดองศาการเคลื่อนไหวเข้า
6. การเก็บตัวอย่างเลือด

พูนัน ปณฺ ทิโต ชีเว

1. การชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงจะใช้เครื่องชั่งน้ำหนักและส่วนสูง

โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักและส่วนสูง

การชั่งน้ำหนัก

วิธีการวัด

1. อาสาสมัครถอดถุงเท้าและอุปกรณ์ต่างๆ ออกก่อนขึ้นชั่ง
2. อาสาสมัครยืนบนแผ่นรับน้ำหนักของเครื่อง
3. เครื่องจะทำการชั่งน้ำหนักแล้วทำการบันทึกผล

การวัดส่วนสูง

วิธีการวัด

1. อาสาสมัครถอดรองเท้าและถุงเท้า
2. อาสาสมัครยืนบนแป้นเครื่องวัดส่วนสูง หลังพิงผนังและเท้าชิดกัน
3. เลื่อนไม้ฉากวางบนศีรษะแล้วทำการบันทึกผล

2. การวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ

โดยใช้เครื่อง Upper arm blood pressure ยี่ห้อ Panasonic รุ่น EW3153

วิธีการวัด

1. อาสาสมัครนั่งพัก เป็นเวลา 5 นาที
2. อาสาสมัครสอดมือเข้าไปในเครื่องวางข้อศอกบนที่วางข้อศอก
3. อาสาสมัครหายใจเข้าและผ่อนคลาย
4. ผู้ทำการวัดกดปุ่มเริ่ม เครื่องจะทำการวัดอัตโนมัติ
5. บันทึกผลค่าความดันโลหิตและอัตราเต้นของหัวใจขณะพัก

พญ. ปณ. ทิโต ชีเว

3. การวัดความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ

เป็นการวัดค่าความรู้สึกปวดระดับกล้ามเนื้อเหยียดเข่า โดยใช้มาตราวัดความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อแบบตัวเลข (Visual numeric rating scale)

วิธีการวัด

1. อาสาสมัครยืนแยกเท้าช่วงไหล่ แล้วย่อตัวลง 2-3 ครั้งและเดินไปมา
2. อาสาสมัครดูมาตราวัดความรู้สึกปวดกล้ามเนื้อแบบตัวเลข (Visual numeric rating scale: NRS) และชี้ที่ตัวเลขที่ตรงกับระดับความรู้สึกของตนเอง ดังภาพ
3. ทำการบันทึกผล



เครื่องมือวัดความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อแบบ Visual numerical rating scale (VNRS)

4. การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

เป็นการวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่า โดยใช้เครื่อง Leg dynamometer

วิธีการวัด

1. อาสาสมัครยืนบนตำแหน่งที่วางเท้าของเครื่องวัด และงอเข่าลงประมาณ 130-140 องศา
2. หลังและแขนเหยียดตรง มือจับ Hand bar แบบคว่ำมือ
3. ผู้ทำการวัดจัดความยาวของโซ่ให้เหมาะสมไม่หย่อนหรือตึงเกินไป
4. เมื่อได้ยินสัญญาณ “เริ่ม” ทำการออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่
5. ให้ทำการวัด 2 ครั้ง โดยใช้ค่าที่มากที่สุด
6. บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม โดยนำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว

5. การวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

โดยใช้เครื่อง Goniometer เพื่อการรู้ค่าช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

วิธีการวัด

1. อาสาสมัครนอนหงายขาทั้งสองข้างเหยียดตรง
2. ผู้ทำการวัดจัดวางเครื่อง Goniometer โดยจุดหมุนของ Goniometer อยู่ตรงตำแหน่ง Epicondyle ของกระดูก Femur โดยให้แขนข้างหนึ่งอยู่ที่ตำแหน่งระหว่าง Greater trochanter กับตรงกลางของกระดูก Femur ส่วนแขนอีกข้างหนึ่งอยู่บริเวณตำแหน่งระหว่าง Lateral malleolus กับตรงกลางของกระดูก Fibular
3. ผู้เข้ารับการวัดทำการเคลื่อนไหวข้อเข่าด้วยตนเอง (Active range of motion) โดยการงอข้อเข่า (Knee flexion) และเหยียดข้อเข่า (Knee extension)
4. ทำการวัดองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าซ้ำ 2 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย
5. ทำการบันทึกผลองศาการเคลื่อนไหวข้อเข่าที่ได้หน่วยเป็นองศา

