

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อความหนาตัว การทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และการทรงตัว ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

Effects of blood flow restriction training with core stabilization exercises on thickness and activity of trunk muscles and balance in subjects with nonspecific chronic low back pain

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภุชญา วีระศิริรัตน์

สาขาวิชากายภาพบำบัด

คณะสหเวชศาสตร์

เลขสัญญาทุน AHS 03/2566

ผู้ร่วมวิจัย

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล | เหมือนใจ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ทิพย์ | นามสว่าง |
| 3. อาจารย์ ดร.ณัฐศุภา | สิงห์สุด |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริรัตน์ | เกียรติกุลานุสรณ์ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรชร | บุญลา |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นงนุช | ล่องพัน |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา | กล้ารอด |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คุณาวุฒิ | วรรณจักร |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมลพรรณ | ทวีการ |

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

27 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

หัวข้อวิจัย ผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อความหนาตัว การทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และการทรงตัว ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

ชื่อผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูริชญา วีระศิริรัตน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล เหมือนใจ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทรีทิพย์ นามสว่าง
อาจารย์ ดร.ณัฐศุภา สิงหสุต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริรัตน์ เกียรติกุลานุกรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรชร บุญลา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นงนุช ล่วงพันธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา กล้ารอด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คุณาวุฒิ วรรณจักร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมลพรรณ ทวีการ

หน่วยงาน สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีงบประมาณ 2566

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวปกติต่อความหนาตัวของกล้ามเนื้อ การทำงานของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง โดยอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง จำนวน 38 คน ถูกสุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 19 คน ได้แก่ กลุ่มที่ฝึกด้วยการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และกลุ่มที่ฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ทำการฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ประเมินผลด้วยการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อ ความหนาตัวของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และภาวะทุพพลภาพ ก่อนการรื้อและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่ม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวหลังการติดตามผลที่ 4 สัปดาห์ และ 6 สัปดาห์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทำงานของกล้ามเนื้อ และความหนาตัวของกล้ามเนื้อขณะพัก และหดตัวของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus การทรงตัวขณะยืนแบบ weight bearing และภาวะทุพพลภาพที่ลดลง ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทำงานของกล้ามเนื้อ multifidus ที่การติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ และพบความหนาตัวของกล้ามเนื้อขณะพักของ Transversus abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus และพบขณะหดตัวของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis ที่การติดตามผล 4 สัปดาห์ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีค่าตัวแปรทุกตัวดีขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ ความหนาตัวของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และภาวะทุพพลภาพ หลังการออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ดังนั้นการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยนักกายภาพบำบัดในการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจงในอนาคตต่อไปได้

คำสำคัญ: อาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง การจำกัดการไหลเวียนโลหิต การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว
การทรงตัว ความหนาตัวกล้ามเนื้อ

Project Title	Effects of blood flow restriction training with core stabilization exercises on thickness and activity of trunk muscles and balance in subjects with nonspecific chronic low back pain
Authors	Asst.prof. Phurichaya Werasirarat, Ph.D. Asst.prof. Pornpimol Muanjai, Ph.D. Asst.prof. Junthip Namsawang, Ph.D. Nutsupa Singhasut, Ph.D. Asst.prof. Sirirat Kiatkulanusorn, Ph.D. Asst.prof. Nongnuch Luangpon, Ph.D. Asst.prof. Kultida Klarod, Ph.D. Asst.prof. Kunavut Vannajak, Ph.D. Asst.prof. Pimonpan Taweeakarn, Ph.D. Asst.prof. Orachorn Boonla, Ph.D.
Address	Department of Physical Therapy, Allied Health Sciences Faculty, Burapha University, Chonburi, Thailand
Year	2023

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of Blood flow restriction training (BFR) with core stabilization exercise (CSE) on muscle activity, muscle thickness, balance, and disability in subjects with Nonspecific chronic low back pain (NSCLBP). A total of 38 subjects with NSCLBP (male and female) participated in this study. They were randomly assigned either to the BFR+CSE (n=19) or the CSE group (n=19). The BFR+CSE group was applied with a cuff around the proximal thigh at 60-80% of arterial occlusion pressure. Both groups underwent a supervised rehabilitation 3 times weekly for 4 consecutive weeks. Before and after 4 intervention and follow up at 4-week and 6-week, muscle strength, balance, and disability were measured. The results demonstrated that BFR+CSE group showed significant differences within group improvement in Transversus abdominis (TrA), Multifidus (MF), and Gluteus maximus (Gmax) muscles activity, muscle thickness at rest and contraction, weight bearing balance, and disability (all $P<0.05$) at follow up 4 and 6 weeks. However, only significant increases in EMG activation of MF ($P<0.05$) at follow up at 4 and 6-weeks and muscle thickness in rest was observed for TrA, MF, and Gmax muscles (all, $P<0.05$) and only significant in TrA muscle thickness in contraction ($P<0.05$) at follow up at 4 week for the CSE group. Additionally, the BFR+CSE group exhibited superior benefits compared to the CSE group for all the variables examined above. The present finding indicated BFR+CSE over 4 appears to be more effective in improving TrA, MF, and Gmax muscles activity, muscle thickness, weight bearing balance, and disability. This information could be alternative implications for physical therapist when designing exercise program to improve in patient with NSCLBP.

— **Keyword:** Chronic low back pain, Blood flow restriction, Core stabilization exercise, Balance, Muscle thickness

คำนำ

อาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังเป็นโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่พบได้บ่อย เป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยเผชิญกับอาการปวด ภาวะทุพพลภาพ คุณภาพชีวิตลดลง และภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาที่เพิ่มมากขึ้น การให้โปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงของหลัง เน้นฟื้นฟูประสิทธิภาพการทำงานกล้ามเนื้อ ให้ทำงานดีขึ้น ลดอาการปวด สามารถเพิ่มการทรงตัวดี โดยในปัจจุบันได้มีการนำการจำกัดการไหลเวียนโลหิตนำไปใช้ร่วมกับการออกกำลังกายในรูปแบบต่างๆ สามารถช่วยลดความหนักในการออกกำลังกาย ลดแรงที่กระทำต่อข้อต่อ กล้ามเนื้อ และอาการปวด ที่เกิดจากการที่ข้อต่อรับน้ำหนักมากขณะออกกำลังกายแบบให้แรงต้าน ดังนั้นการนำการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายที่ใช้ความหนักลดลง ช่วยลดการเกิดความเสียหายหรือการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยลดอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังได้

ผู้วิจัยหวังว่าโครงการวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์และสามารถนำผลจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อลดความหนักในการออกกำลังกาย ลดแรงที่กระทำต่อข้อต่อ กล้ามเนื้อ และอาการปวด ที่เกิดจากการที่ข้อต่อรับน้ำหนักมากขณะออกกำลังกายแบบให้แรงต้านในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจงได้ หากพบข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้วิจัย

27 พฤษภาคม 2567

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้
คณะสหเวชศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 (ประเภททุนส่งเสริมนักวิจัยรุ่นใหม่) ตวมสัญญาเลขที่
AHS...03/2566

คณะผู้วิจัย

27 พฤษภาคม 2567

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
คำนำ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 นิยามศัพท์.....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (พร้อมด้วยระบบอ้างอิงที่ถูกต้อง).....	5
2.1 ความชุกของอาการปวดหลังส่วนล่าง.....	6
2.2 สาเหตุของอาการปวดหลังส่วนล่าง.....	6
2.3 กล้ามเนื้อที่มีความเกี่ยวข้องกับอาการปวดหลังส่วนล่าง.....	7
2.4 การรักษาอาการปวดหลังส่วนล่าง.....	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
3.1 ประชากร.....	16
3.2 กลุ่มตัวอย่าง.....	16
3.3 การคัดเลือกอาสาสมัคร.....	16
3.4 เกณฑ์ในการคัดเข้า.....	16
3.5 เกณฑ์ในการคัดออก.....	17
3.6 การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง.....	17
3.7 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	18
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	34
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....	35
4.1 ผลการวิจัย.....	35
4.2 อภิปรายผล.....	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	47
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	47
บรรณานุกรม.....	48
ภาคผนวก.....	54

ภาคผนวก ก (แบบยินยอมอาสาสมัคร).....	55
ภาคผนวก ข (แบบสอบถามคัดกรองอาสาสมัคร).....	57
ภาคผนวก ค (เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย).....	62
ภาคผนวก ง (แบบบันทึกข้อมูลงานวิจัย).....	69
ภาคผนวก จ (รายงานสรุปการเงิน).....	77
ภาคผนวก ฉ (อนุมัติรายงานความก้าวหน้า).....	79

/

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 : ลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัย	36
ตารางที่ 2 : Two-way ANOVA analysis for normalize EMG activity of Transversus abdominis, Multifidus, and Gluteus maximus at pre, 4 week, and 6 week post-intervention	38
ตารางที่ 3 : Two-way ANOVA analysis for muscle thickness of Transversus abdominis Multifidus, and Gluteus maximus, Weight bearing, Tandem, and MODQ at pre, 4 week, and 6 week post-intervention	40

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 : การหาค่าความดันการจำกัดการไหลเวียนโลหิตแบบสมบุรณ์	20
ภาพที่ 2 : การอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน	21
ภาพที่ 3 : การออกกำลังกายท่า Abdominal drawing	21
ภาพที่ 4 : การออกกำลังกายท่า Abdominal bracing	22
ภาพที่ 5 : การออกกำลังกายท่า Alternate arm and leg lift	22
ภาพที่ 6 : การออกกำลังกายท่า Unilateral bridging	23
ภาพที่ 7 : การออกกำลังกายท่า Quadruped contralateral arm and leg lift	23
ภาพที่ 8 : การออกกำลังกายท่า Curl up	24
ภาพที่ 9 : การออกกำลังกายท่า Diagonal curl up	24
ภาพที่ 10 : การออกกำลังกายท่า Sit back	25
ภาพที่ 11 : การออกกำลังกายท่า Prone hip extension	25
ภาพที่ 12 : การออกกำลังกายท่า Bridging on swiss ball	26
ภาพที่ 13 : การออกกำลังกายท่า Diagonal curl up with elastic band	26
ภาพที่ 14 : การออกกำลังกายท่า Trunk extension on swiss ball	27
ภาพที่ 15 : การออกกำลังกายท่า Unilateral bridging with weight cuff	27
ภาพที่ 16 : การติดขั้วรับสัญญาณกล้ามเนื้อ multifidus	28
ภาพที่ 17 : การติดขั้วรับสัญญาณกล้ามเนื้อ transversus abdominis	29
ภาพที่ 18 : การติดขั้วรับสัญญาณกล้ามเนื้อ gluteus maximus	29
ภาพที่ 19 : การทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อ gluteus maximus สูงสุด	30
ภาพที่ 20 : การทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อ transversus abdominis สูงสุด	30
ภาพที่ 21 : การทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อ multifidus สูงสุด	31
ภาพที่ 22 : การตรวจประเมิน weight bearing	32
ภาพที่ 23 : การตรวจประเมิน tandem	32
ภาพที่ 24 : แผนผังลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วม	35
ภาพที่ 25 : แผนภูมิแท่งแสดงค่า normalize EMG activity (%MVC) ของกล้ามเนื้อ	37

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาการปวดหลังส่วนล่าง (low back pain) เป็นปัญหาที่พบได้บ่อยมากที่สุดทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยมีอาการปวดจากด้านล่างของกระดูกซี่โครงระดับสุดท้ายไปยังสะโพก (Dionne et al., 2008) และร้อยละ 90-95 เป็นอาการปวดหลังส่วนล่างแบบไม่จำเพาะเจาะจง (non-specific low back pain) (Maher et al., 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง (chronic low back pain) ซึ่งมีอาการปวดมากกว่า 3 เดือน พบร้อยละ 40 (Costa et al., 2012) เป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยเผชิญกับอาการปวด ภาวะทุพพลภาพ คุณภาพชีวิตลดลง และภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาที่เพิ่มมากขึ้น (Hartvigsen et al., 2018)

สาเหตุที่พบบ่อย ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่อาจเกิดจากการทำงานไม่สมดุลกันของกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อเหยียดหลัง ทำให้ความมั่นคงของลำตัวลดลงและกระตุ้นให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่างได้ (Jung et al., 2014) นอกจากนี้ความไม่สมดุลกันระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและเหยียดสะโพกสามารถส่งผลให้เกิดความไม่มั่นคงของหลังและภาวะทุพพลภาพได้เช่นเดียวกัน (Jeung et al., 2015) ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสัมพันธ์ไปยังการหนาตัวของกล้ามเนื้อ โดยพบว่าในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังมีการหนาตัวของกล้ามเนื้อลำตัวทั้งกล้ามเนื้อหน้าท้องชั้นลึก คือ transversus abdominis และกล้ามเนื้อหลังชั้นลึก คือ multifidus ลดลง ร่วมกับการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ การควบคุมระบบประสาทและกล้ามเนื้อบกพร่องไป (Kim et al., 2013) และพบว่าเมื่อมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ gluteus maximus multifidus และ transversus abdominis จะลดความตึงตัวของ thoracolumbar fascia และความมั่นคงของกระดูกสันหลังโดยผ่านกลไก force closure (Hodges et al., 2003) นอกจากนี้ความสามารถในการทรงตัวลดลงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่พบในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง ซึ่งเกิดจากปัญหาการทำงานของกล้ามเนื้อ transversus abdominis และ multifidus ที่มีผลต่อ proprioceptive ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบการรับรู้ความรู้สึกทางกาย (somatosensory system) อย่างไรก็ตาม กล้ามเนื้อลำตัวและสะโพกขณะที่หดตัวช่วยในการเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลังส่วนเอว-กระดูกเชิงกราน ควบคุมการทรงตัวทำให้สามารถเคลื่อนไหวทั้งร่างกายบนและล่างได้อย่างมั่นคง (Newcomer et al., 2000; O'Sullivan et al., 2003)

การให้โปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core stabilization exercise) เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงของหลัง เน้นฟื้นฟูประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ transversus abdominis multifidus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดลึกให้ทำงานดีขึ้น ลดอาการปวด สามารถเพิ่มการทรงตัวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Carpes et al., 2008) จากการศึกษาของ Akodu และคณะ (ปี 2014) พบว่าการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวสามารถ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถเพิ่มการหนาตัวของกล้ามเนื้อ multifidus ลดอาการปวด และภาวะทุพพลภาพ ในขณะที่การศึกษาล่าสุดของ Narouei และคณะ (ปี 2020) พบว่าการ

ออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์สามารถเพิ่มความหนาตัวของกล้ามเนื้อ gluteus maximus และ transversus abdominis ลดภาวะทุพพลภาพในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง โดยการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอยู่ภายใต้การเรียนรู้การเคลื่อนไหว มีการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ transversus abdominis และ multifidus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดลึก เกาะที่ thoracolumbar fascia เสริมความมั่นคงของกระดูกสันหลังโดยเพิ่มแรงดันภายในช่องท้อง นอกจากนี้สามารถปรับโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับความเจ็บปวดผ่านการสั่งการของสมอง ปรับการทำงานของกล้ามเนื้อ และฝึกการทำงานที่สำคัญของกล้ามเนื้อลำตัวเฉพาะที่สำหรับควบคุมระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ลดอาการปวด ภาวะทุพพลภาพ เพิ่มการเรียนรู้การทำงานของข้อต่อ รวมถึงแก้ไขความบกพร่องการทรงท่าเพื่อเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลังได้ (Kim et al., 2015; Hoffman et al., 2011; Salavati et al., 2016) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการทำงานกล้ามเนื้อ gluteus maximus transversus abdominis และ multifidus รวมถึงความหนาตัวของกล้ามเนื้อ multifidus

ปัจจุบันมีการนำเทคนิคการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต (Blood flow restriction training: BFR training) ซึ่งเป็นการคงการไหลเวียนของหลอดเลือดแดงและจำกัดการไหลเวียนของหลอดเลือดดำระหว่างการออกกำลังกายในสภาวะที่ขาดออกซิเจน (hypoxia) (Loenneke et al., 2012) โดยพบว่าการจำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการฝึกที่ความหนัก 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (% of 1 Repetition maximum; RM) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ให้ผลที่ดีในการเพิ่มความแข็งแรงและขยายขนาดของกล้ามเนื้อ (hypertrophy) เทียบเท่ากับการฝึกที่ความหนัก 60-80 เปอร์เซ็นต์ของ 1 RM (Scott et al., 2016; Slys et al., 2016) โดยการจำกัดการไหลเวียนโลหิตเมื่อนำไปใช้รวมกับการออกกำลังกายในรูปแบบต่างๆ สามารถช่วยลดความหนักในการออกกำลังกาย ลดแรงที่กระทำต่อข้อต่อ กล้ามเนื้อ และอาการปวด ที่เกิดจากการที่ข้อต่อรับน้ำหนักมากเกินไปขณะออกกำลังกายแบบให้แรงต้าน ดังนั้นการนำการจำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการออกกำลังกายที่ใช้ความหนักลดลง ช่วยลดการเกิดความเสียหายหรือการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ และช่วยเพิ่มความเครียดต่อระบบเผาผลาญและระบบกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการพัฒนาบริเวณกล้ามเนื้อที่มีการรัดจากสายรัด (cuff) รวมถึงกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้ต่อและเหนือต่อบริเวณที่มีการรัดให้ทำงานมากขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นได้ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Werasirirat และ Yimlamai (2022) พบว่าการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับโปรแกรมการฟื้นฟูสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพก มีการทำงานของกล้ามเนื้อสะโพกที่เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมให้เพิ่มการทรงตัวที่มากขึ้นได้ โดยเมื่อมีการจำกัดการไหลเวียนโลหิตที่ส่วนต้น (บริเวณต้นขา) ส่งผลให้กล้ามเนื้อที่ถูกรัดภายใต้ cuff เกิดการล้าจึงเกิดการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการไหลเวียนเลือดกลับไปยังกล้ามเนื้อที่อยู่เหนือการรัด คือกล้ามเนื้อสะโพก ส่งผลให้กล้ามเนื้อทำงานเพิ่มมากขึ้น เพื่อเพิ่มความมั่นคงของเชิงกรานได้ (Madarama et al., 2008)

อย่างไรก็ตาม ยังมีการศึกษาน้อยที่ใช้การจำกัดการไหลเวียนโลหิตมาใช้ในการออกกำลังกายผู้ที่มีการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง มีเพียงการศึกษาเดียวที่มีการนำการจำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงมาใช้ในอาสาสมัครที่มีภาวะเสี่ยงที่จะเกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง พบว่าสามารถเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อหลัง และพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ trunk extensor เพิ่มมากขึ้น หลังจากการออกกำลังกายที่ 5 สัปดาห์ (Amano et al., 2016) ซึ่งอาจเป็นผลที่เกิดจาก cross transfer ไปยังกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ถูกจำกัดการไหลเวียนโลหิต โดยการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ส่งผลให้ภาวะ Blood pooling บริเวณที่รัดสายรัด (cuff) ร่วมกับให้แรงดันทำให้กล้ามเนื้อได้ต่อสายรัดเกิดการล้า ก่อให้เกิดการสะสมเมตาบอไลต์ในกล้ามเนื้อมากขึ้น ดังนั้นการลำเลียงก๊าซออกซิเจน และการกำจัดของเสียลดลง ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความไม่สมดุล เมื่อกล้ามเนื้อขาดก๊าซออกซิเจนมากขึ้น ส่งผลให้มีการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการไหลเวียนเลือดกลับไปยังกล้ามเนื้อเหนือต่อสายรัด เกิดความเครียดต่อระบบกล้ามเนื้อและพลังงาน ทำให้กล้ามเนื้อทำงานหนักมากขึ้น ร่างกายจึงกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนและลดการสลายโปรตีน เพิ่มจำนวนของ Fiber type II มากขึ้น นอกจากนี้การกระตุ้นการทำงานของสมอง (cortical excitability) ซึ่งเป็นหลักในการควบคุมส่วนของร่างกายทำให้เกิด spilled over ไปยังการควบคุมส่วนต้นของร่างกาย ทำให้เกิดการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อที่ทำการฝึกจาก motor unit รวมกับการเพิ่มการไหลเวียนในการกระตุ้น anabolic ส่งผลให้กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อได้ (Madarama et al., 2008; Amano et al., 2016; May et al., 2018). อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวเป็นเพียงการศึกษานำร่อง และศึกษาในอาสาสมัครที่มีภาวะเสี่ยงที่จะเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างเท่านั้น ซึ่งยังไม่เห็นผลการศึกษาที่ชัดเจน และยังไม่มีการศึกษาใดเปรียบเทียบผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อความหนาตัว การทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และการทรงตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียวต่อความหนาตัวของกล้ามเนื้อ การทำงานของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ด้านกายภาพบำบัด

การฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ ความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Gluteus maximus, Multifidus และ Transversus abdominis การทรงตัว และลดภาวะทุพพลภาพได้มีประสิทธิภาพกว่าการออก กำลังกายแกนกลางลำตัวปกติ

- ด้านวิชาการบุคลากร

สามารถนำผลจากการศึกษามาเป็นแนวทางในการรักษาทางคลินิกในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

- ด้านการวิจัย

สามารถนำผลการศึกษามาใช้เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาในอนาคตให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง

- ด้านสังคม

สามารถนำงานวิจัยที่ได้มาทำให้เกิดประโยชน์กับทางผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังในคลินิกหรือโรงพยาบาล

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างจากอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง อายุระหว่าง 18-45 ปี

ตัวแปรต้น คือ การจำกัดการไหลเวียนโลหิต การออกกำลังกายแกนกลางลำตัว

ตัวแปรตาม คือ การทำงานของกล้ามเนื้อ ความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Gluteus maximus, Multifidus และ Transversus abdominis การทรงตัว และภาวะทุพพลภาพ

1.5 นิยามศัพท์

- ปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง คือ อาการปวดระหว่างขอบล่างสุดของซี่โครงไปยังสะโพก โดยไม่สามารถระบุสาเหตุของอาการปวดได้อย่างแน่ชัด ซึ่งมีอาการปวดนานมากกว่า 3 เดือนขึ้นไป

- การจำกัดการไหลเวียนโลหิต คือ การฝีกที่นำเอาสายรัด (Tourniquet, cuff) มารัดไว้บริเวณรยางค์ขาหรือแขนของร่างกาย เพื่อให้เกิดภาวะการคั่งของเลือดบริเวณนั้น (Blood pooling) จากการกั้นการไหลเวียนของเลือดแดงบางส่วนบริเวณหลอดเลือดแดง และการกั้นการไหลเวียนของเลือดดำทั้งหมดของหลอดเลือดดำในบริเวณกล้ามเนื้อที่ทำงานขณะออกกำลังกาย

- การออกกำลังกายแกนกลางลำตัว คือการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงของหลัง เน้นฟื้นฟูประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ transversus abdominis และmultifidus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดลึกให้ทำงานดีขึ้น

