ผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติต่อมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังและความสามารถการทรงตัวขณะเดิน ในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

น.ส.ปัญญภรณ์ หมายดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Effects of multidimensional hyperkyphotic corrective exercise on thoracic kyphotic angle, trunk extensor muscle strength, and balance during walking in women with postural hyperkyphosis

Miss Panyaporn Maidee

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports Medicine
FACULTY OF MEDICINE
Chulalongkorn University
Academic Year 2022
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติต่อมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังและความสามารถการทรงตัวขณะเดิน ในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม
โดย	น.ส.ปัญญภรณ์ หมายดี
สาขาวิชา	เวชศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ นายแพทย์สมพล สงวนรังศิริกุล

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

-- คณบดีคณะแพทยศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉันชาย สิทธิพันธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

-- ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์ภาสกร วัธนธาดา)

-- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์สมพล สงวนรังศิริกุล)

-- กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงจริยา บุญหงษ์)

-- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันทน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญญภรณ์ หมายดี : ผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติต่อมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังและความสามารถการทรงตัวขณะเดิน ในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม. (Effects of multidimensional hyperkyphotic corrective exercise on thoracic kyphotic angle, trunk extensor muscle strength, and balance during walking in women with postural hyperkyphosis) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล

การพัฒนาการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ (MHCE) เพื่อแก้ไขปัญหาที่ครอบคลุมถึงการเปลี่ยนแปลงของความยาวกล้ามเนื้อข้อสะโพกที่ต่อเนื่องมาจากการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อม ส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกในข้อสะโพกเพื่อควบคุมการทรงตัวบกพร่อง จึงทำให้ผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมสูญเสียการทรงตัวได้ง่าย วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อศึกษาความแตกต่างของผล MHCE และการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน (CHCE) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (TKA) ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้องอสะโพก (Hip flexor) และกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า (Hamstrings) การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก (JPS) และการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม ผู้เข้าร่วมวิจัยถูกสุ่มแบ่งเป็นกลุ่ม MHCE และกลุ่ม CHCE กลุ่มละ 18 คน ได้รับการตรวจประเมินก่อนและหลังออกกำลังกาย ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่า TKA ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้อ Hamstrings และความสามารถการทรงตัวขณะเดินแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก่อนและหลังออกกำลังกาย ส่วนค่า JPS มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะกลุ่ม MHCE ($P<.05$) และกลุ่ม MHCE มีค่า TKA ลดลงมากกว่ากลุ่ม CHCE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<.05$) สรุปว่า MHCE สามารถลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกและพัฒนาการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกได้ดีกว่า CHCE ส่วนการเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง เพิ่มความยาวกล้ามเนื้อ Hamstrings และการพัฒนาความสามารถการทรงตัวขณะเดิน การออกกำลังกายทั้ง 2 แบบทำได้ไม่แตกต่างกัน

สาขาวิชา	เวชศาสตร์การกีฬา	ลายมือชื่อนิสิต	
ปีการศึกษา	2565	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6270013430 : MAJOR SPORTS MEDICINE

KEYWORD: Postural hyperkyphosis, Multidimensional hyperkyphotic corrective exercise, Conventional hyperkyphotic corrective exercise, Thoracic kyphotic angle, Hip joint position sense, Balance

Panyaporn Maidee : Effects of multidimensional hyperkyphotic corrective exercise on thoracic kyphotic angle, trunk extensor muscle strength, and balance during walking in women with postural hyperkyphosis. Advisor: Assoc. Prof. SOMPOL SAGUANRUNGSIRIKUL, M.D.

Multidimensional hyperkyphotic corrective exercise (MHCE) was designed to correct thoracic hyperkyphosis includes change of hip muscles length which affect hip proprioceptive sense impairment and as a result impaired balance in people with thoracic hyperkyphosis. The purpose of this study was to determine the difference in the effect of MHCE and conventional hyperkyphotic corrective exercise (CHCE) for 8 weeks on thoracic kyphotic angle (TKA), thoracic spinal flexibility, trunk extensor muscle strength, hip flexor and hamstrings muscle length, hip joint position sense (JPS) and balance during walking in women with postural hyperkyphosis. Subjects were random to MHCE and CHCE group. Each group comprised 18 subjects. All subjects were assessed before and after exercise. The result was significant difference between before and after exercise of TKA, thoracic spinal flexibility, trunk extensor muscle strength, hamstrings muscle length, balance during walking in both groups and significant difference of JPS in only MHCE group ($P<.05$). MHCE group showed a significant greater reduction in TKA than CHCE group after exercise ($P<.05$). In conclusion, MHCE was more effective than CHCE in reducing TKA and improving JPS. However, MHCE was as effective as CHCE in improving thoracic spinal flexibility, increasing trunk extensor muscle strength, increasing hamstrings muscle length, and improving balance during walking.

Field of Study:	Sports Medicine	Student's Signature	....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature	....

CHULALONGKORN UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ทั้งบุคลากร อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สถานที่ที่ใช้ในการทำวิจัย ทุนสนับสนุนการวิจัย รวมถึงกำลังใจ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยเกื้อหนุนที่สำคัญให้งานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ. นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่คอยชี้แนะ ให้คำปรึกษาและให้การช่วยเหลือ ทั้งในเรื่องการดำเนินการวิจัย อุปกรณ์เครื่องมือ รวมถึงการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำวิจัย ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. นพ.ภาสกร วัธนธาดา ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. พญ.จริยา บุญหงส์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. นพ.พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ช่วยให้คำแนะนำ แก้ไขและปรับปรุงจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากขึ้น ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. พญ.อรอนงค์ กุละพัฒน์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดตามผลจริยธรรมการวิจัย ขอขอบคุณ คุณนุชนาถ พรชัย เจ้าหน้าที่ธุรการ หลักสูตรเวชศาสตร์การกีฬา ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการจัดทำเอกสารต่างๆ ขอขอบคุณ คุณกิตติกร สีหาบุตร เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการเดินและการเคลื่อนไหว โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบคุณทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มอบทุนเพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการเดินและการเคลื่อนไหว โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อาคารแพทยพัฒน์ ชั้น 4 คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแผนกกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อนๆ สาขาเวชศาสตร์การกีฬาและจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในกระบวนการต่างๆ ของงานวิจัย และที่สำคัญที่สุดคือ อาสาสมัครทุกท่านที่เสียสละเวลาและกำลังในการเข้าร่วมงานวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงและได้ผลที่เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป

ปัญญภรณ์ หมายดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

.... ค

บทคัดย่อภาษาไทย.. ค

.... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ... ง

กิตติกรรมประกาศ... จ

สารบัญ... ฉ

สารบัญตาราง.. ฌ

สารบัญรูปภาพ.. ญ

บทที่ 1 บทนำ... 1

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย (Background and rationale) 1

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 13

1. คำถามงานวิจัย (Research question)... 13

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย (Objective).. 13

3. สมมติฐานงานวิจัย (Hypothesis).. 14

4. กรอบแนวความคิด (Conceptual framework).. 15

5. คำสำคัญ (Key word).. 16

6. คำนิยามเชิงปฏิบัติที่ใช้ในงานวิจัย (Operational definition)... 16

7. ข้อตกลงเบื้องต้น (Basic assumption) 17

8. รูปแบบงานวิจัย (Research design)... 17

9. ระเบียบวิธีวิจัย (Research methodology) 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and sample) 18
9.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 21
9.3 สถานที่ทำงานวิจัย 22
9.4 วิธีดำเนินงานวิจัย 23
9.5 เกณฑ์ยุติการเข้าร่วมวิจัย 57
9.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Data analysis) 57
10. ข้อพิจารณาทางจริยธรรม (Ethical consideration) 57
11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัย (Expected benefit and application) 58
12. อุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น (Barrier and solving strategy) 59
13. ข้อจำกัดของการศึกษาวิจัย (Limitation) 59
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 60
1. ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย (Characteristics of Participants) 60
1.1 ข้อมูลลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย 60
1.2 ข้อมูลการสูญหายของผู้เข้าร่วมวิจัย (Drop out) ระหว่างเข้าร่วมงานวิจัย 62
2. เปรียบเทียบผลการประเมินก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายภายในกลุ่ม 63
3. เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม 68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 72
1. สรุปผลการวิจัย 72
2. การอภิปรายผล 73
3. ข้อเสนอแนะ 80
บรรณานุกรม 81
ภาคผนวก 86
ภาคผนวก ก แบบบันทึกการคัดกรอง 87
ภาคผนวก ข แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย 89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค กราฟวิเคราะห์การถดถอย 93

ภาคผนวก ง แบบประเมินความสามารถการเดิน 94

ภาคผนวก จ คู่มือและแบบบันทึกการออกกำลังกาย 100

ประวัติผู้เขียน 132

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงกล้ามเนื้อที่หดสั้น และกล้ามเนื้อที่ยืดยาวออกจากภาวะกระดูกสันหลังค่อม (19) ... 6

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม CHCE และกลุ่ม MHCE 61

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสูญหายของผู้เข้าร่วมวิจัย (Drop out) ระหว่างเข้าร่วมงานวิจัย 63

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินผลก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายภายในกลุ่ม CHCE และกลุ่ม MHCE 66

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม CHCE และกลุ่ม MHCE 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงกระดูกสันหลังปกติเปรียบเทียบกับมีภาวะกระดูกสันหลังค่อม 4

รูปที่ 2 แสดงภาวะกระดูกสันหลังค่อมและการเปลี่ยนแปลงในส่วนอื่นที่สัมพันธ์กัน 6

รูปที่ 3 แสดง Cogwheel chain mechanism of poor posture (19) 11

รูปที่ 4 แสดง Anterior (A), Spiral (B) และ Posterior (C) trunk muscle sling (19) 11

รูปที่ 5 แสดง Flexible ruler 18

รูปที่ 6 แสดงการวัดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก 26

รูปที่ 7 แสดงการนำรูปร่างของ Flexible ruler ไปลอกลายบนกระดาษ 27

รูปที่ 8 แสดงการคำนวณหามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกโดยใช้ Flexible ruler (29) 27

รูปที่ 9 แสดงการทำ Modified Thomas test 29

รูปที่ 10 แสดงการทำ Passive knee extension test 29

รูปที่ 11 แสดงการทดสอบการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก 31

รูปที่ 12 แสดงการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง 32

รูปที่ 13 แสดงการทดสอบ Functional Gait Assessment (39) 35

รูปที่ 14 แสดงท่าเอียงคอซ้าย-ขวา, ก้มหน้า-เงยหน้า 36

รูปที่ 15 แสดงท่ายกแขนขึ้นลง 37

รูปที่ 16 แสดงท่ากางแขนขึ้นลง 37

รูปที่ 17 แสดงท่ากางหุบแขน 38

รูปที่ 18 แสดงท่าเอียงตัวซ้ายขวา 38

รูปที่ 19 แสดงท่ายกขา-กางขา-เหยียดขา 39

รูปที่ 20 แสดงท่า Correct posture with breathing exercise 41

รูปที่ 21 แสดงท่า Wall slide 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 22 แสดงท่า YTL exercise (Y position) 43
รูปที่ 23 แสดงท่า YTL exercise (T position) 44
รูปที่ 24 แสดงท่า YTL exercise (L position) 45
รูปที่ 25 แสดงท่า Bird dog 46
รูปที่ 26 แสดงท่า Cat - cow stretch 46
รูปที่ 27 แสดงท่า Trunk stretch 47
รูปที่ 28 แสดงท่า Thoracic extension 48
รูปที่ 29 แสดงท่า Y exercise 49
รูปที่ 30 แสดงท่า Pectoralis muscle stretch 50
รูปที่ 31 แสดงท่า Wall stretch 51
รูปที่ 32 แสดงท่า Thoracic rotation 52
รูปที่ 33 แสดงท่า Prone press 52
รูปที่ 34 แสดงท่า เอียงคอซ้าย-ขวา 53
รูปที่ 35 แสดงท่า ก้มหน้า-เงยหน้า 54
รูปที่ 36 แสดงท่า แขนไขว้ 54
รูปที่ 37 แสดงท่า ยืดต้นขาด้านหน้า 55
รูปที่ 38 แสดงท่า ยืดต้นขาด้านหลัง 56
รูปที่ 39 แสดงท่า ยืดหลัง (Child’s pose) 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย (Background and rationale)

โดยปกติแล้วกระดูกสันหลังระดับอกจะมีมุมส่วนโค้งอยู่ที่ประมาณ 20 - 40 องศา และจะเพิ่มขึ้นตามอายุ เมื่อมีมุมส่วนโค้งมากกว่า 40 องศา จะเรียกว่ามีภาวะกระดูกสันหลังค่อม (Thoracic hyperkyphosis) โดยคนในช่วงอายุ 20 - 50 ปี จะมีอัตราการเกิดความผิดปกติ 38% และ เมื่ออายุ 60 ปีขึ้นไปจะพบได้ถึง 40% ที่จะเป็นภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม (Postural hyperkyphosis) ภาวะนี้ยังสามารถยืดตัวขึ้นเองจากท่าหลังค่อมมาสู่ท่าหลังตรงได้ มุมส่วนโค้งที่เพิ่มขึ้นจะสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนในผู้หญิงช่วงอายุประมาณ 40 ปี การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมักเกิดจากการอยู่ในท่าหลังค่อมจนเคยชินจากท่าทางการทำงานและการดำเนินกิจวัตรประจำวันจนส่งผลให้กล้ามเนื้อหลังอ่อนแรง (Trunk extensor muscle weakness) (1-3) พบว่าผู้หญิงที่มีขนาดเต้านมใหญ่จะมีมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกมากขึ้น (4) มีแนวโน้มว่าความเคยชินกับท่าทางที่ไม่ถูกต้องตั้งแต่เด็กหรือวัยรุ่นจะต่อเนื่องมาจนถึงวัยผู้ใหญ่หรือวัยสูงอายุ และเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสื่อม (Degeneration) ของกระดูกสันหลังจนกลายเป็นภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลง (Structural hyperkyphosis) ในวัยที่สูงอายุขึ้น (1, 2, 5, 6)

การเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมเป็นการเปลี่ยนแปลงของแนวกระดูกสันหลัง ส่งผลให้มีศีรษะยื่นไปด้านหน้า (Forward head posture) กระดูกสะบักเลื่อนออกด้านนอก (Protracted scapular) ไหล่ห่อ (Rounded shoulder) (7) กระดูกสันหลังระดับเอวแอ่นลดลง (Lumbar hypolordosis) ส่งผลให้กระดูกเชิงกรานหมุนมาด้านหลัง (Posterior pelvic tilt) (8) การเปลี่ยนแปลงท่าทางของกระดูกเชิงกรานส่งผลให้ความยาวกล้ามเนื้องอสะโพก (Hip flexor muscle) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า (Hamstrings muscle) เปลี่ยนแปลง เมื่อกล้ามเนื้ออยู่ในความยาวที่ไม่เหมาะสม ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ (9) จึงส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกในข้อต่อ (Proprioceptive sense) บกพร่อง (10) ร่วมกับการที่ลำตัวช่วงบนโน้มไปด้านหน้ามากกว่าปกติ ส่งผลให้จุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (Center of Mass; CoM) เคลื่อนออกไปด้านหน้ามากขึ้นจนใกล้กับขอบด้านหน้าของฐานรองรับของร่างกาย (Base of support) (11) จึงทำให้ผู้ที่มีกระดูกสันหลังค่อมสูญเสียการทรงตัว (Balance) ได้ง่าย การศึกษาพบว่า ผู้ที่มีภาวะกระดูกพรุนร่วมกับมีกระดูกสันหลังค่อม จะรักษาการทรงตัวโดยใช้ข้อสะโพก (Hip strategy) มากกว่าใช้ข้อเท้า (Ankle strategy) ซึ่งการรักษาการทรงตัวโดยใช้ข้อสะโพกจะใช้มากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อทำกิจกรรมที่ต้องอาศัยการรักษาการทรงตัวที่มากขึ้น เช่น ขณะเดิน หรือการเปลี่ยนท่าทางอย่างรวดเร็ว (12) จึงพบว่าการรักษาการทรงตัวโดยใช้ข้อสะโพกสำคัญต่อการทรงตัวในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อม แต่การเปลี่ยนแปลงท่าทางของข้อสะโพกและความยาวกล้ามเนื้อจากภาวะกระดูกสันหลังค่อม ส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อบกพร่อง ดังนั้น ผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมอาจมีความบกพร่องของการควบคุมการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว

แม้ว่ากระดูกจะทำหน้าที่เป็นโครงร่างที่มั่นคงให้แก่ร่างกาย แต่กล้ามเนื้อก็มีส่วนช่วยอย่างมากในการทรงท่าและทำให้เกิดการเคลื่อนไหว การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน (Conventional hyperkyphotic corrective exercise; CHCE) ที่ยอมรับกันในปัจจุบัน ที่เน้นการเพิ่มความยืดหยุ่น (Stretching exercise) ให้กล้ามเนื้อหน้าอก เพิ่มความแข็งแรง (Strengthening exercise) ให้กล้ามเนื้อสะบักและกล้ามเนื้อหลังส่วนบน และเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic spine mobilization) (1, 5, 13) ซึ่งพบว่ายังไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องได้ครอบคลุมปัญหาที่เกิดในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อม การศึกษาในระยะหลังได้ออกแบบการออกกำลังกายเพื่อแก้ไขความบกพร่องให้ครอบคลุมปัญหาที่เกิดในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมมากขึ้น ประกอบด้วย การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังและสะบัก เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อบริเวณไหล่และสะโพก เพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก และการฝึกจัดท่าทางที่ถูกต้อง (Postural correction) พบว่าช่วยลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อหลัง (14) และบางการศึกษายังใช้การฝึกหายใจ (Breathing exercise) ซึ่งพบว่าช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับกระดูกซี่โครงและกระดูกสันหลังระดับอกและลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมได้ (15, 16) นอกจากนี้มีการศึกษาการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมในวัยรุ่นอายุ 18 – 25 ปี เป็นเวลา 12 สัปดาห์โดยใช้หลักการจากทฤษฎีของ Vladimir Janda ที่เน้นการแก้ไขท่าทางผิดปกติที่เกิดจากภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากการส่งเสริมการทำงานร่วมกันของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Chain reaction) ทั้งข้อต่อและโครงสร้าง (Articular chain) กล้ามเนื้อ (Muscular chain) และระบบประสาท (Neurological chain) โดยแต่ละท่าการออกกำลังกายในการศึกษานี้จะประกอบด้วยการทำท่าเก็บคาง (Chin tuck) การยืดกระดูกสันหลังระดับอกขึ้นตรง และการดึงสะบักชิดเข้าหากันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อคอด้านหน้า กล้ามเนื้อหลังส่วนบน และกล้ามเนื้อสะบัก เพิ่มความยืดหยุ่นให้กล้ามเนื้อคอด้านหลัง กล้ามเนื้อหน้าอก เพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก และ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นการเรียนรู้การจัดท่าทางที่ถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่าช่วยลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังได้ดี (5)

จากการศึกษาที่ผ่านมามีรูปแบบการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมหลากหลาย แต่ยังไม่มีการศึกษาใดที่มีรูปแบบการออกกำลังกายที่ครอบคลุมไปถึงปัญหาของกระดูกเชิงกรานและความยาวกล้ามเนื้อข้อสะโพกที่เป็นปัญหาสัมพันธ์มาจากการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและนำไปสู่ปัญหาการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกที่จะส่งผลต่อความสามารถการควบคุมการทรงตัวขณะเดิน จึงสนใจที่จะพัฒนาการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ (Multidimensional hyperkyphotic corrective exercise; MHCE) โดยพัฒนาจากรูปแบบและหลักการของการออกกำลังกายในการศึกษาที่ผ่านมา (5, 14-16) เพื่อให้ครอบคลุมปัญหาและตรงเป้าหมายที่ต้องการจะแก้ไขไปถึงปัญหาความสามารถการควบคุมการทรงตัวขณะเดินในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อม ดังนั้น ในการศึกษานี้จะศึกษาผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้องอสะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และความสามารถการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการออกกำลังกายอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและแก้ไขปัญหาการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวที่เป็นผลจากภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กระดูกสันหลัง (Spinous process) ประกอบด้วยกระดูกสันหลังระดับคอ (Cervical spine) กระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic spine) กระดูกสันหลังระดับเอว (Lumbar spine) กระดูกสันหลังส่วนกระเบนเหน็บ (Sacrum) และกระดูกสันหลังส่วนก้นกบ (Coccyx) กระดูกสันหลังปกติจะมีทั้งส่วนเว้าและส่วนโค้ง โดยปกติกระดูกสันหลังระดับอกจะมีส่วนโค้งอยู่แล้วที่ 20 - 40 องศา และจะเพิ่มมากขึ้นตามอายุ จะสังเกตเห็นส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกเพิ่มขึ้นชัดเจนเมื่ออายุประมาณ 40 ปี (17) เมื่อกระดูกสันหลังมีมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกมากกว่า 40 องศา หรือมีมุมส่วนโค้งมากกว่าปกติ จะเรียกว่า ภาวะกระดูกสันหลังค่อม สามารถแบ่งประเภทของภาวะกระดูกสันหลังค่อมได้เป็น 2 ประเภท คือ ภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม และภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลง

รูปที่ 1 แสดงกระดูกสันหลังปกติเปรียบเทียบกับมีภาวะกระดูกสันหลังค่อม
(ที่มา: https://mobilephysiotherapyclinic.net/kyphosis/)

ภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม (Postural hyperkyphosis) มักพบได้ตั้งแต่ในวัยเด็กหรือวัยรุ่น เกิดจากการอยู่ในท่าทางที่ไม่ถูกต้อง เช่น นั่งหลังค่อม ไหล่ห่อ จนเกิดเป็นความเคยชิน หรืออาจเกิดจากท่าทางการทำงานที่ต้องอยู่ในท่าก้มซ้ำ ๆ โดยมีรายงานพบอัตราการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางในคนช่วงอายุ 20 - 50 ปีถึง 38% (5) ความผิดปกติของหลังค่อมประเภทนี้จะยังไม่เกิดความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกสันหลัง เช่น ความเสื่อม จึงยังสามารถที่จะยืดตัวขึ้นตรงได้ แต่เมื่อไม่พยายามยืดตัวขึ้นตรงก็จะกลับสู่ท่าหลังค่อมเหมือนเดิม เนื่องจากการอยู่ในท่าทางกระดูกสันหลังค่อมนั้น จะส่งผลให้กล้ามเนื้อหลังยืดยาวออก ไม่อยู่ในความยาวที่เหมาะสมที่จะออกแรงได้ดี เมื่ออยู่ในท่ายืนหรือท่านั่งที่เป็นท่าทางต้านกับแรงโน้มถ่วงโลก กล้ามเนื้อหลังจึงไม่สามารถที่จะช่วยในการรับแรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลังได้ดี จึงยิ่งส่งผลให้เกิด

กระดูกสันหลังค่อมมากขึ้น (18) และอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสื่อมต่อกระดูกสันหลังในวัยที่สูงอายุขึ้น และมีแนวโน้มว่าการเคยชินกับท่าทางที่ไม่ถูกต้องตั้งแต่เด็กจะต่อเนื่องมาจนถึงวัยผู้ใหญ่หรือวัยสูงอายุจนนำไปสู่การเกิดเป็นภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงได้ (6)

ภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลง (Structural hyperkyphosis) คือ ภาวะกระดูกสันหลังค่อมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกระดูกสันหลัง ทำให้ยืดตัวขึ้นตรงเองได้น้อยลงหรือไม่สามารถทำได้เลย แบ่งได้เป็น 2 ประเภทย่อย คือ

Primary structural hyperkyphosis ประกอบด้วย

Congenital hyperkyphosis คือ ภาวะกระดูกสันหลังค่อมตั้งแต่เกิด เนื่องจากความผิดปกติของการพัฒนาขณะอยู่ในครรภ์

Scheuermann’s kyphosis เกิดจากความผิดปกติของการเจริญเติบโตของกระดูกสันหลังทางด้านหน้าช้ากว่าทางด้านหลัง ทำให้รูปร่างของกระดูกสันหลังกลายเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปลิ่ม ซึ่งปกติแล้วรูปร่างของกระดูกสันหลังจะเป็นสี่เหลี่ยม จึงเป็นสาเหตุให้เกิดส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกมากขึ้นกว่าปกติ

Secondary structural hyperkyphosis คือ กระดูกสันหลังค่อมที่เกิดจากภาวะอื่น สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมชนิดนี้ยังไม่ชัดเจน มีหลักฐานว่าปัจจัยแรกของการเกิดภาวะนี้เกิดจากความเสื่อมของกระดูกสันหลัง เช่น การเปลี่ยนแปลงเป็นรูปลิ่มทางด้านหน้าของกระดูกสันหลัง (Anterior wedging) หมอนรองกระดูกสันหลัง (Intervertebral disc) ทรุดลง กระดูกสันหลังหัก (Vertebral fracture) ความหนาแน่นของมวลกระดูก (Bone mass) ลดลง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังลดลง (Muscle weakness)

Chulalongkorn University

ผลที่เกิดตามมาจากภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

การเปลี่ยนแปลงทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal alteration)

เมื่อเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมจะมีการเปลี่ยนแปลงของร่างกายส่วนบนคือ กระดูกสันหลังระดับอกโค้งงอมากขึ้น, กระดูกสันหลังระดับคอแอ่นมากขึ้น (Cervical hyperlordosis), ศีรษะยื่นไปด้านหน้า, กระดูกสะบักเลื่อนออกด้านนอก และไหล่ห่อ (19) นอกจากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อร่างกายส่วนบนแล้ว ร่างกายส่วนล่างจะมีการปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย คือกระดูกสันหลังระดับเอวแอ่นลดลงจึงส่งผลให้กระดูกเชิงกรานหมุนมาด้านหลัง ซึ่งกล้ามเนื้อจะมีการปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของท่าทางและข้อต่อ ทำให้กล้ามเนื้อบางมัดมีการหดสั้น (Muscle tightness) และบาง