6. การเก็บตัวอย่างเลือด

เป็นการเก็บเลือดจากการเจาะจากเส้นเลือดดำบริเวณด้านหน้าของข้อพับแขน บริเวณตำแหน่งเส้นเลือด Cephalic หรือ Basilic vein หรือ Median cubital vein โดยเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครพนม เพื่อวิเคราะห์หาระดับสาร Creatine Kinase ชนิด CK-MM (muscle type)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ตรวจสอบความถูกต้องของชื่อ-นามสกุลที่หลอดบรรจุเลือด ใบส่งตรวจและตัวผู้เข้ารับการตรวจ เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกต้องตรงกัน จึงเริ่มทำการเจาะเลือด
2. ใช้สายรัด (Tourniquet) รัดบริเวณต้นแขนเพื่อให้เห็นเส้นเลือดดำชัดเจน ตรวจสอบตำแหน่งที่จะเจาะเลือด โดยใช้นิ้วสัมผัสเส้นเลือด เมื่อพบแล้ว ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่จะเจาะ โดยใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดวนจากจุดศูนย์กลางหมุนวนเป็นวงกลมออกสู่ด้านนอก รอจนแอลกอฮอล์แห้ง ห้ามสัมผัสเส้นเลือดอีก
3. เมื่อเลือกตำแหน่งเจาะเลือดได้แล้ว เริ่มทำการเจาะเลือด ในขณะที่ให้ผู้เข้ารับการเจาะเลือดกำมือโดยไม่เกร็งกล้ามเนื้อ โดยให้มุมแขนของเข็มประมาณ 15 องศา เมื่อเลือดดำเข้าสู่ Syringe แล้วให้ถอดสายรัดแล้วดึงกระบอกสูบอย่างช้าๆ จนได้ปริมาณเลือด 5 มิลลิลิตร
4. ทำการบรรจุเลือดลงในหลอดเก็บ และลงข้อมูลกำกับฉลากติดสิ่งส่งตรวจ วัน เวลา ชื่อผู้เข้ารับการเจาะลงบนฉลาก และใบส่งตรวจให้เรียบร้อย เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายศักดิ์ชัย ศรีสุข
วันเกิด	วันที่ 9 มกราคม 2515
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	57/323 หมู่บ้านศุภาลัยวิลล์ ถนนพระราม 2 ตำบลพันท้ายนรสิงห์ อำเภอมะเข่ง จังหวัดสมุทรสาคร
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2531 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย พ.ศ. 2534 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย พ.ศ. 2536 ประกาศนียบัตรวิชาการชั้นสูง (ป.กศ.สูง) สาขาวิชาพลศึกษา วิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ พ.ศ. 2538 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2541 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2564 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การ ออกกำลังกายและการกีฬา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	ศักดิ์ชัย ศรีสุข. (2561). ผลของโปรแกรมการเคลื่อนไหวทางกายที่มีต่อ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพในเด็กนักเรียนประถมศึกษาตอน ปลาย โรงเรียนบ้านดอนยานาง จังหวัดนครพนม. วารสารมหาวิทยาลัย นครพนม, 8(3), 1-8 ศักดิ์ชัย ศรีสุข. (2555). ผลการฝึกด้วยน้ำหนักในระดับต่ำแบบสถานีและ การฝึกกิจกรรมทางกายแบบสถานีที่มีต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2(2), 75-89. ศักดิ์ชัย ศรีสุข. (2554). ผลการเรียนรู้พลศึกษา (หมวดวิชาศึกษาทั่วไป) ที่มี ต่อสมรรถภาพทางกายของนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต

ปัตตานี, 22(3), 362-376.