- การทำงานของกล้ามเนื้อ คือการใช้คลื่นไฟฟ้าวัดสัญญาณการทำงานของกล้ามเนื้อ

บทที่ 2

วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลังส่วนล่าง

หลังส่วนล่างคือ ตำแหน่งขอบล่างสุดของซี่โครงสุดท้ายจนถึงบริเวณสะโพก (Dionne et al., 2008) มีหน้าที่หลักในการรองรับน้ำหนักตัวของร่างกายมากที่สุดและมีการเคลื่อนไหวมากกว่าบริเวณอื่น ทำให้มีอาการบาดเจ็บได้ง่าย ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังส่งผลต่อความมั่นคงของแกนกลางลำตัว โดยแกนกลางเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกสันหลังส่วนเอว กระดูกเชิงกราน และกระดูกสะโพก โดยมีกล้ามเนื้อรวมกันเป็นกล่อ่ง กล้ามเนื้อทั้งหมด 29 มัด เป็นจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนปลาย โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว คือ ความสามารถในการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณแกนกลางลำตัว เพื่อให้เกิดความมั่นคงแก่แกนกลางของร่างกาย และทำให้การเคลื่อนไหวของร่างกายทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังช่วยลดแรงที่จะมากระทำต่อกระดูกสันหลัง ซึ่งต้องอาศัยความสำคัญของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเปรียบเสมือนแกนกลางร่างกายเพราะเป็นจุดเชื่อมต่อกับร่างกาย กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวยังมีส่วนช่วยในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ถ้ามีกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่มีความมั่นคงแข็งแรง ร่างกายจะสามารถดูดซับแรงกระแทกที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ และยังสามารถช่วยลดปริมาณงานที่เกิดขึ้นในข้อต่อต่างๆ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บทั้งยังสามารถช่วยให้ร่างกายปรับสมดุลในระหว่างการเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี ช่วยในการประสานงานของร่างกายในการรักษาดำรงตำแหน่งขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว และยังสามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ Hodges และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาเรื่องการหดตัวของกล้ามเนื้อหน้าท้องซึ่งส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้ออย่างค้ำและผลการทดลองสรุปว่า ปฏิกริยาตอบสนองของกล้ามเนื้อหน้าท้องจะเกิดขึ้นก่อนการเคลื่อนไหวอย่างค้ำในทรวงอก การเคลื่อนไหว ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีส่วนช่วยในการเคลื่อนไหวของร่างกายร่วมด้วย โดยกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวซึ่งประกอบไปด้วย กล้ามเนื้อหน้าท้องที่อยู่ส่วนลึก (Transversus abdominis) กล้ามเนื้อหลังในส่วนลึก (Multifidus) กล้ามเนื้อกระบังลม (Diaphragm) และกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน (Pelvic floor) โดยกล้ามเนื้อเหล่านี้จะทำงานร่วมกันเพื่อสร้างความสมดุลของแกนกลางลำตัวเป็นส่วนที่ช่วยรับแรงกระแทก เมื่อกระโดดขึ้นลงหรือการเคลื่อนที่ด้วยการกระโดดในทิศทางต่าง ๆ กัน หรือช่วยในการรับแรงขณะที่ร่างกายมีการปะทะเป็นส่วนที่ช่วยสร้างความมั่นคง และความสมดุลขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว โดยความมั่นคงแกนกลางประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ 1) การควบคุมประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular control) คือระบบสั่งการและควบคุมประกอบด้วยเส้นประสาทและระบบประสาทส่วนกลาง 2) โครงสร้างแบบ Passive คือโครงสร้างอื่นที่ไม่ใช่กล้ามเนื้อ ประกอบด้วย กระดูกสันหลัง หมอนรองกระดูกสันหลัง ข้อต่อ และเอ็นกระดูก 3) โครงสร้างกล้ามเนื้อ คือกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อรอบ ๆ กระดูกสันหลัง โครงสร้างทั้ง 3 ต้องทำงานร่วมกัน เพื่อให้เกิดความมั่นคง ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งสูญเสียการทำงานไป อาจจะทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ กล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนลึก ซึ่งจะทำงานก่อนมัดที่กล้ามเนื้อที่ใช้ในการ

เคลื่อนไหวส่วนของร่างกาย เพื่อให้ความมั่นคงแก่กระดูกสันหลังอันเป็นการเตรียมความพร้อมต่อภาวะการเสียสมดุลและการเปลี่ยนแปลงศูนย์กลางมวล อันเนื่องมาจากการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อลำตัว หรือจากการเคลื่อนไหวของแขนขา โดยทำงานอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงที่มีแรงกระทำให้ร่างกายเสียสมดุล ซึ่งแตกต่างจากการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องกลุ่มต้นที่ทำงานควบคุมแรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลังในทิศทางเฉพาะ เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อหลังส่วนลึกนั้นทำงานก่อนมัดกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกาย ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวต่อเนื่องตลอดเวลาที่มีการเคลื่อนไหวและไม่ขึ้นกับทิศทางของการเสียสมดุลของร่างกาย (Hodges et al., 1997) นอกจากนี้กล้ามเนื้อหลังชั้นลึก คือ Multifidus มีการทำงานที่ลดลง ร่วมกับการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ การควบคุมระบบประสาทและกล้ามเนื้อบกพร่องไป (Kim et al., 2013) และพบว่าเมื่อมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ Gluteus maximus, Multifidus และ Transversus abdominis จะลดความตึงตัวของ Thoracolumbar fascia และความมั่นคงของกระดูกสันหลังโดยผ่านกลไก Force closure (Hodges et al., 2003)

2.1 ความชุกของอาการปวดหลังส่วนล่าง

อาการปวดหลังส่วนล่างเป็นปัญหาที่พบได้มากที่สุดในการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นปัญหาระดับต้น ๆ ของโลก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ส่งผลต่อประชากรจำนวนมาก พบความชุกถึงร้อยละ 55-90 ของประชากรที่ประสบปัญหาปวดหลัง โดยในประเทศไทยพบว่าอาการปวดหลังส่วนล่างมีความชุกที่สูง อยู่ระหว่างร้อยละ 22.3 - 83.1 (Chatprem et al., 2018) พบความชุกสูงสุดในเพศหญิงและผู้ที่มีอายุ 40-80 ปี (Hoy et al., 2012)

อาการปวดหลังส่วนล่างจำแนกออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเฉียบพลัน (Acute back pain) พบร้อยละ 49 ระยะกึ่งเฉียบพลัน (Subacute back pain) และระยะเรื้อรัง (Chronic back pain) (Costa et al., 2012) พบร้อยละ 40 เป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการปวด ส่งผลให้รับกวนการทำงานในชีวิตประจำวัน สูญเสียรายได้ และมีภาระค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นจากการรักษาหรือสามารถกลับมาเป็นซ้ำได้อีก (Hartvigsen et al., 2018) และพบว่าร้อยละ 90-95 เป็นอาการปวดหลังส่วนล่างแบบไม่จำเพาะเจาะจง (Maher et al., 2017)

2.2 สาเหตุของอาการปวดหลังส่วนล่าง

สาเหตุของอาการปวดหลังส่วนล่างเกี่ยวข้องกับการทำกิจวัตรประจำวันหรือลักษณะงานที่ทำซ้ำ ๆ หรืออยู่ในท่าทางที่ไม่เหมาะสม ส่งผลต่อโครงสร้างของกระดูกและกล้ามเนื้อทำงานไม่สมดุลกัน ทำให้เกิดอาการปวดหลังได้ง่าย โดยทำให้เกิดปวดหลังแบบเรื้อรัง เป็น ๆ หาย ๆ แนวทางการรักษาโรคมีความซับซ้อนหลากหลาย และผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังส่งผลต่อความมั่นคงของแกนกลางลำตัว (Hodges et al., 1997) โดยความไม่มั่นคงของเอวและอุ้งเชิงกรานอาจเกี่ยวข้องกับความผิดปกติในบริเวณกระดูกสันหลังบริเวณเอว สะโพก และหัวเข่า การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ การหดสั้นของกล้ามเนื้อ หรือความตึงตัวของกล้ามเนื้อบริเวณเอวและอุ้งเชิงกราน (de Sousa et al., 2019) นำไปสู่ความผิดปกติที่แสดงออกเป็นอาการปวดหลังส่วนล่าง ทำให้ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลต่อสภาพจิตใจโดย

ทำให้ผู้ป่วยมีความวิตกกังวล นำไปสู่ภาวะซึมเศร้าและต้องหยุดงานในที่สุด จากการศึกษาในอดีตพบว่าผู้ป่วยที่มีความไม่มั่นคงของกระดูกสันหลังระดับเอว มักตอบสนองดีเมื่อได้รับการรักษาโดยการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core stabilization exercise) อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาที่ไม่เหมาะสม จะให้ผลการรักษาที่ไม่ดีนักและในผู้ป่วยบางรายอาจพบที่มีความไม่มั่นคงของกระดูกสันหลังระดับเอวมากขึ้นจนพัฒนาไปเป็นกระดูกสันหลังเคลื่อน (Spondylolisthesis) ได้ในที่สุด (Chatprem et al., 2018)

2.3 กล้ามเนื้อที่มีความเกี่ยวข้องกับอาการปวดหลังส่วนล่าง

2.3.1 กล้ามเนื้อที่อ่อนแรง (Muscle weakness)

กล้ามเนื้อหน้าท้องชั้นลึก (Transversus abdominis muscle) ทางด้านหน้าวางตัวตามแนวขวางส่วนลึก เป็นกล้ามเนื้อชั้นในสุดของท้องล้อมรอบตัวเหมือนเข็มขัด ทำหน้าที่ช่วยประคองกระดูกซี่โครง และอวัยวะภายในให้มั่นคง

กล้ามเนื้อหลัง (Multifidus muscle) ทางด้านหลัง เป็นกล้ามเนื้อชั้นลึก ทำหน้าที่ช่วยยึดเหนี่ยวไม่ให้ข้อเคลื่อน ส่งผลให้กระดูกสันหลังแต่ละชิ้นทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดความเสี่ยงที่เกิดจากแรงเสียดทานจากการออกกำลังกายตามปกติ

กล้ามเนื้อสะโพก (Gluteal muscles) ทางด้านหลัง ทำหน้าที่เหยียดสะโพก กางต้นขาและหมุนต้นขาออกด้านนอก

2.4 การรักษาอาการปวดหลังส่วนล่าง

โดยปกติอาการปวดหลังส่วนล่างจะดีขึ้นด้วยการพักผ่อน ยาแก้ปวด และกายภาพบำบัด การฉีดคอร์ติโซนและการรักษาแบบ Hands-on (เช่น การจัดการกระดูกหรือโครแพรคติก) สามารถบรรเทาอาการปวดและช่วยกระบวนการบำบัดได้ อาการบาดเจ็บและภาวะหลังบางอย่างจำเป็นต้องผ่าตัดซ่อมแซม

โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การออกกำลังกายในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง เป็นวิธีรักษาที่มีประสิทธิภาพ ลดอาการปวดและอาการบาดเจ็บของโครงสร้างกระดูกสันหลัง ชะลอการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อ และทำให้ผู้ป่วยสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้ดีมากยิ่งขึ้น (Costa et al., 2012)

2.4.1 การรักษาทางกายภาพบำบัด

การรักษาทางกายภาพบำบัด เช่น การปรับเปลี่ยนท่าทางในชีวิตประจำวันให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลัง (Stabilization exercise) ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลัง เช่น กล้ามเนื้อ Transversus abdominis (TrA), Lumbar multifidus, Other paraspinal, Abdominal, Diaphragmatic and Pelvic musculature (Suh et al., 2019, Akhtar et al., 2017) แต่อย่างไรก็ตาม ไม่มีหลักฐานสนับสนุนที่แน่ชัดว่าการออกกำลังกายแบบใดมีประสิทธิภาพเหนือกว่ากัน (Gomes-Neto et al., 2016) การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นอีกหนึ่งวิธีการรักษาที่มีประสิทธิภาพ ในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการกระตุ้น

การทำงานโครงสร้างของกล้ามเนื้อเพื่อช่วยโครงสร้าง Passive และการควบคุมประสาทกล้ามเนื้อกลับมาทำงานเป็นปกติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความมั่นคงของกระดูกสันหลัง เพิ่มความสามารถในการควบคุม การทรงท่า และการเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งเป็นการกระตุ้นการทำงานกล้ามเนื้อมัดลิบริเวนแกนกลาง ลำตัวให้ทำงานดีขึ้น กระตุ้นโครงสร้างกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวให้แข็งแรง ส่งผลต่อระบบการควบคุมการ ประสาทและกล้ามเนื้อ ทำให้ระบบประสาทสั่งการและตอบสนองได้อย่างรวดเร็วเป็นอัตโนมัติมากขึ้น มีการ เปลี่ยนแปลงการทรงท่าในขณะเคลื่อนไหวได้รวดเร็วขึ้นทำให้โครงสร้างต่าง ๆ ที่เคลื่อนไปกลับมาอยู่ในแนวที่ดี และกลับมาทำงานได้ปกติขึ้น

การศึกษาที่ผ่านมาของ Suh และคณะ (2019) ทำการศึกษาการออกกำลังกายในผู้ที่มีอาการปวดหลัง ส่วนล่างเรื้อรัง โดยจะทำการศึกษาในผู้ที่มีอายุมากกว่า 20 ปี และมีอาการปวดหลังส่วนล่างนานมากกว่า 3 เดือน ซึ่งมีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 60 ราย โดยจะทำการแบ่งผู้เข้าร่วมเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ราย ดังนี้ กลุ่ม 1 การ ออกกำลังกายแบบงอลำตัว กลุ่ม 2 การออกกำลังกายแบบเดิน กลุ่ม 3 การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลาง ลำตัว และกลุ่ม 4 การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับการเดิน โดยโปรโตคอลของการออก กกำลังกาย คือ ผู้เข้าร่วมจะออกกำลังกายแต่ละครั้งเป็นเวลา 30-60 นาที 5 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมทั้งหมดถูกสอนเรื่องการทรงท่าของหลังส่วนล่างที่ถูกต้อง และมีการให้ความรู้ทางคลินิกโดย นักกายภาพบำบัดอีกด้วย กลุ่มการออกกำลังกายแบบงอลำตัว จะได้รับการออกกำลังกายโดยการยืด Abdominal muscle, Quadriceps, Hamstring, Tensor fascia latae, Piriformis muscle และ Quadratus lumborum muscles เป็นเวลา 30 นาที กลุ่มการออกกำลังกายแบบเดิน จะทำการเดินเร็วบน พื้นราบพร้อมกับทำ Abdominal bracing เป็นเวลา 30 นาที กลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ประกอบด้วย กล้ามเนื้อ Transverse abdominis, Rectus abdominis, Erector spinae, Multifidus, Internal oblique abdominals และ Quadratus lumborum ผู้เข้าร่วมจะได้รับคำสั่งให้ออกกำลังกาย ทั้งหมด 5 ท่าในแต่ละเซตขึ้น ผู้เข้าร่วมจะต้องทำทั้งหมด 7 ท่า ท่าละ 5 ครั้ง เป็นเวลาประมาณ 30 วินาทีต่อ ท่า รวมเป็น 25 นาที ผู้เข้าร่วมทั้งหมดทำยืดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5 นาที เพื่ออบอุ่นร่างกาย และกลุ่มการออก กายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ร่วมกับการเดิน จะทำการออกกำลังกายเหมือนกลุ่มการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว แต่จะเพิ่มการเดินเข้าไปอีก 30 นาที โดยจากการศึกษานี้ ชี้ให้เห็นว่า กลุ่มการออก กายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและการออกกำลังกายแบบเดินช่วยลดอาการปวดหลังส่วนล่างได้อย่างมี นัยสำคัญ และยังช่วยเรื่องการทรงตัวและความทนทานของกล้ามเนื้อหลังได้เป็นอย่างมาก การออกกำลังกาย ในกลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับการเดิน มีแนวโน้มที่จะส่งผลดีเช่นกัน แต่เป็นไปได้ ยากที่ผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างจะสามารถออกกำลังกายได้ยาวนานถึง 60 นาที

การศึกษาของ Moffett และคณะ (1999) เป็นการศึกษาผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างอายุ 18 – 60 ปี มีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 187 ราย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มควบคุม 98 ราย และกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกาย 89 ราย มีทั้งหมด 8 การออกกำลังกาย มีผู้ไม่เข้าร่วม 8 ราย เข้าร่วมมากกว่า 1 การออกกำลังกาย 85 ราย และเข้าร่วม 6-8 การออกกำลังกาย 65 ราย ติดตามผลที่ 6 สัปดาห์ 6 เดือน และ 1 ปี โดยกลุ่มที่ได้รับ

การออกกำลังกาย จะมีโปรแกรมการออกกำลังกายประกอบด้วย 8 เซสชัน แต่ละเซสชันใช้เวลา 1 ชั่วโมง และจะกระจายไปใช้เวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งโปรแกรมนี้นี้จะคล้ายกับ Oxford fitness program และรวมทั้งการออกกำลังกายแบบยืดอกกล้ามเนื้อ Low impact aerobic exercises และการออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัก เพื่อส่งเสริมการเคลื่อนไหวที่ปกติของกระดูกสันหลัง และในกลุ่มควบคุมผู้เข้าร่วมจะอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์ และในบางกรณีอาจจะถูกส่งต่อไปยังนักกายภาพบำบัด ผลการศึกษานี้ พบว่าผู้ป่วยกลุ่มได้รับการออกกำลังกาย มีระดับความปวดที่ลดลงและน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 6 สัปดาห์ 6 เดือน และ 1 ปี ซึ่งผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายนั้นสามารถช่วยเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลัง และลดอาการปวดหลังส่วนล่างในระยะยาวได้

การศึกษาของ Abass และคณะ (2020) เป็นการศึกษาผลการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่เฉพาะเจาะจง โดยผู้เข้าร่วมมีอาการปวดหลังในระดับเล็กน้อยถึงปานกลางมานานอย่างน้อย 12 สัปดาห์ โดยกลุ่ม Intervention จะได้รับรังสี Infrared 15 นาที กระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า (TENS) 10 นาที และสอนการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในระยะที่ 1 จะเป็นการพัฒนาการรับรู้การหดตัวแบบ Isometric ของความมั่นคงของกล้ามเนื้อ โดยสอนการหดตัวแบบ Isometric ของ Transversus abdominis และ Multifidus muscles ระยะที่ 2 เป็นการออกกำลังกายแบบ Closed chain ที่มีความเร็วต่ำและน้ำหนักน้อย จุดประสงค์เพื่อ Maintain กล้ามเนื้อเฉพาะที่ แล้วค่อย ๆ ใช้ร่างกายในการ Weight bearing ระยะที่ 3 การออกกำลังกายแบบ Open chain ที่มีความเร็วต่ำและน้ำหนักมากทำการออกกำลังกายทั้งหมด 8 สัปดาห์ละ 2 ครั้ง/สัปดาห์ ในกลุ่มควบคุมผู้เข้าร่วมจะได้รับการรักษาเช่นเดียวกับกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกาย แต่ไม่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว หลังจากการรักษาไปแล้ว 8 สัปดาห์ ความเจ็บปวดลดลงในทั้ง 2 กลุ่ม เนื่องจากผู้เข้าร่วมทุกคนได้รับรังสี Infrared และกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า (TENS) ซึ่งได้รับการรายงานว่ามีประสิทธิภาพในการบรรเทาอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง

การศึกษาของ Capes และคณะ (2008) มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของลำตัวและการฝึกความมั่นคงของหลังส่วนล่าง มีผู้เข้าร่วม 6 ราย เข้ารับการอบรมทั้งหมด 20 ครั้ง เพื่อทำการฝึกความแข็งแรงของลำตัวและการฝึกความมั่นคงของหลังส่วนล่างโดยโปรแกรมการฝึกทำมากกว่า 20 ครั้ง ในระยะเวลา 7 สัปดาห์ แต่ละครั้ง ใช้เวลา 50 นาที และดำเนินการโดยนักกายภาพบำบัดคนเดิมเสมอ การฝึกนี้มีพื้นฐานมาจากการหดตัวแบบ Isometric ของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน และกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง โดยแบ่งเป็น 2 เซต เซตละ 12 ครั้ง แต่ละครั้ง พัก 5 วินาที โดยท่าออกกำลังกายมีดังนี้ 1. Dead bug exercise 2. Quadruped exercise 3. Curl-ups 4. Resisted trunk rotation 5. The horizontal side support exercise 6. Superman exercise แม้จะเป็นท่าทางที่ยากแต่มีความสำคัญต่อความมั่นคงของกระดูกสันหลังหลังจากการฝึกการออกกำลังกายนี้ พบว่า การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวสามารถเสริมสร้างความมั่นคงของหลังเน้นฟื้นฟูประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และ

Multifidus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดลึกให้ทำงานดีขึ้น ลดอาการปวดและสามารถเพิ่มการทรงตัวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาของ Akodu และคณะ (2014) มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Lumbar multifidus ในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างแบบไม่เฉพาะเจาะจง ผู้เข้าร่วมโดยมีผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมด 135 ราย ถูกคัดออก 7 ราย เหลือผู้เข้าร่วม 128 ราย แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 32 ราย ประกอบด้วย กลุ่มที่ได้รับ การออกกำลังกาย 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ร่วมกับการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า (TENS) กลุ่มที่ 3 ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ร่วมกับการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า (TENS) และการนวด และกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการบำบัดด้วยยาเพียงเท่านั้น โดยจะได้รับการตรวจความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Lumbar multifidus สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ติดต่อกัน หลังจากสิ้นสุดการศึกษาพบว่าในกลุ่ม 1, 2 และ 3 ผู้เข้าร่วมมีอาการปวดหลังส่วนล่างที่ลดลงและมีการหนาตัวของกล้ามเนื้อ Multifidus ที่เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์สามารถเพิ่มการหนาตัวของกล้ามเนื้อ Multifidus ลดอาการปวดและภาวะทุพพลภาพได้

การศึกษาของ Narouei และคณะ (2020) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในกล้ามเนื้อ 6 มัด ในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่เฉพาะเจาะจง โดยมีผู้เข้าร่วมการศึกษานี้ ทั้งหมด 32 คน โดยจะได้รับการสุ่มให้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มการออกกำลังกาย 17 ราย และกลุ่มควบคุม 15 ราย กลุ่มออกกำลังกายจะได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 16 ท่าทาง และในกลุ่มควบคุมได้รับการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า (TENS) และการประคบด้วยแผ่นร้อน หลังการศึกษานี้สิ้นสุด พบว่า การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Gluteus maximus และ transversus abdominis ลดภาวะทุพพลภาพในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

การศึกษาของ Ko และคณะ (2018) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและการออกกำลังกายแบบสลับต่อมุมของ Lumbosacral ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเอว ระดับความเจ็บปวดของผู้ป่วยที่มีอาการหลังส่วนล่างเรื้อรัง โดยการศึกษาครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 29 ราย โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม 1 การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 10 ราย กลุ่ม 2 การออกกำลังกายแบบสลับ 10 ราย และ กลุ่ม 3 กลุ่มควบคุม 9 ราย โปรแกรมการออกกำลังกาย ในกลุ่มที่ 1 และ 2 ใช้เวลา ครั้งละ 60 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ การออกกำลังกาย ประกอบด้วย 1) Sit up 2) Superman exercise 3) Quadruped arm & Leg raise 4) Squat 5) Lower body fixation plank (Surface or sling) 6) Upper body fixation plank (Surface or sling) 7) Side plank (Surface or sling) และ 8) Hip bridge (Surface or sling) โดยที่ก่อนและหลังการออกกำลังกาย ผู้วิจัยจะทำการวัดมุม Lumbosacral ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนเอวและระดับความเจ็บปวด หลังจากสิ้นสุดการศึกษานี้ พบว่า

ในกลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและกลุ่มการออกกำลังกายแบบสลับความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออเอมมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและมีการลดลงของอาการปวดหลังส่วนล่าง แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและการออกกำลังกายแบบสลับเป็นวิธีที่มีประโยชน์สำหรับอาการปวดหลังส่วนล่าง

ดังนั้นการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจะไปกระตุ้นกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงของกระดูกสันหลัง ช่วยรักษาอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง ทำให้โครงสร้างหลังทำงานปกติมากขึ้น รวมถึงป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานหรือการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมได้

2.4.2 การรักษาด้วยการจำกัดการไหลเวียนโลหิต

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบการฝึกออกกำลังกายที่หลากหลายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกาย นอกจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิก หรือใช้แรงต้านแบบดั้งเดิมที่ใช้อุปกรณ์แค่บาร์หรือดัมเบลล์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันดีอยู่แล้วว่า การฝึกออกกำลังกายดังกล่าวสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้เป็นอย่างดีหากมีการฝึกอย่างถูกต้องและเหมาะสม แต่ด้วยข้อจำกัดบางประการของกลุ่มคนบางกลุ่มที่มีความเจ็บป่วยจนไม่สามารถที่จะฝึกได้ตามโปรแกรมที่ต้องการ เช่น ผู้ที่ได้รับบาดเจ็บหรือผ่าตัดบริเวณข้อต่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะหัวเข่า หรือผู้สูงอายุที่ไม่สามารถออกกำลังกายหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ หรือกลุ่มนักกีฬาบางกลุ่มที่ต้องฝึกในลักษณะเฉพาะของกีฬานั้น ๆ เช่น นักว่ายน้ำ เป็นต้น จึงทำให้ไม่สามารถฝึกเพื่อบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ได้ จากข้อจำกัดดังกล่าวมาแล้วจึงได้มีการพัฒนารูปแบบการออกกำลังกายเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น

การจำกัดการไหลเวียนโลหิตเป็นรูปแบบการออกกำลังกายทางเลือกที่ถูกพัฒนามาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเหล่านั้น โดยการจำกัดการไหลเวียนโลหิตเป็นรูปแบบการฝึกที่นำเอาสายรัด (Tourniquet, cuff) มารัดไว้บริเวณรยางค์ขาหรือแขนของร่างกาย เพื่อให้เกิดภาวะการคั่งของเลือดบริเวณนั้น (Blood pooling) จากการกั้นการไหลเวียนของเลือดแดงบางส่วนบริเวณหลอดเลือดแดง และการกั้นการไหลเวียนของเลือดดำทั้งหมดของหลอดเลือดดำในบริเวณกล้ามเนื้อที่ทำงานขณะออกกำลังกาย (Scott et al., 2015, Patterson et al., 2019) ซึ่งจะส่งผลให้ลดการไหลของเลือดแดงมาสู่กล้ามเนื้อที่ทำงาน และลดเลือดดำที่ไหลกลับสู่หัวใจ (Venous return) จึงส่งผลให้การลำเลียงออกซิเจนเข้าสู่กล้ามเนื้อ และกำจัดของเสียจากระบบเผาผลาญพลังงานลดลงจนเกิดสภาวะไม่สมดุลของออกซิเจนในกล้ามเนื้อ (Bennett et al., 2019) ทำให้กล้ามเนื้อขาดออกซิเจน (Hypoxia) เพิ่มการสะสมของของเสีย (กรดแลคติก) ในกล้ามเนื้อ และเพิ่มความเครียดให้กับระบบพลังงานและกล้ามเนื้อมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การที่กล้ามเนื้อทำงานภายใต้แรงบีบของสายรัดส่งผลให้เกิดแรงดันภายในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Kacin et al., 2015) ซึ่งจะส่งผลให้กล้ามเนื้อนั้นทำงานหนักขึ้นโดยที่ความหนัก (Intensity) ของการฝึกคงที่ กระบวนการเหล่านี้กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของร่างกาย เกิดการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มมากขึ้นลดการสลายโปรตีน เพิ่มการผลิตฮอร์โมนทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังเพิ่มการระดมหน่วยยนต์ส่งผลให้ความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย (Fujita et al.,