มัดมีการยืดยาวออก (Muscle lengthening) ทำให้เกิดการอ่อนแรง (Weakness) จากเหตุผลเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและแรงตึงของกล้ามเนื้อ (Length-tension relationship) เมื่อกล้ามเนื้ออยู่ในความยาวที่เหมาะสม ทำให้ Actin และ Myosin ซ้อนกันได้สูงสุด (20) ส่งผลให้กล้ามเนื้อออกแรงทำงานได้ดี แต่เมื่ออยู่ในภาวะกระดูกสันหลังค่อม กล้ามเนื้อมีการยืดยาวออกจากความยาวช่วงปกติ ทำให้การซ้อนกันของ Actin และ Myosin น้อยลง ส่งผลให้กล้ามเนื้อหลังออกแรงทำงานในการช่วยยืดตัวได้ลดลงและไม่สามารถให้ความมั่นคงกับกระดูกสันหลังในท่ายืดตัวตรงได้ สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า ผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมมีมวลกล้ามเนื้อหลังลดลงและสูญเสียความสามารถในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ทำให้ความแข็งแรงและความทนทานในการให้ความมั่นคงต่อกระดูกสันหลังลดลง (21, 22) กล้ามเนื้อที่มีการหดสั้นและยืดยาวออกจากภาวะกระดูกสันหลังค่อม มีดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงกล้ามเนื้อที่หดสั้น และกล้ามเนื้อที่ยืดยาวออกจากภาวะกระดูกสันหลังค่อม (19)

กล้ามเนื้อที่หดสั้น	**กล้ามเนื้อที่ยืดยาวออก**
- Upper trapezius - Levator scapulae - Pectoralis major and minor - Abdominal muscles - Gluteus maximus - Hamstrings	- Deep cervical flexors - Middle and Lower trapezius - Trunk extensor muscles - Hip flexor muscles

รูปที่ 2 แสดงภาวะกระดูกสันหลังค่อมและการเปลี่ยนแปลงในส่วนอื่นที่สัมพันธ์กัน
(ที่มา: http://fixtheneck.com/posture_types.html)

การจำกัดสมรรถภาพทางกาย (Functional limitation)

ภาวะกระดูกสันหลังค่อมส่งผลให้สมรรถภาพทางกาย ความสามารถในการทำงานในชีวิตประจำวัน และคุณภาพชีวิตโดยรวมลดลง ยิ่งมุมของกระดูกสันหลังค่อมมากขึ้น ยิ่งส่งผลต่อความบกพร่องของสมรรถภาพทางกายมากยิ่งขึ้น จากเหตุผลในเรื่องการเคลื่อนไหวของข้อต่อกระดูกสันหลังได้ลดลงอาจส่งผลในการจำกัดการทำกิจกรรมทางกาย เนื่องจากการโค้งของแนวกระดูกสันหลังระดับอกที่มากขึ้น ส่งผลให้แนวแรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลังเปลี่ยนแปลง มีแรงกดต่อกระดูกสันหลังด้านหน้ามากกว่าปกติ เกิดการยุบลงของหมอนรองด้านหน้ามากขึ้น ส่งผลให้ความยืดหยุ่นและความสามารถการเคลื่อนไหวอย่างอิสระของกระดูกสันหลังลดลง ร่วมกับมีกล้ามเนื้อหดสั้นและบางมัดมีการยืดยาวออก ทำให้เกิดการอ่อนแรง ยิ่งส่งผลให้ความสามารถในการออกแรงทำกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง นอกจากนี้ การที่กระดูกสันหลังระดับบอกโค้งมากขึ้น ทำให้ลำตัวช่วงบนโน้มไปด้านหน้ามากกว่าปกติ ส่งผลให้จุดศูนย์กลางมวลของร่างกายเคลื่อนออกไปด้านหน้ามากขึ้นจนใกล้กับขอบฐานรองรับของร่างกาย และผลจากการเปลี่ยนแปลงของแนวกระดูกสันหลังทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของกระดูกเชิงกราน ส่งผลต่อความยาวกล้ามเนื้องอสะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า เมื่อกล้ามเนื้ออยู่ในความยาวที่ไม่เหมาะสม ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ การกระตุ้น Muscle spindle ซึ่งเป็นตัวรับข้อมูลการรับรู้ความรู้สึกในข้อต่อตัวแรกที่อยู่ในกล้ามเนื้อลดลง จึงส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อไปยัง Sensorimotor cortex และ Cerebellum เพื่อควบคุมการทรงตัวในภาวะต่าง ๆ ได้อย่างสมดุลนั้นบกพร่อง จึงทำให้สูญเสียความสามารถในการทรงตัวได้ง่าย และจำกัดการทำกิจกรรมบางอย่างที่ต้องอาศัยการทรงตัว เช่น การเดิน (8-10, 23) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานว่าผู้ที่มีมุมของกระดูกสันหลังระดับอกค่อมมากกว่าจะมีระดับสมรรถภาพทางกายต่ำกว่า เช่น ความเร็วการเดินลดลง (24, 25)

การรักษาภาวะกระดูกสันหลังค่อม

ในปัจจุบันยังไม่มีการรักษาที่เป็นมาตรฐานสำหรับการแก้ไขภาวะกระดูกสันหลังค่อม และการศึกษาวิจัยยังมีไม่มาก การทำกายภาพบำบัด เช่น การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ ยังคงเป็นแนวทางแรกที่จะใช้ในการแก้ไขภาวะกระดูกสันหลังค่อม เนื่องจากส่วนมากแล้วสาเหตุของภาวะกระดูกสันหลังค่อมมักเกิดจากกล้ามเนื้อและกระดูก รูปแบบการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันจะเน้นการเพิ่มความยืดหยุ่นให้กล้ามเนื้อด้านหน้าลำตัวส่วนบนที่หดสั้น ได้แก่ กล้ามเนื้อหน้าอก การเพิ่มความแข็งแรง

ให้กับกล้ามเนื้อด้านหลังลำตัวที่อ่อนแรง ได้แก่ กล้ามเนื้อสะบัก และกล้ามเนื้อหลังส่วนบน และเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก (1, 13) จากการศึกษาพบว่า สามารถช่วยลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกได้ (5) แต่บางการศึกษาที่ใช้การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพียงอย่างเดียวนั้นพบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกอย่างมีนัยสำคัญ (26) และจากการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดกับผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมนอกจากการหดสั้นของกล้ามเนื้อด้านหน้าลำตัวและการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อด้านหลังแล้ว ยังพบว่ามีปัญหาการยึดติดของกระดูกสันหลัง (Spine stiffness) และซี่โครงซึ่งเชื่อมต่อกัน ทำให้ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอกลดลง (16, 27) นอกจากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อร่างกายส่วนบนแล้ว ร่างกายส่วนล่างจะมีการปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย ส่งผลให้กระดูกสันหลังระดับเอวแอ่นลดลงและกระดูกเชิงกรานหมุนมาด้านหลัง นอกจากนี้ยังมีปัญหาการจัดท่าทางที่ถูกต้อง เนื่องจากในผู้ที่มีปัญหากระดูกสันหลังค่อมมานานจนมีการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ทำให้ไม่สามารถจัดท่าทางที่ถูกต้องให้กับร่างกายได้ (19) การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันจึงยังไม่สามารถแก้ไขความบกพร่องได้ครอบคลุมปัญหาที่เกิดในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อม การศึกษาในระยะหลังได้ออกแบบการออกกำลังกายเพื่อแก้ไขความบกพร่องให้ครอบคลุมปัญหาที่เกิดในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมมากขึ้น ประกอบด้วย การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังและสะบัก เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อบริเวณไหล่และสะโพก เพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก และการฝึกจัดท่าทางที่ถูกต้อง พบว่าช่วยลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อหลัง (14) และบางการศึกษายังใช้การฝึกหายใจ ซึ่งพบว่าช่วยเพิ่มการเคลื่อนไหวให้กับกระดูกซี่โครง (Rib) และกระดูกสันหลังระดับอก และลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมได้ (15, 16) นอกจากนี้มีการศึกษาการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมในวัยรุ่นอายุ 18 – 25 ปี โดยใช้หลักการจากทฤษฎีของ Vladimir Janda ที่เน้นการแก้ไขท่าทางผิดปกติด้วยการส่งเสริมการทำงานร่วมกันของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไปพร้อม ๆ กันโดยแต่ละท่าการออกกำลังกายในการศึกษานี้จะประกอบด้วยการทำท่าเก็บคาง การยืดกระดูกสันหลังระดับอกขึ้นตรง และการดึงสะบักชิดเข้าหากันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อคอด้านหน้า กล้ามเนื้อหลังส่วนบน และกล้ามเนื้อสะบัก เพิ่มความยืดหยุ่นให้กล้ามเนื้อคอด้านหลัง กล้ามเนื้อหน้าอก เพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก และเป็นการเรียนรู้การจัดท่าทางที่ถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่าช่วยลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังได้ดี (5) แต่ยังไม่มีการศึกษาใดที่มีรูปแบบการออกกำลังกายที่ครอบคลุมไปถึงปัญหาของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

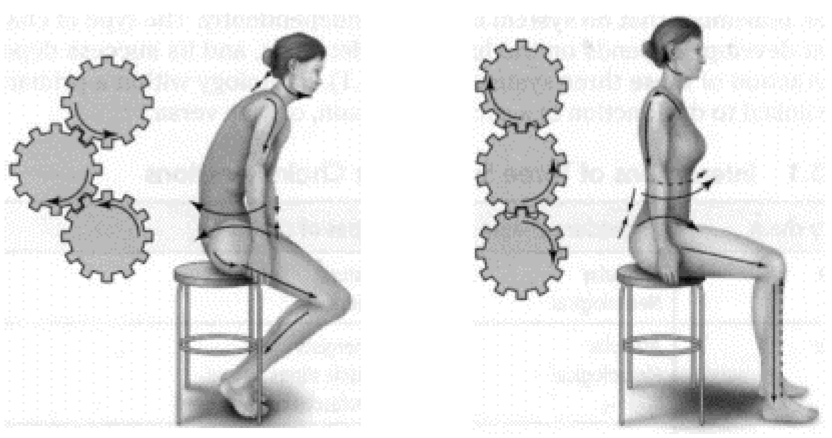
กระดูกสันหลังระดับเอวและเชิงกรานที่เป็นปัญหาสัมพันธ์มาจากการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อม และนำไปสู่ปัญหาทางด้านการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว จึงสนใจที่จะพัฒนาการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ โดยพัฒนาจากรูปแบบและหลักการของการออกกำลังกายในการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อให้ครอบคลุมปัญหาและตรงเป้าหมายที่ต้องการจะแก้ไขปัญหาการควบคุมการทรงตัวในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อม

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ (Multidimensional hyperkyphotic corrective exercise)

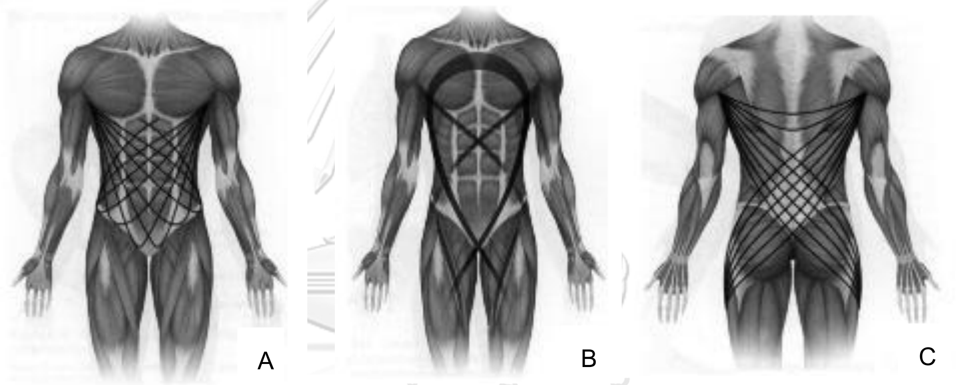
การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ เป็นการออกกำลังกายที่พัฒนามาเพื่อต้องการที่จะลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและลดปัญหาที่เกิดสัมพันธ์มาจากการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อม ประกอบด้วย การมีกล้ามเนื้อด้านหน้าของลำตัวหดสั้น กล้ามเนื้อด้านหลังของลำตัวอ่อนแรง ปัญหาการจัดท่าทางที่ถูกต้อง การเปลี่ยนแปลงของแนวกระดูกสันหลังทั้งระดับคอ ระดับอก และระดับเอว รวมถึงกระดูกเชิงกรานที่นำไปสู่ความผิดปกติของความยาวกล้ามเนื้องอสะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า ซึ่งจะส่งผลต่อการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และความสามารถการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ท่าออกกำลังกายในการออกกำลังกายนี้ได้พัฒนาจากรูปแบบและหลักการของการออกกำลังกายในการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งเป็นรูปแบบการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบใช้หลายวิธีร่วมกัน (5, 14-16) โดยการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิตินี้นำทฤษฎีของ Janda ที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกันของส่วนต่างๆ ของร่างกายไปพร้อมๆ กันทั้งข้อต่อและโครงสร้าง กล้ามเนื้อ และระบบประสาท ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการพัฒนาการทำงานของโครงสร้างส่วนปลายที่ดี (Peripheral structure) จะพัฒนาคุณภาพของข้อมูลนำเข้าที่ส่งไปยังระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System; CNS) ส่งผลให้ CNS สามารถประมวลผลและส่งข้อมูลสั่งการกลับมาที่โครงสร้างส่วนปลาย ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวและท่าทางที่ดี โดยที่โครงสร้างส่วนปลายได้แก่ ข้อต่อและโครงสร้าง (Articular chain) มีโครงสร้างที่สำคัญ (Keystone structure) ได้แก่ กระดูกเชิงกราน (Pelvic bone) และกระดูกสะบัก (Scapula bone) (แสดงในรูปที่ 3) ซึ่งเป็นจุดเกาะของกล้ามเนื้อที่ให้ความมั่นคงของท่าทาง เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของโครงสร้างเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการหดสั้นของกล้ามเนื้อหรือการยืดยาวออกของกล้ามเนื้อที่นำไปสู่การอ่อนแรง ดังนั้น การจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกเชิงกรานและกระดูกสะบักจะช่วยลดท่าทางที่ผิดปกติและอาจช่วยลดการหดสั้นของกล้ามเนื้อและการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อได้ กล้ามเนื้อ (Muscular chain) จะส่งเสริมให้กล้ามเนื้อที่อยู่ในแต่ละ Sling ทั้ง Anterior

trunk muscle sling, Spiral trunk muscle sling และ Posterior trunk muscle sling (แสดงในรูปที่ 4) ทำงานร่วมกันอย่างสมดุลเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวและให้ความมั่นคงต่อข้อต่อผ่านการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อและพังผืดกล้ามเนื้อ ซึ่งสำคัญกว่าเน้นการเพิ่มความแข็งแรงหรือการทำงานแยกกันของแต่ละมัดกล้ามเนื้อ ดังนั้น ท่าทางหรือทิศทางการเคลื่อนไหวขณะออกกำลังกายจะเป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง Sling และการฝึกกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึก (Sensorimotor training) โดยการกระตุ้นผ่าน 3 บริเวณที่พบว่ามีตัวรับความรู้สึกในข้อต่อ (Proprioceptor) จำนวนมาก ได้แก่ เท้า (Foot) ข้อต่อกระดูกเชิงกราน (Sacroiliac joint; SI joint) และกระดูกสันหลังระดับคอ การได้รับข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกในข้อต่อที่ดีจะส่งสัญญาณไปยัง CNS เพื่อส่งสัญญาณประสาทกลับมา Motor system ซึ่งจะกระตุ้นรูปแบบประสานสัมพันธ์การเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Automatic coordinate movement pattern) ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ดีและให้ความมั่นคงของท่าทาง (19) ดังนั้น การออกกำลังกายนี้จะเน้นการจัดท่าอยู่ในท่ายืนเพื่อกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึกในข้อต่อที่เท้า การจัดท่าตั้งคลาน (Quadruped position) หรือการเกร็งท้องกดหลังให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูกเชิงกรานเพื่อกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึกในข้อต่อที่ SI joint และการเก็บคางชิดอกเพื่อกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึกในข้อต่อที่กระดูกสันหลังระดับคอ จากหลักการของทฤษฎีนี้และหลักการของการศึกษาอื่น ๆ นำมาใช้พัฒนาท่าออกกำลังกายในการจัดท่าทาง การเคลื่อนไหว และการออกแรงขณะออกกำลังกาย ประกอบด้วย การกระตุ้นการจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสันหลังและเชิงกราน การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคอด้านหน้า กล้ามเนื้อสะบัก และกล้ามเนื้อหลัง การเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหน้าอก กล้ามเนื้อท้อง และกล้ามเนื้อคอด้านหลัง การเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังทั้งระดับคอ ระดับอก และระดับเอว ร่วมกับการหายใจในแต่ละท่าเพื่อเพิ่มการเคลื่อนไหวของกระดูกซี่โครงซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการเคลื่อนไหวภายในของกระดูกสันหลัง สำหรับระยะเวลาของการออกกำลังกายคือ 8 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาท (Neural adaptation) และการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (28)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3 แสดง Cogwheel chain mechanism of poor posture (19)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4 แสดง Anterior (A), Spiral (B) และ Posterior (C) trunk muscle sling (19)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การแก้ไขภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสมนั้นยังสามารถแก้ไขได้และอาจช่วยชะลอการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลง (5) ที่ผ่านมามีรูปแบบการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมหลากหลาย แต่ยังไม่มีการศึกษาใดที่มีรูปแบบการออกกำลังกายที่ครอบคลุมไปถึงปัญหาของกระดูกเชิงกรานและความยาวกล้ามเนื้อข้อสะโพกที่เป็นปัญหาสัมพันธ์มาจากการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและนำไปสู่ปัญหาการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกที่จะส่งผลต่อความสามารถการควบคุมการทรงตัวขณะเดิน จึงสนใจที่จะพัฒนาการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ โดยพัฒนาจากรูปแบบและหลักการของการออกกำลังกายในการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อให้ครอบคลุมปัญหาและตรงเป้าหมายที่ต้องการจะแก้ไขไปถึงปัญหาความสามารถการควบคุมการทรงตัวขณะเดินในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อม ดังนั้น ในการศึกษานี้จะศึกษาผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้องอสะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และความสามารถการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการออกกำลังกายอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและแก้ไขปัญหาการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวที่เป็นผลจากภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

1. คำถามงานวิจัย (Research question)

คำถามหลัก การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสมแตกต่างจากการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันหรือไม่

คำถามรอง การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้องอสะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสมแตกต่างจากการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันหรือไม่

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย (Objective)

1. เพื่อศึกษาความแตกต่างของผลการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติและการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของผลการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติและการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ต่อการเปลี่ยนแปลงของความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้องอสะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

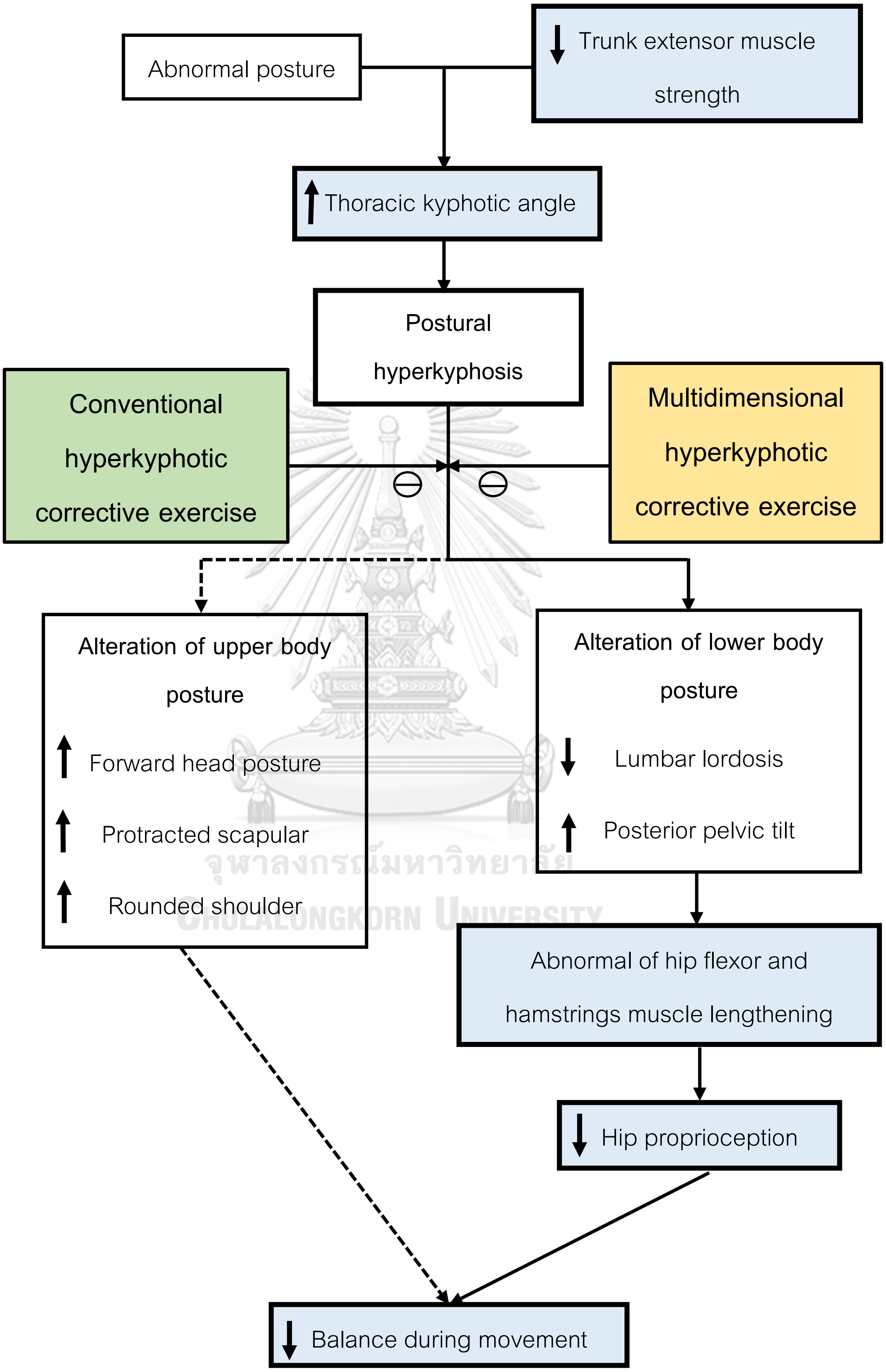
3. สมมติฐานงานวิจัย (Hypothesis)

1. การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติและการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถเปลี่ยนแปลงมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสมได้แตกต่างกัน

2. การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติและการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้องอสะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสมได้แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. กรอบแนวความคิด (Conceptual framework)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. คำสำคัญ (Key word)

Postural hyperkyphosis

Multidimensional hyperkyphotic corrective exercise

Conventional hyperkyphotic corrective exercise

Thoracic kyphotic angle

Hip joint position sense

Balance

6. คำนิยามเชิงปฏิบัติที่ใช้ในงานวิจัย (Operational definition)

1. Postural hyperkyphosis หรือภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม คือ ภาวะที่กระดูกสันหลังระดับอกมีมุมส่วนโค้งมากกว่า 40 องศา ที่เป็นผลมาจากการอยู่ในท่าทางที่ไม่ถูกต้องเป็นเวลานาน หรือมีกล้ามเนื้อหลังอ่อนแรง ซึ่งยังไม่มีความผิดปกติของโครงสร้างกระดูกสันหลัง และยังสามารถยืดตัวขึ้นตรงได้เอง

2. Multidimensional hyperkyphotic corrective exercise คือ การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ พัฒนาจากทฤษฎี Chain reaction และหลักการของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมอื่น ๆ ออกแบบมาเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมและลดปัญหาที่เกิดสัมพันธ์มาจากการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อม ประกอบด้วย การกระตุ้นการจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสันหลังและเชิงกรานร่วมกับการหายใจ การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคอด้านหน้า กล้ามเนื้อสะบัก กล้ามเนื้อท้อง และกล้ามเนื้อหลัง การเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหน้าอก กล้ามเนื้อท้อง และกล้ามเนื้อคอด้านหลัง การเพิ่มการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังทั้งระดับคอ ระดับอก และระดับเอว

3. Conventional hyperkyphotic corrective exercise คือ การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน ประกอบด้วย การเพิ่มความยืดหยุ่นให้กล้ามเนื้อลำตัวด้านหน้าส่วนบนที่หดสั้น การเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อลำตัวด้านหลังส่วนบนที่อ่อนแรงและการเพิ่มการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังระดับอก

4. Thoracic kyphosis angle หรือมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก โดยปกติอยู่ที่ประมาณ 20 – 40 องศา

5. Hip joint position sense หรือประสาทรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก คือ ความสามารถของข้อสะโพกในการที่จะจดจำท่าทางหรือตำแหน่งของข้อต่อได้โดยไม่ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากระบบประสาทรับความรู้สึกอื่นๆ

6. Balance หรือการทรงตัว คือ ความสามารถในการควบคุมสมดุลการทรงท่าของร่างกาย ในงานวิจัยนี้จะประเมินการทรงตัวขณะเดิน (Balance during walking) โดยใช้แบบทดสอบ Functional Gait Assessment (FGA)

7. ข้อตกลงเบื้องต้น (Basic assumption)

1. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงและแม่นยำ ซึ่งวิธีการที่ใช้วัดในงานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ

2. ผู้เก็บวิจัยเป็นผู้ที่ผ่านการฝึกใช้อุปกรณ์ในงานวิจัยจนมีความเชี่ยวชาญและเชื่อถือได้

3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีคุณสมบัติตรงตามที่ผู้วิจัยกำหนด

4. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยยินยอมด้วยความสมัครใจ ให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่และเข้าใจรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยก่อนลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยสามารถออกจากการศึกษาได้หากมีการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายและสามารถขอถอนตัวจากการเข้าร่วมงานวิจัยได้ทันที

8. รูปแบบงานวิจัย (Research design)

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้าโปรแกรมออกกำลังกายและเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมออกกำลังกายแตกต่างกัน (Controlled trial experimental research design)

9. ระเบียบวิธีวิจัย (Research methodology)

9.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and sample)

ประชากรเป้าหมาย (Target population)

เพศหญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม อายุตั้งแต่ 45 - 65 ปี

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา (Study population)

เพศหญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม อายุตั้งแต่ 45 - 65 ปี ที่ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย และผ่านเกณฑ์คัดเข้าและคัดออกของงานวิจัย

เกณฑ์การคัดเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

1. เพศหญิงอายุ 45 - 65 ปี

2. มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม โดยประเมินจากขณะยืนปกติ (Usual) มีมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic kyphosis angle) มากกว่า 40 องศา และเมื่อยืนยืดตัวตรง (Best) มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกลดลงเท่ากับหรือมากกว่า 5 องศาเมื่อวัดด้วย Flexible ruler (แสดงในรูปที่ 5)

รูปที่ 5 แสดง Flexible ruler

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลง โดยประเมินจากขณะยืนปกติ (Usual) มีมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic kyphosis angle) มากกว่า 40 องศา และเมื่อยืนยืดตัวตรง (Best) มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกลดลงน้อยกว่า 5 องศา เมื่อวัดด้วย Flexible ruler หรือไม่สามารถยืดตัวขึ้นได้เลย

2. ไม่สามารถเดินได้ด้วยตัวเองหรือต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน

3. มีประวัติกระดูกสันหลังหัก (History of spinal column fracture)

4. มีโรคข้ออักเสบ (Arthritic disease)

5. มีอาการบาดเจ็บหรือโรคร้ายแรงที่เป็นอุปสรรคหรืออาจเกิดอันตรายจากการทดสอบหรือการออกกำลังกาย เช่น ความดันโลหิตสูงที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrolled hypertension), อาการทางระบบหัวใจหลอดเลือดและปอด (Cardiopulmonary disorder) ที่ไม่สามารถออกกำลังกายได้, อาการของระบบการทรงตัวในหู (Vestibular disorder) เช่น บ้านหมุน, อาการทางระบบประสาท (Neurologic disorder) เช่น ภาวะอ่อนแรงจากหลอดเลือดสมองหรือไขสันหลัง, และอาการและการบาดเจ็บทางระบบกระดูกกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal disorder)

6. เคยได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือข้อสะโพก

7. รับประทานยาที่ส่งผลต่อระบบประสาทและการเรียนรู้ เช่น ยาระงับประสาท ยานอนหลับ

8. ตั้งครรภ์

9. ได้รับโปรแกรมออกกำลังกายอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อท่าทางของร่างกาย เช่น โยคะ พิลาทิส หรือเวทเทรนนิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง (Sample size)

คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยของ Jang HJ. และคณะในปี 2019 ที่ทำการศึกษากลุ่มผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมเพศหญิง อายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป มีมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกมากกว่า 40 องศา มีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 50 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มออกกำลังกายแบบใช้หลายวิธีร่วมกัน 25 คน และกลุ่มควบคุม 25 คน โดยกลุ่มออกกำลังกายเพื่อแก้ไขภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบใช้หลายวิธีร่วมกัน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เปลี่ยนแปลงจากก่อนออกกำลังกาย -3.8 (2.2) องศา สามารถนำไปคำนวณเพื่อหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

สูตร n/group = $2\left[\frac{(Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})\sigma}{MCID}\right]^2$

= $2[\frac{(Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^2\sigma^2}{(MCID)^2}]$

กำหนดค่า Alpha (α) = 0.05

$Z_{\alpha/2}$ = $Z_{0.05/2}$ = 1.96 (two tail)

Beta (β) = 0.1 (power 90%)

Z_{β} = 1.28

MCID* = 3

แทนค่า n/group = $2[\frac{(1.96+1.28)^2(2.2)^2}{(3)^2}]$

= 11.29 หรือ 12

* Minimal Clinically Important Difference = 3 องศา

จากผลการคำนวณจะได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน แม้ว่าช่วงอายุระหว่างกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยที่นำมาคำนวณกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้จะแตกต่างกัน แต่เป็นช่วงอายุที่ห่างกันเพียงเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแตกต่างกันไม่มาก แต่เพื่อผลอำนาจทางสถิติ (Statistical power) จึงจะเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 20% จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ 12 คน

$\frac{12 \times 20}{100}$ = 2.4 หรือ 3

จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 15 คน นอกจากนี้ เพื่อป้องกันผู้เข้าร่วมวิจัยบางคนไม่สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาวิจัยตามข้อกำหนด (Dropout) จึงมีการคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยมามากกว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดอีก 20%

$\frac{15 \times 20}{100}$ = 3

ดังนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างใช้ในการศึกษานี้ คือ 18 คนต่อกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Sample sampling)

ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามจุดมุ่งหมาย (Purposive sampling) ตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและออกโดยสมัครใจของอาสาสมัคร หลังจากนั้นจะใช้การสุ่มแบบ Restricted randomization ด้วยวิธี Block randomization จัดสรรกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่าๆ กัน ได้แก่

1. กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ (Multidimensional Hyperkyphotic Corrective Exercise; MHCE group)

2. กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน (Conventional Hyperkyphotic Corrective Exercise; CHCE group)

9.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แบบบันทึกการคัดกรอง

2. แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย

3. แบบประเมิน Functional Gait Assessment (FGA) ภาษาไทย

4. Flexible ruler ความยาว 60 เซนติเมตร ยี่ห้อ ZhongHui

5. เครื่องชั่งน้ำหนัก

6. ที่วัดส่วนสูง

7. Analogue inclinometer

8. เก้าอี้พักขาชนิดปรับความสูงได้

9. เครื่อง MicroFET2 hand-held dynamometer (Hoggan Health Technologies Inc., Salt Lake City, UT, USA)

10. ทางเดินยาว 6 เมตร กว้าง 1.2 เมตร

11. นาฬิกาจับเวลา

12. กล่องสูง 4.5 นิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9.3 สถานที่ทำงานวิจัย

1. ห้องออกกำลังกาย แผนกกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลสุราษฎร์-ธานี

2. ชั้น 4 อาคารแพทยพัฒน์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ที่พักของผู้เข้าร่วมวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

อาสาสมัครเพศหญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมอายุตั้งแต่ 45 - 65 ปี

↓

คัดกรองอาสาสมัคร

- วัดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก
- แบบบันทึกการคัดกรอง

↓ ผ่านการคัดกรอง

ผู้เข้าร่วมวิจัยเพศหญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม ที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก

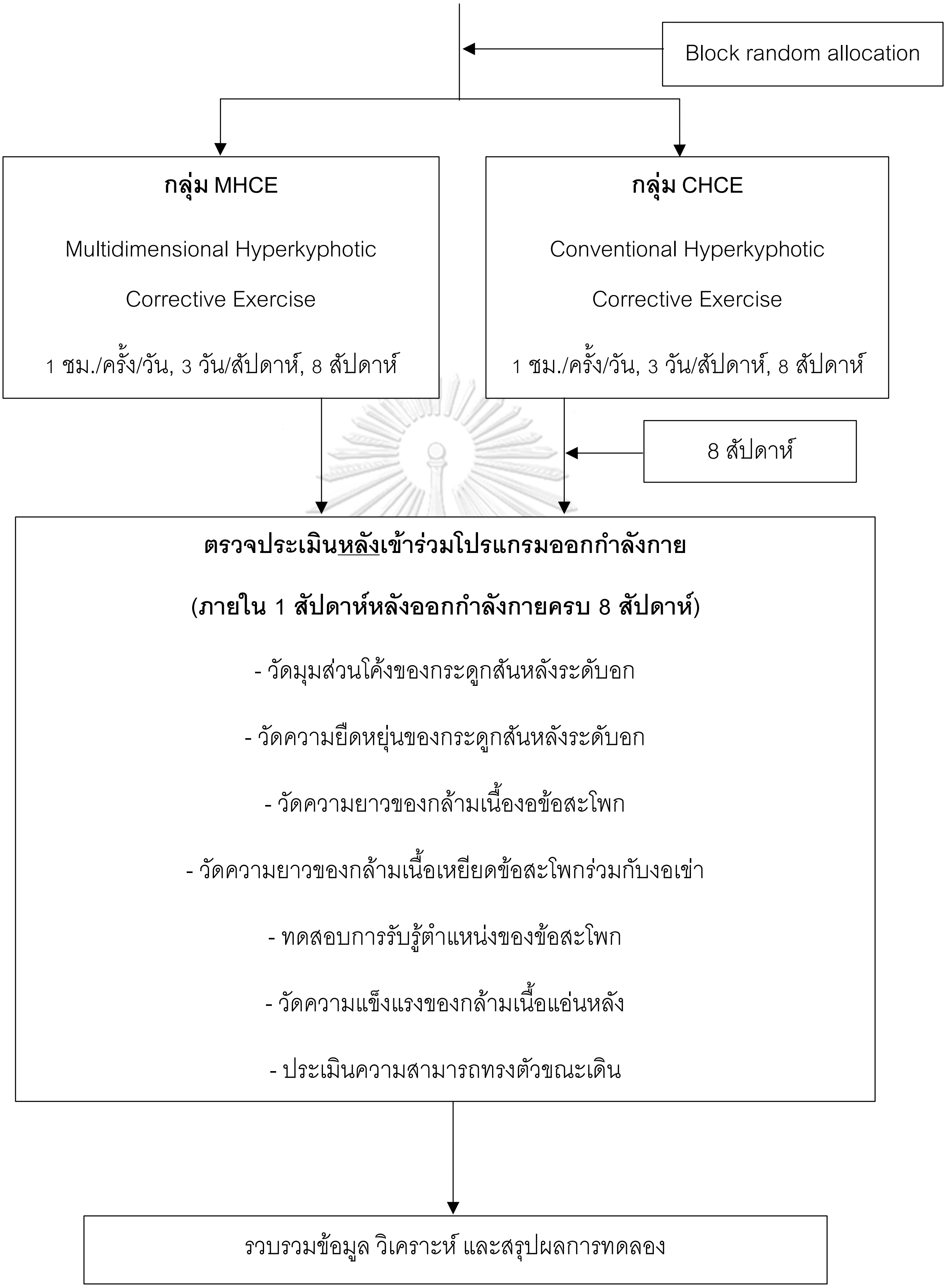
↓

บันทึกข้อมูลส่วนตัว ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง

↓

ตรวจประเมิน<u>ก่อน</u>เข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย

- วัดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก
- วัดความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก
- วัดความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพก
- วัดความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า
- ทดสอบการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก
- วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง
- ประเมินความสามารถทรงตัวขณะเดิน


Block random allocation
กลุ่ม MHCE
Multidimensional Hyperkyphotic
Corrective Exercise
1 ชม./ครั้ง/วัน, 3 วัน/สัปดาห์, 8 สัปดาห์
กลุ่ม CHCE
Conventional Hyperkyphotic
Corrective Exercise
1 ชม./ครั้ง/วัน, 3 วัน/สัปดาห์, 8 สัปดาห์
8 สัปดาห์
ตรวจประเมินหลังเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย
(ภายใน 1 สัปดาห์หลังออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์)
- วัดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก
- วัดความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก
- วัดความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพก
- วัดความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า
- ทดสอบการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก
- วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง
- ประเมินความสามารถทรงตัวขณะเดิน
รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

มีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

การเข้าถึงอาสาสมัคร

ผู้วิจัยติดประกาศพร้อมข้อมูลการเข้าร่วมการเป็นอาสาสมัครงานวิจัยโดยย่อที่โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี หน่วยงานของรัฐ บริษัทเอกชน และประชาสัมพันธ์ผ่านทาง Social network เช่น Facebook, Instragram, Line เป็นต้น

การขอความยินยอมจากอาสาสมัคร

ในวันทำการคัดกรอง ผู้วิจัยนัดอาสาสมัครมาพบที่ห้องออกกำลังกาย แผนกกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี โดยให้ข้อมูลพร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ความเสี่ยง และประโยชน์ รวมถึงตอบข้อสงสัยของอาสาสมัครจนอาสาสมัครเข้าใจ และให้เวลาในการตัดสินใจอย่างอิสระก่อนลงนามให้ความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

การคัดกรองอาสาสมัครและการวัดค่าต่างๆ

ก่อนวันที่อาสาสมัครจะมาคัดกรอง ผู้วิจัยจะแจ้งรายละเอียดขั้นตอนของงานวิจัยทางโทรศัพท์ และให้อาสาสมัครเตรียมเสื้อยืดพอดีตัว กางเกงขาสั้นเหนือเข่า และรองเท้ารัดส้นหรือรองเท้าผ้าใบที่ไม่ลื่นสำหรับการตรวจประเมิน และการฝึกออกกำลังกาย นอกจากนี้ ผู้วิจัยจะดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อความปลอดภัยและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ขณะตรวจประเมินและฝึกออกกำลังกาย หากพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย อาสาสมัครจะได้รับการรักษาอย่างเหมาะสมทันที หากอาสาสมัครปฏิบัติตามคำแนะนำของทีมผู้ทำวิจัยแล้ว ผู้ทำวิจัยยินดีจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล อีกทั้งจะชดเชยการสูญเสียเวลา เสียรายได้ตามความเหมาะสม

1. วัดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกในท่ายืน 2 ท่า คือ ขณะยืนปกติ และขณะยืนยืดตัว โดยใช้ Flexible ruler ค่ามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกขณะยืนปกติต้องมีค่ามากกว่า 40 องศา และขณะยืนยืดตัว มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกต้องลดลงกว่าขณะยืนปกติอย่างน้อย 5 องศา

2. อาสาสมัครทำแบบคัดกรองเกี่ยวกับโรคประจำตัวและภาวะต่างๆ ตามเกณฑ์คัดเข้า และคัดออก (แบบบันทึกการคัดกรอง แสดงในภาคผนวก ก)

ข้อปฏิบัติของอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดกรอง

1. ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และคำนวณดัชนีมวลกาย (BMI)

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการตรวจประเมินค่าต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลก่อนเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายโดยผู้วิจัยซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัด ดังนี้

2.1 มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic Kyphotic Angle; TKA) (2, 29, 30) โดยใช้ Flexible ruler ซึ่งเป็นวิธีการวัดที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี

มาก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intraclass correlation coefficient: ICC) เท่ากับ 0.906 เมื่อเทียบกับวิธี Cobb’s method หรือการประเมินจากภาพถ่ายรังสี (31) โดยวัดในท่ายืน 2 ท่า คือ

1. ขณะยืนปกติ วัดขณะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหายใจออกสุด (Full exhalation) ให้รู้สึกว่ายืนในท่าที่สบายที่สุด

2. ขณะยืนยืดตัว วัดขณะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหายใจเข้าลึก (Full inhalation) ให้รู้สึกว่าพยายามยืดตัวสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้

การวัดทำโดยผู้วิจัยที่มีความน่าเชื่อถือภายในสำหรับผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) ที่ระดับดี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intraclass correlation coefficient: ICC) ที่ 0.89

<u>วิธีการวัดมีดังนี้</u>

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนคว่ำ จากนั้นผู้วิจัยคลำหาและทำเครื่องหมายไว้ที่กระดูกสันหลังส่วนคอข้อที่ 7 (C7) ซึ่งจะนูนมากที่สุดขณะศีรษะก้ม และที่กระดูกสันหลังระดับอกข้อที่ 12 (T12) โดยการเริ่มคลำที่ Iliac crest ที่อยู่ด้านหน้าแล้วไล่มาด้านหลังจะตรงกับช่องว่างระหว่างกระดูกสันหลังระดับเอวข้อที่ 3 และ 4 (L3/L4) และคลำไล่ขึ้นด้านบนจนถึง T12

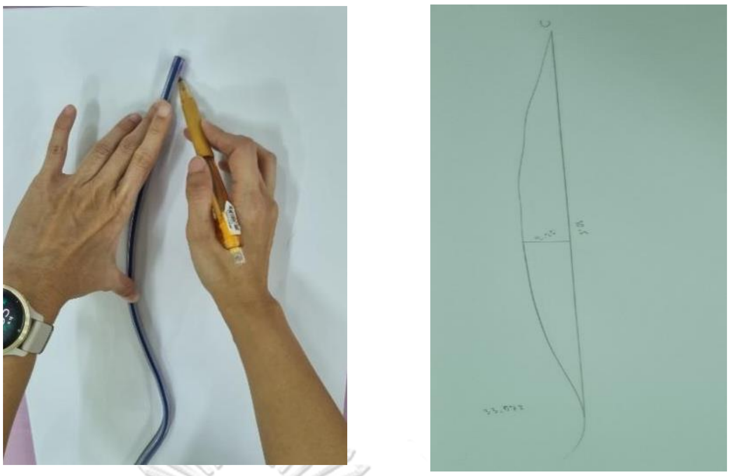
2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนเท้าเปล่า เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ตามองไปด้านหน้า โดยจะวัดทีละท่า ในท่าที่กำหนดดังที่กล่าวข้างต้น

3. วางทาบ Flexible ruler ไปตามแนวของกระดูกสันหลังตั้งแต่ C7 ถึง T12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALO

รูปที่ 6 แสดงการวัดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก

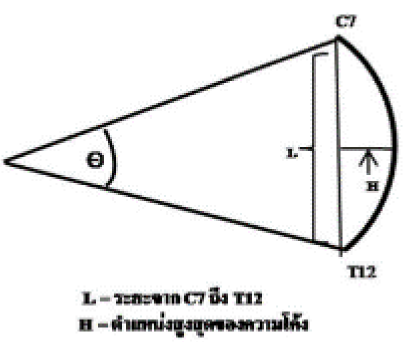
4. นำรูปร่างของ Flexible ruler ที่ได้ไปลอกลายบนกระดาษ



รูปที่ 7 แสดงการนำรูปร่างของ Flexible ruler ไปลอกลายบนกระดาษ

5. ลากเส้นตรงจากตำแหน่ง C7 ถึง T12 จะได้ระยะ L และลากเส้นจากตำแหน่งสูงสุดของส่วนโค้งกระดูกสันหลังไปตัดเส้น L จะได้ระยะ H จากนั้นคำนวณหามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกได้จาก

สูตร $\theta = 4[\arctan\left(\frac{2H}{L}\right)]$



รูปที่ 8 แสดงการคำนวณหามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกโดยใช้ Flexible ruler (29)

6. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 1 นาที จากนั้นจึงวัดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกด้วยวิธีเดิมอีกครั้ง วัดซ้ำ 3 ครั้งต่อท่า และใช้ค่ามุมเฉลี่ยจากทั้ง 3 ครั้งเป็นค่ามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก

2.2 ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก (Thoracic spinal flexibility) ประเมินด้วยค่า Thoracic Stiffness Index (TSI) (15) วัดโดยใช้ Flexible ruler ในท่ายืน 2 ท่า และวิธีการวัดเดียวกับการวัด TKA จากนั้น

1. คำนวณหาค่า Kyphosis index (KI) จากสูตร $KI = \left(\frac{H}{L}\right)100$

2. นำค่า KI ขณะยืนปกติ และขณะยืนยืดตัว มาคำนวณหาค่า TSI จากสูตร

$$TSI = \frac{KI\ in\ usual\ posture}{KI\ in\ best\ posture}$$

3. วัดซ้ำ 3 ครั้ง และใช้ค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 ครั้งเป็นค่า TSI

2.3 ความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพก (Hip flexor muscle length) (32) โดยใช้ Modified Thomas test การทดสอบทำโดยผู้วิจัยที่มีความน่าเชื่อถือภายในสำหรับผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) ที่ระดับดี โดยมีค่า ICC ที่ 0.86

<u>วิธีการวัดมีดังนี้</u>

1. จัดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนหงาย ติด Analogue inclinometer ที่จุดกึ่งกลางระหว่าง ASIS และฐานของกระดูกสะบ้า (Base of patella)

2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเลื่อนตัวมาปลายเตียงเพื่อให้ขาทั้ง 2 ข้างห้อยออกนอกเตียง โดยผู้วิจัยช่วยยกขาไว้ ก่อนทดสอบให้ตรวจสอบว่าค่า Analogue inclinometer แสดงที่ 0 องศา

3. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยงอเข่างอสะโพกข้างที่ไม่ได้ทดสอบ ดึงเข่าชิดอกให้มากที่สุด (ข้อสะโพกต้องงออย่างน้อย 90 องศา) แต่ไม่ให้เกิดหลังแอ่น และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยดึงเข่าชิดอกค้างไว้ พร้อมกับที่ผู้วิจัยปล่อยขาข้างที่ทดสอบ แล้วอ่านค่ามุมที่ได้จาก Analogue inclinometer

4. วัดซ้ำ 3 ครั้ง และใช้ค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 ครั้งเป็นค่าความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพก

5. ค่าปกติมีมุมมากกว่า 15 องศา ในทิศทางที่ขาเลื่อนลงต่ำจากขอบเตียง และค่าที่มากกว่า 0 องศา ในทิศทางที่ขายกลอยเหนือขอบเตียงแสดงถึงมีการหดสั้นของกล้ามเนื้องอข้อสะโพก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 9 แสดงการทำ Modified Thomas test

2.4 ความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า (Hamstrings muscle length) (33) โดยใช้ Passive knee extension test การทดสอบทำโดยผู้วิจัยที่มีความน่าเชื่อถือภายในสำหรับผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) ที่ระดับดีมาก โดยมีค่า ICC ที่ 0.95

<u>วิธีการวัดมีดังนี้</u>

1. จัดท่าให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนหงาย ขาข้างที่ไม่ได้ทดสอบเหยียดตรง ส่วนขาข้างที่จะทดสอบให้งอเข่าและสะโพก 90 องศา แล้ววางพักขาบนเก้าอี้พักขา และติด Analogue inclinometer ที่จุดกึ่งกลางระหว่างส่วนยอดของกระดูกสะบ้า (Apex of patella) และเส้นเชื่อมระหว่างตาตุ่มด้านใน (Medial malleolus) และตาตุ่มด้านนอก (Lateral malleolus)
2. ตรวจสอบว่าค่า Analogue inclinometer แสดงที่ 0 องศาก่อนทำการทดสอบ
3. ผู้วิจัยผลักให้เข่าของผู้เข้าร่วมวิจัยเหยียดออกให้มากที่สุดจนรู้สึกตึงที่ต้นขาด้านหลัง จากนั้นอ่านค่ามุมที่ได้
4. วัดซ้ำ 3 ครั้ง และใช้ค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 ครั้งเป็นค่าความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพก

รูปที่ 10 แสดงการทำ Passive knee extension test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5 การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก (Hip Joint Position Sense; JPS) (34) โดยใช้ Analogue inclinometer และใช้เทคนิค Active–active reproduction วัดในท่ายืน และวัด 2 ทิศทาง คือ

1. งอสะโพก (Hip flexion) ทดสอบที่ 30 องศา
2. เหยียดสะโพก (Hip extension) ทดสอบที่ 15 องศา

การทดสอบจะทำทีละทิศทาง ทิศทางละ 5 รอบ หลังจากนั้นจะสลับข้าง

<u>วิธีการทดสอบมีดังนี้</u>

1. ติด Analogue inclinometer ที่ด้านหน้าต้นขา และอยู่ระดับกึ่งกลางของความยาวต้นขาของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยความยาวต้นขาวัดจากหัวกระดูก Greater trochanter ถึงกระดูก femoral condyle ด้านนอก

2. ท่าเริ่มต้นจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในท่ายืนขาเหยียดตรง ปิดตา และใช้มือเกาะเก้าอี้ที่อยู่ด้านข้างเพื่อรักษาการทรงตัวขณะทดสอบ

3. เริ่มทดสอบ ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยงอสะโพกขึ้นในขณะที่ขาเหยียดตรง เมื่องอถึงองศาเป้าหมายที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยจะสั่งว่า “หยุด” แล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยค้างอยู่ที่ท่านั้น 5 วินาที เมื่อครบเวลา ผู้วิจัยจะสั่งว่า “กลับท่าเดิม” ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลดขากลับสู่ท่ายืนเริ่มต้น และอยู่ในท่านั้น 3 วินาที

4. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพยายามงอสะโพกขึ้นไปใกล้เคียงองศาเป้าหมายให้มากที่สุดภายในเวลา 5 วินาที เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยรู้สึกว่าใช่องศาเป้าหมายแล้วให้พูดว่า “ใช่” ผู้วิจัยจะบันทึกองศาที่ผู้เข้าร่วมวิจัยทำได้จากเครื่อง Analogue inclinometer จากนั้นผู้วิจัยจะสั่งว่า “กลับท่าเดิม” ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลดขากลับสู่ท่ายืนเริ่มต้น

5. ทดสอบซ้ำจนครบ 5 รอบ แล้วใช้วิธีเดียวกันทดสอบในทิศทางการเหยียดสะโพก เมื่อทำครบทั้ง 2 ทิศทาง ให้สลับทำขาอีกข้าง

6. นำค่าองศาที่ได้ในแต่ละรอบมาคำนวณหาค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อ (Joint Position Error; JPE) จากองศาเป้าหมาย แล้วนำค่า JPE มาหาค่าเฉลี่ยและบันทึกเป็นค่า JPE ของการทดสอบแต่ละทิศทางของขาแต่ละข้างของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 11 แสดงการทดสอบการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก

2.6 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง (Trunk extensor muscle strength) โดยใช้เครื่อง MicroFET2 hand-held dynamometer วัดค่า Peak trunk extensor force ตามลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ Isometric movement ในท่ายืน ก่อนนำมาเก็บข้อมูลงานวิจัย ผู้วิจัยได้นำเครื่อง MicroFET2 hand-held dynamometer ไปหาความเที่ยงตรง (Concurrent validity) ด้วยการวิเคราะห์ Linear regression กับเครื่อง HUMAC NORM isokinetic dynamometer (CSMi, Massachusetts, USA) ที่ชั้น 4 อาคารแพทยพัฒน์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งถือเป็นเครื่องมือมาตรฐานที่มีความตรงและความน่าเชื่อถือในการวัดแรงของกล้ามเนื้อ (35, 36) พบว่า Hand-held dynamometer สามารถอธิบาย Isokinetic dynamometer ได้ 78% (R^2 = 0.780) มีสมการคือ Y = 24.546+.911X (กราฟ Linear regression แสดงในภาคผนวก ค) ค่าที่วัดได้มีความน่าเชื่อถือในการวัดเมื่อเทียบกับ Isokinetic dynamometer (Inter-rater reliability) อยู่ในระดับดี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intraclass correlation coefficient: ICC) เท่ากับ 0.883 และมีความแม่นยำในการวัด (Intra-rater reliability) อยู่ในระดับดีมาก มีค่า ICC เท่ากับ 0.958 และก่อนเริ่มวัดจริงจะ Calibrate ก่อนใช้งานทุกครั้งด้วยดัมเบลขนาด 0.5 กิโลกรัม

<u>วิธีการวัดมีดังนี้</u> (37)

1. จัดท่าเริ่มต้นโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนด้วยเท้าเปล่าตัวตรงหันหลังเข้าชิดผนัง ส้นเท้าทั้ง 2 ข้างแตะผนังด้านหลัง ใช้สายรัดดึงผ่านด้านหน้าลำตัวบริเวณใต้กระดูก ASIS 1 เซนติเมตรไปผูกยังเสาด้านข้าง 2 ข้างเพื่อยึดตัวของผู้เข้าร่วมวิจัยให้ติดผนังขณะทดสอบ แขน 2 ข้างไขว้กันวางที่หน้าอก ให้ปลายนิ้วอยู่ที่ไหล่ข้างตรง