2008) อีกทั้งยังเพิ่มหลอดเลือดฝอยในกล้ามเนื้อเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะออกกำลังกาย และเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Pearson and Hussain.,2015) นอกจากนี้ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตคือช่วยลดความหนักของการฝึกลง แต่ยังได้ผลในการพัฒนาระบบต่าง ๆ ของร่างกายเช่นเดิม ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ที่มีข้อจำกัดในการฝึกออกกำลังกายที่มีความหนักสูง

การฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตมีต้นกำเนิดที่ประเทศญี่ปุ่น โดยโยชิอากิ ซาโต ในช่วงปลายทศวรรษ 1960 โดยใช้ชื่อว่า KAATSU แต่เพิ่งมาได้รับความนิยมทั่วโลกในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาเนื่องจากเป็นรูปแบบการฝึกแบบใหม่ที่ใช้ความหนักในการฝึกอยู่ในระดับต่ำ แต่สามารถกระตุ้นการพัฒนาของระบบต่าง ๆ ในร่างกายเช่นเดียวกับการฝึกที่มีความหนักสูง โดยจะทำการฝึกร่วมกับการออกกำลังกายรูปแบบต่าง ๆ โดยที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือการฝึกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและแอโรบิก ปัจจุบันมีรูปแบบการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตหลากหลายวิธีการ ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกัน เช่น ขนาดของสายรัดแรงดันที่ใช้ในการจำกัดการไหลของโลหิต รวมทั้งรายละเอียดในการฝึกออกกำลังกายแบบต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา ความหนักที่ใช้ในการฝึกมีความแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการฝึก ซึ่งอาจทำให้ผู้ที่เริ่มฝึกหรือเริ่มศึกษาเกี่ยวกับการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตอาจขาดความเข้าใจและสับสนได้ ในบทความนี้ผู้วิจัยสรุปหลักการในการใช้อุปกรณ์เพื่อจำกัดการไหลเวียนโลหิต และหลักการในการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตควบคู่กับการออกกำลังกายแบบแรงต้านและแอโรบิก เพื่อให้ผู้ปฏิบัติจะได้ทำความเข้าใจและสามารถนำการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตไปปฏิบัติต่อไปได้

2.4.2.1 กลไกของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนเลือด

การจำกัดการไหลเวียนโลหิตจะนิยมทำพร้อมกับการออกกำลังกาย โดยจะใช้สายรัดที่สามารถปรับแรงดัน (Pneumatic tourniquet) ได้ การรัดจะต้องรัดเหนือกล้ามเนื้อที่ต้องการฝึก (Proximal to working muscle) เช่น ต้นแขนหรือต้นขา เพื่อจำกัดการไหลเวียนของโลหิตที่ร่างกายหรือกล้ามเนื้อที่อยู่ส่วนปลายของสายรัด โดยการอุดกั้นหลอดเลือดแดงที่มาเลี้ยง และหลอดเลือดดำเลือดกลับสู่หัวใจ จากนั้นทำการเพิ่มแรงดันจากภายนอกเพื่อกดทับหลอดเลือดบริเวณส่วนต้นของกล้ามเนื้อที่ทำงาน (Loënnike et al, 2012) การควบคุมแรงดันจากภายนอกเพื่อกดทับบริเวณหลอดเลือดที่อยู่ภายใต้สายรัดจะส่งผลต่อหลอดเลือดดำมากกว่าหลอดเลือดแดง โดยยิ่งเพิ่มแรงดันมากเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มปริมาณของเลือดที่คั่งอยู่บริเวณกล้ามเนื้อนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการบวมและการคั่งของเลือด ซึ่งจะเกิดได้ทั้งบนหรือล่างสายรัด ด้านบนของสายรัดจะเกิดจากการคั่งของเลือดแดงที่ไหลเข้าสู่กล้ามเนื้อได้น้อย ส่วนด้านล่างของสายรัดจะเกิดการคั่งของเลือดเนื่องจากเลือดดำที่ไหลกลับหัวใจไม่ได้ ดังนั้นในการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตจึงต้องคำนึงถึงระดับของแรงดันที่ใช้ในการฝึก โดยผู้ฝึกสามารถที่จะเลือกบีบรัดสายรัดไว้ตลอดการฝึกหรือจะทำแบบสลับช่วงบีบคลายก็ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการออกกำลังกายและโปรแกรมการออกกำลังกายที่ใช้ เนื่องจากผลที่ได้จากการฝึกที่ไม่แตกต่างกัน (de Oliveira et al., 2015) แต่การบีบรัดสายรัดตลอดระยะเวลาการออกกำลังกายจะทำให้ผู้ออกกำลังกายรู้สึกเหนื่อยและมีความเจ็บปวดมากกว่าแบบสลับช่วงการรัดและคลายแรงดัน (Fitschen et al., 2014)

2.4.2.2 แรงดันที่ใช้ในการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต

ปริมาณของแรงดันที่ใช้ในการจำกัดการไหลเวียนโลหิตจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดของสายรัด ขนาดของรยางค์ส่วนนั้น และความดันโลหิต (Blood pressure) ของแต่ละบุคคล (Jessee et al., 2016, McEwen et al., 2018) การกำหนดแรงดันในการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ มี 3 วิธี ได้แก่

1. กำหนดจากขนาดของเส้นรอบวงของรยางค์แขนหรือขาของแต่ละบุคคล
2. กำหนดจากความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของหลอดเลือดแดงบริเวณต้นแขน
3. กำหนดจากเปอร์เซ็นต์ของการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง (Arterial occlusion pressure: AOP) โดยวิธีกำหนดจากขนาดของเส้นรอบวงของรยางค์แขนหรือขาของแต่ละบุคคลนั้นจะใช้แรงดันอยู่ที่ประมาณ 50 มิลลิเมตรปรอท (Kubota et al., 2011) จนถึง 300 มิลลิเมตรปรอท (Cook et al., 2007) วิธีการนี้ค่อนข้างที่จะทำได้ง่าย และสะดวกแต่มีข้อเสียคือความแม่นยำของการกำหนดแรงดันที่ใช้ที่อาจไม่เท่ากันทุกครั้งในการการออกกำลังกาย จึงมีผู้วิจัยบางกลุ่มใช้ความดันโลหิตมาคำนวณร่วมกับขนาดของเส้นรอบวงของรยางค์เพื่อกำหนดแรงดันในการจำกัดการไหลเวียนโลหิต (Loenneke et al., 2015) ซึ่งการกำหนดแรงดันจากความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของหลอดเลือดแดงบริเวณต้นแขน (Brachial systolic blood pressure) (Brandner et al., 2015) ซึ่งวิธีนี้จำเป็นที่จะต้องใส่สายรัดในการออกกำลังกายเป็นชนิดและความกว้างเดียวกันกับที่ใช้ในการวัดความดัน เพื่อให้ได้แรงดันที่ถูกต้อง ซึ่งแรงดันที่ใช้ในการปิดกั้นการไหลของเลือดแดงจะอยู่ที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรปรอทของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของหลอดเลือดแดงบริเวณต้นแขน การใช้เทคนิคนี้จะต้องใช้อย่างระมัดระวัง เนื่องจากหากกำหนดแรงดันในการจำกัดการไหลเวียนเลือดของรยางค์ขาจากความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของหลอดเลือดแดงบริเวณต้นแขน จะส่งผลให้แรงดันที่ใช้ไม่เพียงพอต่อการจำกัดการไหลเวียนโลหิต เนื่องจากรยางค์ที่มีขนาดใหญ่กว่าจะต้องใช้แรงดันมากกว่าในการจำกัดการไหลเวียนโลหิต (Loenneke et al., 2012) ซึ่งวิธีที่ได้มาตรฐานมากที่สุดในการกำหนดปริมาณของแรงดันที่ใช้ในการจำกัดการไหลเวียนโลหิต จะกำหนดด้วยเปอร์เซ็นต์ของการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง (Arterial occlusion pressure: AOP) ในขณะที่ออกกำลังกาย (McEwen et al., 2018, Patterson et al., 2019) การกำหนดเปอร์เซ็นต์ของการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดงจะกำหนดจากการเพิ่มแรงดันของสายรัดจากภายนอกจนถึงจุดที่หลอดเลือดแดงถูกปิดกั้นจนไม่มีเลือดแดงไหลผ่าน โดยจะใช้เครื่องอัลตราซาวด์

(ultrasound machine) ในการวัดปริมาณของการไหลของเลือดในหลอดเลือดแดงบริเวณรยางค์ที่ต้องการ ซึ่งแรงดันที่ได้ขณะที่หลอดเลือดแดงถูกปิดกั้นจนไม่มีเลือดแดงไหลผ่านนั้นคือแรงดันที่ 100 เปอร์เซ็นต์ของการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง (100% AOP) จากนั้นจะใช้เปอร์เซ็นต์ของแรงดันที่วัดได้กำหนดแรงดันที่ต้องการจำกัดการไหลเวียนโลหิต เช่น 50 เปอร์เซ็นต์ของการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง (50% AOP) เป็นต้น นอกจากนี้ในหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในท่า Elbow flexors และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในท่า Knee extensors พบว่า กลุ่มกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันอาจต้องใช้แรงดันในการจำกัดการไหลเวียนโลหิตที่แตกต่างกัน และกลุ่มกล้ามเนื้อเป้าหมายหากอยู่ใกล้สายรัดควรใช้แรงดันมากกว่ากลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่ไกลจากสายรัด (Dankel et al., 2016) ด้วยการกำหนดแรงดันที่ใช้ในการจำกัดการไหลเวียนโลหิตมีความยุ่งยาก จึงทำให้มีหลายงานวิจัยแสดงผลของการกำหนดแรงดันจากภายนอกเป็นค่าเดียวกันทุกคน ซึ่งสามารถพัฒนาระบบกล้ามเนื้อได้เช่นกัน แต่การจำกัดการไหลเวียนโลหิตที่แรงดันสูงกว่าที่จำเป็นอาจส่งผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด อีกทั้งก่อให้เกิดความไม่สบายหรือเจ็บปวดบริเวณกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายได้ (Jessee et al., 2017; Mattocks et al., 2017) และจากงานวิจัยของ Suga และคณะ ที่ได้เปรียบเทียบระหว่างแรงดันสูง (200 มิลลิเมตรปรอท) และปานกลาง (150 มิลลิเมตรปรอท หรือ 130 เปอร์เซ็นต์ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของหลอดเลือดแดง) พบว่าทำให้เกิดสารเมตาบอไลต์ภายในเซลล์กล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน (Suga et al., 2010) ดังนั้นการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตจึงควรกำหนดแรงดันให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคลและไม่มากเกินไปจนทำให้เกิดความไม่สบายและเจ็บปวด ฉะนั้นแรงดันที่ใช้ในการจำกัดการไหลเวียนโลหิตควรอยู่ที่ประมาณ 40-80 เปอร์เซ็นต์ของการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง ซึ่งจะได้ผลดีที่สุดและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย แต่ระดับแรงดันที่สูงมากเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มปริมาณเลือดที่ค้างอยู่บริเวณกล้ามเนื้อนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการสะสมของเลือดในหลอดเลือดฝอยจนสามารถมองเห็นผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีแดงได้ (Visible erythema) เพิ่มการสะสมของของเสีย (กรดแลคติก) ในกล้ามเนื้อ และเพิ่มความเครียดให้กับระบบพลังงานและกล้ามเนื้อมากยิ่งขึ้น

2.4.2.3 การนำการจำกัดไหลเวียนโลหิตไปใช้ประโยชน์ในเชิงคลินิกและกีฬา (Practical Application of BFR Training)

การจำกัดการไหลเวียนโลหิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในเชิงคลินิกและกีฬา โดยในเชิงคลินิกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตสามารถชะลอการลดลงของขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในกลุ่มที่เปราะบางและมีความสามารถในการเคลื่อนไหวน้อย เช่น ผู้สูงอายุ (Centner et al., 2018) ซึ่งการลดลงดังกล่าวทำให้ความสามารถในการทำกิจวัตร และกิจกรรมในชีวิตประจำวันลดลงส่งผลให้คุณภาพชีวิตลดลง และยังอาจก่อให้เกิดโรคอื่น ๆ เนื่องจาก การที่มีกิจกรรมทางกายน้อย นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้ที่ผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (ACL) ผู้ที่ผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่า ผู้ที่มีภาวะกล้ามเนื้อน้อย (Sarcopenia) (Hughes et al., 2017) หรือใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพของนักกีฬาที่บาดเจ็บจากการเล่นกีฬา ซึ่งการจำกัดการไหลเวียนโลหิตเมื่อนำไปใช้ร่วมกับการออกกำลังกายรูปแบบต่าง ๆ จะช่วยลดความหนักในการออกกำลังกายลง อีกทั้งยังช่วยลดแรงที่กระทำต่อข้อต่อ และอาการปวดอันเกิดจากการที่ข้อต่อรับน้ำหนักมากเมื่อออกกำลังกายแบบแรงต้าน การนำการจำกัดการไหลเวียนโลหิตมาใช้ในเชิงกีฬานอกจากจะใช้เพื่อลดความหนักของการออกกำลังกายลง และเพื่อลดผลเสียของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง เช่น การเกิดความเสียหายหรือฉีกขาดอย่างรุนแรงของกล้ามเนื้อเมื่อออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่น้ำหนักมาก ยังช่วยเพิ่มความเครียดต่อระบบเผาผลาญ และระบบกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการพัฒนาในบริเวณกล้ามเนื้อที่มีการรัดสายรัด และส่วนปลายของกล้ามเนื้อนั้นมากยิ่งขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น มีความแข็งแรงมากขึ้น สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มมากขึ้น สมรรถภาพทางแอนแอโรบิกดีขึ้น และความทนต่อการล้าที่มากขึ้นอีกด้วย (Bennett and Slattery., 2019)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการให้โปรแกรมการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ซึ่งการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมในอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

3.1 ประชากร

อาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง อายุระหว่าง 18-45 ปี ดำเนินการเก็บข้อมูลในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

อาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง มีความเต็มใจสมัครเข้าร่วมงานวิจัย อายุระหว่าง 18-45 ปี ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้างานวิจัย และลงนามยินยอมเข้าร่วมวิจัย

3.3 การคัดเลือกอาสาสมัคร

3.3.1 ผู้วิจัยติดประกาศแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์บริเวณบอร์ดและประกาศทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งข้อความที่ใช้จะอยู่ในเอกสารแนบ เพื่อประชาสัมพันธ์หาอาสาสมัครที่ต้องการเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้วิจัยจะมีการขออนุญาตติดประกาศประชาสัมพันธ์ที่บริเวณบอร์ดคณะต่างๆในมหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งเมื่ออาสาสมัครมีความสนใจก็ให้ติดต่อผู้วิจัยตามเบอร์โทรศัพท์ที่อยู่ในแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์ จากนั้นผู้วิจัยจะนัดอาสาสมัครมาที่คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อลงนามเอกสารยินยอมการเข้าร่วมวิจัย โดยอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยจะต้องมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกและคัดออกที่กำหนดในการเข้าร่วมการวิจัย โดยการวิจัยนี้จะมีการขอการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยบูรพา

3.3.2 อาสาสมัครที่สนใจเข้าร่วมการวิจัยที่มีการลงนามในเอกสารยินยอมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะมีการซักถามและตรวจร่างกายตามแบบคัดกรองอาสาสมัคร โดยแบบคัดกรองนี้จะสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ข้างถนัด และอาสาสมัครจะถูกตรวจร่างกายตามแบบคัดกรอง ได้แก่ อาการปวดและการบาดเจ็บ ประวัติการรักษาด้วยการผ่าตัดบริเวณหลัง ประวัติกระดูกหักบริเวณข้อหลังหรือขา ความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือด โรคประจำตัวที่ส่งผลต่อการออกกำลังกาย การรักษาทางการแพทย์และกายภาพบำบัดที่เคยได้รับ เป็นต้น

3.4 เกณฑ์ในการคัดเลือก (Inclusion criteria)

- อายุ 18-45 ปี
- มีอาการปวดหลังส่วนล่างตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป
- มีอาการปวดระหว่างกระดูกซี่โครงระดับสุดท้ายไปยังสะโพก (Gluteal fold) ไม่มีอาการร้าวลงขา
- มีระดับความเจ็บปวด Visual analog scale มากกว่า 3 คะแนน

- มีระดับภาวะทุพพลภาพจากแบบประเมิน The modified oswestry disability questionnaire (MODQ) มากกว่าหรือเท่ากับ 19%

3.5 เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion criteria)

- เคยมีประวัติการได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดกระดูกสันหลังส่วนหลัง หรือรยางค์ส่วนล่าง
- อยู่ในช่วงการตั้งครรภ์
- มีประวัติกระดูกหักหรือได้รับบาดเจ็บบริเวณหลัง หรือรยางค์ส่วนล่างในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา
- ดัชนีมวลกาย (Body mass index) > 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (kg/m^2)
- มีการรบกวนรากประสาทบริเวณหลัง เช่น อาการชาหรือปวดร้าวลงขา
- โรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด โรคลิ้นเลือดอุดตันในเส้นเลือดดำ หรือภาวะเส้นเลือดอุดตัน
- มีโรคประจำตัวที่ส่งผลต่อการออกกำลังกาย ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูงชนิดควบคุมไม่ได้ หรือโรคหัวใจและหลอดเลือด
- เคยมีประวัติได้รับการรักษาทางการแพทย์และกายภาพบำบัดที่บริเวณหลังก่อนเข้าร่วมงานวิจัย ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา
- ผู้ที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอมากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์ และหยุดออกกำลังกายน้อยกว่า 4 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมงานวิจัย

เกณฑ์การยุติหรือถอนตัว ได้แก่

- ขอลถอนตัวหรือขาดการเข้าร่วมงานวิจัยมากกว่า 1 ครั้ง
- มีอาการบาดเจ็บขณะหรือหลังการออกกำลังกาย และไม่สามารถฝึกออกกำลังกายได้ต่อเนื่องตามโปรแกรม

3.6 การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างได้ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบ Simple random ได้แก่ กลุ่มที่จำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และกลุ่มที่ออกกำลังกายแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว

การศึกษาครั้งนี้ใช้ขนาดตัวอย่างในการศึกษาทั้งสิ้น 38 คน โดยคำนวณจากค่า $\eta^2 = 0.047$ ที่ได้จาก

ความหนาตัวของกล้ามเนื้อ transversus abdominis จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Narouei และคณะ (ปี 2020) ดังแสดงการคำนวณด้านล่าง

ค่า Effect size of 0.22, an alpha level of 0.05, power of 80% โดยใช้ G*Power v 3.1.9.2 ได้อาสาสมัคร

$n/\text{group} = 15$ คน และเมื่อนำมาคำนวณ 20% drop out จากสูตร

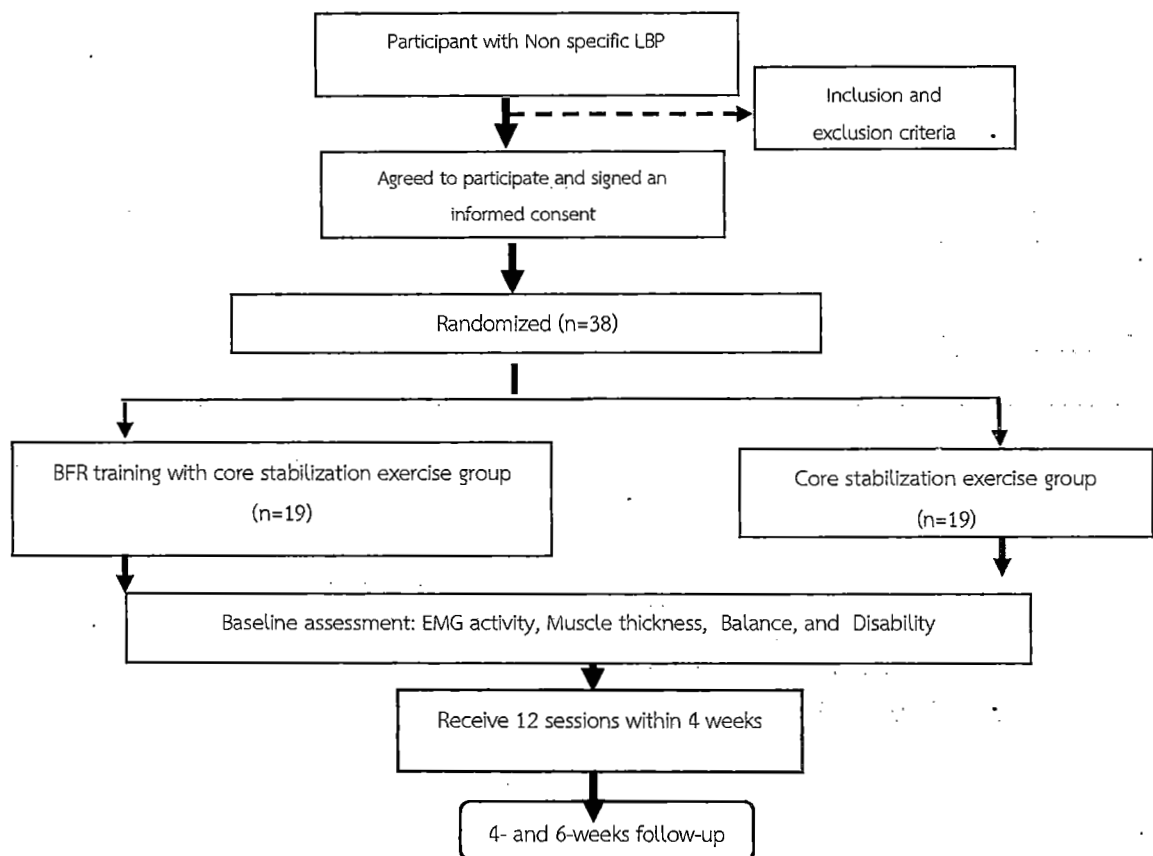
$$n/\text{group} = 15/(1-0.2)$$

ดังนั้นเมื่อรวมอัตราการตกออกที่ร้อยละ 20 ทำให้ขนาดตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ 38 คน

3.7 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างได้ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบ Simple random ได้แก่ กลุ่มที่จำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และกลุ่มที่ออกกำลังกายแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว

ขั้นตอนการวิจัย



ขั้นตอนเตรียมก่อนการทดลอง

- ผู้วิจัยอธิบายจะเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนในการวิจัย และการปฏิบัติตัวขณะทำการวิจัย ถ้าอาสาสมัครตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะให้อาสาสมัครลงนามในแบบยินยอมอาสาสมัคร
- ผู้วิจัยจะมีการซักประวัติและตรวจร่างกายของอาสาสมัครตามแบบคัดกรองอาสาสมัคร ซึ่งประกอบด้วย อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และมือข้างถนัด และอาสาสมัครจะถูกตรวจร่างกายตามแบบคัดกรอง