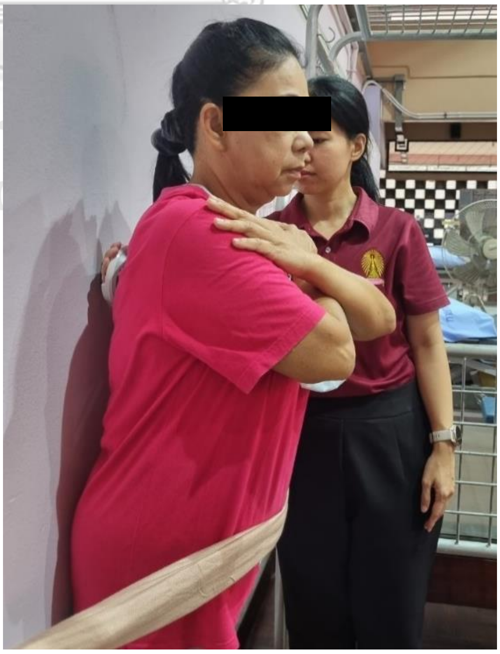
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้าม จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยโน้มตัวมาด้านหน้าโดยใช้ไม้บรรทัดวัดมุมวัดที่ข้อสะโพกให้ได้ประมาณ 15 องศา จัดตำแหน่งเครื่อง MicroFET2 hand-held dynamometer ให้อยู่ระหว่างกระดูกสันหลังระดับอกข้อที่ 7 (T7) ของผู้เข้าร่วมวิจัย และผนังเพื่อใช้ผนังเป็นแรงต้านที่มีค่าคงที่

2. ผู้วิจัยแนะนำวิธีการ สาธิตท่าทาง และเทคนิคที่ถูกต้องในการทดสอบ ดังนี้ “เรากำลังจะวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังด้วยอุปกรณ์เรียกว่า Hand-held dynamometer ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องออกแรงดันลำตัวและไหล่ไปด้านหลังให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้” และผู้วิจัยจะออกคำสั่งเพื่อกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพยายามออกแรงให้มากที่สุด ดังนี้ “ดัน ดัน ดัน และผ่อน” โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้ทดลองทำ 1 รอบเพื่อสร้างความคุ้นเคย

3. เริ่มทดสอบจริง ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องออกแรงดันไปด้านหลังด้วยแรงมากที่สุดต่อเนื่อง 5 วินาที จำนวน 3 รอบ โดยมีช่วงพักระหว่างรอบ 30 วินาทีเพื่อลดอาการล้าของกล้ามเนื้อ

4. อ่านค่าแรงที่ได้จากเครื่องในหน่วยกิโลกรัม นำค่าที่ได้จากทั้ง 3 รอบมาหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็นค่าแรงที่ทำได้ของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน



รูปที่ 12 แสดงการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง

2.7 ความสามารถการทรงตัวขณะเดิน (Balance during walking) โดยใช้แบบประเมินความสามารถการเดิน (Functional Gait Assessment; FGA) ทดสอบความสามารถการทรงตัวขณะเดิน 10 แบบ แต่ละแบบมีเกณฑ์ประเมิน 0 - 3 คะแนน คะแนนรวมทั้งหมด 30 คะแนน (38)

โดยที่ 0 หมายถึง บกพร่องรุนแรง

1 หมายถึง บกพร่องปานกลาง

2 หมายถึง บกพร่องเล็กน้อย

3 หมายถึง ปกติ

ก่อนนำมาใช้ในงานวิจัย ผู้วิจัยได้ขออนุญาตใช้แบบประเมินจากเจ้าของแบบทดสอบฉบับภาษาอังกฤษ และนำมาแปลเป็นภาษาไทย โดยใช้เทคนิคแปลย้อนกลับ (Back translation) ทำโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษาของสถาบันภาษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 คน และนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ด้านการประเมินความสามารถการทรงตัวมาอย่างน้อย 5 ปี ที่มีความรู้ความชำนาญทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ 1 คน จากนั้นให้นักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ด้านการประเมินความสามารถการทรงตัวอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 คน พิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) แล้วนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI) ได้ผลประเมินความเทียบเท่าด้านแนวคิดเท่ากับ 0.9 ความเทียบเท่าด้านเนื้อหาเท่ากับ 0.94 และความเทียบเท่าด้านความหมายเท่ากับ 0.94 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18 – 70 ปี จำนวน 30 คน พร้อมบันทึกการทดสอบในรูปแบบวิดีโอ และเปิดวิดีโอเพื่อให้คะแนนการทดสอบซ้ำอีกครั้งหลังจากผ่านไปอย่างน้อย 2 วัน แล้วนำมาหาค่าความน่าเชื่อถือภายในสำหรับผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) ได้ผลประเมินที่ระดับดีมาก โดยมีค่า ICC ที่ 0.97 แบบประเมินความสามารถการเดินฉบับภาษาไทยแสดงในภาคผนวก ค

<u>วิธีการประเมินความสามารถการเดินมีดังนี้</u>

1. การเดินทางราบ ให้เดินด้วยความเร็วปกติจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป (ระยะทาง 6 เมตร)

2. การเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดิน ให้เริ่มเดินด้วยความเร็วปกติระยะทาง 1.5 เมตร เมื่อได้ยินสัญญาณว่า “เริ่ม” ให้เดินให้เร็วที่สุดเท่าที่สามารถทำ

ได้ในระยะทาง 1.5 เมตร และเมื่อได้ยินสัญญาณว่า “เดินช้า” ให้เดินให้ช้าที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ระยะทาง 1.5 เมตร

3. การเดินพร้อมหันศีรษะไปทางด้านข้าง เดินจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป ซึ่งอยู่ห่างไป 6 เมตร เดินตรงไปด้วยความเร็วปกติ หลังจากเดินไป 3 ก้าว ให้หันศีรษะไปทางขวา และเดินตรงต่อไปขณะที่มองทางขวา หลังจากเดินไปอีก 3 ก้าว ให้หันศีรษะไปทางซ้าย และเดินตรงต่อไปขณะที่มองทางซ้าย มองทางขวาและทางซ้ายสลับกันทุกๆ 3 ก้าว อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งครบ 2 รอบในแต่ละทิศทาง

4. การเดินพร้อมเงยและก้มศีรษะ เดินจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป ซึ่งอยู่ห่างไป 6 เมตร เดินตรงไปด้วยความเร็วปกติ หลังจากเดินไป 3 ก้าว ให้เงยศีรษะขึ้น และเดินตรงต่อไปขณะที่เงยศีรษะ หลังจากเดินไปอีก 3 ก้าว ให้ก้มศีรษะลงและเดินตรงต่อไปขณะที่มองลงด้านล่าง เงยและก้มศีรษะสลับกันทุกๆ 3 ก้าว อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งทำครบ 2 รอบในแต่ละทิศทาง

5. การเดินและกลับตัว ให้เริ่มเดินด้วยความเร็วปกติ เมื่อบอกให้ “กลับตัวและหยุด” ให้กลับตัวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้จนคุณหันกลับมาด้านตรงข้ามและหยุด

6. การเดินข้ามสิ่งกีดขวาง ให้เริ่มเดินด้วยความเร็วปกติ เมื่อเดินไปถึงกล่อง ให้ก้าวข้ามกล่อง ไม่เดินอ้อม และเดินตรงต่อไป

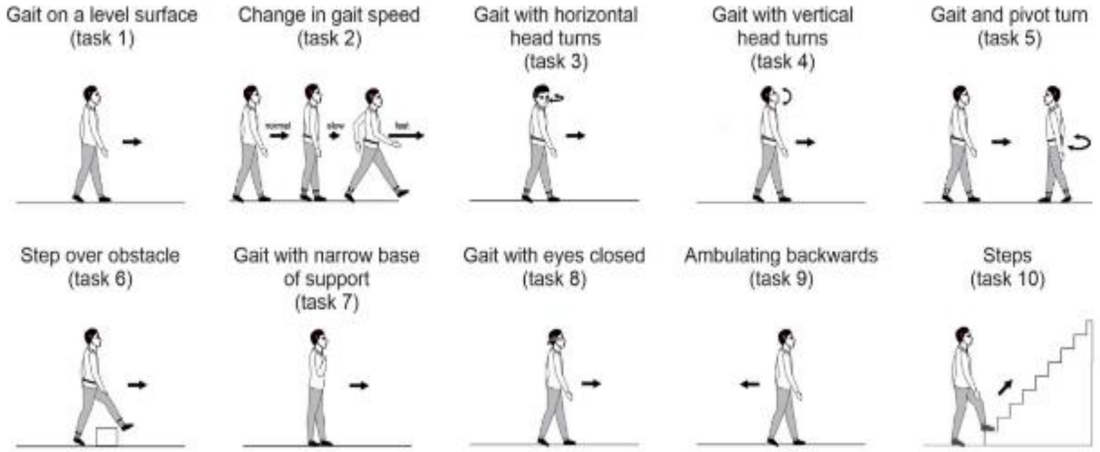
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. การเดินโดยมีฐานของร่างกายแคบ ให้เอามือกอดอก เดินให้เท้าอยู่ในแนวเดียวกัน โดยการเดินวางส้นเท้าต่อปลายเท้าเป็นระยะทาง 3.6 เมตร จำนวนก้าวที่เดินเป็นเส้นตรงมีจำนวนมากที่สุดคือ 10 ก้าว

8. การเดินขณะหลับตา เดินหลับตาด้วยความเร็วปกติจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป (ระยะทาง 6 เมตร)

9. การเดินถอยหลัง ให้เดินถอยหลังจนกว่าจะได้ยินคำสั่งให้หยุด

10. การเดินขึ้นลงบันได เดินขึ้นบันไดแบบเดียวกับที่ทำที่บ้าน (ให้จับราวบันไดได้หากจำเป็น) เมื่อเดินถึงขั้นบนสุด ให้หันหลังกลับมาและเดินลง



รูปที่ 13 แสดงการทดสอบ Functional Gait Assessment (39)

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กันด้วยวิธี Block randomization คือ

3.1 กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ (Multidimensional Hyperkyphotic Corrective Exercise; MHCE group)

3.2 กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน (Conventional Hyperkyphotic Corrective Exercise; CHCE group)

4. หลังได้รับการสุ่มเข้ากลุ่มแล้ว ภายในวันเดียวกันผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการสอนและฝึกออกกำลังกายจากนักกายภาพบำบัดที่มีคุณวุฒิวิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด) และมีประสบการณ์การทำงานเป็นนักกายภาพบำบัดเป็นเวลา 10 ปี จนผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถทำได้ถูกต้องตามโปรแกรมออกกำลังกายของแต่ละกลุ่ม หลังจากนั้นจะให้ออกกำลังกายในรูปแบบการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน (Home program exercise) ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงต่อครั้งต่อวัน ทำ 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลาออกกำลังกายทั้งหมด 8 สัปดาห์ และปรับเพิ่มจำนวนครั้งของการออกกำลังกายทุก 2 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยจะให้คู่มือออกกำลังกายที่ประกอบด้วยรายละเอียดของโปรแกรมออกกำลังกายและแบบบันทึกการออกกำลังกาย (คู่มือออกกำลังกายแสดงในภาคผนวก ง) พร้อมทั้งคลิปวิดีโอสอนท่าออกกำลังกายที่ส่งผ่านระบบออนไลน์ นอกจากนี้ จะมีการติดตามความคืบหน้าและตรวจสอบความถูกต้องของท่าทางขณะออกกำลังกายของผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนโดยการ VDO Call สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โปรแกรมการออกกำลังกายมีดังนี้

4.1 การอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกาย (Warm up) สำหรับทั้ง 2 กลุ่ม

ใช้การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) จำนวน 6 ท่า เพื่อเตรียมกล้ามเนื้อและข้อต่อก่อนเริ่มออกกำลังกาย ช่วยเพิ่มสมรรถภาพของการออกกำลังกาย และช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อ (40) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ท่าที่ 1 เอียงคอซ้าย-ขวา, ก้มหน้า-เงยหน้า

<u>รายละเอียด</u>: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ มือเท้าเอว แล้วเอียงคอซ้าย-ขวา-ก้มหน้า-เงยหน้า นับเป็น 1 รอบ

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 รอบ

รูปที่ 14 แสดงท่าเอียงคอซ้าย-ขวา, ก้มหน้า-เงยหน้า

ท่าที่ 2 ยกแขนขึ้นลง

<u>รายละเอียด</u>: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ ยกแขนขึ้นจนสุด ไม่เหวี่ยงแขน จากนั้นลดแขนลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 ครั้ง

รูปที่ 15 แสดงท่ายกแขนขึ้นลง

ท่าที่ 3 กางแขนขึ้นลง

<u>รายละเอียด</u>: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ แล้วกางแขนขึ้นจนมือ 2 ข้างมาแตะกันเหนือศีรษะ ไม่เหวี่ยงแขน จากนั้นลดแขนลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 16 แสดงท่ากางแขนขึ้นลง

ท่าที่ 4 กางหุบแขน

รายละเอียด: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ กางแขน 2 ข้างขึ้นเท่าระดับไหล่ งอศอก หันฝ่ามือมาด้านหน้า แล้วหุบแขนมาด้านหน้า ให้ฝ่ามือและแขนท่อนล่างทั้ง 2 ข้างแตะกัน จากนั้นกางแขนกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จำนวนครั้ง: 8 ครั้ง

รูปที่ 17 แสดงท่ากางหุบแขน

ท่าที่ 5 เอียงตัวซ้ายขวา

รายละเอียด: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ศอกเหยียดตรง เอียงตัวไปทางซ้ายและขวา นับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: 8 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 18 แสดงท่าเอียงตัวซ้ายขวา

ท่าที่ 6 ยกขา-กางขา-เหยียดขา

รายละเอียด: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ (มือฝั่งตรงข้ามสามารถจับเพื่อทรงตัวได้) จากนั้นยกขาขึ้นไปด้านหน้า-กางขาไปด้านข้าง-เหยียดขาไปด้านหลัง (เข่าเหยียดตรงและปลายเท้าชี้ไปด้านหน้าในทุกทิศทาง)

จำนวนครั้ง: 8 รอบ แล้วสลับทำอีกข้าง

รูปที่ 19 แสดงท่ายกขา-กางขา-เหยียดขา

4.2 การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ สำหรับกลุ่ม MHCE

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ จำนวน 6 ท่า พัฒนาจากทฤษฎี Chain reaction และหลักการของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมอื่นๆ จะแตกต่างกับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันตรงที่มีการจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสะบักและกระดูกเชิงกราน ซึ่งเป็นจุดเกาะของกล้ามเนื้อที่ให้ความมั่นคงของท่าทาง การจัดท่าออกกำลังกายที่กระตุ้นให้กล้ามเนื้อออกแรงเป็น sling เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวและให้ความมั่นคงต่อข้อต่อผ่านการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อและพังผืดกล้ามเนื้อ และการจัดท่าออกกำลังกายให้อยู่ในท่ายืน การเกร็งท้องให้เกิดการเคลื่อนไหวของเชิงกราน และการเก็บคางชิดอก เพื่อกระตุ้นบริเวณที่มีตัวรับความรู้สึกในข้อต่อจำนวนมาก คือ กระดูกสันหลังระดับคอ กระดูกเชิงกรานและเท้า

ท่าออกกำลังกายประกอบด้วย การกระตุ้นการจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสันหลังและเชิงกรานร่วมกับการหายใจ การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคอด้านหน้า กล้ามเนื้อสะบัก กล้ามเนื้อท้อง และกล้ามเนื้อหลัง การเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหน้าอก กล้ามเนื้อท้อง และกล้ามเนื้อคอด้านหลัง การเพิ่มการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังทั้งระดับคอ ระดับอก และระดับเอว

ท่าที่ 1 Correct posture with breathing exercise

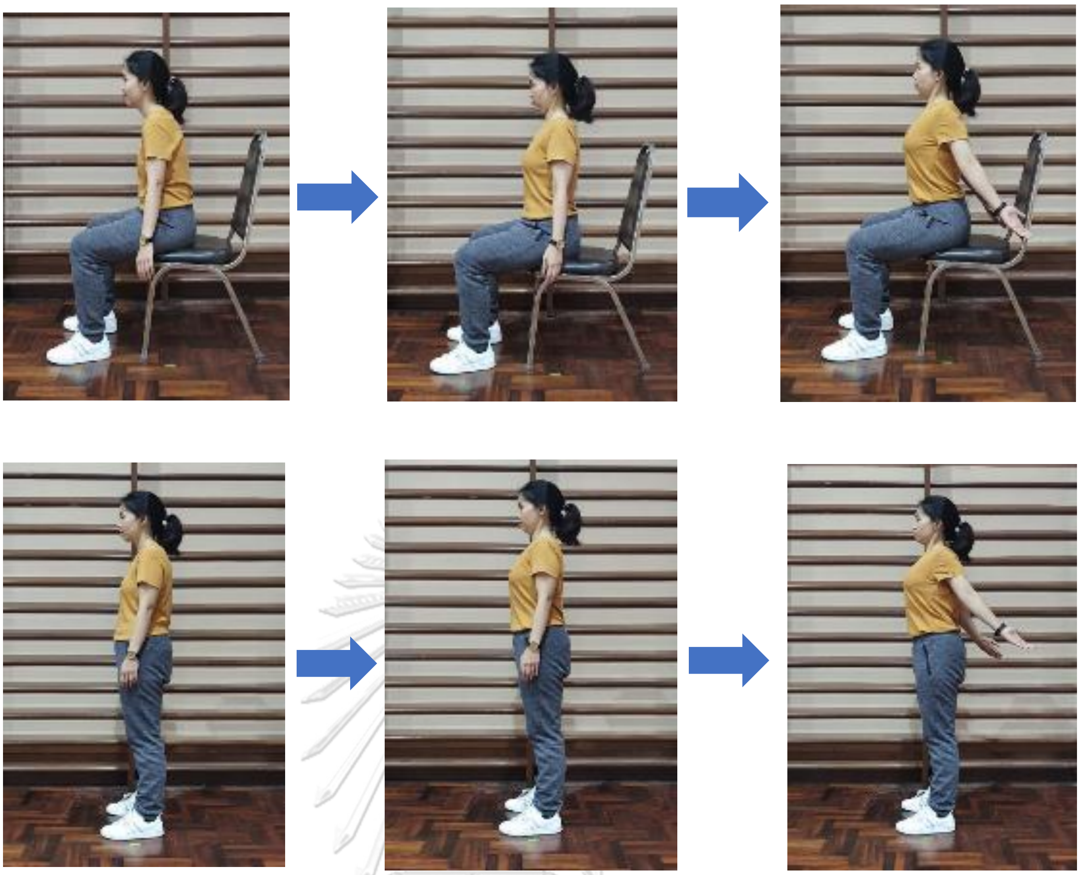
<u>ท่าเริ่มต้น:</u>

- นั่งขอบเก้าอี้ เข่างอ 90 องศา เท้าวางเหยียบพื้นเต็มเท้า
- ยืนตรง
- ยืนตรงพร้อมหลับตา

<u>ออกกำลังกาย:</u> นั่งยืดตัวขึ้นตรง แขนปล่อยข้างลำตัว เก็บคางชิดอก จากนั้นหายใจเข้าลึกท้องป่องและซี่โครงขยายออกด้านข้าง พร้อมกับหมุนแขนทั้ง 2 ข้างออกด้านนอก ดึงสะบักชิดเข้าหากัน ค้างไว้ 5 วินาที แล้วหายใจออกท้องแฟบ พร้อมกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง เมื่อทำครบจำนวนครั้งที่กำหนด ให้เปลี่ยนเป็นท่ายืน และท่ายืนหลับตาตามลำดับ

<u>จำนวนครั้ง</u>:
- สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 20 แสดงท่า Correct posture with breathing exercise

ท่าที่ 2 Wall slide

<u>ท่าเริ่มต้น:</u> ยืนหันหลังพิงผนัง ก้าวเท้ามาข้างหน้าเล็กน้อยเพื่อให้หลังแนบผนังมากที่สุด กางแขนและงอศอก 90 องศา หันฝ่ามือมาด้านหน้า ดันแขนให้แนบกำแพงมากที่สุด โดยให้รู้สึกว่าสะบักถูกดึงเข้าหากัน

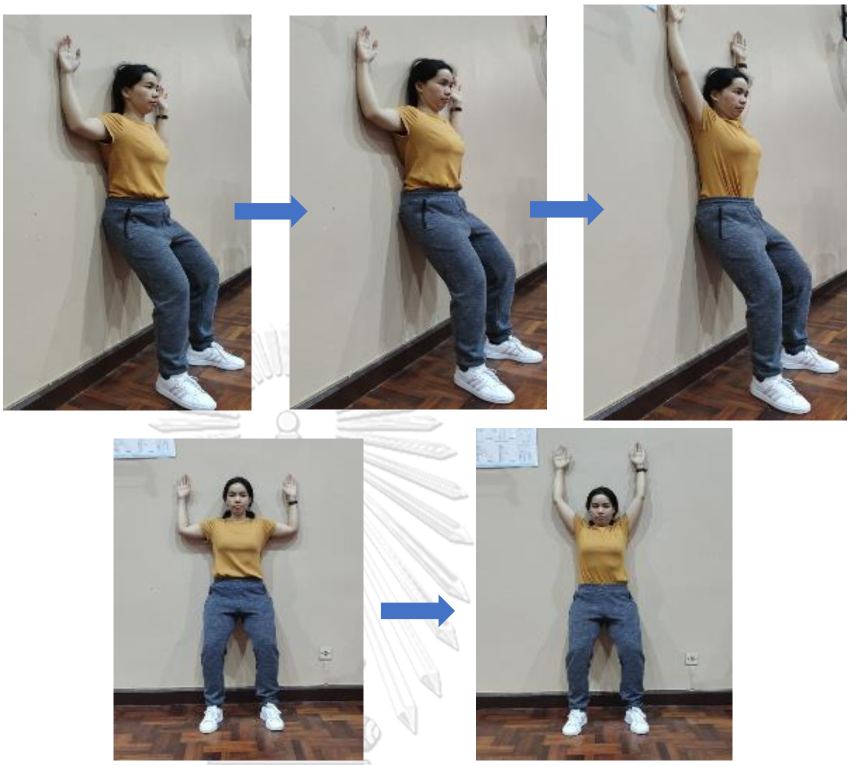
<u>ออกกำลังกาย:</u> ย่อเข่าลงเล็กน้อย (mini-squat) จากนั้นหายใจเข้าท้องป่อง แล้วหายใจออกท้องแฟบ กดหลังชิดผนัง เกร็งท้องค้างไว้พร้อมกับเก็บคางชิดอก และเลื่อนแขนขึ้นเหนือศีรษะ แขนเหยียดตรง จากนั้นหายใจเข้าพร้อมเลื่อนต้นแขนลงชิดลำตัว ในขณะที่ยังงอศอกและแขนแนบผนัง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



รูปที่ 21 แสดงท่า Wall slide

ท่าที่ 3 YTL exercise*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

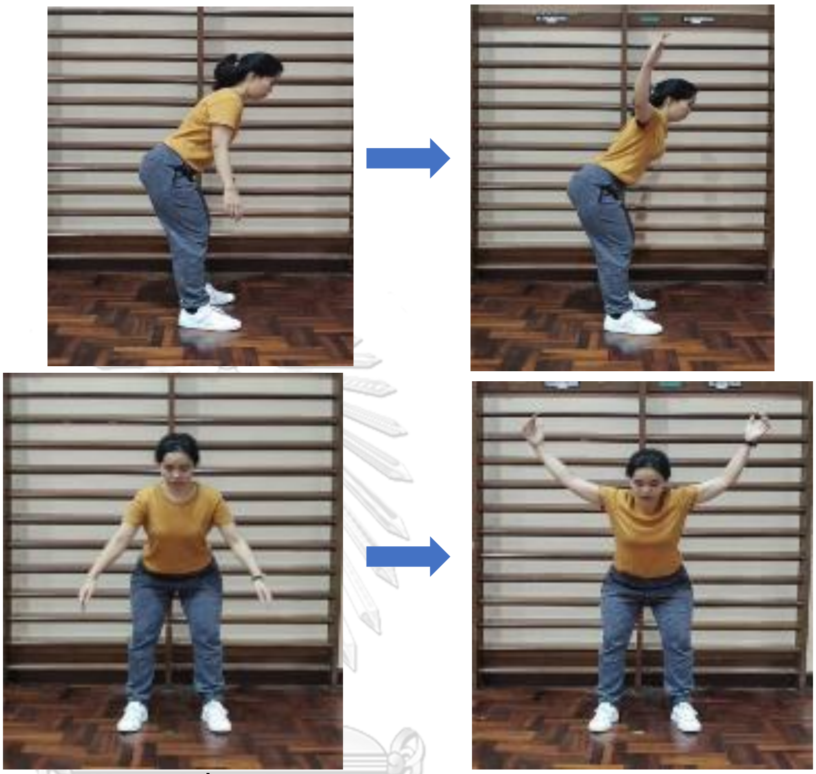
<u>ท่าเริ่มต้น</u>: ยืนตรงเท้าวางกว้างประมาณช่วงไหล่ ดันสะโพกไปด้านหลัง ตัวจะก้มเล็กน้อย (hinge) เก็บคางชิดอก เกร็งท้องค้างไว้ ระวังไม่ให้หลังแอ่น

<u>ออกกำลังกาย:</u>

- (Y position) หายใจออกพร้อมกับยกแขนขึ้นในทิศบานออกเหมือนตัว Y นิ้วโป้งชี้ขึ้นด้านบน ยกขึ้นมาถึงระดับเหนือศีรษะเล็กน้อย ขณะทำให้รู้สึกสะบักเคลื่อนเข้าด้านในและลงด้านล่าง จากนั้นหายใจเข้าพร้อมนำแขนลง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

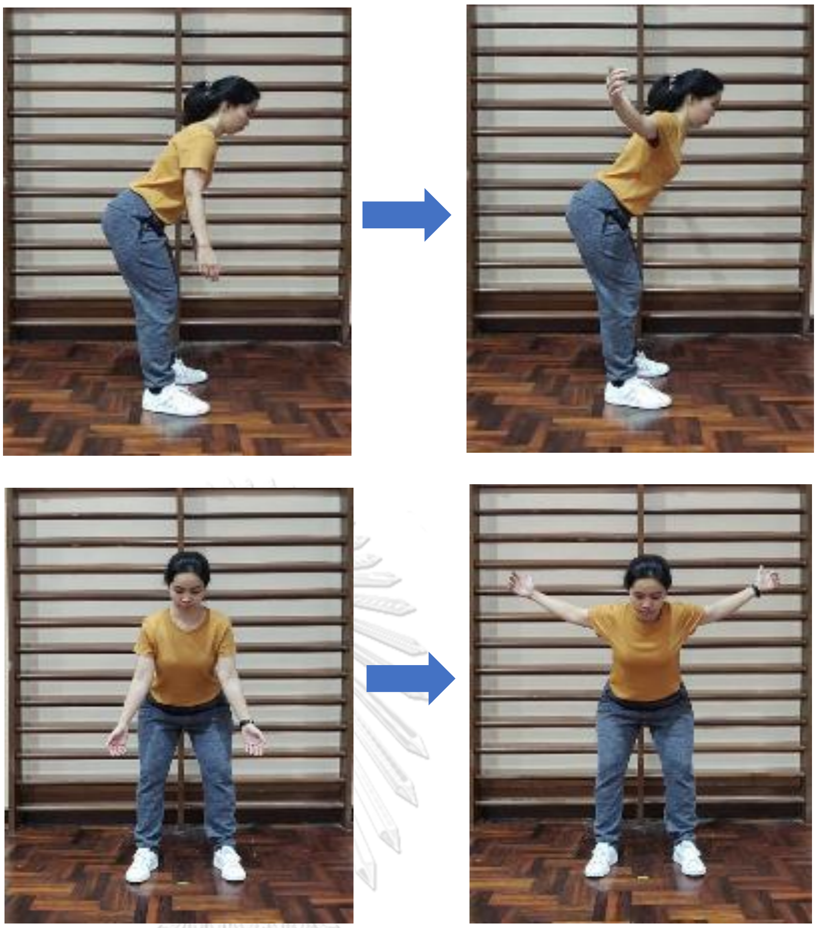


รูปที่ 22 แสดงท่า YTL exercise (Y position)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- (T position) หายใจออกพร้อมกับพร้อมกับกางแขนออกด้านข้าง นิ้วโป้งชี้ขึ้นด้านบน หนีบสะบัก 2 ข้างเข้าหากันขณะทำให้แขนอยู่ในแนวเดียวกับข้อไหล่ จากนั้นหายใจเข้าพร้อมนำแขนลง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