- ผู้วิจัยจัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบ

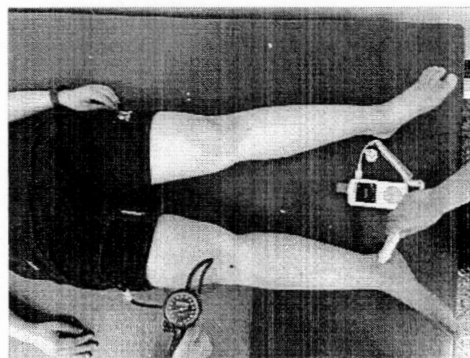
ขั้นตอนทดลอง

1. อาสาสมัครซึ่งได้จากการคำนวณกลุ่มตัวอย่างทางสถิติทั้งหมด 38 คน ผู้ช่วยวิจัย (ซึ่งเป็นผู้ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดเข้า กระบวนการให้การทดลอง และการกระบวนการประเมินผล) จะดำเนินการสุ่มอาสาสมัครโดยใช้ simple random เพื่อให้ได้โอกาสที่ถูกสุ่มและจำนวนในแต่ละกลุ่มเท่าเทียมกัน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 19 คน ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว โดยใช้สลากระหว่างการออกกำลังกายของที่มีลักษณะทึบแสงและมีการปกปิดอย่างดี และผู้เข้าร่วมวิจัยจะไม่ทราบว่าตนเองอยู่กลุ่มใด รวมถึงผู้วิจัยคนที่ 2 จะไม่ทราบว่าอาสาสมัครอยู่ในกลุ่มฝึกใด (double blinded)
2. ก่อนเริ่มการออกกำลังกาย 1 วัน ผู้วิจัยคนที่ 1 จะทำการนัดอาสาสมัครมาที่ห้องปฏิบัติการ 204 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และการประเมินผลการฝึก โดย ผู้วิจัยคนที่ 1 จะทำการอธิบายลักษณะการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว รวมทั้งวิธีการ ขั้นตอน และการปฏิบัติตัวในขณะที่ประเมินผลของการฝึก โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้น ผู้วิจัยคนที่ 1 จะทำการสาธิตการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว จากนั้นให้อาสาสมัครฝึกเพื่อจะได้ทำได้ถูกต้อง โดยขณะฝึกจะมีผู้ช่วยวิจัยคอยดูแลอย่างใกล้ชิด
3. หลังจากนั้น 2 วัน อาสาสมัครได้รับการวัดค่าพื้นฐานก่อนให้การออกกำลังกายโดยผู้วิจัยคนที่ 2 จะไม่ทราบว่าอาสาสมัครอยู่ในกลุ่มฝึกใด โดยวัดการทำงานของกล้ามเนื้อ transversus abdominis multifidus และ gluteus maximus โดยใช้เครื่องบันทึกสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (Electromyography (EMG)), วัดความหนาตัวของกล้ามเนื้อ transversus abdominis, multifidus และ gluteus maximus โดยใช้เครื่อง Ultrasound imaging และวัดการทรงตัวโดยใช้ Visual sway biofeedback
4. ผู้วิจัยคนที่ 1 อธิบายการทดลองให้อาสาสมัครเข้าใจถึงวิธีปฏิบัติตน โดยทั้งสองกลุ่มจะได้รับการออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวนทั้งหมด 12 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และจะถูกร้องขอให้งดทำการรักษาอื่นและการออกกำลังกายเองที่บ้าน

5. อาสาสมัครได้รับการฝึกจากผู้วิจัยคนที่ 1 ที่มีประสบการณ์ทางคลินิกเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

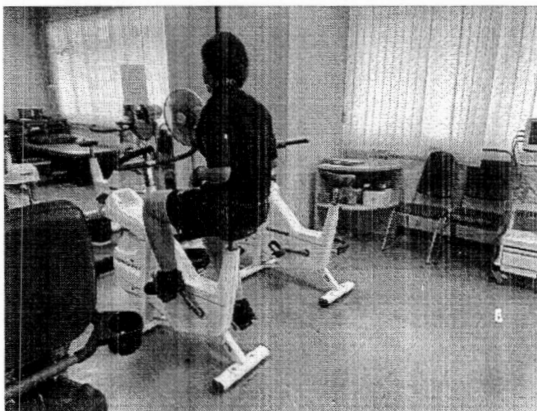
5.1 กลุ่มที่ได้รับการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ฝึกโดยใช้อุปกรณ์การฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต (Apneumatic occlusion cuff ร่วมกับเครื่องวัดแรงดันโลหิต) กว้าง 10 เซนติเมตร และยาว 75 เซนติเมตร (Large STRAIGHT Cuffs: HS1003, H Plus cuff, Santa Barbara, California, USA) กำหนดที่ 60-80% ของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตแบบสมบูรณ์ โดยให้อาสาสมัครพักในท่านอนหงาย เป็นเวลา 5 นาที ก่อนเริ่มทำการคำนวณค่าความดันโลหิต จากนั้นนำปลอกขา ขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร และยาว 75 เซนติเมตร รัดบริเวณต้นขาข้างใดข้างหนึ่ง และใช้หัวของเครื่องอัลตราซาวด์แบบพกพา วางที่ตำแหน่งหลอดเลือดแดง (posterior tibial artery) ปิดวาล์วปล่อยอากาศ บีบลูกยางอัดอากาศให้ปลอกขาพองขึ้น โดยเพิ่มความดันโลหิตไปเรื่อยๆ จนสัญญาณชีพจรมลายไป จากนั้นเปิดวาล์วปล่อยอากาศที่กระเปาะรอให้ชีพจรกลับมา และนำปลอกขาออก บันทึกค่าที่ได้ โดยนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาการจำกัดการไหลเวียนโลหิตแบบบางส่วน โดยกำหนดที่ 60-80% ของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตแบบสมบูรณ์ และนำค่าที่ได้มาใช้ร่วมกับโปรแกรมการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวต่อไป โดยการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว เซตละ 10 ครั้ง ทั้งหมด 3 เซต พักระหว่าง เซต 30 วินาที (ขณะออกกำลังกายให้แรงดันลดลง และขณะพักจะคลายแรงดันออก) หากขณะให้แรงดันมีอาการรู้สึกไม่สบาย ปวด หรือเมื่อยล้าบริเวณที่รัดมากเกินไป สามารถแจ้งผู้วิจัยได้ทันที ทำการฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงถึง การหาค่าความดันการจำกัดไหลเวียนโลหิตแบบสมบุรณ์

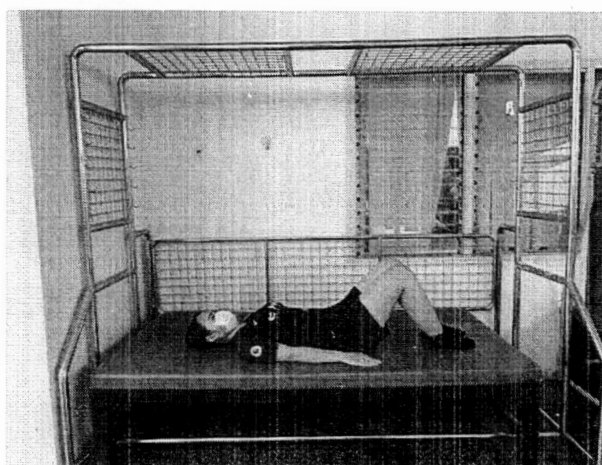
2. อาสาสมัครทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยานเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ (Narouei et al., 2020) แสดงดังรูปที่ 2 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 แสดงถึง การอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน

สัปดาห์ที่ 1 ระดับที่ 1

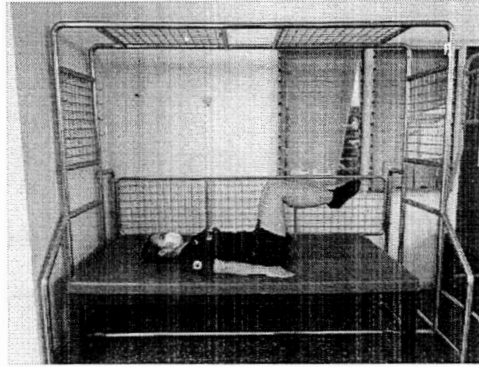
- Abdominal drawing: ให้อาสาสมัครนอนหงาย งอเข่า 90 องศา งอสะโพก 30 องศา เท้าวางราบกับพื้น จากนั้นแขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลัง โดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ไม่กลั้นหายใจ ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงถึง การออกกำลังกายทำ Abdominal drawing

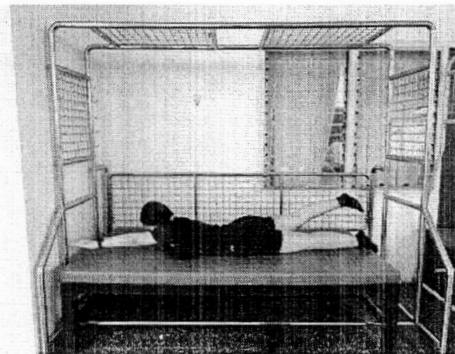
- Abdominal bracing: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย ยกขาขึ้นโดยงอเข่าองศา 90 องศา จากนั้นแขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลัง

โดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ไม่กลั้นหายใจ ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงถึง การออกกำลังกายท่า Abdominal bracing

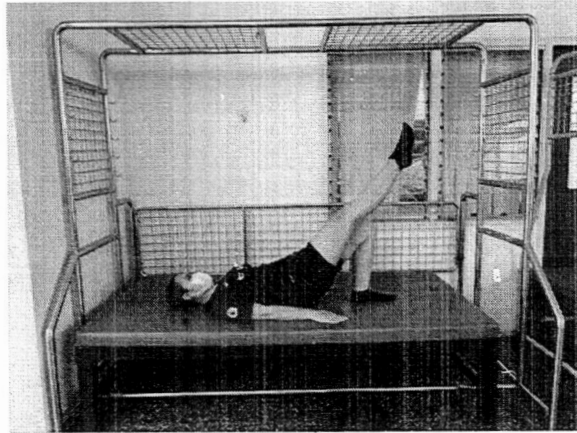
- Alternate arm and leg lift: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนคว่ำมีหมอนรองใต้ท้อง ยกแขนและขาสลับกันให้สูงจากพื้นเตียงประมาณ 10 เซนติเมตร ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงการออกกำลังกายท่า Alternate arm and leg lift

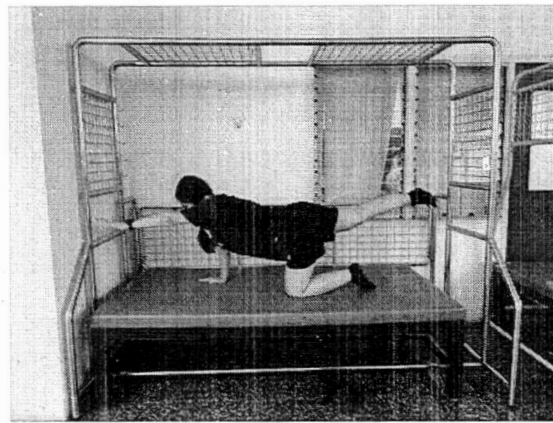
สัปดาห์ที่ 2-3 ระดับที่ 2

- Unilateral bridging: อาสาสมัครอยู่ในนอนหงายชันเข่า จากนั้นยกสะโพกขึ้นจากพื้นโดยเหยียดขาข้างหนึ่งให้แนวลำตัวตั้งแต่ข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อไหล่เป็นแนวเส้นตรงเปลี่ยนทำอีกข้าง ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 6



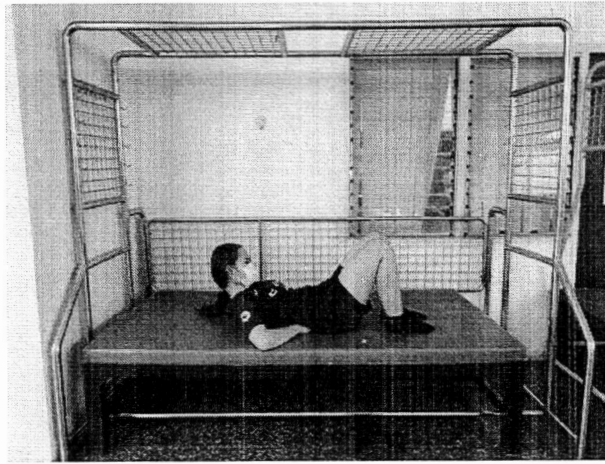
รูปที่ 6 แสดงการออกกำลังกายท่า Unilateral bridging

- Quadruped contralateral arm and leg lift: อาสาสมัครอยู่ในท่าตั้งคลาน ลำตัวตรง ยกแขนและขาตรงข้ามกัน ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที ทำสลับกัน แสดงดังรูปที่ 7



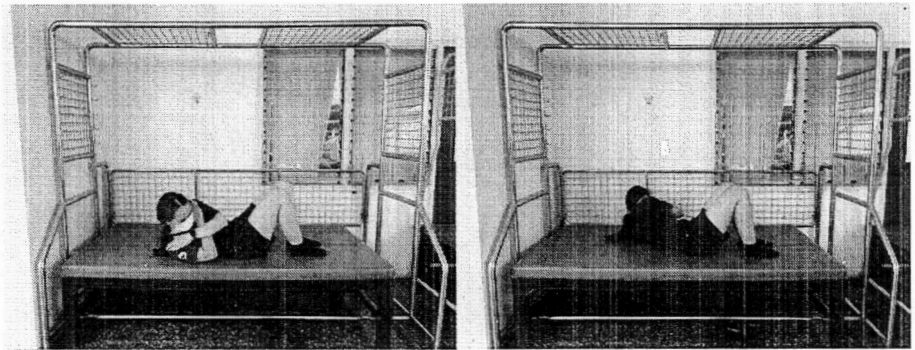
รูปที่ 7 แสดงการออกกำลังกายท่า Quadruped contralateral arm and leg lift

- Curl up: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย งอเข่าอสะโพกเท้าวางราบกับพื้น มือทั้งสองสอดใต้หลัง จากนั้นแขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ยกศีรษะขึ้นตรงๆ และลำตัวส่วนบนโดยยกขอบด้านล่างของกระดูกสะบักขึ้น (inferior angle) ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 8



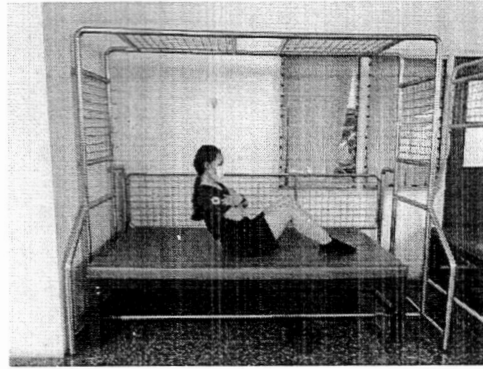
รูปที่ 8 แสดงถึง การออกกำลังกายท่า Curl up

- Diagonal curl up: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย งอเข่าอสะโพกเท้าวางราบกับพื้น ยกศีรษะขึ้นตรงๆ และลำตัวส่วนบนโดยยกขอบด้านล่างของกระดูกสะบักขึ้นไปยังเข่าด้านตรงข้าม ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที ทำสลับกัน แสดงดังรูปที่ 9



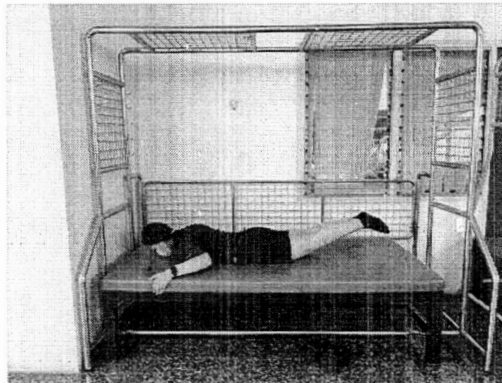
รูปที่ 9 แสดงการออกกำลังกายท่า Diagonal curl up

- Sit back: อาสาสมัครอยู่ในท่านั่ง งอเข่า 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น จากนั้นแขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ยกลำตัวส่วนบนโดยยกขอบด้านล่างของกระดูกสะบักขึ้นทำมุมประมาณ 45 องศา ระหว่างลำตัวและพื้นเตียง ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงถึง การออกกำลังกายท่า Sit back

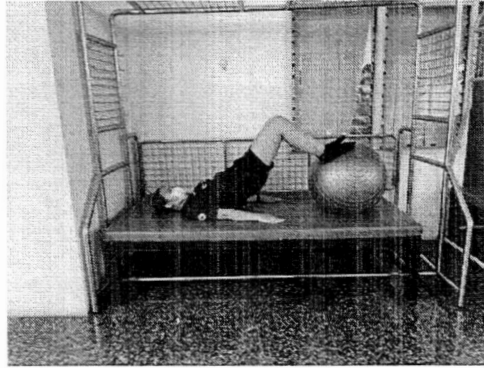
- Prone hip extension: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนคว่ำ ให้ลำตัวและรยางค์ส่วนล่างส่วนของกระดูก greater trochanter อยู่บนเตียง มือดึงข้อเข่าเข้าไว้ และยกขาทั้งสองข้างขึ้นโดยให้เข่าเหยียดตรง ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงการออกกำลังกายท่า Prone hip extension

สัปดาห์ที่ 4 ระดับที่ 3

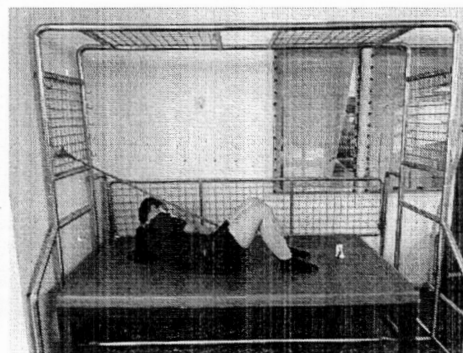
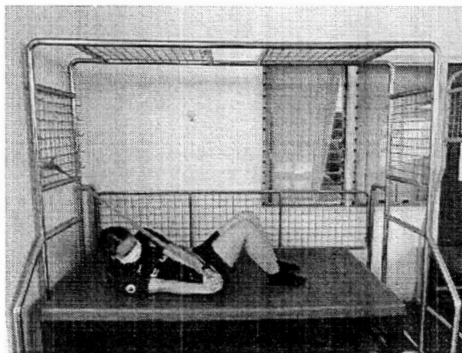
- Bridging on Swiss ball: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย งอเข่าอสะโพก วางเท้าบนลูกบอล จากนั้นยกหลังและสะโพกขึ้น ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงการออกกำลังกายท่า Bridging on Swiss ball

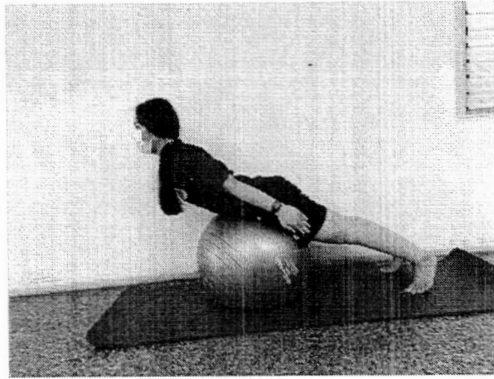
- Diagonal curl up with elastic band: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย งอเข่า งอสะโพก วางเท้าราบกับเตียง จากนั้นแขม่วท้องโดยดึงส้นเท้าลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ จากนั้นยกศีรษะและลำตัวส่วนบนไปยังเข้าร่วมกับดึง elastic band ที่อยู่เหนือศีรษะ ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที ทำสลับกัน แสดงดังรูปที่

13



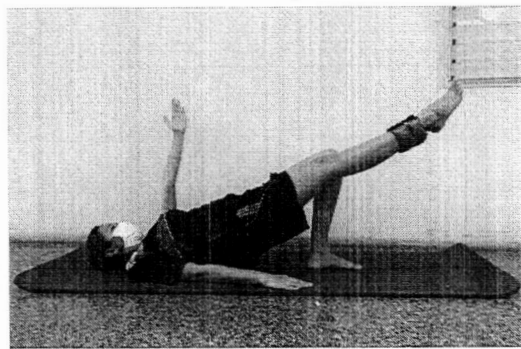
รูปที่ 13 แสดงถึงการออกกำลังกายท่า Diagonal curl up with elastic band

- Trunk extension on Swiss ball: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนคว่ำบนลูกบอล จากนั้นยกลำตัวส่วนบนขึ้น แขนทั้งสองข้างวางข้างลำตัวและวางเท้าที่ขอบโต๊ะ ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 แสดงถึง การออกกำลังกายท่า Trunk extension on Swiss ball

- Unilateral bridging with weight cuff: อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย งอเข่า 90 องศา และยกขาอีกข้างหนึ่งขึ้นโดยใส่ถุงทรายที่ข้อเท้า ให้เข่าเหยียดตรงร่วมกับยกแขนข้างตรงข้ามขึ้น ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที แสดงดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 แสดงถึง การออกกำลังกายท่า Unilateral bridging with weight cuff

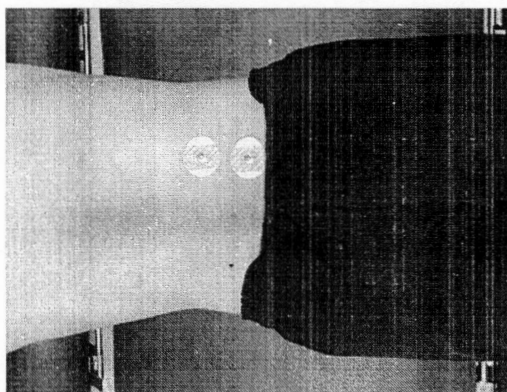
5.2 กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว โดยอาสาสมัครจะได้รับการฝึกเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้ทำการจำกัดการไหลเวียนโลหิต

- เมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายทั้งหมด ผู้วิจัยคนที่ 2 จะทำการตรวจประเมินทันทีหลังการออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 4 และ ทำการติดตามผลสัปดาห์ที่ 6 เพื่อดูผลการคงค้างของโปรแกรมการฝึกต่อไป เช่นเดียวกับการวัดก่อนการออกกำลังกาย ทั้งนี้ หากผู้เข้าร่วมวิจัยอาจมีการไม่สบายหรือมีอาการปวด เมื่อย่ำบริเวณที่ได้รับการฝึก ผู้วิจัยจะทำการจดบันทึกข้อมูลและรักษาโดยใช้แผ่นประคบเย็น ณ ห้องปฏิบัติการ 204 คณะสหเวชศาสตร์ ม.บูรพา หรือหากมีความประสงค์จะไปตรวจรักษาเพิ่มเติม ผู้วิจัยจะเป็นผู้พาผู้เข้าร่วมวิจัยไปโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

การวัดและการทดสอบ

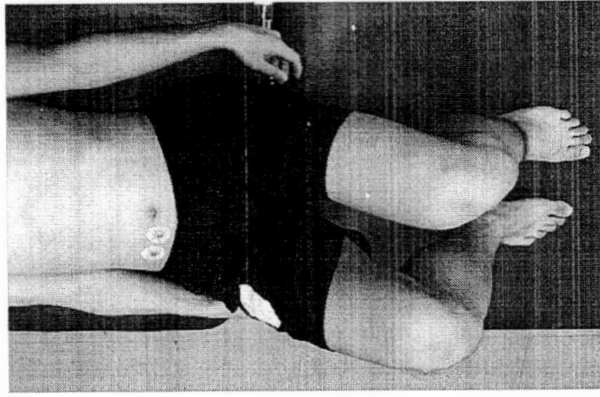
ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. การทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อโดยใช้คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ multifidus transversus abdominis และ gluteus maximus ขั้นตอนนี้ประยุกต์จาก Narouei และคณะ ปี 2020 และวิธีมาตรฐานที่ระบุใน SENIAM (Surface EMG for the Noninvasive Assessment of Muscles) โดยใช้เครื่องบันทึกสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (Electromyography (EMG)) ยี่ห้อ Noraxon รุ่น TeleMyo DTS ผลิตที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อบันทึกและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MyoResearch XP Master Edition software (Noraxon Inc.,) บันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และสัญญาณจะถูก amplified และ filtered (10-500 Hz) บันทึกเป็นเวลา 5 วินาที ด้วยความถี่ 1500 Hz ด้วย Ag/AgCl surface electrodes ที่มีเส้น diameter 10 มิลลิเมตร (Blue-Sensor, Ambu A/S, Ballerup, Denmark) ขั้นตอนการบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ มีดังนี้
 - 1.1 กำหนดตำแหน่ง และเช็ดทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่วางขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดพื้นผิวด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ จากนั้นทำการติดขั้วรับสัญญาณชนิดพื้นผิวซึ่งมีส่วนประกอบของโลหะซิลเวอร์ และสารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิว ซึ่งมีลักษณะวงกลม จำนวน 2 อัน วางขนานกับกล้ามเนื้อ โดยจุดศูนย์กลางของขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าห่างกัน 4 เซนติเมตร
 - กล้ามเนื้อ multifidus ติดขั้วรับสัญญาณชนิดพื้นผิวจาก PSIS ไปยัง กระดูกสันหลังระดับที่ L5 แสดงดังรูปที่ 16



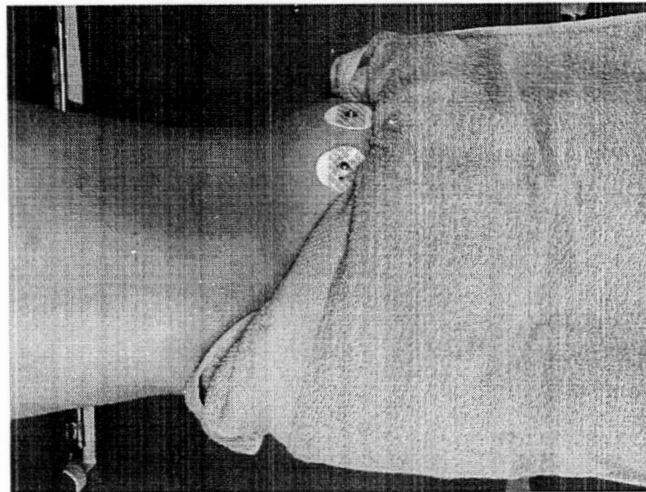
รูปที่ 16 แสดงการติดขั้วรับสัญญาณกล้ามเนื้อ multifidus

- กล้ามเนื้อ transversus abdominis ติดขั้วรับสัญญาณชนิดพื้นผิวทางด้านในและล่างต่อ ASIS แสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 แสดงการติดขั้วรับสัญญาณกล้ามเนื้อ transversus abdominis

- กล้ามเนื้อ gluteus maximus ติดขั้วรับสัญญาณชนิดพื้นผิวกึ่งกลางระหว่างกระดูก greater trochanter และกระดูก sacrum แสดงดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 แสดงการติดขั้วรับสัญญาณกล้ามเนื้อ gluteus maximus

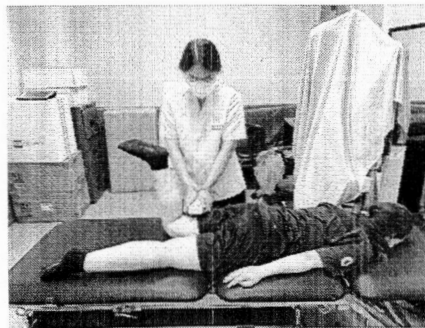
- 1.2 หลังจากติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อครบทุกมัด อาสาสมัครจะได้รับการบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จากเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ ยี่ห้อ Noraxon รุ่น TeleMyo DTS ผลิตที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยให้อาสาสมัครนอนหงาย ผ่อนคลายที่สุดเพื่อที่วัดคลื่นสัญญาณกล้ามเนื้อทั้งหมดขณะพัก (resting)
- 1.3 หลังจากบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะพัก ต่อให้อาสาสมัครเขม่วท้อง โดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ไม่กลั้นหายใจ (Abdominal drawing-in maneuver: ADIM) ค้างไว้ 10 วินาที ร่วมกับท่านอนหงาย ยกขาขึ้นร่วมกับงอเข่างอสะโพก ให้ตั้งฉาก 90 องศา และท่านอนคว่ำมีหมอนรองใต้ท้อง ยกแขนและขาสลับกันให้สูงจากพื้นเตียง

ประมาณ 10 เซนติเมตร ค้างไว้ 10 วินาที โดยพักระหว่างการทดสอบท่าละ 1 นาที เพื่อหลีกเลี่ยงการล้า

1.4 ทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum voluntary isometric contraction: MVIC)

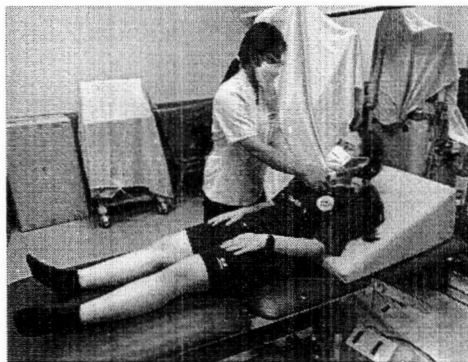
โดยจัดทำในการทดสอบของกล้ามเนื้อแต่ละมัด ดังนี้

- กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก อยู่ในท่านอนคว่ำ งอเข่าข้างที่ทดสอบ 90 องศาและขาข้างที่ไม่ได้ทดสอบเหยียดตรง ผู้วิจัยให้แรงต้านที่ส่วนปลายของต้นขาด้านบนข้างที่ทดสอบ ออกแรงต้านค้างไว้ 5 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที แสดงดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 แสดงการทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อ gluteus maximus สูงสุด

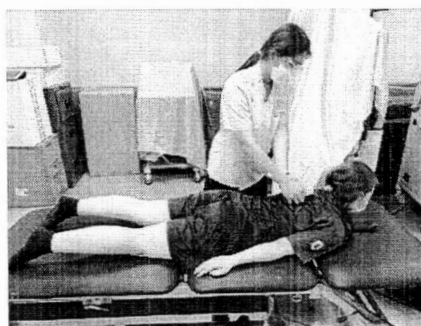
- กล้ามเนื้อ transversus abdominis อยู่ในท่านอนหงาย งอเข่าเท้าวางราบกับเตียง โดยให้หายใจออกแหม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลัง ค้างไว้ 5 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที แสดงดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 แสดงการทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อ transversus abdominis สูงสุด

- กล้ามเนื้อ multifidus อยู่ในท่านอนคว่ำ คาดสายรัดล่างต่อ inferior angle of scapula ผู้วิจัยวางมือบริเวณเชิงกรานป้องกันการเคลื่อนไหวของเชิงกราน

จากนั้นให้อาสาสมัครยกตัวขึ้นให้ xiphoid process พ้นจากเตียง ค้างไว้ 5 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที แสดงดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 แสดงการทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อ multifidus สูงสุด

1.5 วิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ วิเคราะห์จากการวัดทั้งหมดท่าละ 3 ครั้ง นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย %MVIC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด โดยการคำนวณ Root Mean Square (RMS) ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด ขณะทำท่าออกกำลังกาย 2 แบบ มา normalization ด้วยค่า RMS ของกล้ามเนื้อมัดนั้นขณะทดสอบการหดตัวสูงสุด (MVIC) โดยคำนวณ RMS ใช้ระยะเวลา 3 วินาที (ตัววินาทีแรกกับวินาทีสุดท้ายของข้อมูลที่บันทึก) สูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$\%MVC = \frac{(RMS_{\text{exs}} - RMS_{\text{resting}}) \times 100}{(RMS_{\text{max}} - RMS_{\text{resting}})}$$

2. วัดความหนาตัวของกล้ามเนื้อ โดยใช้เครื่อง Ultrasound imaging (M5 series, Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Shenzhen, China) 3.5–13-MHz linear transducer, linear array probe 38-mm probe surface length และ frequency 8 MHz (7L4s, Shenzhen-Mindray Bio-Medical Electronics Co., Shenzhen, China) วัดขณะกล้ามเนื้อพัก และขณะหดตัว คำนวณค่าที่วัดได้ออกมาเป็น percent change = $[(\text{contraction} - \text{rest}) / \text{rest} \times 100]$ วิธีการวัดมีดังต่อไปนี้

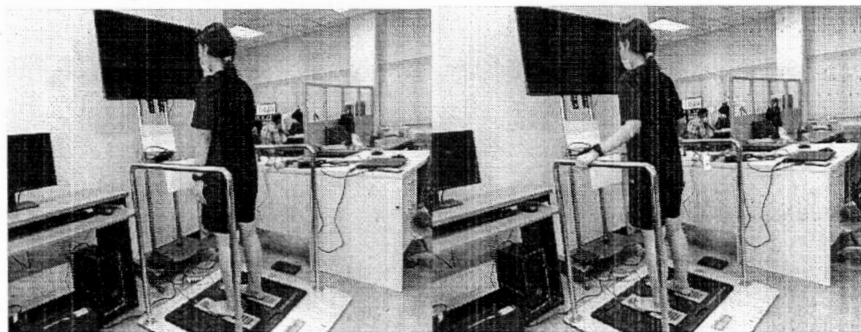
2.1 กล้ามเนื้อ Transversus abdominis ขณะพัก โดยอาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย ชันเข่าขึ้น 2 ข้าง เช็ดแอลกอฮอล์ที่ผิวหนังบริเวณที่ทำการวัด จากนั้นใส่เจลลงบนหัวของ probe วาง probe ของเครื่อง ultrasound imaging บริเวณตำแหน่งตั้งแต่ผนังท้องด้านข้าง ส่วนบนไปยัง iliac crest และยาวไปที่กึ่งกลางของรักแร้ บันทึกข้อมูลโดยการจับภาพที่ช่วงสุดท้ายของการหายใจเข้าปกติ (Teyhen et al., 2005) และวัดขณะกล้ามเนื้อทำงาน โดยให้หายใจออกเข้มงวดโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลัง ค้างไว้ บันทึกข้อมูลโดยการจับภาพที่ช่วงสุดท้ายของการหายใจเข้าปกติ

2.2 กล้ามเนื้อ multifidus ขณะพัก โดยอาสาสมัครนอนคว่ำ หมอนรองใต้ท้อง กางแขน 120 องศา และงอข้อศอก 90 องศา วาง probe ตามแนวยาวที่ตำแหน่งตรงกลางของกระดูกสันหลังระดับที่ L4 จากนั้นเคลื่อน probe มาด้านข้าง ที่ตำแหน่ง facet joint L4-5 (Kiesel et al., 2007) และวัดขณะกล้ามเนื้อทำงานโดยการยกแขนขึ้น ค้างไว้ บันทึกข้อมูลโดยการจับภาพ

2.3 กล้ามเนื้อ gluteus maximus ขณะพัก อาสาสมัครอยู่ในท่านอนคว่ำ วาง probe ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของ ischial tuberosity และที่กึ่งกลางตำแหน่งของ posterior superior iliac spine (PSIS) และวัดขณะทำงาน โดยอาสาสมัครอยู่ในท่านอนคว่ำ งอเข่า 90 องศา นำเข็มขัดรัดรอบส่วนปลายของกระดูก ต้นขา (femur) ระหว่างกล้ามเนื้อหัดตัว จากนั้นให้อาสาสมัครเหยียดสะโพกไปด้านหลัง ค้างไว้ 10 วินาที บันทึกข้อมูลโดยการจับภาพ (Narouei et al., 2016)

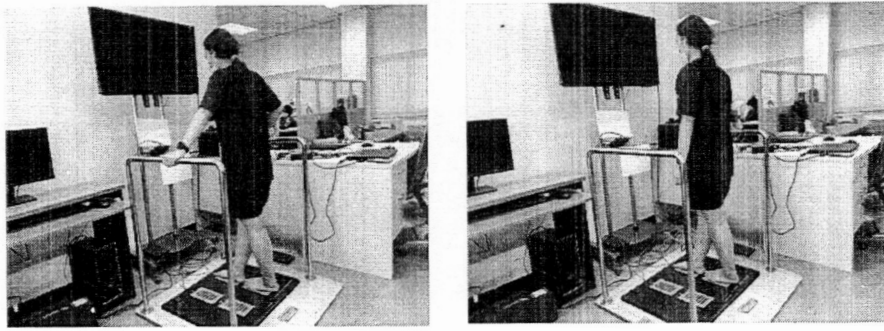
3. Visual sway biofeedback เป็นการวัดเพื่อประเมินการทรงตัวขณะยืน โดยมีวิธีการดังนี้

- Weight bearing: อาสาสมัครยืนบน Plate ที่มีโครงโดยรอบ (Biometrics Ltd, Units 25-26, Nine Mile Point Ind Est Newport, NP11 7HZ, UK) ให้ตำแหน่งปลายเท้าอยู่ที่เลข 6 ทั้งสองข้าง ก่อนทำการทดสอบให้อาสาสมัครนำมือจับที่โครงผู้วิจัยจะให้สัญญาณ “ เริ่ม ” ให้อาสาสมัครปล่อยมือจากโครงและลงน้ำหนักที่ขาสองข้างเท่ากันเป็นเวลา 10 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นให้ผู้วิจัย บันทึกค่า Standard deviation หน่วยเป็น % แสดงดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 แสดงถึง การตรวจประเมิน Weight bearing

- Tandem: อาสาสมัครยืนต่อเท้าบน Plate ที่มีโครงโดยรอบ (Biometrics Ltd, Units 25-26, Nine Mile Point Ind Est Newport, NP11 7HZ, UK) ให้ตำแหน่งเท้าข้างที่ถนัดอยู่ด้านหลังและข้างที่ไม่ถนัดอยู่ด้านหน้า ก่อนทำการทดสอบให้อาสาสมัครนำมือจับที่โครงผู้วิจัยจะให้สัญญาณ “ เริ่ม ” ให้อาสาสมัครปล่อยมือจากโครงและลงน้ำหนักที่ขาสองข้างเท่ากันเป็นเวลา 10 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นให้ผู้วิจัยบันทึกค่า Standard deviation หน่วยเป็น % แสดงดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 แสดงถึง การตรวจประเมิน Tandem

4. แบบประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม โดยใช้ Modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire; Modified ODQ ฉบับภาษาไทย (Sakulsriprasert, Vachalathiti, Vongsirinavarat, & Kantasorn, 2006) ใช้ประเมินความสามารถในการทำกิจกรรมของผู้ป่วยก่อนและหลังรับการออกกำลังกายโดยการ ประเมินผลกระทบของอาการปวดหลังของผู้ป่วยที่มีต่อชีวิตประจำวัน ได้แก่ 1) ระดับความเจ็บปวด 2) การดูแลตนเอง เช่น การอาบน้ำ การแต่งตัว 3)การยกของ 4)การเดิน 5)การนั่ง 6)การยืน 7)การนอน 8)การเข้าสังคม 9)การทำงานบ้าน 10) การเดินทาง แต่ละข้อมีระดับความรุนแรงของการจำกัดกิจกรรม 6 ข้อย่อย โดยเรียงลำดับจาก 0-5 คะแนน คะแนนรวมของแบบประเมิน เท่ากับ 50 คะแนน คูณ 2 เพื่อเป็น% ของภาวะจำกัดกิจกรรม โดยช่วงคะแนน 0-20 คะแนน หมายถึง มีภาวะจำกัดกิจกรรมน้อย แสดงว่ามีความสามารถในการทำกิจกรรมมาก โดยช่วงคะแนน 21-40 คะแนน หมายถึงมีภาวะการจัดกิจกรรมปานกลาง แสดงว่ามีความสามารถในการทำกิจกรรมปานกลาง ช่วงคะแนน41-60 คะแนน หมายถึงมีภาวะการจัดกิจกรรมรุนแรง แสดงว่ามีความสามารถในการทำกิจกรรมน้อย ช่วงคะแนน 61-80 คะแนน หมายถึงมีภาวะต้องพึ่งพา ช่วงคะแนน 81-100 คะแนน หมายถึงผู้ป่วยต้องนอนบนเตียงตลอดเวลา

****หมายเหตุผู้วัดทดสอบเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ทางคลินิกมากกว่า 10 ปี และเป็นคนคนเดียวกันสำหรับการวัดนั้นๆตลอดช่วงงานวิจัย โดยผู้วัดและทดสอบจะถูกปกปิดกลุ่มของอาสาสมัครที่ได้รับการทดสอบ**

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 27 ตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยสถิติ Komogorov-smirnov test แสดงผลลักษณะกลุ่มตัวอย่าง อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) วิเคราะห์ค่า baseline characteristic ด้วย Student t-test เปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกที่ 4 สัปดาห์ และสัปดาห์ที่ 6 ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ repeated-measures analysis of variance ทดสอบสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 95 % ของความเชื่อมั่น

บทที่ 4

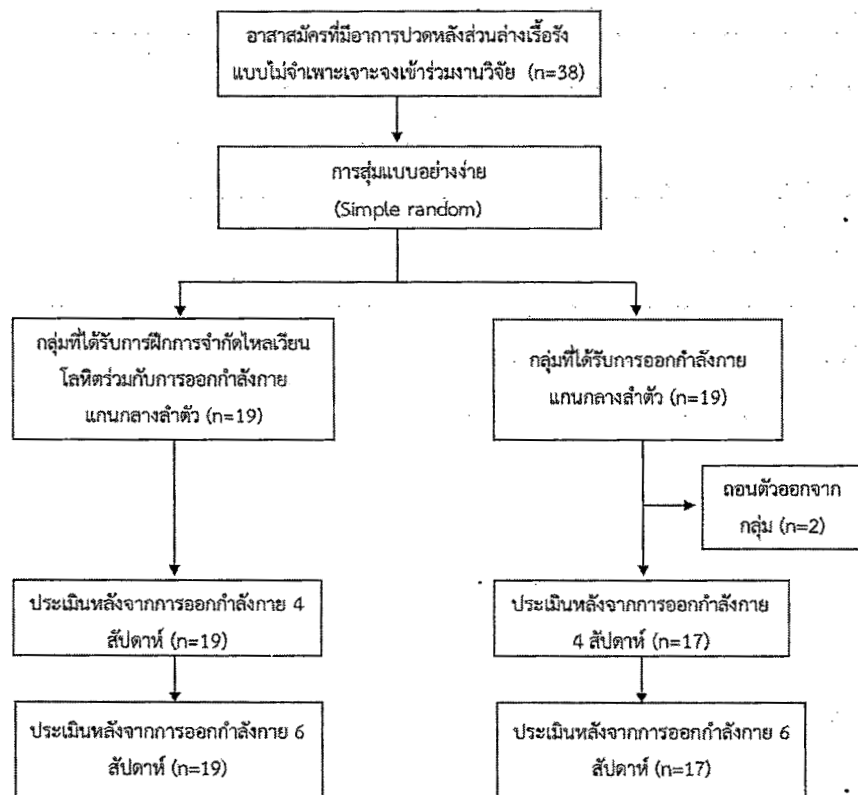
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระหว่างผลของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

4.1.1 ลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัย

อาสาสมัครจำนวนทั้งหมด 38 คน ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างแบบไม่จำเพาะเจาะจง โดยมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และได้รับการสุ่มออกเป็นกลุ่มละ 19 คน จำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่จำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และกลุ่มที่ออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว โดยพบว่า มีอาสาสมัครจำนวน 2 คน ออกจากการวิจัยก่อนเสร็จสิ้นการวิจัยก่อนช่วงติดตามผล 4 สัปดาห์ เนื่องจาก อาสาสมัครมีอาการปวดกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายทำให้ไม่สามารถออกกำลังกายได้ครบตามโปรแกรมที่กำหนด แสดงดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 แสดงถึง แผนผังลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วม

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัย ก่อนได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย โดยกลุ่มที่ออกกำลังกายแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว มีอาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 และเพศชายจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 มีอายุเฉลี่ย 19.83 ± 0.99 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 56.31 ± 9.07 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 163.28 ± 7.93 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index) 21.04 ± 2.42 กิโลกรัม ต่อตารางเมตร คะแนน Modified oswestry low back pain disability questionnaire เฉลี่ย 25.06 ± 9.60 คะแนน และกลุ่มที่จำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว มีอาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 และเพศชายจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 มีอายุเฉลี่ย 20.33 ± 1.33 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 57.47 ± 14.17 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 165.67 ± 8.66 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index) 20.89 ± 4.48 กิโลกรัมต่อตารางเมตร คะแนน Modified oswestry low back pain disability questionnaire เฉลี่ย 25.17 ± 15.23 คะแนน พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ จุดเริ่มต้น ($P > 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัย

ข้อมูล	การออกกำลังกายแกนกลางลำตัว (Mean±SD) n = 19	การจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว (Mean±SD) n = 19	P-value
เพศหญิง : ชาย	17 (89.47%): 2 (10.53%)	14 (73.68): 5 (26.32)	0.210
อายุ (ปี)	19.83 ± 0.99	20.33 ± 1.33	0.208
น้ำหนัก (กก.)	56.31 ± 9.07	57.47 ± 14.17	0.770
ส่วนสูง (ซม.)	163.28 ± 7.93	165.67 ± 8.66	0.394
ดัชนีมวลกาย (กก./ตรม.)	21.04 ± 2.42	20.89 ± 4.48	0.904
MODQ (คะแนน)	25.06 ± 9.60	25.17 ± 15.23	0.979

คำสำคัญ: กก.= กิโลกรัม, ซม.= เซนติเมตร, ตรม.=ตารางเมตร

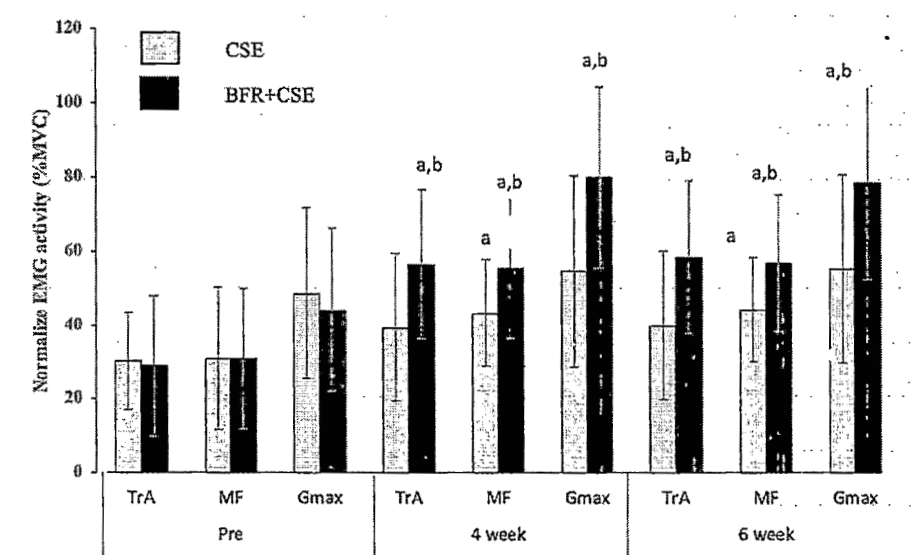
MODQ = Modified oswestry low back pain disability questionnaire

4.1.2 ผลของการรักษาด้วยวิธีการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว และการรักษาด้วยการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ ความหนาตัวของกล้ามเนื้อ 3 มัด การทรงตัว และภาวะทุพพลภาพ ติดตามผลหลังการรักษาสัปดาห์ที่ 4 และ 6 (ภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม)

4.1.2.1 การทำงานของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Two-way ANOVA พบว่ามีค่า time main effect ($P<0.001$, $P<0.001$, $P=0.001$, $\eta^2 = 0.376$, $\eta^2 = 0.696$, and $\eta^2 = 0.259$ ตามลำดับ) และ group x time interaction ($P<0.001$, $P<0.001$, $P=0.001$, $\eta^2 = 0.132$, $\eta^2 = 0.196$, and $\eta^2 = 0.138$) ตามลำดับ ของ normalize EMG activity ของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus (ตารางที่ 2)

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า หลังจากการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว โดยทำการติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ มีการทำงานของกล้ามเนื้อ Multifidus เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย ($P<0.05$) (รูปที่ 25) และพบว่าหลังการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว หลังการติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่า มีการทำงานของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย ($P<0.001$, $P<0.001$, $P<0.001$) ตามลำดับ (รูปที่ 25) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว ($P<0.05$, $P<0.05$, $P<0.05$) ตามลำดับ



หมายเหตุ: MVC= Maximum Voluntary Contraction, CSE= Core stabilization exercise, BFR= Blood flow restriction training, TrA= Transversus abdominis, MF= Multifidus, Gmax= Gluteus maximus
ข้อมูลนำเสนอแบบ Mean±SD

^a แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญภายในกลุ่ม ($P<0.05$) โดยใช้สถิติ Repeated measure ANOVA

^b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม ($P<0.05$) โดยใช้สถิติ Repeated measure ANOVA

ตารางที่ 2 Two-way ANOVA analysis for normalized EMG activity of Transversus abdominis, Multifidus, and Gluteus maximus at pre, 4 week, and 6 week post-intervention

Muscle	Group			Time			Group x Time		
	P-Value	F	η^2	P-Value	F	η^2	P-Value	F	η^2
TrA	0.069	3.536	0.094	<0.001	20.458	0.376	0.008	5.149	0.132
MF	0.147	2.204	0.061	<0.001	78.012	0.696	0.006	8.315	0.196
Gmax	0.168	1.982	0.055	0.001	11.91	0.259	0.025	5.429	0.138

หมายเหตุ: TrA= Transversus abdominis, MF= Multifidus, Gmax= Gluteus maximus

4.1.2.2 Muscle thickness of Transversus abdominis, Multifidus, Gluteus maximus

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า หลังจากการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เพียงอย่างเดียวในระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีค่าความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis ขณะพัก และหดตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย และกล้ามเนื้อ Multifidus ขณะพักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายที่การติดตามผลที่ 6 สัปดาห์ และในกลุ่มการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีค่าความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus ขณะพัก และหดตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายที่การติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีค่าความหนาตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มากกว่ากลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอย่างเดียวที่การติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ (ตารางที่ 3)

4.1.2.3 การยืนทรงตัว Weight bearing และ Tandem

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่ากลุ่มการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีค่า%การทรงตัวแบบ weight bearing ดีขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่การติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย และเมื่อ

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกลางแจ้ง กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีค่า%การทรงตัวแบบ weight bearing ดีขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่การติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการออกกำลังกายกลางแจ้ง กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า% Tandem เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการออกกำลังกาย และระหว่างกลุ่ม ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3)

4.1.2.4 แบบประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม Modified oswestry disability questionnaire