รูปที่ 23 แสดงท่า YTL exercise (T position)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

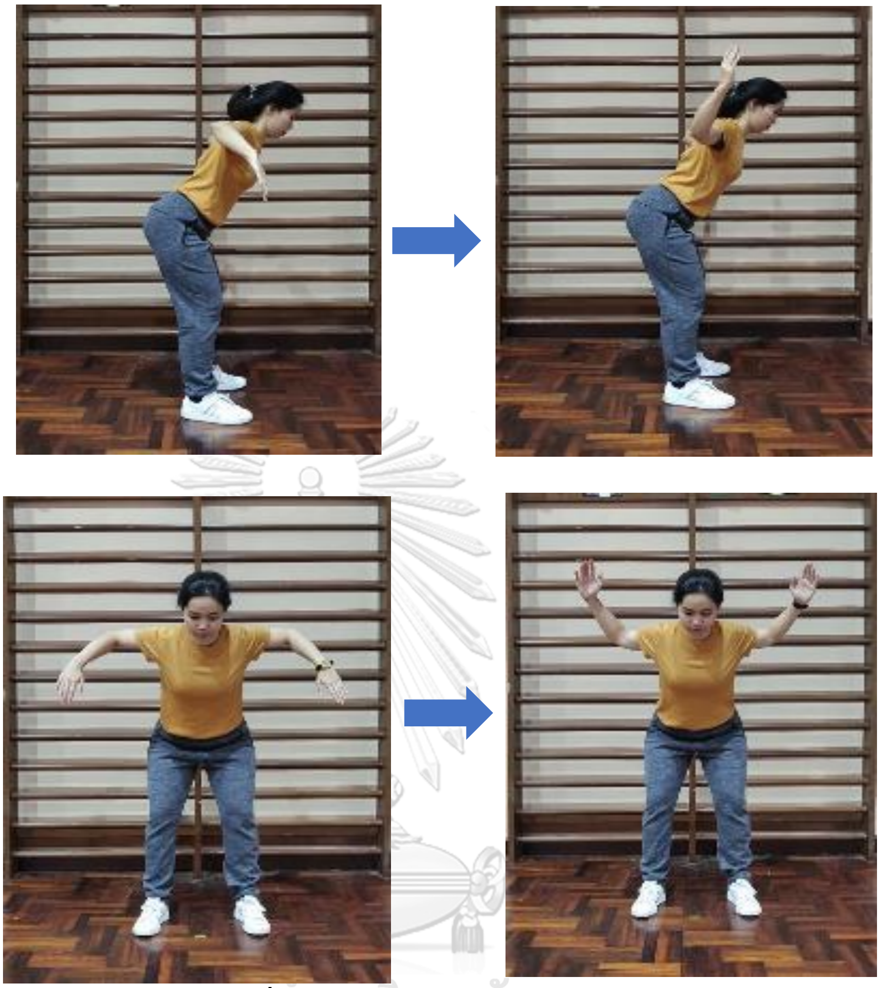
- (L position) ยืนในท่าเริ่มต้น กางแขนขึ้นมาระดับเดียวกับไหล่ งอศอก 90 องศา ฝ่ามือหันลงพื้น ในท่านี้ให้รู้สึกสะบักทั้ง 2 ข้างชิดเข้าหากัน จากนั้นหมุนแขนขึ้นสุด พร้อมหายใจออก ขณะทำให้รู้สึกเกร็งที่สะบัก แล้วหายใจเข้าพร้อมหมุนแขนลง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



รูปที่ 24 แสดงท่า YTL exercise (L position)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 4 Bird dog

<u>ท่าเริ่มต้น:</u> จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

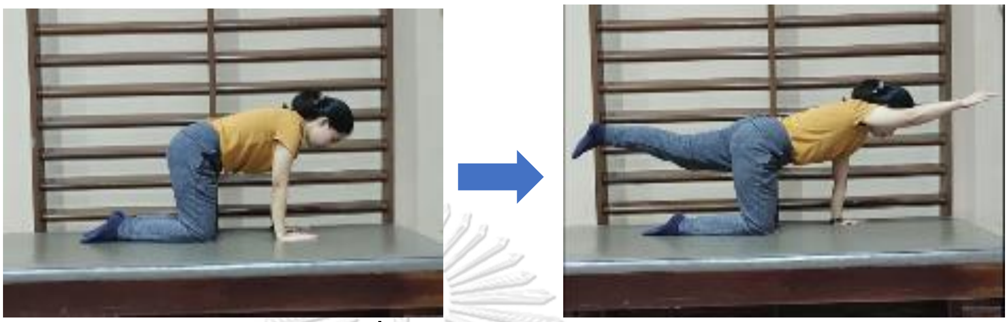
<u>ออกกำลังกาย:</u> หายใจเข้าท้องป่อง แล้วหายใจออกท้องแฟบ เกร็งท้อง ให้รู้สึกเหมือนดึงสะดือชิดหลัง ไม่ให้หลังแอ่น พร้อมกับยกแขนขวาและขาซ้ายขึ้น ค้างไว้ 5 วินาที จากนั้นหายใจเข้ากลับสู่ท่าเริ่มต้น แล้วสลับทำด้านตรงข้าม สลับทำซ้ายขวาครบนับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



รูปที่ 25 แสดงท่า Bird dog

ท่าที่ 5 Cat - cow stretch

ท่าเริ่มต้น: จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

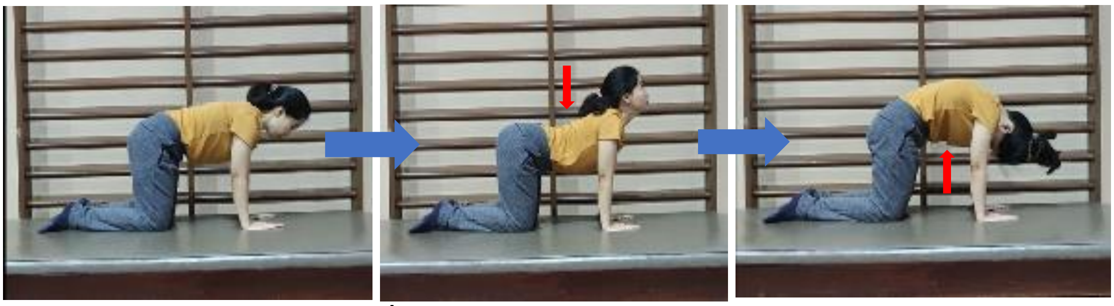
ออกกำลังกาย: หายใจเข้าท้องป่อง พร้อมกับหย่อนท้องลง ให้หลังแอ่น และเงยหน้าขึ้น จากนั้นหายใจออก เกร็งท้อง โก่งหลังขึ้น และก้มหน้าลง นับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



รูปที่ 26 แสดงท่า Cat - cow stretch

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 6 Trunk stretch

ท่าเริ่มต้น: จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

ออกกำลังกาย: หายใจเข้าพร้อมกับค่อย ๆ เลื่อนมือ 2 ข้างไปด้านหน้าจนหน้าผากแตะพื้น ขณะทำให้รู้สึกตึงข้อไหล่ด้านหน้า หน้าอก และลำตัวด้านหน้า ค้างไว้ 30 วินาที จากนั้นกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: ทำซ้ำ 3 ครั้ง

รูปที่ 27 แสดงท่า Trunk stretch

4.3 การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน สำหรับกลุ่ม CHCE

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน จำนวน 6 ท่า เป็นการออกกำลังกายที่ยอมรับและใช้ในปัจจุบันเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อม ประกอบด้วย การเพิ่มความยืดหยุ่นให้กล้ามเนื้อด้านหน้าลำตัวส่วนบนที่หดสั้น ได้แก่ กล้ามเนื้อหน้าอก การเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อด้านหลังลำตัวที่อ่อนแรง ได้แก่ กล้ามเนื้อสะบัก และกล้ามเนื้อหลังส่วนบน และการเพิ่มการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังระดับอก

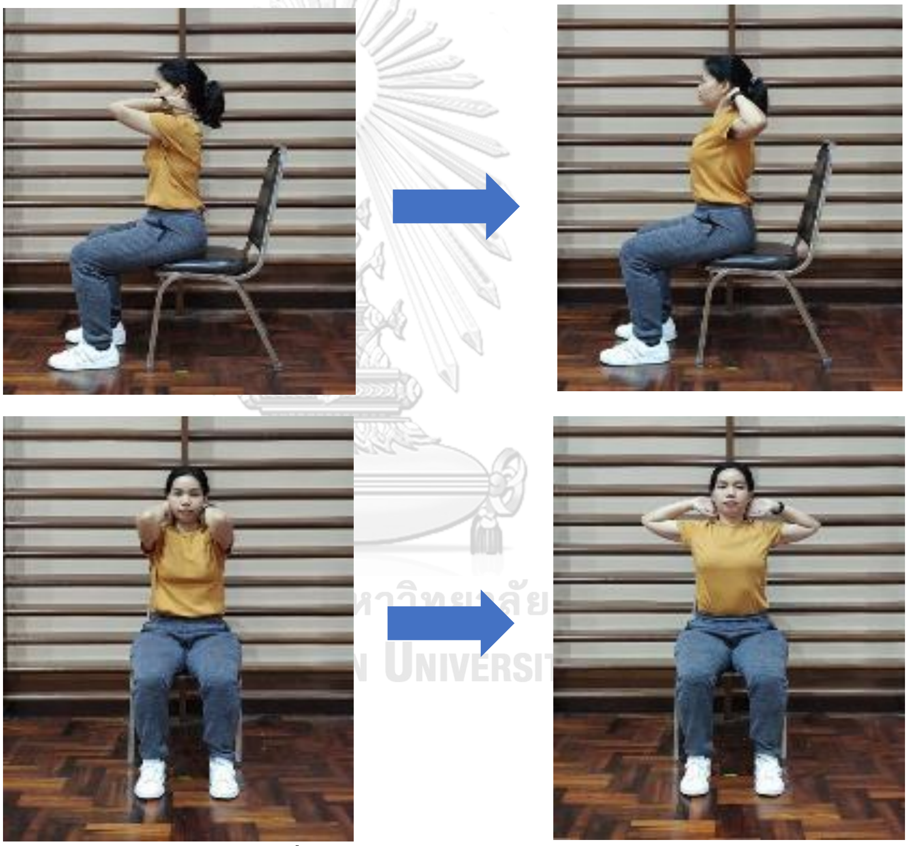
ท่าที่ 1 Thoracic extension

ท่าเริ่มต้น: นั่งยืดตัวตรง เข่างอ 90 องศา เท้าวางเหยียบพื้นเต็มเท้า มือ 2 ข้างประสานกันที่หลังต้นคอ ข้อศอกชี้ไปด้านหน้า

<u>ออกกำลังกาย:</u> หายใจเข้าพร้อมกับดันศอกออกด้านข้าง ยืดตัวขึ้นให้รู้สึกตึงที่บริเวณหน้าอก และให้รู้สึกเหมือนสะบัก 2 ข้างชิดเข้าหากัน จากนั้นหายใจออกพร้อมกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



รูปที่ 28 แสดงท่า Thoracic extension

ท่าที่ 2 Y exercise

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: นั่งยืดตัวตรง เข่างอ 90 องศา เท้าวางเหยียบพื้นเต็มเท้า แขน 2 ข้างวางไขว้กันที่หน้าต้นขา

<u>ออกกำลังกาย:</u> หายใจออกพร้อมกับยกแขนขึ้นในทิศเฉียงขึ้นเหนือศีรษะเหมือนตัว Y (scapula plane) นิ้วโป้งชี้ขึ้นด้านบน ขณะทำให้รู้สึกสะบักชิดเข้าหากันและเคลื่อนลงด้านล่าง จากนั้นหายใจเข้าพร้อมกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>:
- สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

รูปที่ 29 แสดงท่า Y exercise

ท่าที่ 3 Pectoralis muscle stretch

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: ยืนหันหน้าเข้าหามุมผนัง ยกแขนทั้ง 2 ข้างแตะผนังข้างละด้าน งอศอก 90 องศา

<u>ออกกำลังกาย:</u> ค่อย ๆ โน้มตัวไปด้านหน้า โดยที่เท้าวางอยู่ที่กับที่จนรู้สึกตึงบริเวณหน้าอก ค้างไว้ 30 วินาที แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ทำซ้ำ 3 ครั้ง

รูปที่ 30 แสดงท่า Pectoralis muscle stretch

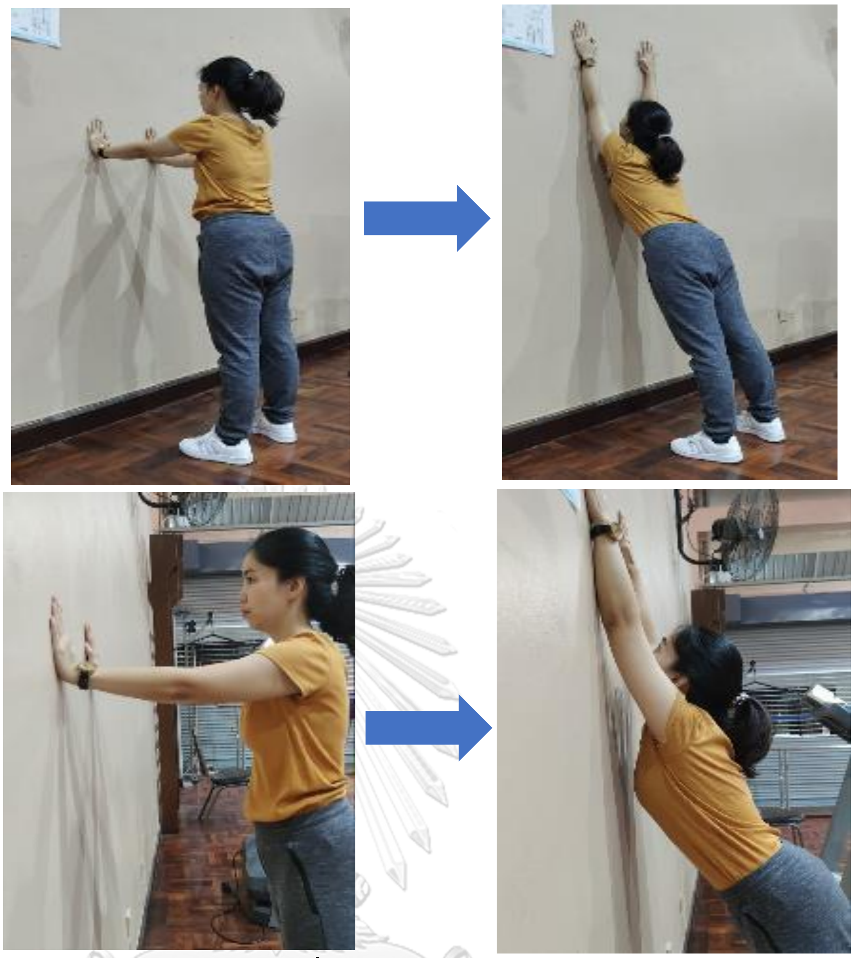
ท่าที่ 4 Wall stretch

ท่าเริ่มต้น: ยืนหันหน้าเข้าผนัง วางมือทั้ง 2 ข้างบนผนัง ความสูงอยู่ระดับเดียวกับข้อไหล่ จากนั้นก้าวถอยออกมาจนแขนเหยียดตรง

ออกกำลังกาย: หายใจเข้าพร้อมกับเลื่อนมือทั้ง 2 ข้างขึ้นจนสุดแขน จากนั้นแอ่นตัวไปด้านหลังและเงยหน้า ค้างไว้ 30 วินาที แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: ทำซ้ำ 3 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 31 แสดงท่า Wall stretch

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 5 Thoracic rotation

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

<u>ออกกำลังกาย:</u> มือขวาวางที่ด้านหลังต้นคอ กางศอกออกด้านข้าง จากนั้นหายใจออกพร้อมบิดตัวและหันหน้าไปทางขวาแล้วหายใจเข้ากลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง เมื่อทำครบจำนวนครั้งที่กำหนด ให้สลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

รูปที่ 32 แสดงท่า Thoracic rotation

ท่าที่ 6 Prone press

ท่าเริ่มต้น: นอนคว่ำ ยกศีรษะขึ้นจากพื้นเล็กน้อย โดยให้ใบหน้าขนานกับพื้น มือ 2 ข้างวางระดับเดียวกับข้อไหล่ แล้วยกขึ้นจากพื้นเล็กน้อย

ออกกำลังกาย: หายใจออกพร้อมกับค่อย ๆ ยกหน้าอกลอยขึ้นจากพื้น พร้อมกับดึงสะบักชิดเข้าหากัน ขณะทำให้รู้สึกเกร็งที่หลังและสะบัก จากนั้นหายใจเข้า กลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 33 แสดงท่า Prone press

4.4 การผ่อนคลายร่างกายหลังออกกำลังกาย (Cool down) สำหรับทั้ง 2 กลุ่ม

ใช้การยืดกล้ามเนื้อแบบคงค้าง (Static stretching) จำนวน 6 ท่า การยืดค้างไว้ 30 วินาที แล้วคลายออกจะช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดและออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ ช่วยลดกรดแลคติก (Lactic acid) ในกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นได้จากกระบวนการรักษาสมดุลกรด-เบสในร่างกาย จึงช่วยลดการล้าหรือการเกร็งค้างของกล้ามเนื้อที่ใช้ขณะออกกำลังกาย (41)

ท่าที่ 1 เอียงคอซ้าย-ขวา

รายละเอียด: ยืนตรง มือหนึ่งเท้าเอว อีกมือออกแรงดึงศีรษะให้เอียงซ้ายหรือขวาจนรู้สึกตึงต้นคอด้านตรงข้ามกับที่เอียง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกด้าน

จำนวนครั้ง: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

รูปที่ 34 แสดงท่า เอียงคอซ้าย-ขวา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 2 ก้มหน้า-เงยหน้า

รายละเอียด:

- ยืนตรง มือ 2 ข้างประสานกันที่ด้านหลังศีรษะ เก็บคางชิดอก จากนั้นออกแรงที่มือกดศีรษะลงในท่าก้มหน้าจนรู้สึกตึงต้นคอด้านหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

- ยืนตรง มือ 2 ข้างแตะกัน (เหมือนท่าพนมมือ) ไว้ใต้คาง จากนั้นออกแรงที่มือดันคางให้หน้าเงยขึ้นจนรู้สึกตึงต้นคอด้านหน้า ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จำนวนครั้ง: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

รูปที่ 35 แสดงท่า ก้มหน้า-เงยหน้า

ท่าที่ 3 แขนไขว้

รายละเอียด: ยืนตรง ยกแขนขวาไปทางไหล่ซ้าย แล้วใช้แขนซ้ายกดแขนขวาชิดลำตัวจนรู้สึกตึงที่ต้นแขนขวาและสะบักขวา ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

จำนวนครั้ง: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

รูปที่ 36 แสดงท่า แขนไขว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 4 ยืดต้นขาด้านหน้า

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง (สามารถใช้มือเกาะเพื่อรักษาการทรงตัวได้) แล้วค่อย ๆ ก้าวถอยเท้าขวาไปด้านหลังปลายเท้าจิกพื้น พร้อมกับค่อย ๆ ย่อเข่าขวาลง ถอยขาซ้ายไปด้านหลังจนรู้สึกตึงต้นขาซ้ายด้านหน้า ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

รูปที่ 37 แสดงท่า ยืดต้นขาด้านหน้า

ท่าที่ 5 ยืดต้นขาด้านหลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>รายละเอียด:</u> ยกขาวางบนเก้าอี้หรือเตียง งอเข่าเล็กน้อย กระดกปลายเท้าขึ้น จากนั้นค่อย ๆ โน้มตัวไปด้านหน้า จนรู้สึกตึงต้นขาด้านหลังค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

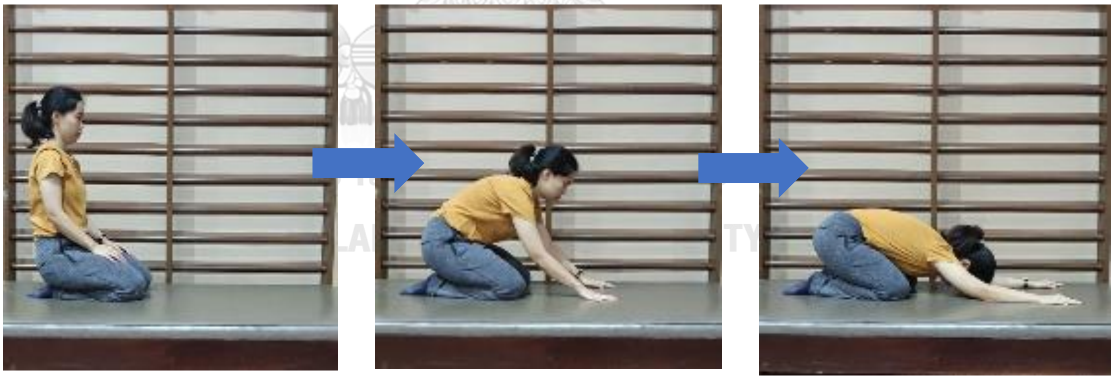
<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

รูปที่ 38 แสดงท่า ยืดต้นขาด้านหลัง

ท่าที่ 6 ยืดหลัง (Child’s pose)

<u>รายละเอียด:</u> นั่งคุกเข่า แล้วค่อย ๆ เลื่อนมือทั้ง 2 ข้างไปด้านหน้า ให้พยายามยืดแขนเลื่อนไปด้านหน้าให้ได้มากที่สุด จนรู้สึกตึงที่สะบักและหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

<u>จำนวนครั้ง:</u> ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง



รูปที่ 39 แสดงท่า ยืดหลัง (Child’s pose)

5. เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการตรวจประเมินค่าต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลหลังเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย (ภายใน 1 สัปดาห์หลังเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์) โดยรายละเอียดการตรวจประเมินเหมือนการเก็บข้อมูลก่อนเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย ซึ่งผู้ประเมินเป็นคนเดียวกับการตรวจประเมินก่อนเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย และถูกปกปิดจากโปรแกรมออกกำลังกายที่ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับ (Blinded assessor)

9.5 เกณฑ์ยุติการเข้าร่วมวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สามารถออกกำลังกายได้ถึง 80% ของจำนวนครั้งการออกกำลังกายทั้งหมด (อย่างน้อย 20 ครั้ง จากทั้งหมด 24 ครั้ง)

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการปวดหรือการบาดเจ็บที่เกิดจากการออกกำลังกายที่ใช้ในการศึกษา

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยขอหยุดการออกกำลังกายหรือการเข้าร่วมงานวิจัย

9.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Data analysis)

1. วิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลโดยใช้ Shapiro – Wilk test (จำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า 50) หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) จะเลือกใช้ Parametric statistic และหากข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (Non-normal distribution) จะเลือกใช้ Non-parametric statistic

2. แสดงผลลักษณะกลุ่มตัวอย่าง อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation หรือ SD) กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และแสดงผลด้วยค่า Median (IQR) กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ

3. ใช้สถิติ Paired t-test (กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ) หรือ Wilcoxon test (กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย TKA, TSI, Hip flexor muscle length, Hamstrings muscle length, JPE, Peak trunk extensor force และคะแนน FGA ก่อนและหลังออกกำลังกายภายในกลุ่มเดียวกัน

4. ใช้สถิติ Unpaired t-test (กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ) หรือ Mann-Whitney test (กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย TKA, TSI, Hip flexor muscle length, Hamstrings muscle length, JPE, Peak trunk extensor force และ คะแนน FGA ก่อนและหลังออกกำลังกายระหว่าง 2 กลุ่ม

5. ทดสอบสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

10. ข้อพิจารณาทางจริยธรรม (Ethical consideration)

<u>หลักการเคารพในบุคคล (Respect for person)</u>

1. อาสาสมัครทุกคนจะได้รับคำชี้แจง และข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยอย่างครบถ้วน ก่อนลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

2. อาสาสมัครทุกคนมีสิทธิในการตัดสินใจเข้าร่วมงานวิจัยอย่างอิสระ และสามารถถอนตัวออกจากงานวิจัยได้ทุกกรณี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. อาสาสมัครทุกคนมีสิทธิสอบถาม และได้รับการอธิบายเกี่ยวกับงานวิจัย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำวิจัย ตลอดจนความไม่สะดวกสบาย และความเสี่ยงที่อาจจะได้รับจากงานวิจัยจนสามารถเข้าใจได้เป็นอย่างดี

4. ข้อมูลจากงานวิจัยอาจถูกเปิดเผยต่อสาธารณะเพื่อประโยชน์ทางวิชาการ แต่ข้อมูลส่วนตัวของอาสาสมัครทุกคนจะถูกเก็บเป็นความลับทั้งในระหว่างการศึกษา และสิ้นสุดการศึกษาวิจัย โดยผู้วิจัยจะใช้เลขประจำตัวแทนตัวอาสาสมัครทุกคนในการเก็บบันทึกข้อมูลเท่านั้น

หลักผลประโยชน์ (Beneficence)

1. อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการอธิบายถึงความเสี่ยง และความไม่สะดวกสบายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

2. อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการคัดกรองอย่างละเอียด เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเป็นผลจากการทดสอบและการฝึกออกกำลังกายในขณะเข้าร่วมงานวิจัย

3. อาสาสมัครทุกคนจะได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ถูกต้องตามหลักวิชาการ และได้รับการออกกำลังกายเพื่อแก้ไขภาวะกระดูกสันหลังค่อมที่มีความปลอดภัย รวมถึงได้รับการดูแลจากผู้วิจัยอย่างใกล้ชิดตลอดการดำเนินการวิจัย