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า หลังจากการออกกำลังกายกลางแจ้ง กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียวในระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีคะแนน Modified oswestry disability questionnaire (MODQ) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย และพบว่า หลังการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกลางแจ้ง กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีคะแนน MODQ ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย ($P < 0.001$) ที่การติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มการฝึกการจำกัดไหล่เวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกลางแจ้ง กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีค่าคะแนน MODQ มากกว่ากลุ่มการออกกำลังกายกลางแจ้ง กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่การติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ ($P < 0.001$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 Two-way ANOVA analysis for muscle thickness of Transversus abdominis, Multifidus, and Gluteus maximus, Weight bearing, Tandem, and MODQ at pre, 4 week, and 6 week post intervention

Variables	BFR+CSE group (n=19)			CSE group (n=19)			Time			Group x Time		
	Pre	4 week	6 week	Pre	4 week	6 week	P-Value	F	η^2	P-Value	F	η^2
Muscle thickness (mm²)												
-TrA												
Rest	2.42±0.43	3.17±0.56 ^{†‡}	2.97±0.59 ^{†‡}	2.49±0.50	2.76±0.63 [†]	2.65±0.66	<0.001*	17.64	0.329	0.030*	4.147	0.103
Contracted	2.81±0.49	3.30±0.60 ^{†‡}	3.28±0.77 ^{†‡}	2.75±0.49	3.00±0.64 [†]	2.87±0.73	<0.001*	13.37	0.271	0.062	3.087	0.079
Percent change	17.10±8.52	11.94±9.41	12.62±9.12	11.41±4.82	12.40±27.64	11.11±4.63	0.804	0.187	0.005	0.736	0.273	0.008
-MF												
Rest	22.74±3.06	29.60±8.38 ^{†‡}	28.34±1.65 ^{†‡}	23.10±2.62	25.39±2.59 [†]	24.34±1.59	<0.001*	13.03	0.266	0.056	3.70	0.090
Contracted	31.41±4.99	38.74±5.68 ^{†‡}	36.89±5.49 ^{†‡}	31.16±2.52	33.31±4.05	30.94±5.27	<0.001*	10.96	0.233	0.020*	4.80	0.118
Percent change	36.23±14.44	35.92±15.43	40.97±9.37	36.14±5.57	31.84±9.57	28.77±8.29	0.826	0.123	0.003	0.396	0.872	0.024
-Gmax												
Rest	21.18±2.40	29.12±9.25 ^{†‡}	24.39±1.30 ^{†‡}	21.73±2.72	23.95±3.50 [†]	22.45±1.69	<0.001*	13.56	0.274	0.009*	6.427	0.151
Contracted	38.51±8.93	49.95±10.35 ^{†‡}	42.34±7.92 ^{†‡}	38.95±7.26	41.21±14.78	39.99±8.32	0.010*	6.975	0.162	0.074	3.289	0.084
Percent change	81.63±10.28	76.80±11.50	89.31±12.39	78.67±7.69	82.23±17.69	79.45±8.67	0.480	0.623	0.017	0.695	0.244	0.007
Weight bearing (%)	3.77 ±0.96	2.15 ±0.62 ^{†‡}	2.73 ±1.20 [†]	3.86 ±1.54	3.39 ±1.92	3.65 ±2.17	<0.001*	11.293	0.249	0.049	3.639	0.097
Tandem (%)	5.94±2.27	5.82±2.71	5.87±2.69	5.89±1.75	5.86 ±2.95	5.88 ±2.87	0.194	1.683	0.047	0.149	2.171	0.060
MODQ	25.17 ± 15.22	12.679±9.21 ^{†‡}	17.11 ± 14.19 ^{†‡}	25.06±9.59	20.78±8.69	23.50±8.62	<0.001*	14.566	0.300	0.031*	3.927	0.104

Abbreviations: BFR: Blood Flow Restriction; CSE: Core stabilization exercise; TrA: Transversus abdominis; MF: Multifidus; Gmax: Gluteus maximus; MODQ: Modified Oswestry Disability Questionnaire

[†] Significantly different between pre and post-intervention, $P<0.05$ [‡]Significantly different from the R group, $P<0.05$, *Statistically significant for either main effect or interaction, $P<0.05$

4.2 อภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transverses abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus การทรงตัว และภาวะทุพพลภาพในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง หลังการออกกำลังกายที่ 4 สัปดาห์

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงของการทำงานของกล้ามเนื้อ Transverses abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus

จากการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ Transverses abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา โดยการศึกษาล่าสุดของ Werasirirat และคณะ (2022) พบว่าการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายที่ 4 สัปดาห์ มีการทำงานของกล้ามเนื้อ gluteus maximus, gluteus medius และ tibialis anterior เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวในนักกีฬาที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Killinger และคณะ (2020) พบว่าการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแบบ isometric dorsiflexion and eversion สามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ tibialis anterior และ fibularis longus ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และการศึกษาของ Takarada และคณะ (2020) พบว่าการจำกัดการไหลเวียนโลหิตของกล้ามเนื้อ triceps ทำให้เกิดการล่า ส่งผลให้เกิดการไหลเวียนเลือดกลับไปยัง กล้ามเนื้อหน้าอก ทำให้กล้ามเนื้อหน้าอกทำงานเพิ่มขึ้นได้

การจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวสามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ สามารถอธิบายได้โดยจากกลไกการเกิด Blood pooling บริเวณที่รัดสายรัดร่วมกับให้แรงดัน ทำให้กล้ามเนื้อใต้ต่อสายรัดเกิดการล่า ก่อให้เกิดการสะสมเมตาบอไลต์ในกล้ามเนื้อมากขึ้น ลดการไหลเวียนของเลือดแดงไปยังกล้ามเนื้อน้อยลงและลดการไหลกลับของเลือดเข้าสู่หัวใจ ดังนั้นการล่าเลี้ยงก๊าซออกซิเจน และการจำกัดของเสียลดลง ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความไม่สมดุล เมื่อกล้ามเนื้อขาดก๊าซออกซิเจนมากขึ้น ส่งผลให้มีการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการไหลเวียนเลือดกลับไปยังกล้ามเนื้อเหนือต่อสายรัด เกิดความเครียดต่อระบบกล้ามเนื้อและพลังงาน ทำให้กล้ามเนื้อทำงานหนักมากขึ้น ร่างกายจึงกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนและลดการสลายโปรตีน ทำให้เกิดการ recruitment ของ threshold motor units ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของ fast twitch motor units ผ่าน group III-IV afferent ทำให้เกิดแรงและการทำงานของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นได้ (Loenneke et al., 2011) และกลไกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตที่มีผลต่อกล้ามเนื้อเหนือต่อสายรัด มาจากกล้ามเนื้อใต้ต่อสายรัดเกิดการล่า เป็นผลจากการคั่งของกรดแลคติก ทำให้เกิดการไหลเวียนเลือดกลับไปยังกล้ามเนื้อเหนือต่อสายรัด โดยทำ

ให้เกิดการเพิ่มจำนวนของ Fiber type II (Madaram et al., 2008; Amano et al., 2016; May et al., 2018)

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Transverses abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus

จากการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีค่าการหนาตัวของกล้ามเนื้อ Transverses abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการติดตามผลที่ 4 และ 6 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว มีค่าความหนาตัวของกล้ามเนื้อทุกมัดขณะพักเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรักษาหลังการฝึกที่ 4 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาล่าสุดของ Narouei และคณะ (ปี 2020) พบว่า การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Multifidus และ Transversus abdominis ในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง ซึ่งการเพิ่มความหนาตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้น การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจะไปกระตุ้นกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงของกระดูกสันหลัง ซึ่งเป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อมัดลึกบริเวณแกนกลางลำตัวให้ทำงานดีขึ้น กระตุ้นโครงสร้างกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวให้แข็งแรง ส่งผลต่อระบบการควบคุมการประสานและกล้ามเนื้อ ทำให้ระบบประสาทสั่งการและตอบสนองได้อย่างรวดเร็วเป็นอัตโนมัติมากขึ้น ทำให้โครงสร้างต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวไปกลับมายู่ในแนวที่ดีและกลับมาทำงานได้ปกติขึ้น (Carpes et al., 2008) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ทำการฝึกที่ 4 สัปดาห์ และติดตามผลที่ทันทีหลังการรักษา และ 6 สัปดาห์ ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ได้รับการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ยังมีผลคงค้างของการฝึกนานถึง 6 สัปดาห์ แตกต่างจากการศึกษาของ Jae-Cheol Park และคณะ (2016) ศึกษาการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับการจำกัดไหลเวียนโลหิตต่อความหนาตัวของกล้ามเนื้อ External oblique, Internal oblique และ Transversus abdominis พบว่า กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับการจำกัดไหลเวียนโลหิต มีความหนาตัวของกล้ามเนื้อ External oblique, Internal oblique และ Transversus abdominis เพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ รวมถึงการศึกษาของ Shinichi Amano และคณะ (2016) ศึกษาผลของการออกกำลังกายร่วมกับการจำกัดไหลเวียนโลหิตในผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างต่อความหนาตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Trunk extensor พบว่า กลุ่มการออกกำลังกายร่วมกับการจำกัดไหลเวียนโลหิต สามารถเพิ่มความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Trunk extensor ได้ถึง 4% ในระยะเวลา 10 สัปดาห์ นอกจากนี้ การศึกษาของ Werasirirat และคณะ (2022) ศึกษาผลของการออกกำลังกายร่วมกับการจำกัดไหลเวียนโลหิตในนักกีฬาที่มีภาวะไม่มั่นคงของข้อเท้าแบบเรื้อรัง พบว่า กลุ่มการออกกำลังกายร่วมกับการจำกัดไหลเวียนโลหิตมีความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Hip extensor เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ

เปรียบเทียบก่อนและหลังออกกำลังกาย สามารถอธิบายได้จากกลไกการเปลี่ยนแปลงภายใน motor cortex ซึ่งส่งผ่านการประสานสัมพันธ์ของ motor control และการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ส่งผลให้กล้ามเนื้อหนาตัวจากเพิ่มการสะสมของเมตาบอลิก และการทำให้กล้ามเนื้อล้าจากการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ร่วมกับ muscle swelling (Ramis et al., 2020)

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงของค่า Visual sway biofeedback ประเมินการทรงตัวขณะยืน

จากการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการรักษาด้วยการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง สามารถลดค่า Visual sway biofeedback ประเมินการทรงตัวขณะยืน Weight bearing ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 4 สัปดาห์หลังการรักษา โดยการศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมาเป็นเพียงการศึกษาผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อการทรงตัวในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างเท่านั้น ซึ่งยังไม่มีการศึกษาใดศึกษาผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง

มีเพียงหนึ่งการศึกษาของ Werasirirat และคณะ (2022) โดยศึกษาการจำกัดการไหลเวียนโลหิตบริเวณส่วนต้นของต้นขา (Proximal thigh) ร่วมกับโปรแกรมการฟื้นฟูในนักกีฬาที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ หลังการรักษา พบว่า กล้ามเนื้อ Gluteus maximus มีความแข็งแรงและมีการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น สามารถเพิ่มการทรงตัวได้ดีขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยจากการศึกษา พบว่า การทรงตัวที่ดีขึ้นสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Gluteus maximus ที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่อมีการจำกัดการไหลเวียนโลหิตที่ส่วนต้น (บริเวณต้นขา) ส่งผลให้กล้ามเนื้อที่ถูกรัดภายใต้ Cuff เกิดการล้าจึงเกิดการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการไหลเวียนเลือดกลับไปยังกล้ามเนื้อที่อยู่เหนือการรัด คือกล้ามเนื้อสะโพก เมื่อกล้ามเนื้อมัดนี้มีการทำงานหรือความแข็งแรงที่เพิ่มมากขึ้น เกิดการส่งผ่านแรงระหว่างกระดูกสันหลังและรยางค์ส่วนล่าง ช่วยเพิ่มความมั่นคงของเชิงกรานขณะมีการหมุนของลำตัวและถ่ายน้ำหนัก ส่งผลในเพิ่มการทำงานของแกรมมามอเตอร์ ทำให้การรับรู้ตำแหน่งข้อต่อที่ดีขึ้น ปรับปรุงกลไกกลไกศูนย์กลางของการควบคุมการเคลื่อนไหว (The central mechanisms of motor control) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูการทรงตัว (Hlaing et al., 2021; Madarame et al., 2008; Werasirirat and Yimlamai, 2022)

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการรักษาในกลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องมาจาก ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกที่ 4 สัปดาห์ไม่เพียงพอต่อการเพิ่มการทรงตัวขณะยืน Weight bearing จากการศึกษามาก่อนต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกที่มากกว่า 6 สัปดาห์ หรือร่วมกับการรักษาด้วยวิธีอื่น ๆ จึงจะเห็นประสิทธิภาพในการฝึกที่ชัดเจน โดยจากการศึกษา Salavati และคณะ (2016) ศึกษาผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อการทรงตัวขณะทำการเคลื่อนไหวและ Visual dependency ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยให้กลุ่มที่

ทำการศึกษาได้รับโปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบ Routine ร่วมกับโปรแกรม Stabilization exercise เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับโปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบ Routine เพียงอย่างเดียว พบว่า ในกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบ Routine ร่วมกับโปรแกรม Stabilization exercise มีการลดลงของค่า Postural stability สอดคล้องกับการศึกษาของ Puntumetakul และคณะ (2020) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวและการออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงลำตัวทั่วไปต่อสมดุลการทรงตัว ระดับอาการเจ็บปวดและ Trunk muscle activity patterns ในผู้ป่วยที่มีอาการกระดูกสันหลังระดับเอวไม่มั่นคงเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์โดยให้การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวด้วยเทคนิค Abdominal drawing-in maneuver ร่วมกับการใช้ Biofeedback เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อและเหยียดลำตัวทั่วไป พบว่า กลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวด้วยเทคนิค Abdominal drawing-in maneuver ร่วมกับการใช้ Biofeedback มี Balance performance ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องมาจากการรักษาความสมดุลการทรงตัวในท่าตัวตรงจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลางผ่านการควบคุมการรับรู้ของข้อต่อและรับสัญญาณนำเข้าจากการทำงานของกล้ามเนื้อจากนั้นจะประสานการรับรู้ระหว่าง Base of support และ Center of gravity projection ซึ่งอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังมีผลให้ตัวนำเข้าสู่สัญญาณประสาทที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกและการรับรู้ของข้อต่อที่เนื้อเยื่อบริเวณใกล้เคียงเปลี่ยนแปลงไป (Salavati et al., 2016) อาจนำไปสู่การยับยั้งการทำงานของ Pre-synaptic เพิ่มขึ้นและเกิดการเปลี่ยนแปลงของ Proprioceptive ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุที่เป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงความสมดุลของการทรงตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง (Puntumetakul et al., 2020) ซึ่งการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเรียนรู้การทำหน้าที่ซ้ำ ๆ และจะช่วยรักษาเสถียรภาพของการนำเข้าสู่สัญญาณประสาท (Sensory input) ที่หลากหลายและมีบทบาทสำคัญในการนำเข้าสู่ข้อมูลทางประสาทสัมผัสให้กับระบบควบคุมการทรงตัว (Postural control system) และเพิ่มความสามารถในการรักษาสมดุลการทรงตัวของร่างกาย (Salavati et al., 2016) ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามีค่า Visual sway biofeedback ประเมินการทรงตัวขณะยืน Weight bearing ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แม้ว่าผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การรักษาด้วยการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว และรักษาด้วยการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว ในอาสาสมัครที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจงมีค่า การทรงตัวขณะยืน Tandem ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการออกกำลังกาย 4 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายแตกต่างจากการศึกษาของ Balouchy และคณะ (2022) ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อสมดุลการทรงตัวขณะหยุดนิ่งและเคลื่อนไหว Gait Speed และ Stride Length ในนักเรียนที่มีความพิการทางด้านสติปัญญา เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ภายหลังการฝึกออกกำลังกายแกนกลางลำตัวเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ อาสาสมัครมีคะแนน Balance error scoring system ในส่วนของการทรงตัวขณะยืน Tandem บนพื้นมั่นคงและการทรงตัวขณะยืน Tandem บนพื้นไพล่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงถึงการเพิ่มขึ้นของการทรงตัวในท่า Tandem ได้อย่างมี

ประสิทธิภาพในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาในครั้งนี้ที่มีการให้การออกกำลังกายเพียง 4 สัปดาห์ จึงทำให้การศึกษาในครั้งนี้ มีค่าประเมินการทรงตัวขณะยืน Tandem ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกเพิ่มขึ้นตามการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อแสดงให้เห็นผลที่ชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้การทรงตัวขณะยืน Tandem เป็นการเปลี่ยนถ่ายน้ำหนักตัวโดยมี Base of support ที่แคบลง ซึ่งเป็นการควบคุมความมั่นคงในแนว Medio-lateral ในระนาบ Frontal plane ซึ่งต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ Ankle invertor และ Evertor มากกว่ากล้ามเนื้อสะโพก ประกอบกับการศึกษาในครั้งนี้มีการรัด Cuff เพื่อจำกัดการไหลเวียนโลหิตบริเวณขาข้างที่ถนัดเท่านั้น ซึ่งเป็นตำแหน่งของขาที่วางด้านหลังขณะทดสอบการทรงตัวแบบ Tandem โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อ Tibialis anterior และ Soleus มีความสำคัญอย่างมากในตำแหน่งของขาที่วางด้านหลัง ซึ่งจะแสดงการทำงานแบบ Reciprocal มีการกระจายแรงถ่ายน้ำหนักของร่างกายจากการเคลื่อนตำแหน่งศูนย์กลางของแรงกดบริเวณฝ่าเท้าให้อยู่ตำแหน่งที่เหมาะสมในระนาบ Frontal เพื่อช่วยในการเพิ่มการทรงตัว ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ศึกษาเฉพาะความแข็งแรงเฉพาะกล้ามเนื้อ Gluteus maximus, Transversus abdominis และ Multifidus เท่านั้น ดังนั้น อาจส่งผลให้ไม่เห็นความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา (Sozzi et al., 2013)

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงของคะแนนแบบประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม Modified oswestry low back pain disability questionnaire (MODQ)

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า หลังจากฝึกการจำกัดไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีคะแนน Modified oswestry low back pain disability questionnaire ลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย ซึ่งมีค่าคะแนนลดลงเหลือ 12.7 โดยภาวะจำกัดกิจกรรมน้อย แสดงถึงมีความสามารถในการทำกิจกรรมมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Inani และคณะ (2013) ที่ทำการศึกษามูลของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายทั่วไปต่อการลดความเจ็บปวด และลดภาวะทุพพลภาพในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างแบบไม่จำเพาะเจาะจง พบว่า หลังการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว มีค่าคะแนน MODQ ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Amano และคณะ (2016) ที่ทำการศึกษามูลของการออกกำลังกายทั่วไปร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนโลหิตเปรียบเทียบกับออกกำลังกายทั่วไปเพียงอย่างเดียวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง พบว่า หลังการออกกำลังกายกลุ่มการออกกำลังกายทั่วไปร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนโลหิตสามารถลดภาวะทุพพลภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ พบว่ากลุ่มการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียวในระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีค่าคะแนน Modified oswestry low back pain disability questionnaire ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกาย แต่พบว่า มีค่า Mean difference ที่ลดลงจาก 25.17 คะแนน เหลือ 20.75 คะแนน ซึ่งแสดงถึงภาวะทุพพลภาพที่ลดลงเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีอธิบายที่แน่ชัด แต่อาจจะสัมพันธ์กับการทำงาน ความหนาตัวของกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น และการทรงตัวที่ดีขึ้น ส่งผลให้สามารถในการทำกิจกรรม

ได้มากขึ้น นอกจากนี้ จากแบบประเมิน MODQ ซึ่งเป็นการประเมินกิจวัตรประจำวัน จำเป็นต้องอาศัยการทรงตัวแบบเคลื่อนไหว (Dynamic balance) ร่วมด้วย แต่ในการศึกษารั้งนี้ ศึกษาเฉพาะการทรงตัวแบบอยู่กับที่ (Static balance) จึงอาจเห็นผลในส่วนนี้ไม่ชัดเจน ดังนั้นการศึกษาในอนาคตควรศึกษาการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวร่วมด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียวต่อความหนาตัวของกล้ามเนื้อ การทำงานของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต สามารถเพิ่มการทำงาน ความหนาตัวของกล้ามเนื้อ Transverses abdominis, Multifidus และ Gluteus maximus และมีคะแนน Modified oswestry low back pain disability questionnaire ลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่การติดตามผลทันทีหลังการออกกำลังกาย 4 สัปดาห์ และหลังการติดตามผลที่ 6 สัปดาห์ ในขณะที่มีค่าการทรงตัวขณะยืน Weight bearing ที่ดีขึ้น หลังการออกกำลังกาย 4 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย ดังนั้น การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยนักกายภาพบำบัดในการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อลดความหนักในการออกกำลังกาย ลดแรงที่กระทำต่อข้อต่อ กล้ามเนื้อ และอาการปวด ที่เกิดจากการที่ข้อต่อรับน้ำหนักมากขณะออกกำลังกายแบบให้แรงต้านในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจงในอนาคตต่อไปได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้ คือ ระยะเวลาในการฝึกด้วยการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวขณะยืน Tandem น้อยเกินไป รวมถึงศึกษาเฉพาะความแข็งแรงเฉพาะกล้ามเนื้อ Gluteus maximus, Transversus abdominis และ Multifidus เท่านั้น ดังนั้นอาจส่งผลให้ไม่เห็นความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรักษา ในอนาคตอาจเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกาย และเพิ่มการศึกษาลักษณะการทรงตัวแบบเคลื่อนไหว (Dynamic balance) เนื่องจากแบบประเมิน MODQ ที่ประกอบไปด้วยคำถาม 10 ด้าน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการทรงตัวแบบอยู่กับที่ (Static balance) และการทรงตัวแบบเคลื่อนไหว (Dynamic balance) รวมถึงศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างกล้ามเนื้ออื่นๆ เพิ่มเติม

บรรณานุกรม

- Abass, A., Alli, A., Olagbegi, O., Christie, C., & Bolarinde, S. (2020). Effects of an eight-week lumbar stabilization exercise programme on selected variables of patients with chronic low back pain. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 19, 467-474. doi:10.3329/bjms.v19i3.45864
- Akhtar, M. W., Karimi, H., & Gilani, S. A. (2017). Effectiveness of core stabilization exercises and routine exercise therapy in management of pain in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled clinical trial. *Pak J Med Sci*, 33(4), 1002-1006. doi:10.12669/pjms.334.12664
- Akodu, A. K., & Akindutire, O. M. (2018). The effect of stabilization exercise on pain-related disability, sleep disturbance, and psychological status of patients with non-specific chronic low back pain. *Korean J Pain*, 31(3), 199-205. doi:10.3344/kjp.2018.31.3.199
- Amano, S., Ludin, A. F., Clift, R., Nakazawa, M., Law, T. D., Rush, L. J., . . . Clark, B. C. (2016). Effectiveness of blood flow restricted exercise compared with standard exercise in patients with recurrent low back pain: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 17, 81. doi:10.1186/s13063-016-1214-7
- Bennett, H., & Slaterry, F. (2019). Effects of Blood Flow Restriction Training on Aerobic Capacity and Performance: A Systematic Review. *J Strength Cond Res*, 33(2), 572-583. doi:10.1519/jsc.0000000000002963
- Braga, A. B., Rodrigues, A. C., de Lima, G. V., de Melo, L. R., de Carvalho, A. R., & Bertolini, G. R. (2012). Comparison of static postural balance between healthy subjects and those with low back pain. *Acta Ortop Bras*, 20(4), 210-212. doi:10.1590/s1413-78522012000400003
- Carpes, F. P., Reinehr, F. B., & Mota, C. B. (2008). Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther*, 12(1), 22-30. doi:10.1016/j.jbmt.2007.05.001
- Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2019). Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 49(1), 95-108. doi:10.1007/s40279-018-0994-1
- Chang, W. D., Lin, H. Y., & Lai, P. T. (2015). Core strength training for patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*, 27(3), 619-622. doi:10.1589/jpts.27.619

- Chatprem, T., Puntumetakul, R., Boucaut, R., Wanpen, S., & Chatchawan, U. (2020). A Screening Tool for Patients with Lumbar Instability: A Criteria-Related Validity of Thai Version. *Spine, Publish Ahead of Print*. doi:10.1097/BRS.0000000000003606
- Cook, S. B., Clark, B. C., & Ploutz-Snyder, L. L. (2007). Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. *Med Sci Sports Exerc*, 39(10), 1708-1713. doi:10.1249/mss.0b013e31812383d6
- da, C. M. C. L., Maher, C. G., Hancock, M. J., McAuley, J. H., Herbert, R. D., & Costa, L. O. (2012). The prognosis of acute and persistent low-back pain: a meta-analysis. *Cmaj*, 184(11), E613-624. doi:10.1503/cmaj.111271
- Dankel, S. J., Jessee, M. B., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2016). The Effects of Blood Flow Restriction on Upper-Body Musculature Located Distal and Proximal to Applied Pressure. *Sports Med*, 46(1), 23-33. doi:10.1007/s40279-015-0407-7
- Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., Bourgois, J., Dankaerts, W., & De Cuyper, H. J. (2001). Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Br J Sports Med*, 35(3), 186-191. doi:10.1136/bjsm.35.3.186
- Dionne, C. E., Dunn, K. M., Croft, P. R., Nachemson, A. L., Buchbinder, R., Walker, B. F., . . . Von Korff, M. (2008). A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *Spine (Phila Pa 1976)*, 33(1), 95-103. doi:10.1097/BRS.0b013e31815e7f94
- Dreisinger, T. E. (2014). Exercise in the management of chronic back pain. *Ochsner J*, 14(1), 101-107.
- Ferguson, S. A., & Marras, W. S. (2004). Revised protocol for the kinematic assessment of impairment. *The Spine Journal*, 4(2), 163-169.
- Fitschen, P. J., Kistler, B. M., Jeong, J. H., Chung, H. R., Wu, P. T., Walsh, M. J., & Wilund, K. R. (2014). Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. *Clin Physiol Funct Imaging*, 34(5), 356-363. doi:10.1111/cpf.12100
- Fujita, S., Abe, T., Drummond, M. J., Cadenas, J. G., Dreyer, H. C., Sato, Y., . . . Rasmussen, B. B. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* (103(3), 903-910. doi:10.1152/jappphysiol.00195.2007

- Ge, L., Pereira, M. J., Yap, C. W., & Heng, B. H. (2022). Chronic low back pain and its impact on physical function, mental health, and health-related quality of life: a cross-sectional study in Singapore. *Scientific Reports*, 12(1), 20040. doi:10.1038/s41598-022-24703-7
- Gomes-Neto, M., Lopes, J. M., Conceição, C. S., Araujo, A., Brasileiro, A., Sousa, C., . . . Arcanjo, F. L. (2017). Stabilization exercise compared to general exercises or manual therapy for the management of low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport*, 23, 136-142. doi:10.1016/j.ptsp.2016.08.004
- Grenier, S. G., & McGill, S. M. (2007). Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(1), 54-62. doi:10.1016/j.apmr.2006.10.014
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., . . . Underwood, M. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet*, 391(10137), 2356-2367. doi:10.1016/s0140-6736(18)30480-x
- Hlaing, S. S., Puntumetakul, R., Khine, E. E., & Boucaut, R. (2021). Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*, 22(1), 998. doi:10.1186/s12891-021-04858-6
- Hlaing, S. S., Puntumetakul, R., Wanpen, S., & Boucaut, R. (2020). Balance Control in Patients with Subacute Non-Specific Low Back Pain, with and without Lumbar Instability: A Cross-Sectional Study. *J Pain Res*, 13, 795-803. doi:10.2147/jpr.S232080
- Hodges, P. W., Moseley, G. L., Gabrielsson, A., & Gandevia, S. C. (2003). Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res*, 151(2), 262-271. doi:10.1007/s00221-003-1457-x
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther*, 77(2), 132-142; discussion 142-134. doi:10.1093/ptj/77.2.132
- Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., . . . Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum*, 64(6), 2028-2037. doi:10.1002/art.34347

- Hughes, L., Jeffries, O., Waldron, M., Rosenblatt, B., Gissane, C., Paton, B., & Patterson, S. D. (2018). Influence and reliability of lower-limb arterial occlusion pressure at different body positions. *PeerJ*, 6, e4697. doi:10.7717/peerj.4697
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 51(13), 1003-1011. doi:10.1136/bjsports-2016-097071
- Kim, K. H., Chō, S. H., Goo, B. O., & Baek, I. H. (2013). Differences in Transversus Abdominis Muscle Function between Chronic Low Back Pain Patients and Healthy Subjects at Maximum Expiration: Measurement with Real-time Ultrasonography. *J Phys Ther Sci*, 25(7), 861-863. doi:10.1589/jpts.25.861
- Ko, K. J., Ha, G. C., Yook, Y. S., & Kang, S. J. (2018). Effects of 12-week lumbar stabilization exercise and sling exercise on lumbosacral region angle, lumbar muscle strength, and pain scale of patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*, 30(1), 18-22. doi:10.1589/jpts.30.18
- Kubota, A., Sakuraba, K., Koh, S., Ogura, Y., & Tamura, Y. (2011). Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. *J Sci Med Sport*, 14(2), 95-99. doi:10.1016/j.jsams.2010.08.007
- Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Fahs, C. A., & Rossow, L. M. (2012). Blood flow-restricted resistance exercise: rapidly affecting the myofibre and the myonuclei. *J Physiol*, 590(21), 5271. doi:10.1113/jphysiol.2012.242859
- Madarambe, H., Neya, M., Ochi, E., Nakazato, K., Sato, Y., & Ishii, N. (2008). Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Med Sci Sports Exerc*, 40(2), 258-263. doi:10.1249/mss.0b013e31815c6d7e
- Maher, C., Underwood, M., & Buchbinder, R. (2017). Non-specific low back pain. *Lancet*, 389(10070), 736-747. doi:10.1016/s0140-6736(16)30970-9
- Maher, C., Underwood, M., & Buchbinder, R. (2017). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 389(10070), 736-747.
- Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Jessee, M. B., Dankel, S. J., Mouser, J. G., & Loenneke, J. P. (2017). Practicing the Test Produces Strength Equivalent to Higher Volume Training. *Med Sci Sports Exerc*, 49(9), 1945-1954. doi:10.1249/mss.0000000000001300
- Moffett, J. K., Torgerson, D., Bell-Syer, S., Jackson, D., Llewlyn-Phillips, H., Farrin, A., & Barber, J. (1999). Randomised controlled trial of exercise for low back pain: clinical

- outcomes, costs, and preferences. *Bmj*, 319(7205), 279-283.
doi:10.1136/bmj.319.7205.279
- Narouei, S., Barati, A. H., Akuzawa, H., Talebian, S., Ghiasi, F., Akbari, A., & Alizadeh, M. H. (2020). Effects of core stabilization exercises on thickness and activity of trunk and hip muscles in subjects with nonspecific chronic low back pain. *J Bodyw Mov Ther*, 24(4), 138-146. doi:10.1016/j.jbmt.2020.06.026
- Newcomer, K., Laskowski, E. R., Yu, B., Larson, D. R., & An, K. N. (2000). Repositioning error in low back pain. Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(2), 245-250.
- O'Sullivan, P. B., Burnett, A., Floyd, A. N., Gadsdon, K., Logiudice, J., Miller, D., & Quirke, H. (2003). Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine (Phila Pa 1976)*, 28(10), 1074-1079. doi:10.1097/01.Brs.0000061990.56113.6f
- Park, j.-C., & Kim, Y.-N. (2016). Impact of Waist Stabilization Exercise with Blood Flow Restriction on White Area Index of Trunk Muscle Thickness Density. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 28(2), 136-141. doi:10.18857/jkpt.2016.28.2.136
- Park, S., Lee, K., Lockhart, T., & Kim, S. (2011). Effects of Sound on Postural Stability during Quiet Standing. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 8, 67. doi:10.1186/1743-0003-8-67
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., . . . Loenneke, J. (2019). Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol*, 10, 533. doi:10.3389/fphys.2019.00533
- Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med*, 45(2), 187-200. doi:10.1007/s40279-014-0264-9
- Puntumetakul, R., Saiklang, P., Yodchaisarn, W., Hunsawong, T., & Ruangsri, J. (2021). Effects of Core Stabilization Exercise versus General Trunk-Strengthening Exercise on Balance Performance, Pain Intensity and Trunk Muscle Activity Patterns in Clinical Lumbar Instability Patients: A Single Blind Randomized Trial. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 18. doi:10.48048/wjst.2021.9054
- Salavati, M., Akhbari, B., Takamjani, I. E., Bagheri, H., Ezzati, K., & Kahlaee, A. H. (2016). Effect of spinal stabilization exercise on dynamic postural control and visual dependency in subjects with chronic non-specific low back pain. *J Bodyw Mov Ther*, 20(2), 441-448. doi:10.1016/j.jbmt.2015.10.003

- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Med*, 45(3), 313-325. doi:10.1007/s40279-014-0288-1
- Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport*, 19(8), 669-675. doi:10.1016/j.jsams.2015.09.005
- Sozzi, S., Honeine, J. L., Do, M. C., & Schieppati, M. (2013). Leg muscle activity during tandem stance and the control of body balance in the frontal plane. *Clin Neurophysiol*, 124(6), 1175-1186. doi:10.1016/j.clinph.2012.12.001
- Suga, T., Okita, K., Morita, N., Yokota, T., Hirabayashi, K., Horiuchi, M., . . . Tsutsui, H. (2010). Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J Appl Physiol* (1985), 108(6), 1563-1567. doi:10.1152/jappphysiol.00504.2009
- Suh, J. H., Kim, H., Jung, G. P., Ko, J. Y., & Ryu, J. S. (2019). The effect of lumbar stabilization and walking exercises on chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*, 98(26), e16173. doi:10.1097/md.00000000000016173
- Sun, P., Li, K., Yao, X., Wu, Z., & Yang, Y. (2023). Association between functional disability with postural balance among patients with chronic low back pain. *Front Neurol*, 14, 1136137. doi:10.3389/fneur.2023.1136137
- Werasirirat, P., & Yimlamai, T. (2022). Effect of supervised rehabilitation combined with blood flow restriction training in athletes with chronic ankle instability: a randomized placebo-controlled trial. *J Exerc Rehabil*, 18(2), 123-132. doi:10.12965/jer.2244018.009

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบยินยอมอาสาสมัคร



**เอกสารแสดงความยินยอม
ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form)**

รหัสโครงการวิจัย : HS102/2565

(สำนักงานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง ผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อความหนาตัว การทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และการทรงตัว ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

ให้คำยินยอม วันที่ เดือน พ.ศ.

ก่อนที่จะลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่างๆ ตามที่ระบุในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้ว และผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบัง ซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และมีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ การบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนั้นไม่มีผลกระทบต่อการรักษาโรค การเข้าถึงการรักษาพยาบาล ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในส่วนที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอมให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนามผู้ยินยอม

(.....)

ลงนามพยาน

(.....)

หมายเหตุ กรณีที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยได้ให้ความยินยอมด้วยการประทับลายนิ้วหัวแม่มือ ขอให้พยานลงลายมือชื่อรับรองด้วย



BUU-IRB Approved
9 May 2023

Version 1.2/ July 1, 2021

- 1 -

Version 2/ April 23, 2023

เอกสารจากระบบการขอรับการพิจารณาจริยธรรมวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามคัดกรองอาสาสมัคร

ID NO.....

แบบคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัยเรื่อง ผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกาย
กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และการทรงตัว ในผู้ป่วยที่มีอาการปวด
หลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

เพศ.....อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร
BMI.....กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ขาข้าง.....

ข้อมูลด้านสุขภาพ

1. ท่านมีอาการปวดหลังส่วนล่าง ระหว่างกระดูกซี่โครงระดับสุดท้ายไปยังสะโพก ไม่มีอาการร้าวลงขา หรืออ่อนแรงของขา
หรือเท้า ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา หรือไม่

- ☐ มี
- ☐ ไม่มี

2. ท่านเคยมีประวัติได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดกระดูกสันหลังส่วนหลัง หรือรยางค์ส่วนล่างหรือไม่

- ☐ มี
- ☐ ไม่มี

3. ท่านมีประวัติกระดูกหักหรือได้รับบาดเจ็บบริเวณหลัง หรือรยางค์ส่วนล่างในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่

- ☐ มี
- ☐ ไม่มี

4. ท่านมีประวัติเป็นโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด โรคลิ้นเลือดอุดตันในเส้นเลือดดำ หรือ
ภาวะเส้นเลือดอุดตันหรือไม่

- ☐ มี
- ☐ ไม่มี

5. ท่านมีโรคประจำตัวที่ส่งผลต่อการออกกำลังกาย ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูงชนิดควบคุมไม่ได้ หรือโรคเบาหวาน หรือไม่

- ☐ มี
- ☐ ไม่มี

6. ท่านเคยได้รับการรักษาทางการแพทย์และกายภาพบำบัดที่บริเวณหลัง ใน 1 เดือนที่ผ่านมา หรือไม่

- ☐ เคย
- ☐ ไม่เคย



BUU-IRB Approved
9 May 2023

Version 2/ April 23, 2023

แบบสอบถาม Oswestry version 1.0 ฉบับภาษาไทยในผู้ป่วยปวดหลัง

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับอาการปวดหลังของท่านที่มีผลในการดำเนินชีวิตประจำวัน

กรุณาตอบแบบสอบถามทุกข้อโดยทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ เพียงช่องเดียวที่สามารถอธิบายอาการได้ใกล้เคียงกับอาการของท่านมากที่สุด

1. ความรุนแรงของอาการปวด

- ☐ อาการปวดของฉันทนพอทนได้โดยไม่ต้องใช้ยา
- ☐ อาการปวดของฉันทนแสบมาก แต่ฉันทนจัดการได้โดยไม่ต้องใช้ยา
- ☐ ยาแก้ปวดช่วยลดอาการปวดได้ทั้งหมด
- ☐ ยาแก้ปวดช่วยลดอาการปวดได้บางส่วน (ประมาณครึ่งหนึ่ง)
- ☐ ยาแก้ปวดช่วยลดอาการปวดได้เล็กน้อย
- ☐ ยาแก้ปวดไม่ช่วยลดอาการปวดและฉันทนไม่ได้ใช้ยาแก้ปวดนั้น

2. การดูแลตัวเองในชีวิตประจำวัน (อาบน้ำ แต่งตัว เป็นต้น)

- ☐ ฉันทนอาบน้ำ แต่งตัว ได้เหมือนปกติโดยไม่ทำให้มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันทนอาบน้ำ แต่งตัว ได้เหมือนปกติ แต่ทำให้มีอาการปวดเกิดขึ้น
- ☐ ฉันทนอาบน้ำ แต่งตัว ได้แต่ต้องเป็นไปอย่างช้าๆ และระมัดระวัง เพราะทำให้มีอาการปวด
- ☐ ฉันทนอาบน้ำ แต่งตัว ได้แต่ต้องมีผู้ช่วยเหลือบ้างบางส่วน
- ☐ ฉันทนอาบน้ำ แต่งตัว ได้แต่ต้องมีผู้ช่วยเหลือเกือบทั้งหมด
- ☐ ฉันทนไม่สามารถอาบน้ำ แต่งตัวได้เอง และต้องอยู่แต่บนเตียง

3. การยกของ

- ☐ ฉันทนสามารถยกของหนักได้โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันทนสามารถยกของหนักได้แต่ทำให้เกิดอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันทนไม่สามารถยกของหนักจากพื้นได้ แต่ถ้าของหนักอยู่สูงระดับโต๊ะ ฉันทนจะสามารถยกของหนักนั้นได้ แต่น้ำหนักของต้องไม่มากนัก
- ☐ ฉันทนสามารถยกได้แรงของน้ำหนักเบาๆ
- ☐ ฉันทนไม่สามารถยกของได้เลย

Version 2/ April 23, 2023



BUU-IRB Approved
9 May 2023

4. การเดิน

- ☐ ฉันสามารถเดินได้ระยะทางเหมือนปกติโดยไม่มีอาการปวด
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินได้ระยะทางไม่เกิน 1.6 กิโลเมตร (ประมาณ 5 ป้ายรถเมล์)
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินได้ระยะทางไม่เกิน 800 เมตร (ประมาณ 2 ป้ายรถเมล์)
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินได้ระยะทางไม่เกิน 400 เมตร (ประมาณ 1 ป้ายรถเมล์)
- ☐ ฉันสามารถเดินได้แต่ต้องใช้เครื่องช่วยเดิน เช่น ไม้เท้า ไม้ค้ำพยุง
- ☐ ฉันต้องอยู่แต่บนเตียง แต่ต้องคลานเวลาจะไปห้องน้ำ

5. การนั่ง

- ☐ ฉันสามารถนั่งได้นานเหมือนปกติโดยไม่มีอาการปวด
- ☐ ฉันสามารถนั่งได้นานเหมือนปกติโดยไม่มีอาการปวดเฉพาะเก้าอี้ที่ฉันนั่งเป็นประจำและสบายเท่านั้น
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถนั่งได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถนั่งได้ไม่เกิน 30 นาที
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถนั่งได้ไม่เกิน 10 นาที
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันไม่สามารถนั่งได้เลย

6. การยืน

- ☐ ฉันสามารถยืนได้นานเหมือนปกติ โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันสามารถยืนได้นานเหมือนปกติแต่จะทำให้ฉันปวดมากขึ้น
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถยืนได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถยืนได้ไม่เกิน 30 นาที
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถยืนได้ไม่เกิน 10 นาที
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันไม่สามารถยืนได้เลย

7. การนอน

- ☐ ฉันสามารถหลับได้เหมือนปกติ โดยไม่มีอาการปวด
- ☐ ฉันสามารถหลับได้เหมือนปกติแต่ต้องใช้ยา
- ☐ ถึงแม้จะใช้ยาแล้วก็ตามฉันสามารถหลับได้น้อยกว่า 6 ชั่วโมง
- ☐ ถึงแม้จะใช้ยาแล้วก็ตามฉันสามารถหลับได้น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- ☐ ถึงแม้จะใช้ยาแล้วก็ตามฉันสามารถหลับได้น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันไม่สามารถหลับได้เลย

Version 2/ April 23, 2023



BUU-IRB Approved
9 May 2023

เอกสารจากระบบการขอรับการพิจารณาจริยธรรมวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา

8. การเข้าสังคม เช่น การไปตลาด ดูหนัง ไปห้างสรรพสินค้า

- ☐ สามารถออกงานสังคมได้ตามปกติ โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ออกงานสังคมได้ แต่ปวดหลังบางครั้ง
- ☐ อาการปวดไม่ได้มีผลต่อการเข้าสังคมมากนัก ยกเว้นกิจกรรมที่ต้องเคลื่อนไหวมาก เช่น เล่นกีฬา เป็นต้น
- ☐ อาการปวดทำให้ไม่สามารถเข้าสังคมนอกบ้านได้บ่อยๆ
- ☐ อาการปวดทำให้ไม่สามารถเข้าสังคมนอกบ้านได้ แต่สามารถมีการเข้าสังคมที่จัดในบ้านได้
- ☐ อาการปวดทำให้ไม่สามารถเข้าสังคมได้เลย

9. การทำงาน/งานบ้าน

- ☐ งานบ้าน กิจกรรมทางการงาน ไม่ทำให้เกิดอาการปวด
- ☐ งานบ้าน กิจกรรมทางการงาน เพิ่มอาการปวด แต่สามารถทำได้
- ☐ ทำงานบ้าน ภาระงานส่วนใหญ่ทำได้ แต่อาการปวดเป็นอุปสรรคต่อการทำกิจกรรมที่มีความเครียดทางกายเพิ่มขึ้น เช่น การยกของ ดุดฝุ่น เป็นต้น
- ☐ อาการปวดเป็นอุปสรรคในการทำสิ่งใดๆ ยกเว้น การทำงาน
- ☐ อาการปวดเป็นอุปสรรค แม้แต่ภาระงานที่เบา
- ☐ อาการปวดเป็นอุปสรรคในการทำงานหรืองานบ้านที่ทำเป็นประจำ

10. การเดินทาง

- ☐ ฉันสามารถเดินทางไปต่างๆ ได้โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันสามารถเดินทางไปต่างๆ ได้ แต่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ อาการปวดของฉันแย่มาก แต่ฉันก็สามารถจัดการได้ และเดินทางได้มากกว่า 1 ชั่วโมง
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินทางไปต่างๆ ได้น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินทางไปใกล้เคียง ได้ที่ใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาที
- ☐ ฉันไม่สามารถเดินทางไปต่างๆ ได้ ยกเว้นไปพบแพทย์ หรือโรงพยาบาล

Version 2/ April 23, 2023



BUU-IRB Approved
9 May 2023

เอกสารจากระบบการขอรับการพิจารณาจริยธรรมวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ค

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย
(Participant Information Sheet)

รหัสโครงการวิจัย : HS102/2565

(สำนักงานคณะกรรมการการพิจารณจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง : ผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อความหนาตัว การทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และการทรงตัว ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

เรียน ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ข้าพเจ้า นางสาวอุริชญา วีระศิริรัตน์ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หน่วยงาน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมโครงการวิจัย เรื่อง ผลของการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อความหนาตัว การทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และการทรงตัว ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

ก่อนที่ท่านจะตกลงเข้าร่วมการวิจัย ขอเรียนให้ท่านทราบรายละเอียดของโครงการวิจัย ดังนี้
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียวต่อความหนาตัวของกล้ามเนื้อ การทำงานของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังแบบไม่จำเพาะเจาะจง

ขั้นตอนการปฏิบัติตัวหากท่านเข้าร่วมโครงการวิจัย

1. ถ้าท่านตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย ท่านจะได้รับฟังคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และการปฏิบัติตัวขณะทำการวิจัย จากนั้นท่านลงนามในแบบยินยอมอาสาสมัคร โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที หากท่านปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัย ท่านจะได้รับคำแนะนำในการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวเพื่อใช้ในการฝึกที่บ้านต่อไป

2. โปรแกรมในการฝึกที่ท่านจะได้รับ คือ การจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวและหรือการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว โดยจะใช้เวลาฝึกประมาณ 45 นาทีต่อครั้ง/วัน 3 วัน/สัปดาห์ ทั้งหมด 4 สัปดาห์ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา ช่วงแรก 9.00-12.00 น. และช่วงที่สอง 13.00-16.00 น. ณ ห้องปฏิบัติการ 204 คณะสหเวชศาสตร์ ม.บูรพา

3. ท่านจะได้รับการประเมินก่อนให้การฝึก ซึ่งประกอบด้วย การวัดการทำงานของกล้ามเนื้อและความหนาตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่ กล้ามเนื้อ transversus abdominis multifidus และ gluteus maximus การทรงตัว และความสามารถในการทำกิจกรรม โดยใช้เวลาประเมินประมาณ 1 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกายทั้งหมด จะทำการตรวจประเมินทันทีหลังการออกกำลังกาย สัปดาห์ที่ 4 และติดตามผลสัปดาห์ที่ 6

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



BUU-IRB Approved
9 May 2023

Version 1.2/ July 1, 2021

- 1 -

Version 2/ April 24, 2023

เอกสารจากกระบวนการขอรับการพิจารณาจริยธรรมวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา

1. ผู้วิจัยจะอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนในการวิจัย และการปฏิบัติตัวขณะทำการวิจัย หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะให้ลงนามในแบบยินยอมอาสาสมัคร โดยผู้วิจัยจะมีการซักประวัติและตรวจร่างกายของท่านตามแบบคัดกรองอาสาสมัคร ซึ่งประกอบด้วย อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ขาข้างที่ถนัด และท่านจะถูกตรวจร่างกายตามแบบคัดกรอง

2. ท่านจะได้รับการแบ่งกลุ่มโดยให้ทำการจับฉลากว่าได้อยู่กลุ่มการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว หรือการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว

3. ก่อนเริ่มการออกกำลังกาย 1 วัน ผู้วิจัยจะทำการนัดท่านมาที่ห้องปฏิบัติการ 204 คณะสหเวชศาสตร์ ม.บูรพา จังหวัดชลบุรี เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และการประเมินผลการฝึก โดยผู้วิจัยจะทำการอธิบายลักษณะการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว รวมทั้งวิธีการ ขั้นตอน และการปฏิบัติตัวในขณะที่ประเมินผลของการฝึก โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยจะทำการสาธิตการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต ร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว และการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว จากนั้นให้ท่านทำการฝึก โดยขณะฝึกจะมีผู้วิจัยคอยดูแลอย่างใกล้ชิด

4. หลังจากนั้น 2 วัน ท่านจะได้รับการวัดค่าพื้นฐานก่อนให้การออกกำลังกาย ดังต่อไปนี้