หลักยุติธรรม (Justice)

1. อาสาสมัครทุกคนจะถูกคัดเลือกเข้าร่วมการศึกษาด้วยเกณฑ์คัดเข้า และคัดออกตามรายละเอียดที่แสดงไว้อย่างชัดเจน

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัย (Expected benefit and application)

1. เพื่อทราบความแตกต่างของผลการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ และการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้อสะโพกและต้นขา การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

2. เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการออกกำลังกายลดภาวะกระดูกสันหลังค่อม และแก้ไขปัญหาการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวที่เป็นผลจากภาวะกระดูกสันหลังค่อมในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

3. เพื่อนำการออกกำลังกายนี้ไปช่วยในการชะลอการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่มีสาเหตุจากภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม

12. อุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น (Barrier and solving strategy)

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมทั้งแบบหลายมิติ และในรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบันที่ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย เป็นการให้ออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน ซึ่งไม่สามารถบอกได้ว่าผู้เข้าร่วมวิจัยได้ออกกำลังกายตามที่กำหนดหรือไม่ ดังนั้น ก่อนจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านจะมีการสอน และฝึกออกกำลังกายจนสามารถทำได้ถูกต้องตามโปรแกรมออกกำลังกาย มีคู่มือการออกกำลังกายพร้อมทั้งคลิปวิดีโอที่สามารถทำตามได้ง่าย และจะมีการติดตามความคืบหน้า ตรวจสอบความถูกต้องของท่าทางขณะออกกำลังกาย และกระตุ้นการออกกำลังกายของผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนโดยการ VDO Call สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ จะให้บันทึกรายงานการออกกำลังกายและนำมาส่งคืนในวันตรวจประเมินผลหลังออกกำลังกาย

13. ข้อจำกัดของการศึกษาวิจัย (Limitation)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายแก้ไขภาวะกระดูกสันหลังค่อมในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม อายุ 45 - 65 ปี ดังนั้นผลการศึกษาอาจไม่สามารถใช้อ้างอิงในผู้ชายที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม ในผู้มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลง และในช่วงอายุอื่นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการประเมินทุกตัวที่ได้จากการทดลอง เมื่อนำไปวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล พบว่า ผลการประเมินบางตัวมีการแจกแจงไม่ปกติ ดังนั้น จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Non parametric statistics และนำเสนอข้อมูลด้วยค่า Median (IQR) ดังนี้

1. ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย (Characteristics of Participants)

1.1 ข้อมูลลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 36 คน อยู่ในกลุ่ม CHCE 18 คน และกลุ่ม MHCE 18 คน ผลการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะพื้นฐานระหว่างกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของอายุ (p = .485) น้ำหนัก (p = .419) ส่วนสูง (p = .446) ดัชนีมวลกาย (p = .076) มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (p = .085) ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก (p = .282) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง (p = .800) ความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างขวา (p = .658) ความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างซ้าย (p = .874) ความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างขวา (p = .173) ความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างซ้าย (p = .289) การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างขวาในท่างอสะโพก (p = .393) การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างขวาในท่าเหยียดสะโพก (p = .728) การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างซ้ายในท่างอสะโพก (p = .635) การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างซ้ายในท่าเหยียดสะโพก (p = .334) และความสามารถการทรงตัวขณะเดิน (p = .836) (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของคุณลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่ม CHCE และกลุ่ม MHCE

คุณลักษณะ	กลุ่ม CHCE Median (IQR) (n = 18)	กลุ่ม MHCE Median (IQR) (n = 18)	*p*-value
อายุ (ปี)	54.50 (50.75, 57.50)	54.00 (46.75, 58.00)	.485
น้ำหนัก (กก.)	62.05 (54.75, 66.23)	58.00 (49.75, 67.25)	.419
ส่วนสูง (ม.)	1.58 (1.52, 1.61)	1.58 (1.55, 1.61)	.446
ดัชนีมวลกาย (กก./ม^2)	25.42 (22.88, 27.55)	22.95 (20.63, 26.69)	.076
มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (องศา)	45.97 (43.57, 51.46)	50.06 (46.17, 53.67)	.085
ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก	1.22 (1.15, 1.40)	1.34 (1.19, 1.70)	.282
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง (กก.)	4.77 (4.08, 6.55)	4.92 (4.42, 6.13)	.800
ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพก (องศา)			
- ข้างขวา	12.67 (8.92, 19.75)	14.50 (8.83, 18.08)	.658
- ข้างซ้าย	12.67 (6.59, 19.33)	12.50 (8.83, 17.08)	.874
ความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า (องศา)			
- ข้างขวา	55.00 (51.42, 59.83)	58.00 (52.33, 64.50)	.173
- ข้างซ้าย	56.17 (52.67, 60.75)	58.34 (53.34, 62.42)	.289
ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพก (องศา)			
- ข้างขวา	9.00 (6.90, 12.20)	11.40 (4.55, 15.10)	.393
- ข้างซ้าย	9.40 (5.40, 15.55)	9.50 (5.20, 11.75)	.635

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพก (องศา)			
- ข้างขวา	4.60 (2.05, 7.80)	4.70 (2.40, 7.25)	.728
- ข้างซ้าย	5.10 (2.75, 6.80)	4.00 (2.40, 5.60)	.334
ความสามารถการทรงตัวขณะเดิน	24.00 (23.50, 26.00)	25.00 (22.00, 27.25)	.836

1.2 ข้อมูลการสูญหายของผู้เข้าร่วมวิจัย (Drop out) ระหว่างเข้าร่วมงานวิจัย

การเก็บข้อมูลหลังออกกำลังกาย (Postintervention) หลังการเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีผู้เข้าร่วมวิจัยคงเหลือทั้งหมด 31 คน จากผู้เข้าร่วมวิจัยในช่วงก่อนออกกำลังกาย (Baseline) จำนวน 36 คน โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยที่สูญหายไประหว่างเข้าร่วมงานวิจัย 5 คน ด้วยเหตุผล ดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย 1 คน จำเป็นต้องย้ายสถานที่ทำงานไปอยู่ต่างจังหวัด เมื่อเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายไปแล้ว 3 สัปดาห์ จึงขอยกเลิกการเข้าร่วมงานวิจัย

2. ผู้เข้าร่วมวิจัย 1 คน เกิดอุบัติเหตุเมื่อเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายไปแล้ว 6 สัปดาห์ ทำให้มีแผลเปิดบริเวณแขนและขา ไม่สามารถออกกำลังกายต่อได้ จึงขอยกเลิกการเข้าร่วมงานวิจัย

3. ผู้เข้าร่วมวิจัย 1 คน เกิดอุบัติเหตุล้มเข่ากระแทกพื้น เมื่อเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายไปแล้ว 6 สัปดาห์ มีอาการปวดเข่ามาก ไม่สามารถออกกำลังกายต่อได้ จึงขอยกเลิกการเข้าร่วมงานวิจัย

4. ผู้เข้าร่วมวิจัย 2 คน ติดเชื้อ Covid-19 เมื่อเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายไปแล้ว 7 และ 8 สัปดาห์ ช่วงระหว่างรักษาตัวไม่สามารถออกกำลังกายต่อได้ จึงขอยกเลิกการเข้าร่วมงานวิจัย

เป็นผลให้คงเหลือผู้เข้าร่วมงานวิจัยจำนวนทั้งหมด 31 คน มีอัตราการสูญหายร้อยละ 13.89 ประกอบด้วยผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่ม CHCE จำนวน 15 คน มีอัตราการสูญหายร้อยละ 16.67 และผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่ม MHCE จำนวน 16 คน มีอัตราการสูญหายร้อยละ 11.11 แต่ด้วยขั้นตอนการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้คำนวณกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่คำนวณได้ เพื่อป้องกันการสูญหายของผู้เข้าร่วมวิจัยไว้ที่ร้อยละ 20 ดังนั้น อัตราการสูญหายในช่วงหลังออกกำลังกายจึงไม่ส่งผลต่อการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ (ตารางที่ 3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสูญหายของผู้เข้าร่วมวิจัย (Drop out) ระหว่างเข้าร่วมงานวิจัย

ช่วงเวลาประเมิน	กลุ่ม CHCE	กลุ่ม MHCE	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
ก่อนออกกำลังกาย (คน)	18	18	36
หลังออกกำลังกาย (คน)	15	16	31
อัตราการสูญหาย (ร้อยละ)	16.67	11.11	13.89

2. เปรียบเทียบผลการประเมินก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายภายในกลุ่ม

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า

2.1 ผลการประเมินมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก พบว่า ค่ามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม CHCE มีค่ามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกก่อนออกกำลังกาย 45.93 (43.23, 51.52) องศา และหลังออกกำลังกาย 37.26 (26.91, 42.21) องศา (Z = -3.408, *p* < .001) และกลุ่ม MHCE มีค่ามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกก่อนออกกำลังกาย 50.06 (45.26, 52.68) องศา และหลังออกกำลังกาย 35.75 (33.54, 37.62) องศา (Z = -3.516, *p* < .001)

2.2 ผลการประเมินความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอกที่วัดด้วยค่า TSI พบว่า ค่า TSI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม CHCE มีค่า TSI ก่อนออกกำลังกาย 1.23 (1.19, 1.47) และหลังออกกำลังกาย 1.20 (1.07, 1.40) (Z = -2.387, *p* = .017) และกลุ่ม MHCE มีค่า TSI ก่อนออกกำลังกาย 1.44 (1.19, 1.75) และหลังออกกำลังกาย 1.28 (1.11, 1.42) (Z = -2.726, *p* = .006)

2.3 ผลการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังที่วัดด้วยค่า Peak trunk extensor force พบว่า ค่า Peak trunk extensor force เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม CHCE มีค่า Peak trunk extensor force ก่อนออกกำลังกาย 4.67 (4.23, 6.53) กิโลกรัม และหลังออกกำลังกาย 6.90 (5.57, 7.47) กิโลกรัม (Z = -3.408, *p* < .001) และกลุ่ม MHCE มีค่า Peak trunk extensor force ก่อนออกกำลังกาย 4.87 (4.39, 5.92) กิโลกรัม และหลังออกกำลังกาย 7.32 (6.42, 8.93) กิโลกรัม (Z = -3.465, *p* < .001)

2.4 ผลการประเมินความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพก พบว่า กลุ่ม CHCE มีความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งข้างขวาและข้างซ้าย โดยก่อนออกกำลังกาย

กล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างขวามีความยาว 13.67 (9.00, 20.00) องศา หลังออกกำลังกาย 11.00 (9.33, 18.33) องศา (Z = -1.080, p = .280) และกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างซ้ายก่อนออกกำลังกายมีความยาว 13.00 (6.33, 19.33) องศา หลังออกกำลังกาย 12.00 (9.67, 17.67) องศา (Z = -0.256, p = .798) แต่ในกลุ่ม MHCE ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งข้างขวาและข้างซ้าย โดยก่อนออกกำลังกาย กล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างขวามีความยาว 14.50 (9.25, 17.92) องศา หลังออกกำลังกาย 15.50 (10.58, 19.17) องศา (Z = -0.313, p = .755) และกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างซ้ายก่อนออกกำลังกายมีความยาว 12.50 (9.08, 16.25) องศา หลังออกกำลังกาย 15.17 (11.67, 17.59) องศา (Z = -1.363, p = .173)

2.5 ผลการประเมินความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า พบว่า มีความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกและงอเข่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม CHCE มีความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกและงอเข่าข้างขวาก่อนออกกำลังกาย 55.00 (52.67, 59.33) องศา หลังออกกำลังกาย 67.67 (62.67, 76.67) องศา (Z = -3.408, p < .001) และความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกและงอเข่าข้างซ้ายก่อนออกกำลังกาย 57.00 (52.67, 61.00) องศา หลังออกกำลังกาย 65.00 (61.67, 74.00) องศา (Z = -3.408, p < .001) สำหรับกลุ่ม MHCE มีความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกและงอเข่าข้างขวาก่อนออกกำลังกาย 58.00 (52.33, 63.67) องศา หลังออกกำลังกาย 70.50 (62.33, 80.00) องศา (Z = -3.517, p < .001) และความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกและงอเข่าข้างซ้ายก่อนออกกำลังกาย 57.67 (52.67, 62.59) องศา หลังออกกำลังกาย 71.00 (64.67, 75.75) องศา (Z = -3.516, p < .001)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.6 ผลการประเมินการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพก พบว่า กลุ่ม CHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพกของขาขวาเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยก่อนออกกำลังกายมีค่า 8.00 (6.00, 12.00) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 8.40 (2.60, 10.60) องศา (Z = -1.392, p = .164) ส่วนค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพกของขาซ้ายลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยก่อนออกกำลังกายมีค่า 10.40 (5.40, 16.00) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 9.60 (3.60, 12.60) องศา (Z = -1.307, p = .191) สำหรับกลุ่ม MHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพกของทั้งขาขวาและขาซ้ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยของขาขวา ก่อนออกกำลังกายมีค่า 10.60 (4.05, 15.00) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 4.70 (2.40, 7.40) องศา (Z = -3.155, p = .002) และของขาซ้าย

ก่อนออกกำลังกายมีค่า 8.40 (4.80, 11.90) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 5.30 (1.60, 10.95) องศา (Z = -1.966, *p* = .049)

2.7 ผลการประเมินการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพก พบว่า กลุ่ม CHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพกของทั้งขาขวาและขาซ้ายลดลง โดยของขาขวา ก่อนออกกำลังกายมีค่า 4.40 (1.60, 7.60) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 3.00 (1.80, 4.80) องศา (Z = -2.045, *p* = .041) ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพกของขาซ้ายลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยก่อนออกกำลังกายมีค่า 4.60 (2.60, 6.20) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 3.00 (1.40, 4.60) องศา (Z = -1.535, *p* = .125) สำหรับกลุ่ม MHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพก ของทั้งขาขวาและขาซ้ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยของขาขวา ก่อนออกกำลังกายมีค่า 4.70 (2.45, 6.95) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 1.70 (1.05, 3.25) องศา (Z = -2.381, *p* = .017) และของขาซ้าย ก่อนออกกำลังกายมีค่า 4.00 (2.00, 5.15) องศา หลังออกกำลังกายมีค่า 2.40 (1.20, 3.80) องศา (Z = -2.200, *p* = .028)

2.8 ผลการประเมินความสามารถการทรงตัวขณะเดินด้วยแบบประเมิน FGA พบว่า คะแนนความสามารถการทรงตัวขณะเดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม CHCE มีคะแนนความสามารถการทรงตัวขณะเดินก่อนออกกำลังกาย 24.00 (24.00, 26.00) คะแนน หลังออกกำลังกาย 27.00 (26.00, 28.00) คะแนน (Z = -2.746, *p* = .006) สำหรับกลุ่ม MHCE มีคะแนนความสามารถการทรงตัวขณะเดินก่อนออกกำลังกาย 25.00 (22.25, 27.75) คะแนน หลังออกกำลังกาย 27.50 (26.00, 29.00) คะแนน (Z = -3.259, *p* = .001)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินผลก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายภายในกลุ่ม CHCE และกลุ่ม MHCE

การประเมิน	**กลุ่ม CHCE Median (IQR) (n = 15)**	**กลุ่ม MHCE Median (IQR) (n = 16)**	*pb*-value
มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	45.93 (43.23, 51.52)	50.06 (45.26, 52.68)	.118
หลังออกกำลังกาย	37.26 (26.91, 42.21)	35.75 (33.54, 37.62)	.553
pa-value	<.001*	<.001*	
ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก			
ก่อนออกกำลังกาย	1.23 (1.19, 1.47)	1.44 (1.19, 1.75)	.384
หลังออกกำลังกาย	1.20 (1.07, 1.40)	1.28 (1.11, 1.42)	.514
pa-value	.017*	.006*	
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง (กก.)			
ก่อนออกกำลังกาย	4.67 (4.23, 6.53)	4.87 (4.39, 5.92)	.812
หลังออกกำลังกาย	6.90 (5.57, 7.47)	7.32 (6.42, 8.93)	.143
pa-value	<.001*	<.001*	
ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างขวา (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	13.67 (9.00, 20.00)	14.50 (9.25, 17.92)	.797
หลังออกกำลังกาย	11.00 (9.33, 18.33)	15.50 (10.58, 19.17)	.323
pa-value	.280	.755	
ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างซ้าย (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	13.00 (6.33, 19.33)	12.50 (9.08, 16.25)	.905
หลังออกกำลังกาย	12.00 (9.67, 17.67)	15.17 (11.67, 17.59)	.268
pa-value	.798	.173	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างขวา (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	55.00 (52.67, 59.33)	58.00 (52.33, 63.67)	.384
หลังออกกำลังกาย	67.67 (62.67, 76.67)	70.50 (62.33, 80.00)	.621
*p*a-value	<.001*	<.001*	
ความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างซ้าย (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	57.00 (52.67, 61.00)	57.67 (52.67, 62.59)	.418
หลังออกกำลังกาย	65.00 (61.67, 74.00)	71.00 (64.67, 75.75)	.395
*p*a-value	<.001*	<.001*	
ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกขวาในท่างอสะโพก (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	8.00 (6.00, 12.00)	10.60 (4.05, 15.00)	.476
หลังออกกำลังกาย	8.40 (2.60, 10.60)	4.70 (2.40, 7.40)	.160
*p*a-value	.164	.002*	
ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกซ้ายในท่างอสะโพก (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	10.40 (5.40, 16.00)	8.40 (4.80, 11.90)	.464
หลังออกกำลังกาย	9.60 (3.60, 12.60)	5.30 (1.60, 10.95)	.082
*p*a-value	.191	.049*	
ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกขวาในท่าเหยียดสะโพก (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	4.40 (1.60, 7.60)	4.70 (2.45, 6.95)	.737
หลังออกกำลังกาย	3.00 (1.80, 4.80)	1.70 (1.05, 3.25)	.096
*p*a-value	.041*	.017*	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกซ้ายในท่าเหยียดสะโพก (องศา)			
ก่อนออกกำลังกาย	4.60 (2.60, 6.20)	4.00 (2.00, 5.15)	.566
หลังออกกำลังกาย	3.00 (1.40, 4.60)	2.40 (1.20, 3.80)	.566
*p*a-value	.125	.028*	
ความสามารถการทรงตัวขณะเดิน			
ก่อนออกกำลังกาย	24.00 (24.00, 26.00)	25.00 (22.25, 27.75)	.796
หลังออกกำลังกาย	27.00 (26.00, 28.00)	27.50 (26.00, 29.00)	.229
*p*a-value	.006*	.001*	

pa คือ ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังออกกำลังกายภายในกลุ่ม

*p*b คือ ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังออกกำลังกายระหว่างกลุ่ม

**p*a and *p*b ≤ .05

3. เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า

3.1 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -2.055, p = .040) โดยกลุ่ม MHCE มีมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกลดลงมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = -14.99 (-19.63, -10.81); CHCE -9.73 (-13.15, -8.62))

3.2 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอกที่วัดด้วยค่า TSI พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -0.969, p = .333) โดยกลุ่ม MHCE มีค่า TSI ลดลงมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = -0.20 (-0.41, -0.02); CHCE = -0.11 (-0.15, 0.00))

3.3 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังที่วัดด้วยค่า Peak trunk extensor force พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -1.226, p = .220) โดยกลุ่ม MHCE มีค่า Peak trunk extensor force เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = 1.82 (1.17, 3.72); CHCE = 1.50 (0.84, 2.34))

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างขวา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -1.245, *p* = .213) โดยกลุ่ม MHCE มีความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างขวาเพิ่มขึ้น 0.50 (-2.34, 2.17) ส่วนกลุ่ม CHCE มีความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างขวาลดลง -1.33 (-3.33, 1.33) สำหรับการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างซ้าย พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -0.989, *p* = .323) โดยกลุ่ม MHCE มีความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างซ้ายเพิ่มขึ้น 2.50 (-0.50, 5.00) ส่วนกลุ่ม CHCE มีความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกข้างซ้ายลดลง -1.66 (-5.00, 5.33)

3.5 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างขวา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -0.158, *p* = .874) โดยกลุ่ม MHCE มีความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างขวาเพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = 10.00 (7.25, 19.17); CHCE = 14.33 (6.34, 21.00)) สำหรับการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างซ้าย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -0.178, *p* = .859) โดยกลุ่ม MHCE มีความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าข้างขวาเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = 11.83 (6.34, 14.92); CHCE = 10.66 (4.00, 15.67))

3.6 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างขวาในท่างอสะโพก พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -1.681, p = .093) โดยกลุ่ม MHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างขวาในท่างอสะโพกลดลงมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = -3.90 (-8.40, -1.05); CHCE = -2.40 (-4.60, 1.60)) สำหรับการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างซ้ายในท่างอสะโพก พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -0.495, p = .621) โดยกลุ่ม MHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างซ้ายในท่างอสะโพกลดลงมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = -2.10 (-5.95, -0.60); CHCE = -1.60 (-3.60, 1.00))

3.7 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างขวาในท่าเหยียดสะโพก พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -0.870, p = .384) โดยกลุ่ม MHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างขวาในท่าเหยียดสะโพกลดลงมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = -3.20 (-5.45, -0.85); CHCE =-2.80 (-4.00, -0.20))

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างซ้ายในท่าเหยียดสะโพก พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -0.574, p = .566) โดยทั้งกลุ่ม MHCE และกลุ่ม CHCE มีค่าความผิดพลาดของการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกข้างซ้ายในท่าเหยียดสะโพกลดลงเท่ากัน (MHCE = -1.60 (-4.00, 0.45); CHCE = -1.60 (-2.40, -0.20))

3.8 ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของความสามารถการทรงตัวขณะเดินที่ประเมินด้วยแบบประเมิน FGA พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (Z = -1.367, p = .172) โดยกลุ่ม MHCE มีคะแนนความสามารถการทรงตัวขณะเดินเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CHCE (MHCE = 2.50 (2.00, 4.00); CHCE = 2.00 (1.00, 3.00))

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม CHCE และกลุ่ม MHCE

การประเมิน	**การเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์**		
	กลุ่ม CHCE Median (IQR) (n = 15)	กลุ่ม MHCE Median (IQR) (n = 16)	*p*-value
มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก (องศา)	-9.73 (-13.15, -8.62)	-14.99 (-19.63, -10.81)	.040*
ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก	-0.11 (-0.15, 0.00)	-0.20 (-0.41, -0.02)	.333
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง (กก.)	1.50 (0.84, 2.34)	1.82 (1.17, 3.72)	.220
ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพก (องศา)			
- ข้างขวา	-1.33 (-3.33, 1.33)	0.50 (-2.34, 2.17)	.213
- ข้างซ้าย	-1.66 (-5.00, 5.33)	2.50 (-0.50, 5.00)	.323
ความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า (องศา)			
- ข้างขวา	14.33 (6.34, 21.00)	10.00 (7.25, 19.17)	.874
- ข้างซ้าย	10.66 (4.00, 15.67)	11.83 (6.34, 14.92)	.859

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพก (องศา)			
- ข้างขวา	-2.40 (-4.60, 1.60)	-3.90 (-8.40, -1.05)	.093
- ข้างซ้าย	-1.60 (-3.60, 1.00)	-2.10 (-5.95, -0.60)	.621
ความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพก (องศา)			
- ข้างขวา	-2.80 (-4.00, -0.20)	-3.20 (-5.45, -0.85)	.384
- ข้างซ้าย	-1.60 (-2.40, -0.20)	-1.60 (-4.00, 0.45)	.566
ความสามารถการทรงตัวขณะเดิน	2.00 (1.00, 3.00)	2.50 (2.00, 4.00)	.172

*p ≤ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลก่อนและหลังได้รับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติกับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน และเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแตกต่างกัน (Controlled trial experimental research design) ต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง ความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพก ความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกและงอเข่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพก และความสามารถการทรงตัวขณะเดินในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม สามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยได้ดังนี้

1.1 มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม โดยกลุ่ม MHCE มีค่ามุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกลดลงมากกว่ากลุ่ม CHCE

1.2 ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอกดีขึ้นในทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งได้จากผลการประเมินค่า TSI ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แต่ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม

1.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังเพิ่มขึ้นในทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งได้จากผลการวัดค่า Peak trunk extensor force เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แต่ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม

1.4 ความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้าย ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์

1.5 ความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าทั้งข้างขวาและข้างซ้ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แต่ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม

1.6 การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพกทั้งข้อสะโพกข้างขวาและข้างซ้ายดีขึ้นในกลุ่ม MHCE ซึ่งได้จากการวัดค่าความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนกลุ่ม CHCE ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์

1.7 การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพกของสะโพกข้างขวาดีขึ้นในทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งได้จากการวัดค่าความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แต่ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม สำหรับการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพกของสะโพกข้างซ้าย ดีขึ้นในกลุ่ม MHCE ซึ่งได้จากการวัดค่าความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่ม CHCE ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์

1.8 ความสามารถการทรงตัวขณะเดินดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แต่ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม

2. การอภิปรายผล

ผลการศึกษาวิจัยพบว่า หลังจากออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ (กลุ่ม MHCE) และกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน (กลุ่ม CHCE) มีการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการออกกำลังกาย นอกจากนี้ ผลของการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบยังส่งผลต่อคุณลักษณะที่แตกต่างกัน โดยผลการศึกษาสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1 มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การออกกำลังกายทั้ง 2 แบบสามารถลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและค่าการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของทั้ง 2 แบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงมากกว่าค่า MCID ที่ 3 องศา ซึ่งถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่สามารถแสดงความแตกต่างที่สำคัญทางคลินิก โดยผลของ MHCE สามารถลด TKA ได้มากกว่า CHCE เนื่องจากการพัฒนารูปแบบของ MHCE ตามทฤษฎีของ Vladimir Janda (7) ที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกันของข้อต่อและโครงสร้างกล้ามเนื้อ และระบบประสาท ในส่วนของข้อต่อและโครงสร้าง นอกเหนือจากกระดูกสันหลังระดับอกแล้ว ยังมีการจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกเชิงกรานและกระดูกสะบัก ซึ่งเป็นจุดเกาะของกล้ามเนื้อที่ให้ความมั่นคงของท่าทาง ดังนั้น การจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกเชิงกรานและกระดูกสะบักจะช่วยลดท่าทางที่ผิดปกติได้ ส่วนของกล้ามเนื้อ ท่าทางหรือทิศทางการเคลื่อนไหวขณะออกกำลังกายจะส่งเสริมให้กล้ามเนื้อทำงานร่วมกันเป็น Sling เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวและให้ความมั่นคงต่อข้อต่อ

ผ่านการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อและพังผืดกล้ามเนื้อ ส่วนของระบบประสาท จะฝึกกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึก โดยจัดท่าออกกำลังกายที่เป็นท่ายืนเพื่อกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึกที่ข้อต่อเท้า จัดท่าตั้งคลานหรือเกร็งท้องกดหลังให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูกเชิงกราน เพื่อกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึกที่กระดูกเชิงกราน และการออกกำลังกายท่าเก็บคางชิดอก เพื่อกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึกที่กระดูกสันหลังระดับคอ ซึ่งทั้ง 3 บริเวณมีตัวรับความรู้สึกในข้อต่อจำนวนมาก ทั้ง 3 ระบบนี้ถือเป็นโครงสร้างส่วนปลายที่เมื่อมีการพัฒนาการทำงานของโครงสร้างส่วนปลายที่ดีจะพัฒนาคุณภาพของข้อมูลนำเข้าที่ส่งไปยังระบบประสาทส่วนกลาง เพื่อส่งสัญญาณประสาทกลับมา Motor system ซึ่งจะกระตุ้นรูปแบบประสานสัมพันธ์การเคลื่อนไหวอัตโนมัติให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ดีและให้ความมั่นคงของท่าทาง จึงเป็นเหตุผลให้ผลการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ของกลุ่ม MHCE ลด TKA ได้มากกว่ากลุ่ม CHCE สอดคล้องกับการศึกษาของ Foad Seidi และคณะ ในปี 2014 ที่นำทฤษฎีของ Vladimir Janda มาใช้ในการออกแบบการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อม โดยให้มีการทำท่าเก็บคาง จัดท่าทางของกระดูกสันหลังระดับอกและสะบักให้ถูกต้อง เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบเฉพาะที่โดยให้ยืดกล้ามเนื้อหน้าอกและออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังส่วนบน พบว่า การออกกำลังกายที่นำทฤษฎีของ Vladimir Janda มาใช้สามารถลด TKA ได้มากกว่าการออกกำลังกายแบบเฉพาะที่ (5) ส่วนการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพียงอย่างเดียวจากการศึกษาของ Ingrid Bergström และคณะ ในปี 2011 พบว่า สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังได้ แต่ไม่ช่วยลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกเมื่อวัดด้วย Kyphometer (42)

2.2 ความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การออกกำลังกายทั้ง 2 แบบสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอกได้ โดยประเมินด้วยค่า TSI พบว่า หลังออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่มมีค่า TSI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นผลจากการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบที่ส่งเสริมให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังระดับอก ทำให้การติดแข็งของกระดูกสันหลังลดลง จึงสามารถยืดตัวขึ้นตรงได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยนี้ที่ผลของการออกกำลังกายทำให้ TKA ลดลง เมื่อ TKA ขณะยืนปกติลดลงไปใกล้เคียงกับขณะยืนยืดตัว ค่า TSI ซึ่งได้จาก Kyphosis index ขณะยืนปกติหารด้วย Kyphosis index ขณะยืนยืดตัวจึงทำให้ค่า TSI ลดลง แสดงถึงความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอกมากขึ้น (15) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Hyun-Jeong Jang และคณะ ในปี 2019 หลังจากออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อม 8 สัปดาห์ ประกอบด้วยการฝึกหายใจ การเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก การเพิ่มความมั่นคงให้กระดูกสันหลังระดับอก และการฝึกจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสันหลังระดับอกพบว่า TKA และค่า TSI

ลดลง (15) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Gail A. Greendale และคณะ ในปี 2009 ที่ใช้การฝึกโยคะเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า TKA และค่า KI ลดลง (43) แม้ว่าค่าการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของทั้ง 2 กลุ่มจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า TSI ลดลงมากกว่าในกลุ่ม MHCE ซึ่งเป็นผลจากท่าออกกำลังกายแบบ MHCE ที่มีการจัดท่าทางที่ถูกต้องและส่งเสริมให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังทุกระดับตั้งแต่ระดับคอจนถึงกระดูกเชิงกราน จึงส่งเสริมให้กระดูกสันหลังระดับอกเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาที่ใช้การออกกำลังกายเพื่อจัดท่าทางของกระดูกสันหลังระดับทุกระดับ พบว่า สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวให้กับกระดูกสันหลังระดับอกได้ (18)

2.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม จากเหตุผลเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและแรงตึงของกล้ามเนื้อ (Length-tension relationship) (20) ท่าออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่มจะช่วยยืดลำตัวด้านหน้าทำให้ Actin และ Myosin แยกห่างจากกัน ส่งผลให้เนื้อเยื่อมีความยาวมากขึ้นและมีการยับยั้งเซลล์ประสาท Alpha motor neuron ทำให้ความตึงตัวของเนื้อเยื่อลดลง จึงลดแรงดึงทางด้านหน้าของลำตัว เมื่อลำตัวสามารถยืดตรงมากขึ้นจากแรงดึงด้านหน้าลำตัวลดลง ทำให้กล้ามเนื้อหลังอยู่ในความยาวเหมาะสม Actin และ Myosin ซ้อนกันได้สูงสุด กล้ามเนื้อจึงออกแรงทำงานได้ดี ประกอบกับท่าการออกกำลังกายที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหลัง จึงทำให้กล้ามเนื้อหลังออกแรงในการช่วยยืดตัวได้ดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Wendy B. Katzman และคณะ ในปี 2007 ที่ใช้การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ ประกอบด้วย การยืดลำตัวด้านหน้า การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อท้องและสะบัก และการฝึกจัดท่าทางของร่างกาย พบว่า หลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังได้ (14) นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Ingrid Bergström และคณะ ในปี 2011 ที่ให้ออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพียงอย่างเดียว พบว่า สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังได้ แต่ไม่ช่วยลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกเมื่อวัดด้วย Kyphometer (42) แม้ว่าค่าการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของทั้ง 2 กลุ่มจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังของกลุ่ม MHCE เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CHCE เป็นไปได้ว่าท่าออกกำลังกายแบบ MHCE นั้นส่งเสริมให้กล้ามเนื้อทำงานร่วมกันเป็น sling จะกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหลายส่วนทั้งกล้ามเนื้อคอ กล้ามเนื้อหลังทั้งบนและล่าง กล้ามเนื้อรอบสะบัก กล้ามเนื้อสะโพกและกล้ามเนื้อต้นขา เมื่อกล้ามเนื้อต่างๆ ออกแรงทำงานได้เหมาะสมจะดึงให้กระดูกสันหลัง กระดูกสะบัก กระดูกเชิงกรานซึ่งเป็นโครงสร้างที่กล้ามเนื้อหลังเกาะให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ทำให้กล้ามเนื้ออยู่ในความยาวที่เหมาะสม จึง

ออกแรงทำงานได้ดีกว่า (9, 22) ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลังของกลุ่ม MHCE มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CHCE

2.4 ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพก

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้าย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนและหลังออกกำลังกายในทั้ง 2 กลุ่ม และค่าการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อดูจากผลก่อนออกกำลังกาย พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกหดสั้นกว่าปกติ คือมีมุมน้อยกว่า 15 องศาเมื่อวัดด้วย Modified Thomas test (32) ซึ่งขัดแย้งกับการทบทวนวรรณกรรมที่กล้ามเนื้องอข้อสะโพกควรจะมีการยืดยาวออกจากการที่มีกระดูกสันหลังระดับเอวแอ่นลดลงและกระดูกเชิงกรานหมุนไปด้านหลังมากกว่าปกติ เป็นไปได้ว่าผู้เข้าร่วมวิจัยบางคนมีภาวะกระดูกสันหลังระดับอกค่อม แต่ยังไม่ถึงขั้นที่ส่งผลให้กระดูกสันหลังระดับเอวแอ่นลดลงและกระดูกเชิงกรานหมุนไปด้านหลังมากกว่าปกติ จึงไม่ส่งผลให้ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกยืดยาวออก โดยผลหลังออกกำลังกายของกลุ่ม CHCE มีความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้ายหดสั้นกว่าก่อนออกกำลังกาย ซึ่งแสดงถึงการหดสั้นกว่าปกติ แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบ CHCE นั้นอาจปรับให้กระดูกเชิงกรานหมุนมาด้านหน้ามากขึ้นและส่งผลเพิ่ม lordotic curve ของกระดูกสันหลังระดับเอวมากขึ้น จึงส่งผลให้ความยาวกล้ามเนื้อยิ่งหดสั้นลง (44) แต่ในกลุ่ม MHCE กลับมีความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้ายยืดยาวออกกว่าก่อนออกกำลังกาย โดยความยาวกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นนั้น ทำให้ความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกกลับมาอยู่ในความยาวปกติคือมีมุมมากกว่า 15 องศาเมื่อวัดด้วย Modified Thomas test (32) แม้ว่าจะขัดแย้งกับการทบทวนวรรณกรรม แต่เมื่อดูจากข้อมูลความยาวของกล้ามเนื้องอข้อสะโพกของผู้เข้าร่วมงานวิจัยก่อนออกกำลังกายที่มีความยาวกล้ามเนื้อมีการหดสั้นกว่าปกติ อาจบอกได้ว่าการออกกำลังกายแบบ MHCE นั้นช่วยเปลี่ยนแปลงความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกให้กลับมาอยู่ในความยาวปกติด้วยการกระตุ้นการปรับท่าของกระดูกสันหลัง และกระดูกเชิงกรานให้กลับมาอยู่ในท่าทางที่เหมาะสม สอดคล้องกับการศึกษาของ Maria Grazia Benedetti และคณะ ในปี 2008 ที่พบว่า การออกกำลังกายที่มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มการเคลื่อนไหวบริเวณข้อต่อเชิงกรานและข้อไหล่ในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับกล้ามเนื้องอสะโพกได้ (45) แต่ในการศึกษาของ Wendy B. Katzman และคณะ ในปี 2007 ที่ใช้การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ ประกอบด้วย การยืดลำตัวด้านหน้า การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อท้องและสะบัก และการฝึกจัดท่าทางของร่างกาย พบว่า หลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความยาวกล้ามเนื้องอข้อสะโพกเมื่อวัดด้วย Modified Thomas test (14)

2.5 ความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่า

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่ามีความยาวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่มทั้งข้างขวาและข้างซ้าย และค่าการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการพัฒนาท่าออกกำลังกายของ MHCE นอกเหนือจากการจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสันหลังระดับอกแล้ว ยังส่งเสริมให้มีการจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสะบักและกระดูกเชิงกราน ซึ่งเป็นโครงสร้างส่วนปลายที่สำคัญที่จะช่วยลดท่าทางที่ผิดปกติที่เกิดต่อเนื่องตั้งแต่กระดูกสันหลังระดับคอลงมาจนถึงระดับเอว จากผลการจัดท่าของกระดูกเชิงกรานให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยจัดให้อยู่ในท่าหมุนมาด้านหน้ามากขึ้น จึงทำให้กล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าที่มีจุดเกาะต้นที่ Ischial tuberosity ของกระดูกเชิงกรานมีความยาวกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (44) และแม้ว่าท่าของ CHCE ในงานวิจัยนี้จะไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาของกระดูกสันหลังระดับเอวและเชิงกรานโดยตรง แต่พบว่าผลของกลุ่ม CHCE สามารถเพิ่มความยาวกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าได้เช่นกัน เป็นไปได้ว่าท่าของ CHCE บางท่าที่เป็นการยืดลำตัวด้านหน้าจะส่งเสริมให้การแอ่นของกระดูกสันหลังระดับเอวเพิ่มขึ้น และทำให้เกิดการหมุนของกระดูกเชิงกรานไปด้านหน้า จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่ามีความยาวเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Maria Grazia Benedetti และคณะ ในปี 2008 ที่พบว่า การออกกำลังกายที่มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มการเคลื่อนไหวบริเวณข้อต่อเชิงกรานและข้อไหล่ในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าได้ (45) และการศึกษาของ Wendy B. Katzman และคณะ ในปี 2007 ที่ใช้การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ ประกอบด้วย การยืดลำตัวด้านหน้า การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อท้องและสะบัก และการฝึกจัดท่าทางของร่างกาย พบว่า หลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์มีมุมข้อพับเข่า (Popliteal angle) เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเหยียดข้อสะโพกร่วมกับงอเข่าดีขึ้น (14)

2.6 การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพก

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้ายในท่างอสะโพกของกลุ่ม MHCE ดีขึ้น จากผลการประเมินความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้ายที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในก่อนและหลังออกกำลังกาย จากการทบทวนวรรณกรรม เมื่อกล้ามเนื้ออยู่ในความยาวที่ไม่เหมาะสม ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ การกระตุ้น Muscle spindle ซึ่งเป็นตัวรับข้อมูลการรับรู้ความรู้สึกในข้อต่อตัวแรกที่กระจายอยู่ในกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง จึงส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ (Proprioception) ไปยังสมองลดลง ซึ่งการรับรู้ตำแหน่งในข้อต่อ (Joint position sense) เป็นหนึ่งในประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ (10) ดังนั้น จากผลของกลุ่ม

MHCE ที่มีความยาวกล้ามเนื้อ Hip flexor กลับมาอยู่ในความยาวปกติหลังออกกำลังกาย จึงส่งผลให้การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพกดีขึ้น ส่วนกลุ่ม CHCE พบว่า ผลการประเมินความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่างอสะโพกทั้งข้างขวาและข้างซ้ายไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในก่อนและหลังออกกำลังกาย เนื่องจากผลความยาวกล้ามเนื้อ Hip flexor ของกลุ่ม CHCE ภายหลังออกกำลังกายมีความยาวลดลงกว่าปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Mina Arvin และคณะ ในปี 2015 ศึกษาการรับตำแหน่งของข้อสะโพกในท่ากางขา ในผู้สูงอายุเพศหญิงขณะที่มีการอ่อนล้าของกล้ามเนื้อกางข้อสะโพกเปรียบเทียบกับขณะกล้ามเนื้อปกติ ผลพบว่า ค่าความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกขณะกล้ามเนื้อล้ามากกว่าขณะกล้ามเนื้อปกติ เนื่องจากเมื่อกล้ามเนื้อล้าจะทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ (46) เช่นเดียวกับผลในการศึกษานี้ที่เมื่อความยาวกล้ามเนื้อไม่เหมาะสม ส่งผลให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ การกระตุ้น Muscle spindle บกพร่อง จึงส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อไปยังสมองลดลง

2.7 การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพก

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพกดีขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม จากผลการประเมินความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพกที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในก่อนและหลังออกกำลังกาย ยกเว้นผลการประเมินความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกซ้ายของกลุ่ม CHCE ที่มีค่าลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Mina Arvin และคณะ ในปี 2015 ศึกษาการรับตำแหน่งของข้อสะโพกในท่ากางขา ในผู้สูงอายุเพศหญิงขณะที่มีการอ่อนล้าของกล้ามเนื้อกางข้อสะโพกเปรียบเทียบกับขณะกล้ามเนื้อปกติ ผลพบว่า ค่าความผิดพลาดในการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกขณะกล้ามเนื้อล้ามากกว่าขณะกล้ามเนื้อปกติ เนื่องจากเมื่อกล้ามเนื้อล้าจะทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ (46) เช่นเดียวกับผลในการศึกษานี้ที่เมื่อความยาวกล้ามเนื้อไม่เหมาะสม ส่งผลให้การทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ การกระตุ้น Muscle spindle บกพร่อง จึงส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อไปยังสมองลดลง ดังนั้น จากผลความยาวกล้ามเนื้อ Hamstrings ที่มีความยาวเพิ่มขึ้นในทั้ง 2 กลุ่ม จึงส่งผลให้การรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพกดีขึ้น

2.8 ความสามารถการทรงตัวขณะเดิน

ภายหลังได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า คะแนนความสามารถการทรงตัวขณะเดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 2 กลุ่ม เนื่องจากผลของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกที่ลดลงของทั้ง 2 กลุ่ม ทำให้ลำตัวช่วงบนโน้มไปด้านหน้าน้อยลง ส่งผลให้จุดศูนย์กลางมวลของร่างกายเคลื่อนกลับเข้ามาในฐานรองรับของร่างกายมากขึ้น ร่างกายจึงสูญเสียการทรงตัวยากขึ้น

(9, 23) สอดคล้องกับผลการวิจัย พบว่า ผู้ที่มีมุมของกระดูกสันหลังระดับอกโก่งมากกว่าจะมีระดับสมรรถภาพทางกายต่ำกว่า เช่น ความเร็วการเดินลดลง (24, 25) เมื่อมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกลดลง จึงเป็นผลให้ความสามารถการทรงตัวขณะเดินดีขึ้น และแม้ว่าค่าการเปลี่ยนแปลงหลังออกกำลังกายของทั้ง 2 กลุ่มจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่ากลุ่ม MHCE มีคะแนนความสามารถการทรงตัวขณะเดินเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CHCE เนื่องจากผลการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกทั้งในท่างอและเหยียดสะโพกของกลุ่ม MHCE ดีขึ้นกว่ากลุ่ม CHCE จึงส่งผลให้การส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อไปยัง Sensorimotor cortex และ Cerebellum เพื่อควบคุมการทรงตัวในภาวะต่าง ๆ ดีกว่า (10) สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรม เมื่อการส่งต่อข้อมูลประสาทรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อไปยัง Sensorimotor cortex และ Cerebellum เพื่อควบคุมการทรงตัวในภาวะต่าง ๆ ได้อย่างสมดุลนั้นบกพร่อง จึงทำให้สูญเสียความสามารถในการทรงตัวได้ง่ายและจำกัดการทำกิจกรรมบางอย่างที่ต้องอาศัยการทรงตัว เช่น การเดิน (10, 23) ดังนั้น จากผลการเปลี่ยนแปลงของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกที่ลดลง จึงทำให้ความสามารถการทรงตัวขณะเดินของทั้ง 2 กลุ่มดีขึ้น และจากผลของการประเมินการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกที่ดีขึ้นในกลุ่ม MHCE จึงทำให้คะแนนความสามารถการทรงตัวขณะเดินของกลุ่ม MHCE เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CHCE แม้จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อาจบอกได้ว่าความสามารถการทรงตัวขณะเดินของกลุ่ม MHCE ดีขึ้นกว่ากลุ่ม CHCE ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hyun-Jeong Jang และคณะ ในปี 2019 หลังจากออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อม 8 สัปดาห์ ประกอบด้วยการฝึกหายใจ การเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก การเพิ่มความมั่นคงให้กระดูกสันหลังระดับอก และการฝึกจัดท่าทางที่ถูกต้องของกระดูกสันหลังระดับอก พบว่า สามารถพัฒนาการเดินและความสามารถการทรงตัวเมื่อทดสอบด้วย The Short Physical Performance Battery (SPPB) (15) แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของ Gail A. Greendale และคณะ ในปี 2009 ที่ศึกษาผลของการฝึกโยคะในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมเพศชายและหญิงอายุมากกว่า 60 ปี เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า สามารถพัฒนา TKA แต่ไม่ส่งผลในการพัฒนาความเร็วการเดิน (43)

การศึกษาวิจัยนี้ เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่พัฒนามาจากการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน โดยพัฒนาเพื่อให้ครอบคลุมกับปัญหาที่เกิดจากกระดูกสันหลังระดับอกค่อมต่อเนื่องมายังส่วนล่างของร่างกาย คือ กระดูกสันหลังระดับเอว กระดูกเชิงกราน และกล้ามเนื้องอและเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า ที่นำไปสู่ปัญหาทางด้านการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม แม้ว่าการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมจะมีหลายวิธี แต่จากการศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่า แม้จะสามารถพัฒนาภาวะกระดูกสันหลังค่อมได้ แต่ไม่สามารถที่จะพัฒนาปัญหาที่เกิดจากกระดูกสันหลังระดับอกค่อมต่อเนื่องมายัง

ส่วนล่างของร่างกายที่นำไปสู่ปัญหาทางด้านการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวได้ทั้งหมด แต่ผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติในการศึกษานี้ พบว่า หลังจากออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ สามารถลดมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกได้มากกว่าและพัฒนาการรับรู้ตำแหน่งของข้อสะโพกได้ดีกว่าการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน และสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแอ่นหลัง เพิ่มความยาวกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่า และพัฒนาความสามารถการทรงตัวขณะเดินได้ไม่แตกต่างกับการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน

3. ข้อเสนอแนะ

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ เป็นการออกกำลังกายที่พัฒนาเพื่อให้ครอบคลุมกับปัญหาที่เกิดตั้งแต่กระดูกสันหลังระดับอกต่อเนื่องมายังกล้ามเนื้อบริเวณข้อสะโพก ที่นำไปสู่ปัญหาทางด้านการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม จึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาในอนาคตว่าการนำการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิตินี้ไปใช้ในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงซึ่งพัฒนาได้ยาก จะสามารถลดปัญหาที่เกิดในผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เพื่อพัฒนาให้ได้การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมที่สามารถลดปัญหาได้ทั้งผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสมและผู้ที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ การนำการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติไปใช้ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนที่มีแนวโน้มจะเกิดภาวะกระดูกพรุน เพื่อศึกษาการป้องกันการเกิดภาวะกระดูกสันหลังค่อมที่จะทำให้เกิดแรงกดลงด้านหน้าของกระดูกสันหลังมากกว่าปกติ จนอาจมีกระดูกสันหลังด้านหน้าเล็กกว่าด้านหลังหรือเป็นรูปลิ่มและอาจนำไปสู่การเกิดกระดูกสันหลังหักได้

บรรณานุกรม

1. Kamali F, Shirazi SA, Ebrahimi S, Mirshamsi M, Ghanbari A. Comparison of manual therapy and exercise therapy for postural hyperkyphosis: A randomized clinical trial. Physiother Theory Pract. 2016;32(2):92-7.

2. Kordi Yoosefinejad A, Ghaffarinejad F, Hemati M, Jamshidi N. Comparison of grip and pinch strength in young women with and without hyperkyphosis: A cross-sectional study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2019;32(1):21-6.

3. Fon GT, Pitt MJ, AC TJ. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. American Journal of Roentgenology. 1980;134(5):979-83.

4. Findikcioglu K, Findikcioglu F, Ozmen S, Guclu T. The impact of breast size on the vertebral column: a radiologic study. Aesthetic Plast Surg. 2007;31(1):23-7.

5. Seidi F, Rajabi R, Ebrahimi I, Alizadeh MH, Minoonejad H. The efficiency of corrective exercise interventions on thoracic hyper-kyphosis angle. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2014;27(1):7-16.

6. Sedrez JA, da Rosa MI, Noll M, Medeiros Fda S, Candotti CT. Risk factors associated with structural postural changes in the spinal column of children and adolescents. Rev Paul Pediatr. 2015;33(1):72-81.

7. Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach. Journal of orthopedic & sports physical therapy. 2011;41(10):799-800.

8. Katzman WB, Wanek L, Shepherd JA, Sellmeyer DE. Age-related hyperkyphosis: its causes, consequences, and management. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(6):352-60.

9. Roghani T, Zavieh MK, Manshadi FD, King N, Katzman W. Age-related hyperkyphosis: update of its potential causes and clinical impacts-narrative review. Aging Clin Exp Res. 2017;29(4):567-77.

10. Henry M, Baudry S. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. J Neurophysiol. 2019;122(2):525-38.

11. Hsu WL, Chen CY, Tsauo JY, Yang RS. Balance control in elderly people with osteoporosis. J Formos Med Assoc. 2014;113(6):334-9.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

12. SG L, M S, KC W. Balance characteristics of persons with osteoporosis. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1997;78(3):273-7.

13. Senthil P, Sudhakar S, Radhakrishnan R, Jeyakumar S. Efficacy of corrective exercise strategy in subjects with hyperkyphosis. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017;30(6):1285-9.

14. Katzman WB, Sellmeyer DE, Stewart AL, Wanek L, Hamel KA. Changes in flexed posture, musculoskeletal impairments, and physical performance after group exercise in community-dwelling older women. Arch Phys Med Rehabil. 2007;88(2):192-9.

15. Jang HJ, Hughes LC, Oh DW, Kim SY. Effects of Corrective Exercise for Thoracic Hyperkyphosis on Posture, Balance, and Well-Being in Older Women: A Double-Blind, Group-Matched Design. J Geriatr Phys Ther. 2019;42(3):E17-E27.

16. Jang HJ, Kim MJ, Kim SY. Effect of thorax correction exercises on flexed posture and chest function in older women with age-related hyperkyphosis. J Phys Ther Sci. 2015;27(4):1161-4.

17. Kado DM, Prenovost K, Crandall C. Narrative review: hyperkyphosis in older persons. Ann Intern Med. 2007;147(5):330-8.

18. Feng Q, Wang M, Zhang Y, Zhou Y. The effect of a corrective functional exercise program on postural thoracic kyphosis in teenagers: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2018;32(1):48-56.

19. Phil Page, Clare C. Frank, Lardner. R. Assessment and Treatment of Muscle Imbalance. The janda Approach. 2010.

20. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. Int J Sports Phys Ther. 2012;7(1):109-19.

21. Katzman WB, Miller-Martinez D, Marshall LM, Lane NE, Kado DM. Kyphosis and paraspinal muscle composition in older men: a cross-sectional study for the Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) research group. BMC Musculoskelet Disord. 2014;15:19.

22. Kocjan A, Sarabon N. Assessment of Isometric Trunk Strength - The Relevance of Body Position and Relationship between Planes of Movement. J Sports Sci Med. 2014;13(2):365-70.

23. Ailon T, Shaffrey CI, Lenke LG, Harrop JS, Smith JS. Progressive Spinal Kyphosis in

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

the Aging Population. Neurosurgery. 2015;77 Suppl 4:S164-72.

24. Chow RK, Harrison JE. Relationship of kyphosis to physical fitness and bone mass on post-menopausal women. Am J Phys Med. 1987;66(5):219-27.

25. Katzman WB, Huang MH, Lane NE, Ensrud KE, Kado DM. Kyphosis and decline in physical function over 15 years in older community-dwelling women: the Study of Osteoporotic Fractures. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2013;68(8):976-83.

26. Bergström I, Bergström K, Kronhed A-CG, Karlsson S, Brinck J. Back extensor training increases muscle strength in postmenopausal women with osteoporosis, kyphosis and vertebral fractures. Advances in Physiotherapy. 2011;13(3):110-7.

27. Lorbergs AL, O'Connor GT, Zhou Y, Travison TG, Kiel DP, Cupples LA, et al. Severity of Kyphosis and Decline in Lung Function: The Framingham Study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2017;72(5):689-94.

28. Bayattork M, Skold MB, Sundstrup E, Andersen LL. Exercise interventions to improve postural malalignments in head, neck, and trunk among adolescents, adults, and older people: systematic review of randomized controlled trials. J Exerc Rehabil. 2020;16(1):36-48.