4.1 ทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้อง หลัง และสะโพกโดยใช้เครื่องบันทึกสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งผู้ช่วยวิจัยจะทำการติดขั้วรับสัญญาณชนิดพื้นผิว จำนวน 2 อัน วางขนานกับกล้ามเนื้อทั้ง 3 มัด หลังจากติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อครบทุกมัด ท่านจะได้รับการบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยให้ท่านอยู่ในท่านนอนหงาย ผ่อนคลายที่สุดเพื่อที่วัดคลื่นสัญญาณกล้ามเนื้อทั้งหมดขณะพัก หลังจากนั้นให้แขม่วท้อง โดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ไม่กลั้นหายใจ ร่วมกับท่านนอนหงาย ยกขาขึ้นร่วมกับงอเข่าอสะโพกให้ตั้งฉาก 90 องศา และท่านนอนคว่ำมีหมอนรองใต้ท้อง ยกแขนและขาสลับกันให้สูงจากพื้นเตียงประมาณ 10 เซนติเมตร ค้างไว้ 10 วินาที โดยพักระหว่างการทดสอบท่าละ 1 นาที จากนั้นท่านจะได้รับการทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดทั้ง 3 มัด ได้แก่ กล้ามเนื้อเหยียดสะโพกโดยให้อยู่ในท่านนอนคว่ำ งอเข่าข้างที่ทดสอบ 90 องศาและขาข้างที่ไม่ได้ทดสอบเหยียดตรง ผู้ช่วยวิจัยให้แรงดันที่ส่วนปลายของต้นขาด้านบนข้างที่ทดสอบ ออกแรงต้านค้างไว้ 5 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที กล้ามเนื้อหน้าท้อง โดยอยู่ในท่านนอนหงาย งอเข่าเท้าวางราบกับเตียง หายใจออกแขม่วท้อง โดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลัง ค้างไว้ 5 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที และกล้ามเนื้อหลัง ให้อยู่ในท่านนอนคว่ำ โดยท่านจะได้รับการคาดสายรัดลำตัวต่อกระดูกสะบัก ผู้ช่วยวิจัยวางมือบริเวณเชิงกรานป้องกันการเคลื่อนไหวของเชิงกราน จากนั้นให้ท่านยกลำตัวขึ้นให้หน้าอกพ้นจากเตียง ค้างไว้ 5 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที



9 May 2023

4.2 วัดความหนาตัวของกล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้อง หลัง และสะโพก ขณะกล้ามเนื้อพัก และขณะหดตัวโดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ โดยการวัดความหนาตัวของกล้ามเนื้อหน้าท้องขณะพัก ให้ท่านอยู่ในท่านอนหงาย ชันเข่าขึ้น 2 ข้าง ผู้ช่วยวิจัยทำการวางหัวเครื่องอัลตราซาวด์บริเวณตำแหน่งตั้งแต่ผนังท้องด้านข้าง ส่วนบนไปยังกระดูกเชิงกรานและยาวไปที่กึ่งกลางของรักแร้ และวัดขณะกล้ามเนื้อทำงาน โดยให้หายใจออกแล้วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลัง ค้างไว้ บันทึกข้อมูลโดยการจับภาพในช่วงสุดท้ายของการหายใจเข้าปกติ จากนั้นวัดความหนาตัวของกล้ามเนื้อหลังขณะพัก โดยให้ท่านนอนคว่ำ หมอนรองใต้ท้อง กางแขน 120 องศา และงอข้อศอก 90 องศา จะทำการวางหัวของเครื่องอัลตราซาวด์ ตามแนวยาวที่ตำแหน่งตรงกลางของกระดูกสันหลังส่วนเอวระดับที่ 4 จากนั้นเคลื่อนมาด้านข้าง ที่ตำแหน่งข้อต่อกระดูกสันหลังส่วนเอวระดับที่ 4-5) และวัดขณะกล้ามเนื้อทำงานโดยการยกแขนขึ้นค้างไว้ และวัดความหนาตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกขณะพัก โดยให้ท่านนอนคว่ำ ทำการวางหัวของเครื่องอัลตราซาวด์ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของปุ่มกระดูกส่วนล่างของเชิงกรานและที่กึ่งกลางตำแหน่งของปุ่มกระดูกเชิงกรานทางด้านหลัง และวัดขณะทำงาน โดยให้ท่านนอนคว่ำ งอเข่า 90 องศา นำเข็มฉีดยารอบส่วนปลายของกระดูกต้นขา ระหว่างกล้ามเนื้อหดตัว จากนั้นให้เหยียดสะโพกไปด้านหลัง ค้างไว้ 10 วินาที

4.3 การวัดเพื่อประเมินการทรงตัวขณะยืน ให้ท่านยืนบนแผ่นที่มีโครงโดยรอบ โดยให้ลงน้ำหนักที่ขาสองข้างเท่ากันเป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นให้น้ำหนักตัวไปข้างหน้า ข้างหลัง ข้างซ้าย และข้างขวา

4.4 ประเมินความสามารถในการทำกิจกรรมโดยใช้แบบประเมินผลกระทบของอาการปวดหลังของผู้ป่วยที่มีต่อชีวิตประจำวัน รายละเอียดของแบบประเมิน ได้แก่ 1) ระดับความเจ็บปวด 2) การดูแลตนเอง เช่น การอาบน้ำ การแต่งตัว 3) การยกของ 4) การเดิน 5) การนั่ง 6) การยืน 7) การนอน 8) การเข้าสังคม 9) การทำงานบ้าน 10) การเดินทาง แต่ละข้อมีระดับความรุนแรงของการจำกัดกิจกรรม 6 ข้อย่อย โดยเรียงลำดับจาก 0-5 คะแนน

5. จากนั้นผู้วิจัยอธิบายการทดลองให้ท่านเข้าใจถึงวิธีปฏิบัติตน และขอความร่วมมือให้งดทำการรักษาอื่นและการออกกำลังกายเองที่บ้าน โดยท่านจะได้รับโปรแกรมการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตร่วมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว หรือการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว

หากได้รับโปรแกรมการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิต เริ่มต้นให้ท่านพักในท่านอนหงาย เป็นเวลา 5 นาที ก่อนเริ่มทำการคำนวณค่าความดันโลหิต จากนั้นนำบล็อกขา ขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร และยาว 75 เซนติเมตร รัศมีบริเวณต้นขาข้างใดข้างหนึ่ง และใช้หัวของเครื่องอัลตราซาวด์แบบพกพา วางที่ตำแหน่งหลอดเลือดแดง ปิดวาล์วปล่อยอากาศ บีบลูกยางอัดอากาศให้บล็อกขาพองขึ้น โดยเพิ่มความดันโลหิตไปเรื่อยๆ จนสัญญาณชีพจรมลายไป จากนั้นเปิดวาล์วปล่อยอากาศให้ยุบและถอดบล็อกขา และนำบล็อกขาออก บันทึกค่าที่ได้ โดยนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาการไหลเวียนโลหิตในบางส่วน โดยกำหนดที่ 60-80% ของ



การจำกัดการไหลเวียนโลหิตแบบสมบูรณ์ และนำค่าที่ได้มาใช้ร่วมกับโปรแกรมการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวต่อไป จากนั้นให้ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยานเป็นเวลา 5 นาที และทำการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ หรือการออกกำลังกายแกนกลางลำตัวอย่างเดียว โดยจะใช้เวลาฝึกประมาณ 45 นาทีต่อครั้ง/วัน 3 วัน/สัปดาห์ ทั้งหมด 4 สัปดาห์ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา ช่วงแรก 9.00-12.00 น. และช่วงที่สอง 13.00-16.00 น. ณ ห้องปฏิบัติการ 204 คณะสหเวชศาสตร์ ม.บูรพา โดยการฝึกการจำกัดการไหลเวียนโลหิตรวมกับการออกกำลังกายแกนกลางลำตัว เซตละ 10 ครั้ง ทั้งหมด 3 เซต พักระหว่าง เซต 30 วินาที (ขณะออกกำลังกายให้แรงดันตลอดช่วง และขณะพักจะคลายแรงดันออก) หากขณะให้แรงดันมีอาการรู้สึกไม่สบาย ปวด หรือเมื่อยล้าบริเวณที่รัดมากเกินไป สามารถแจ้งผู้วิจัยได้ทันที มีขั้นตอนการออกกำลังกาย ดังนี้

- สัปดาห์ที่ 1 ระดับที่ 1 ให้อยู่ในท่านอนหงาย งอเข่า 90 องศา งอสะโพก 30 องศา เท้าวางราบกับพื้น จากนั้นแขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ไม่กลั้นหายใจ ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที จากนั้นให้ยกขาขึ้นโดยงอเข่าองศา 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น จากนั้นแขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ไม่กลั้นหายใจ ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที และให้อยู่ในท่านอนคว่ำมีหมอนรองใต้ท้อง ยกแขนและขาสลับกันให้สูงจากพื้นเตียงประมาณ 10 เซนติเมตร ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที

- สัปดาห์ที่ 2-3 ระดับที่ 2 ให้อยู่ในท่านอนหงายชันเข่า จากนั้นยกสะโพกขึ้นจากพื้นโดยเหยียดขาข้างหนึ่งให้แนวลำตัวตั้งแต่ข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อไหลเป็นแนวเส้นตรงเปลี่ยนทำอีกข้าง ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที จากนั้นอยู่ในท่าตั้งเข่าชัน ลำตัวตรง ยกแขนและขาตรงข้ามกัน ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที ทำสลับกัน จากนั้นเปลี่ยนมาอยู่ในท่านอนหงาย งอเข่าองศา 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น มือทั้งสองสอดใต้หลัง แขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ยกศีรษะขึ้นตรงๆ และลำตัวส่วนบนโดยยกขอบด้านล่างของกระดูกสะบักขึ้น ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที จากนั้นให้ยกศีรษะขึ้นตรงๆ และลำตัวส่วนบนโดยยกขอบด้านล่างของกระดูกสะบักขึ้นไปยังเข่าด้านตรงข้าม ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที ทำสลับกัน เปลี่ยนมาอยู่ในท่านอนหงาย 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น แขม่วท้องโดยดึงสะดือลงไปทางด้านหลังโดยไม่กลั้นหายใจ หายใจเข้าออกปกติ ยกลำตัวส่วนบนโดยยกขอบด้านล่างของกระดูกสะบักขึ้นท่ามุมประมาณ 45 องศา ระหว่างลำตัวและพื้นเตียง ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที จากนั้นให้อยู่ในท่านอนคว่ำ ลำตัวและรยางค์ส่วนล่างส่วนของกระดูกสะโพกอยู่บนเตียง มือดึงขอบเตียงไว้ และยกขาทั้งสองข้างขึ้นโดยให้เข่าเหยียดตรง ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที

- สัปดาห์ที่ 4 ระดับที่ 3 ให้อยู่ในท่านอนหงาย งอเข่าองศา 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น จากนั้น



PHL UPB Approved
9 May 2023

ยกหลังและสะโพกขึ้น ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที จากนั้น
ในท่านอนหงาย งอเข่าออสะโพก วางเท้าราบกับเตียง แขนวทั้งสองโดยดึงส้นตึงไปทางด้านหลังโดยไม่กลิ้งหายใจ
หายใจเข้าออกปกติ ยกศีรษะและลำตัวส่วนบนไปยังเข้าร่วมกับดิ่ง elastic band ที่อยู่เหนือศีรษะ ค้างไว้ 10
วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที ทำสลับกัน เปลี่ยนมาอยู่ในท่านอนคว่ำบน
ลูกบอล ยกลำตัวส่วนบนขึ้น แขนทั้งสองข้างวางข้างลำตัวและวางเท้าที่ขอบโต๊ะ ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้ง/
รอบ ทำทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที และอยู่ในท่านอนหงาย งอเข่า 90 องศา และยกขาอีกข้างหนึ่ง
ขึ้นโดยใส่ถุงทรายที่ข้อเท้า ให้เข่าเหยียดตรงร่วมกับยกแขนข้างตรงข้ามขึ้น ทำซ้ำ 10 ครั้ง/รอบ ทำทั้งหมด 3
รอบ พักระหว่างรอบ 1 นาที

6. เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกาย จะทำการตรวจประเมินทันทีในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6

เช่นเดียวกับการวัดก่อนการออกกำลังกาย

ความเสี่ยงและ/หรือความไม่สบายที่อาจเกิดขึ้น

ท่านอาจมีการไม่สบายหรือมีอาการปวด เมื่อออกกำลังกายที่ได้รับการฝึก ผู้วิจัยจะทำการจดบันทึกข้อมูล
และรักษาโดยใช้แผ่นประคบเย็น ณ ห้องปฏิบัติการ 204 คณะสหเวชศาสตร์ ม.บูรพา หรือหากมีความประสงค์จะ
ไปตรวจรักษาเพิ่มเติม ผู้วิจัยจะเป็นผู้พาท่านไปโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
โดยงานวิจัยนี้จะไม่เกิดความเสี่ยงสูงที่เป็นอันตรายต่อชีวิต

ค่าใช้จ่ายในการวิจัย/ค่าชดเชยเดินทาง/ค่าเสียเวลา

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางสำหรับอาสาสมัคร จำนวน 14 ครั้ง โดยเหมาจ่ายคนละ 1400 บาท แบ่งจ่ายเป็น 14
ครั้ง ครั้งละ 100 บาท

การเข้าร่วมโครงการวิจัยของท่านเป็นไปด้วยความสมัครใจ

การเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยนี้ เป็นไปด้วยความสมัครใจ หากไม่ยินดีเข้าร่วมฯ จะไม่มี
ผลกระทบใดๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคตทางด้านการรักษาโรคและการเข้าถึงการรักษาพยาบาล หากท่าน
ต้องการถอนตัวออกจากโครงการ ท่านสามารถถอนตัวได้ทุกเมื่อโดยไม่มีผลกระทบใดใดทั้งสิ้น

การรักษาความลับ

ผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลอื่นๆ ของอาสาสมัครที่ได้เข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้ลงใน
เอกสารแบบบันทึกข้อมูลและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่มีการระบุชื่อของท่านลงในเอกสารแบบบันทึกและไฟล์
ดังกล่าว และผลการศึกษาจะนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการเท่านั้น โดยข้อมูลต่างๆ ของท่านจะถูกเก็บไว้
เป็นความลับและไม่มีการเปิดเผยชื่อและนามสกุลของท่าน การนำเสนอข้อมูลวิจัยจะอยู่ในรูปของการสรุปผล
ทั้งนี้ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากการเผยแพร่ผลการวิจัย และจะถูกนำไปทำลาย
หลังจากนั้น

ชื่อ/ที่อยู่/โทรศัพท์ของผู้รับผิดชอบโครงการวิจัยที่ติดต่อได้สะดวก

นางสาวอุริชญา วีระศิริรัตน์ สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์
088-7396279

แหล่งให้ข้อมูลหากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับสิทธิอาสาสมัคร May 2023



BUU-IRB Approved

หากท่านมีข้อสงสัยในสิทธิของอาสาสมัครหรือผู้วิจัยไม่ปฏิบัติตามที่ได้ชี้แจงไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย สามารถแจ้งมายังคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม หมายเลขโทรศัพท์ 038-102620 หรืออีเมล buuethics@buu.ac.th



BUU-IRB Approved
9 May 2023

ภาคผนวก ง

แบบบันทึกข้อมูลงานวิจัย

แบบฟอร์มเก็บข้อมูลการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อโดยใช้ EMG

ID NO.....

ช่วงติดตามผล วิธีการวัด	๑ Weeks	๒ Weeks	๓ Weeks
RMS _{exs} - กล้ามเนื้อ multifidus			
- กล้ามเนื้อ transversus abdominis			
- กล้ามเนื้อ gluteus maximus			
RMS _{resting} กล้ามเนื้อ multifidus			
กล้ามเนื้อ transversus abdominis			
กล้ามเนื้อ gluteus maximus			
RMS _{max} กล้ามเนื้อ multifidus			
กล้ามเนื้อ transversus abdominis			
กล้ามเนื้อ gluteus maximus			
$\%MVC = \frac{(RMS_{exs} - RMS_{resting})}{(RMS_{max} - RMS_{resting})} \times 100$ กล้ามเนื้อ multifidus			
กล้ามเนื้อ transversus abdominis			
กล้ามเนื้อ gluteus maximus			

ผู้เก็บข้อมูล.....

แบบฟอร์มเก็บข้อมูลการวัดความหนาตัวของกล้ามเนื้อ โดยใช้ Ultrasound imaging

ID NO.....

ช่วงติดตามผล ชื่อกล้ามเนื้อ	Baseline				4 Weeks				6 Weeks			
	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	Mean	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	Mean	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	Mean
	1	2	3		1	2	3		3	2	3	
ขณะพัก (cm ²)												
1. Transversus abdominis												
2. Multifidus												
3. Gluteus maximus												
ขณะหดตัว (cm ²)												
1. Transversus abdominis												
2. Multifidus												
3. Gluteus maximus												
%Change= [(contraction-rest)/restx100]												

ผู้เก็บข้อมูล.....

แบบฟอร์มเก็บข้อมูลการวัดเพื่อประเมินการทรงตัวขณะยืน โดยใช้ Visual sway biofeedback

ID NO.....

ช่วงติดตามผล ตัวแปร	Baseline				4 Weeks				6 Weeks			
	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 2	Mean	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Mean
% Peak weight (kg)												

ผู้เก็บข้อมูล.....

แบบฟอร์มเก็บข้อมูลการวัดความดันเลือดแดงบริเวณต้นขาที่ปิดกั้นการไหลเวียนเลือด โดยใช้ Hand held vascular dropper

ID NO.....

การวัดความดันเลือดแดงบริเวณต้นขาที่ปิดกั้นการไหลเวียนเลือด โดยใช้ Hand held vascular dropper

รายการ	Pressure (mmHg)
ความดันเลือดแดงบริเวณต้นขาที่ปิดกั้นการไหลเวียนเลือดสมบูรณ์	
60-80% ของการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง (Arterial Occlusion pressure)	

Note: ขนาดของสายรัด.....

ผู้เก็บข้อมูล.....

แบบสอบถาม Oswestry version 1.0 ฉบับภาษาไทยในผู้ป่วยปวดหลัง

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับอาการปวดหลังของท่านที่มีผลในการดำเนินชีวิตประจำวัน

กรุณาตอบแบบสอบถามทุกข้อโดยทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ เพียงช่องเดียวที่สามารถอธิบายอาการได้ใกล้เคียงกับอาการของท่านมากที่สุด

1. ความรุนแรงของอาการปวด

- ☐ อาการปวดของฉันพอทนได้โดยไม่ต้องใช้ยา
- ☐ อาการปวดของฉันแสบมาก แต่ฉันก็จัดการได้โดยไม่ต้องใช้ยา
- ☐ ยาแก้ปวดช่วยลดอาการปวดได้ทั้งหมด
- ☐ ยาแก้ปวดช่วยลดอาการปวดได้บางส่วน (ประมาณครึ่งหนึ่ง)
- ☐ ยาแก้ปวดช่วยลดอาการปวดได้เล็กน้อย
- ☐ ยาแก้ปวดไม่ช่วยลดอาการปวดและฉันไม่ได้ใช้ยาแก้ปวดนั้น

2. การดูแลตัวเองในชีวิตประจำวัน (อาบน้ำ แต่งตัว เป็นต้น)

- ☐ ฉันสามารถอาบน้ำ แต่งตัว ได้เหมือนปกติโดยไม่ทำให้อาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันสามารถอาบน้ำ แต่งตัว ได้เหมือนปกติ แต่ทำให้มีอาการปวดเกิดขึ้น
- ☐ ฉันสามารถอาบน้ำ แต่งตัว ได้แต่ต้องเป็นไปอย่างช้าๆ และระมัดระวัง เพราะทำให้มีอาการปวด
- ☐ ฉันสามารถอาบน้ำ แต่งตัว ได้แต่ต้องมีผู้ช่วยเหลือบ้างบางส่วน
- ☐ ฉันสามารถอาบน้ำ แต่งตัว ได้แต่ต้องมีผู้ช่วยเหลือเกือบทั้งหมด
- ☐ ฉันไม่สามารถอาบน้ำ แต่งตัวได้เอง และต้องอยู่แต่บนเตียง

3. การยกของ

- ☐ ฉันสามารถยกของหนักได้โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันสามารถยกของหนักได้แต่ทำให้เกิดอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันไม่สามารถยกของหนักจากพื้นได้ แต่ถ้าของหนักอยู่สูงระดับโต๊ะ ฉันจะสามารถยกของหนักนั้นได้ แต่น้ำหนักของต้องไม่มากนัก
- ☐ ฉันสามารถยกได้แจของน้ำหนักเบาๆ
- ☐ ฉันไม่สามารถยกของได้เลย

4. การเดิน

- ☐ ฉันสามารถเดินได้ระยะทางเหมือนปกติโดยไม่มีอาการปวด
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินได้ระยะทางไม่เกิน 1.6 กิโลเมตร (ประมาณ 5 ป้ายรถเมล์)
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินได้ระยะทางไม่เกิน 800 เมตร (ประมาณ 2 ป้ายรถเมล์)
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินได้ระยะทางไม่เกิน 400 เมตร (ประมาณ 1 ป้ายรถเมล์)
- ☐

ฉันสามารถเดินได้แต่ต้องใช้เครื่องช่วยเดิน เช่น ไม้เท้า ไม้ค้ำพุง

☐ ฉันต้องอยู่แต่บนเตียง แต่ต้องคลานเวลาจะไปห้องน้ำ

5. การนั่ง

☐ ฉันสามารถนั่งได้นานเหมือนปกติโดยไม่มีอาการปวด

☐ ฉันสามารถนั่งได้นานเหมือนปกติโดยไม่มีอาการปวดเฉพาะเก้าอี้ที่ฉันนั่งเป็นประจำและสบายเท่านั้น

☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถนั่งได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง

☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถนั่งได้ไม่เกิน 30 นาที

☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถนั่งได้ไม่เกิน 10 นาที

☐ อาการปวดทำให้ฉันไม่สามารถนั่งได้เลย

6. การยืน

☐ ฉันสามารถยืนได้นานเหมือนปกติ โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น

☐ ฉันสามารถยืนได้นานเหมือนปกติแต่จะทำให้ฉันปวดมากขึ้น

☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถยืนได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง

☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถยืนได้ไม่เกิน 30 นาที

☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถยืนได้ไม่เกิน 10 นาที

☐ อาการปวดทำให้ฉันไม่สามารถยืนได้เลย

7. การนอน

☐ ฉันสามารถหลับได้เหมือนปกติ โดยไม่มีอาการปวด

☐ ฉันสามารถหลับได้เหมือนปกติแต่ต้องใช้ยา

☐ ถึงแม้จะใช้ยาแล้วก็ตามฉันสามารถหลับได้น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

☐ ถึงแม้จะใช้ยาแล้วก็ตามฉันสามารถหลับได้น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

☐ ถึงแม้จะใช้ยาแล้วก็ตามฉันสามารถหลับได้น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

☐ อาการปวดทำให้ฉันไม่สามารถหลับได้เลย

8. การเข้าสังคม เช่น การไปตลาด ดูหนัง ไปห้างสรรพสินค้า

☐ สามารถออกจากงานสังคมได้ตามปกติ โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น

☐ ออกจากงานสังคมได้ แต่ปวดหลังบางครั้ง

☐ อาการปวดไม่ได้มีผลต่อการเข้าสังคมมากนัก ยกเว้นกิจกรรมที่ต้องเคลื่อนไหวมาก เช่น เล่นกีฬา เป็นต้น

☐ อาการปวดทำให้ไม่สามารถเข้าสังคมนอกบ้านได้บ่อยๆ

☐ อาการปวดทำให้ไม่สามารถเข้าสังคมนอกบ้านได้ แต่สามารถมีการเข้าสังคมที่จัดในบ้านได้

☐ อาการปวดทำให้ไม่สามารถเข้าสังคมได้เลย

9. การทำงาน/งานบ้าน

☐ งานบ้าน กิจกรรมทางการงาน ไม่ทำให้เกิดอาการปวด

- ☐ งานบ้าน กิจกรรมทางการงาน เพิ่มอาการปวด แต่สามารถทำได้
- ☐ ทำงานบ้าน ภาระงานส่วนใหญ่ทำได้ แต่อาการปวดเป็นอุปสรรคต่อการทำกิจกรรมที่มีความเครียดทางกายเพิ่มขึ้น เช่น การยกของ ดุดฝุ่น เป็นต้น
- ☐ อาการปวดเป็นอุปสรรคในการทำสิ่งใดๆ ยกเว้น การทำงาน
- ☐ อาการปวดเป็นอุปสรรค แม้แต่ภาระงานที่เบา
- ☐ อาการปวดเป็นอุปสรรคในการทำงานหรืองานบ้านที่ทำเป็นประจำ

10. การเดินทาง

- ☐ ฉันสามารถเดินทางไปที่ต่างๆ ได้โดยไม่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ ฉันสามารถเดินทางไปที่ต่างๆ ได้ แต่มีอาการปวดมากขึ้น
- ☐ อาการปวดของฉันแย่มาก แต่ฉันก็สามารถจัดการได้ และเดินทางได้มากกว่า 1 ชั่วโมง
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินทางไปที่ต่างๆ ได้น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- ☐ อาการปวดทำให้ฉันสามารถเดินทางไปใกล้ๆ ได้ที่ใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาที
- ☐ ฉันไม่สามารถเดินทางไปที่ต่างๆ ได้ ยกเว้นไปพบแพทย์ หรือโรงพยาบาล