29. Wongsa S, Amatachaya S. Kyphosis assessment. Journal of medical technology and physical therapy. 2014;26(2):105-16.

30. Barrett E, McCreesh K, Lewis J. Intrarater and interrater reliability of the flexicurve index, flexicurve angle, and manual inclinometer for the measurement of thoracic kyphosis. Rehabil Res Pract. 2013;2013:475870.

31. Teixeira F, Carvalho GA. Reliability and validity of thoracic kyphosis measurements using flexicurve method. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2007;11:199-204.

32. Mills M, Frank B, Goto S, Blackburn T, Cates S, Clark M, et al. EFFECT OF RESTRICTED HIP FLEXOR MUSCLE LENGTH ON HIP EXTENSOR MUSCLE ACTIVITY AND LOWER EXTREMITY BIOMECHANICS IN COLLEGE-AGED FEMALE SOCCER PLAYERS. Int J Sports Phys Ther. 2015;10(7):946-54.

33. Gnat R, Kuszewski M, Koczar R, Dziewońska A. Reliability of the Passive Knee Flexion and Extension Tests in Healthy Subjects. Journal of Manipulative and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Physiological Therapeutics. 2010;33(9):659-65.
34. Reddy RS, Tedla JS, Alshahrani MS, Asiri F, Kakaraparthi VN, Samuel PS, et al. Reliability of hip joint position sense tests using a clinically applicable measurement tool in elderly participants with unilateral hip osteoarthritis. Scientific Reports. 2022;12(1).
35. Lund H, Søndergaard K, Zachariassen T, Christensen R, Bülow P, Henriksen M, et al. Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of Biodex and Lido dynamometers. Clin Physiol Funct Imaging. 2005;25(2):75-82.
36. Guilhem G, Giroux C, Couturier A, Maffiuletti NA. Validity of trunk extensor and flexor torque measurements using isokinetic dynamometry. J Electromyogr Kinesiol. 2014;24(6):986-93.
37. Harding AT, Weeks BK, Horan SA, Little A, Watson SL, Beck BR. Validity and test-retest reliability of a novel simple back extensor muscle strength test. SAGE Open Med. 2017;5:2050312116688842.
38. Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, Whitney SL. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. Phys Ther. 2004;84(10):906-18.
39. Zobeiri OA, Mischler GM, King SA, Lewis RF, Cullen KE. Effects of vestibular neurectomy and neural compensation on head movements in patients undergoing vestibular schwannoma resection. Scientific Reports. 2021;11(1):517.
40. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. Sports Med. 2015;45(11):1523-46.
41. Sahlin K. Muscle fatigue and lactic acid accumulation. Acta Physiol Scand Suppl. 1986;556:83-91.
42. Bergström I, Bergström K, Grahn Kronhed A-C, Karlsson S, Brinck J. Back extensor training increases muscle strength in postmenopausal women with osteoporosis, kyphosis and vertebral fractures. Advances in Physiotherapy. 2011;13:110-7.
43. Greendale GA, Huang MH, Karlamangla AS, Seeger L, Crawford S. Yoga decreases kyphosis in senior women and men with adult-onset hyperkyphosis: results of a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc. 2009;57(9):1569-79.
44. McCarthy JJ, Betz RR. The relationship between tight hamstrings and lumbar

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

hypolordosis in children with cerebral palsy. Spine. 2000;25(2):211.
45. Benedetti MG, Berti L, Presti C, Frizziero A, Giannini S. Effects of an adapted physical activity program in a group of elderly subjects with flexed posture: clinical and instrumental assessment. J Neuroeng Rehabil. 2008;5:32.
46. Arvin M, Hoozemans MJM, Burger BJ, Rispens SM, Verschueren SMP, van Dieën JH, et al. Effects of hip abductor muscle fatigue on gait control and hip position sense in healthy older adults. Gait & Posture. 2015;42(4):545-9.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
แบบบันทึกการคัดกรอง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. อายุ...................ปี

2. มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก<u>ขณะยืนปกติ</u>

ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา

ค่าเฉลี่ยมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกขณะยืนปกติ..............องศา

มุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอก<u>ขณะยืนยืดตัว</u>

ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา

ค่าเฉลี่ยมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกขณะยืนยืดตัว..............องศา

ค่าแตกต่างของมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกระหว่าง 2 ท่า.................องศา

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสุขภาพ

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง (ถ้ามี)

1) ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ..

2) ท่านต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเดินหรือไม่

☐ ไม่ใช้ ☐ ใช้

3) ท่านมีประวัติกระดูกสันหลังหักหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ท่านมีประวัติได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี

5) ปัจจุบันท่านมีอาการของโรคข้ออักเสบที่ส่งผลจำกัดการออกกำลังกายหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี

6) ปัจจุบันท่านมีอาการบาดเจ็บหรือโรคร้ายแรง ได้แก่ ความดันโลหิตสูงที่ควบคุมไม่ได้, อาการทางระบบหัวใจ หลอดเลือด และปอด, อาการทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ, อาการทางระบบประสาทและสมอง, และโรคบ้านหมุนที่ส่งผลจำกัดการออกกำลังกายหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ...

7) ปัจจุบันท่านรับประทานยาที่ส่งผลต่อระบบประสาทและการเรียนรู้ เช่น ยาระงับประสาท ยานอนหลับ หรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ...

8) ปัจจุบันท่านกำลังตั้งครรภ์หรือไม่

☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่

9) ปัจจุบันท่านได้รับโปรแกรมออกกำลังกายอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อท่าทางของร่างกาย เช่น โยคะ พิลาทิส เวทเทรนนิ่งหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ...

ผลการคัดกรอง

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย

เลขประจำตัวผู้เข้าร่วมวิจัย ....

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. อายุ...................ปี

2. อาชีพ...

3. น้ำหนัก..............กิโลกรัม ส่วนสูง..............เมตร BMI..............กิโลกรัม/เมตร^2

4. ประจำเดือน ☐ ยังมีประจำเดือน ☐ หมดประจำเดือน.............เดือน

ส่วนที่ 2 ผลตรวจประเมินก่อนและหลังออกกำลังกาย 8 สัปดาห์

การตรวจประเมิน	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย
Thoracic Kyphotic Angle	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**
Thoracic Stiffness Index	ครั้งที่ 1.............. ครั้งที่ 2.............. ครั้งที่ 3.............. **ค่าเฉลี่ย.............**	ครั้งที่ 1.............. ครั้งที่ 2.............. ครั้งที่ 3.............. **ค่าเฉลี่ย.............**
Rt. Hip flexor muscle length	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**
Lt. Hip flexor muscle length	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**	ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**
Rt. Hamstring muscle length Lt. Hamstring muscle length	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา** ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา** ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**
Rt. Hip Joint Position Error in flexion Lt. Hip Joint Position Error in flexion	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา** ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา** ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**
Rt. Hip Joint Position Error in extension	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**

Lt. Hip Joint Position Error in extension	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**	ครั้งที่ 1..............องศา ครั้งที่ 2..............องศา ครั้งที่ 3..............องศา ครั้งที่ 4..............องศา ครั้งที่ 5..............องศา **ค่าเฉลี่ย.............องศา**
Peak trunk extensor force	ครั้งที่ 1..............กิโลกรัม ครั้งที่ 2..............กิโลกรัม ครั้งที่ 3..............กิโลกรัม **ค่าเฉลี่ย.............กิโลกรัม**	ครั้งที่ 1..............กิโลกรัม ครั้งที่ 2..............กิโลกรัม ครั้งที่ 3..............กิโลกรัม **ค่าเฉลี่ย.............กิโลกรัม**
Functional Gait assessment (Total score = 30)	..........................คะแนน	..........................คะแนน

ส่วนที่ 3 สรุปผลการตรวจประเมิน

1. Thoracic Kyphotic Angle

☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

2. Thoracic Stiffness Index

☐ พัฒนาขึ้น................ ☐ แย่ลง................ ☐ คงเดิม

3. Hip flexor muscle length

Rt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

Lt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

4. Hamstring muscle length

Rt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Lt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

5. Hip Joint Position Error in flexion

Rt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

Lt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

6. Hip Joint Position Error in extension

Rt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

Lt. Side: ☐ พัฒนาขึ้น................องศา ☐ แย่ลง................องศา ☐ คงเดิม

7. Peak trunk extensor force

☐ พัฒนาขึ้น................กิโลกรัม ☐ แย่ลง................กิโลกรัม ☐ คงเดิม

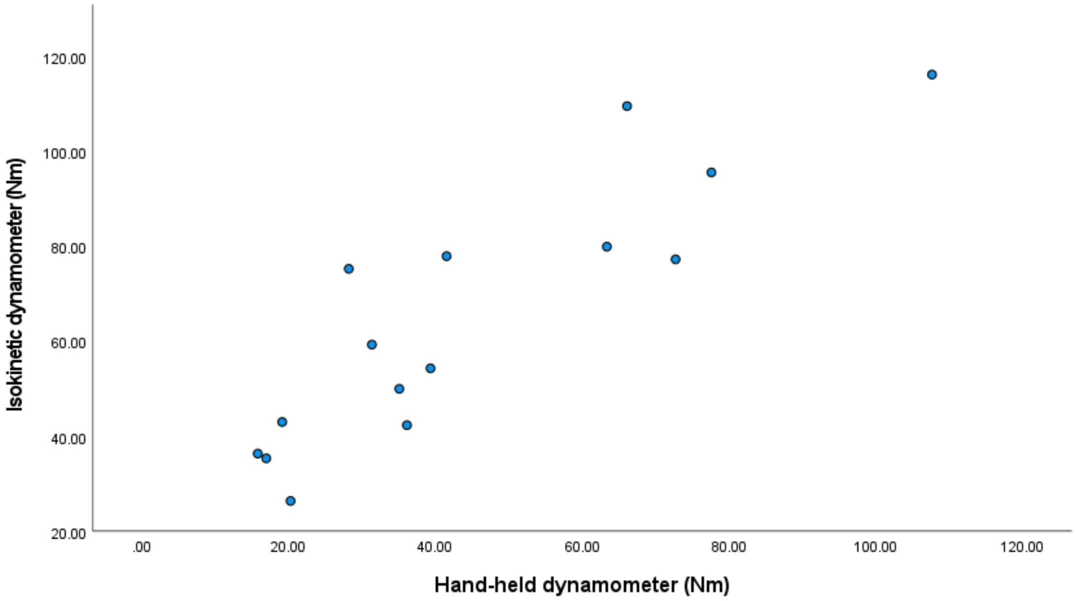
8. Functional Gait Assessment

☐ พัฒนาขึ้น................คะแนน ☐ แย่ลง................คะแนน ☐ คงเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค
กราฟวิเคราะห์การถดถอย

กราฟวิเคราะห์การถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Hand-held dynamometer และ Isokinetic dynamometer ตามสมการ Y = 24.546+.911X



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความสามารถการเดิน

เลขประจำตัวผู้เข้าร่วมวิจัย ....

☐ ก่อน ☐ หลัง

สิ่งที่ต้องใช้ในการประเมิน: แนวทางเดินที่กำหนดตำแหน่งความยาว 6 เมตร ความกว้าง 12 นิ้ว

_______1. การเดินทางราบ

คำสั่ง: เดินด้วยความเร็วปกติจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป (ระยะทาง 6 เมตร)

เกณฑ์คะแนน: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ -- เดิน 6 เมตร โดยใช้เวลาน้อยกว่า 5.5 วินาที ไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ระดับความเร็วดี ไม่มีอาการแสดงของการทรงตัวไม่อยู่ รูปแบบการเดินปกติ เดินเบี่ยงออกด้านนอกไม่เกิน 6 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(2) บกพร่องเล็กน้อย – เดิน 6 เมตร โดยใช้เวลามากกว่า 5.5 วินาที แต่น้อยกว่า 7 วินาที ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ความเร็วลดลง เดินเบี่ยงออกด้านนอกเล็กน้อย คือ 6 - 10 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(1) บกพร่องปานกลาง -- เดิน 6 เมตรอย่างช้า ๆ ต้องใช้เวลามากกว่า 7 วินาที รูปแบบการเดินผิดปกติ มีอาการแสดงของการทรงตัวไม่อยู่ หรือเดินเบี่ยงออกด้านนอก 10 - 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(0) บกพร่องรุนแรง – ไม่สามารถเดินระยะทาง 6 เมตรได้ เดินเบี่ยงออกด้านนอกอย่างมาก เดินเบี่ยงมากกว่า 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือต้องเอื้อมและจับกำแพง

_______2. การเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดิน

คำสั่ง: ให้เริ่มเดินด้วยความเร็วปกติระยะทาง 1.5 เมตร เมื่อได้ยินสัญญาณว่า “เริ่ม” ให้เดินให้เร็วที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ในระยะทาง 1.5 เมตร และเมื่อได้ยินสัญญาณว่า “เดินช้า” ให้เดินให้ช้าที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ระยะทาง 1.5 เมตร

เกณฑ์คะแนน: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – สามารถเปลี่ยนความเร็วในการเดินได้อย่างราบรื่นโดยไม่เสียการทรงตัว หรือเดินเบี่ยงออกนอกทางเดิน แสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดินอย่างเห็นได้ชัดระหว่างความเร็วปกติ เร็ว และช้า โดยมีระยะที่เดินเบี่ยงออกด้านนอกไม่เกิน 6 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(2) บกพร่องเล็กน้อย – สามารถเปลี่ยนความเร็วในการเดินได้ แต่มีการเดินเบี่ยงออกเล็กน้อย โดยมีระยะที่เดินเบี่ยงออกด้านนอก 6 - 10 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือไม่มีการเดินเบี่ยงออกแต่ไม่สามารถเปลี่ยนความเร็วที่เห็นได้ชัดเจน หรือมีการใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน

(1) บกพร่องปานกลาง – ปรับเปลี่ยนความเร็วในการเดินได้เพียงเล็กน้อย หรือเปลี่ยนความเร็วในการเดินได้แต่มีการเดินเบี่ยงออกอย่างเห็นได้ชัด โดยมีระยะที่เดินเบี่ยงออกด้านนอก 10 - 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือเปลี่ยนความเร็วในการเดินได้แต่เสียการทรงตัว แต่ยังสามารถกลับมาทรงตัว และเดินต่อได้

(0) บกพร่องรุนแรง – ไม่สามารถเปลี่ยนความเร็วได้ มีระยะของการเดินเบี่ยงออกด้านนอกมากกว่า 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือเสียการทรงตัว ต้องจับกำแพง หรือมีคนช่วยประคอง

3. การเดินพร้อมหันศีรษะไปทางด้านข้าง

คำสั่ง: เดินจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป ซึ่งอยู่ห่างไป 6 เมตร เดินตรงไปด้วยความเร็วปกติ หลังจากเดินไป 3 ก้าว ให้หันศีรษะไปทางขวา และเดินตรงต่อไปขณะที่มองทางขวา หลังจากเดินไปอีก 3 ก้าว ให้หันศีรษะไปทางซ้าย และเดินตรงต่อไปขณะที่มองทางซ้าย มองทางขวาและทางซ้ายสลับกันทุกๆ 3 ก้าว อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งครบ 2 รอบในแต่ละทิศทาง

เกณฑ์คะแนน: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – หันศีรษะได้อย่างราบรื่นโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงการเดิน หรือเดินเบี่ยงออกด้านนอกไม่เกิน 6 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(2) บกพร่องเล็กน้อย – หันศีรษะได้อย่างราบรื่นโดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเดินเพียงเล็กน้อย (เช่น เสียจังหวะเล็กน้อยระหว่างการเดิน) เดินเบี่ยงออกด้านนอก 6 - 10 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน

(1) บกพร่องปานกลาง – ขณะหันศีรษะ พบการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดินระดับปานกลาง โดยการเดินช้าลง เดินเบี่ยงออกด้านนอก 10 - 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว แต่สามารถกลับเข้าเส้นทางและเดินต่อได้

(0) บกพร่องรุนแรง – ขณะหันศีรษะมีการเสียจังหวะการเดินอย่างรุนแรง (เช่น เซออกด้านนอก 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว เสียการทรงตัว หยุดเดิน หรือเอื้อมไปจับกำแพง)

_______**4. การเดินพร้อมเงยและก้มศีรษะ**

<u>คำสั่ง</u>: เดินจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป ซึ่งอยู่ห่างไป 6 เมตร เดินตรงไปด้วยความเร็วปกติ หลังจากเดินไป 3 ก้าว ให้เงยศีรษะขึ้น และเดินตรงต่อไปขณะที่เงยศีรษะ หลังจากเดินไปอีก 3 ก้าว ให้ก้มศีรษะลง และเดินตรงต่อไปขณะที่มองลงด้านล่าง เงยและก้มศีรษะสลับกันทุก ๆ 3 ก้าว อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งทำครบ 2 รอบในแต่ละทิศทาง

<u>เกณฑ์คะแนน</u>: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – เงยและก้มศีรษะได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงท่าเดิน หรือเดินเบี่ยงออกด้านนอกไม่เกิน 6 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(2) บกพร่องเล็กน้อย – เงยและก้มศีรษะโดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดินเล็กน้อย (เช่น เสียจังหวะเล็กน้อยระหว่างการเดิน) เดินเบี่ยงออกด้านนอก 6 - 10 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(1) บกพร่องปานกลาง – ขณะเงยและก้มศีรษะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วการเดินระดับปานกลาง โดยการเดินช้าลง เดินเบี่ยงออกด้านนอก 10 - 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว แต่สามารถกลับมาเดินตรงต่อได้

(0) บกพร่องรุนแรง – ขณะเงยและก้มศีรษะมีการเสียจังหวะการเดินอย่างรุนแรง (เช่น เซออกด้านนอก 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว เสียการทรงตัว หยุดเดิน หรือเอื้อมไปจับกำแพง)

_______**5. การเดินและกลับตัว**

<u>คำสั่ง</u>: เริ่มเดินด้วยความเร็วปกติ เมื่อบอกให้ "กลับตัวและหยุด" ให้กลับตัวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้จนคุณหันกลับมาด้านตรงข้ามและหยุด

<u>เกณฑ์คะแนน</u>: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – กลับตัวด้วยความปลอดภัยภายในเวลา 3 วินาที และหยุดได้ทันทีโดยไม่เสียการทรงตัว

(2) บกพร่องเล็กน้อย – กลับตัวด้วยความปลอดภัย โดยใช้เวลามากกว่า 3 วินาที และหยุดโดยไม่เสียการทรงตัว หรือกลับตัวด้วยความปลอดภัยภายในเวลา 3 วินาที แต่หยุดโดยเสียการทรงตัวเล็กน้อย ต้องใช้การก้าวช่วงสั้น ๆ เพื่อรักษาการทรงตัว

(1) บกพร่องปานกลาง – กลับตัวช้า ๆ ต้องใช้การพูดช่วยเหลือในการปฏิบัติหรือต้องใช้การก้าวช่วงสั้น ๆ 2 - 3 ก้าวเพื่อช่วยรักษาการทรงตัวหลังจากกลับตัวและหยุด

(0) บกพร่องรุนแรง – ไม่สามารถกลับตัวได้อย่างปลอดภัย ต้องการความช่วยเหลือเพื่อกลับตัวและ หยุด

_______6. การเดินข้ามสิ่งกีดขวาง

<u>คำสั่ง</u>: เริ่มเดินด้วยความเร็วปกติ เมื่อเดินไปถึงกล่อง ให้ก้าวข้ามกล่อง ไม่เดินอ้อม และเดินตรงต่อไป

<u>เกณฑ์คะแนน</u>: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – สามารถก้าวข้ามกล่อง 2 กล่องที่ซ้อนและติดเทปเข้าด้วยกันได้ (ความสูงทั้งหมด 9 นิ้ว) โดยไม่เปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดิน และไม่มีการแสดงของภาวะการทรงตัวไม่อยู่

(2) บกพร่องเล็กน้อย – สามารถก้าวข้ามกล่อง 1 กล่องได้ (ความสูงทั้งหมด 4.5 นิ้ว) โดยไม่เปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดิน และไม่มีการแสดงของภาวะการทรงตัวไม่อยู่

(1) บกพร่องปานกลาง – สามารถก้าวข้ามกล่อง 1 กล่องได้ (ความสูงทั้งหมด 4.5 นิ้ว) แต่ต้องลดความเร็วลง และมีการปรับการก้าวเพื่อให้ข้ามกล่องได้อย่างปลอดภัย อาจต้องใช้การพูดช่วยเหลือในการปฏิบัติ

(0) บกพร่องรุนแรง – ไม่สามารถปฏิบัติได้หากไม่ได้รับการช่วยเหลือ

_______7. การเดินโดยมีฐานของร่างกายแคบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>คำสั่ง</u>: เอามือกอดอก เดินให้เท้าอยู่ในแนวเดียวกัน โดยการเดินวางส้นเท้าต่อปลายเท้าเป็นระยะทาง 3.6 เมตร จำนวนก้าวที่เดินเป็นเส้นตรงมีจำนวนมากที่สุดคือ 10 ก้าว

<u>เกณฑ์คะแนน</u>: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – สามารถเดินวางส้นเท้าต่อปลายเท้าได้ 10 ก้าว โดยไม่เซ

(2) บกพร่องเล็กน้อย – เดินได้ 7 - 9 ก้าว

(1) บกพร่องปานกลาง – เดินได้ 4 - 7 ก้าว

(0) บกพร่องรุนแรง – เดินวางส้นเท้าต่อปลายเท้าได้น้อยกว่า 4 ก้าว หรือไม่สามารถทำได้หากไม่ได้รับการช่วยเหลือ

_______8. การเดินขณะหลับตา

<u>คำสั่ง</u>: เดินหลับตาด้วยความเร็วปกติจากจุดที่อยู่ไปยังจุดที่กำหนดถัดไป (ระยะทาง 6 เมตร)

<u>เกณฑ์คะแนน</u>: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – เดินหลับตาระยะทาง 6 เมตร โดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ความเร็วปกติ ไม่มีการแสดงของภาวะการทรงตัวไม่อยู่ รูปแบบการเดินปกติ เดินเบี่ยงออกด้านนอกไม่เกิน 6 นิ้วจากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว โดยใช้เวลาน้อยกว่า 7 วินาที

(2) บกพร่องเล็กน้อย – เดินหลับตาระยะทาง 6 เมตร โดยใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ความเร็วลดลง มีการเดินเบี่ยงเล็กน้อย โดยเดินเบี่ยงออกด้านนอก 6 - 10 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว โดยใช้เวลามากกว่า 7 วินาที แต่น้อยกว่า 9 วินาที

(1) บกพร่องปานกลาง – เดินหลับตาระยะทาง 6 เมตร เดินได้ช้า รูปแบบการเดินผิดปกติ มีการแสดงของภาวะการทรงตัวไม่อยู่ เดินเบี่ยงออกด้านนอก 10 - 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว โดยใช้เวลามากกว่า 9 วินาที

(0) บกพร่องรุนแรง – ไม่สามารถเดินหลับตาระยะทาง 6 เมตรได้โดยปราศจากการช่วยเหลือ เดินเบี่ยงหรือทรงตัวไม่อยู่อย่างรุนแรง โดยเดินเบี่ยงออกด้านนอกมากกว่า 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือไม่ยอมเดินหลับตา

_______9. การเดินถอยหลัง

คำสั่ง: เดินถอยหลังจนกว่าจะได้ยินคำสั่งให้หยุด

เกณฑ์คะแนน: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – เดินถอยหลังระยะทาง 6 เมตร โดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ความเร็วปกติ ไม่มีการแสดงของภาวะการทรงตัวไม่อยู่ รูปแบบการเดินปกติ เดินเบี่ยงออกด้านนอกไม่เกิน 6 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(2) บกพร่องเล็กน้อย – เดินถอยหลังระยะทาง 6 เมตรโดยใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ความเร็วลดลง มีการเดินเบี่ยงเล็กน้อย โดยเดินเบี่ยงออกด้านนอก 6 - 10 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(1) บกพร่องเล็กน้อย – เดินถอยหลังระยะทาง 6 เมตร เดินได้ช้า รูปแบบการเดินผิดปกติ มีการแสดงของภาวะการทรงตัวไม่อยู่ โดยเดินเบี่ยงออกด้านนอก 10 - 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว

(0) บกพร่องรุนแรง – ไม่สามารถเดินถอยหลังระยะทาง 6 เมตรได้โดยปราศจากการช่วยเหลือ เดินเบี่ยงหรือทรงตัวไม่อยู่อย่างรุนแรง เดินเบี่ยงออกด้านนอกมากกว่า 15 นิ้ว จากทางเดินที่มีความกว้าง 12 นิ้ว หรือไม่ยอมเดินถอยหลัง

_______10. การเดินขึ้นลงบันได

คำสั่ง: เดินขึ้นบันไดแบบเดียวกับที่ทำที่บ้าน (ให้จับราวบันไดได้หากจำเป็น) เมื่อเดินถึงขั้นบนสุด ให้หันหลังกลับมา และเดินลง

เกณฑ์คะแนน: เลือกให้คะแนนสูงสุดตามที่สามารถทำได้

(3) ปกติ – ก้าวสลับเท้า ไม่จับราวบันได

(2) บกพร่องเล็กน้อย – ก้าวสลับเท้า ต้องจับราวบันได

(1) บกพร่องปานกลาง – ก้าวเท้า 2 ข้างไปวางบนบันไดขั้นเดียวกัน ต้องจับราวบันได

(0) บกพร่องรุนแรง – ไม่สามารถทำได้อย่างปลอดภัย

คะแนนรวม: ___________ คะแนน/คะแนนสูงสุด 30 คะแนน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

คู่มือและแบบบันทึกการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ

<u>แบบบันทึกการอบอุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกาย (Warm up)</u>

วัน/เดือน/ปี / โปรแกรม																								
Warm up 1 เอียงคอซ้าย-ขวา, ก้มหน้า-เงยหน้า																								
Warm up 2 ยกแขนขึ้นลง																								
Warm up 3 กางแขนขึ้นลง																								
Warm up 4 กางหุบแขน																								
Warm up 5 เอียงตัวซ้ายขวา																								
Warm up 6 ยกขา-กางขา- เหยียดขา																								

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ

แบบบันทึกการออกกำลังกาย (Exercise)

วัน/เดือน/ปี โปรแกรม																								
Exercise 1* Correct posture with breathing exercise																								
Exercise 2* Wall slide																								
Exercise 3* YTL exercise																								
Exercise 4* Bird dog																								
Exercise 5* Cat-cow stretch																								
Exercise 6 Trunk stretch																								

*เพิ่มจำนวนครั้งการออกกำลังกายทุก 2 สัปดาห์

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ

<u>แบบบันทึกการผ่อนคลายร่างกายหลังออกกำลังกาย (Cool down)</u>

วัน/เดือน/ปี โปรแกรม																								
Cool down 1 เอียงคอซ้าย-ขวา																								
Cool down 2 ก้มหน้า-เงยหน้า																								
Cool down 3 แขนไขว้																								
Cool down 4 ยืดต้นขา ด้านหน้า																								
Cool down 5 ยืดต้นขาด้านหลัง																								
Cool down 6 ยืดหลัง																								

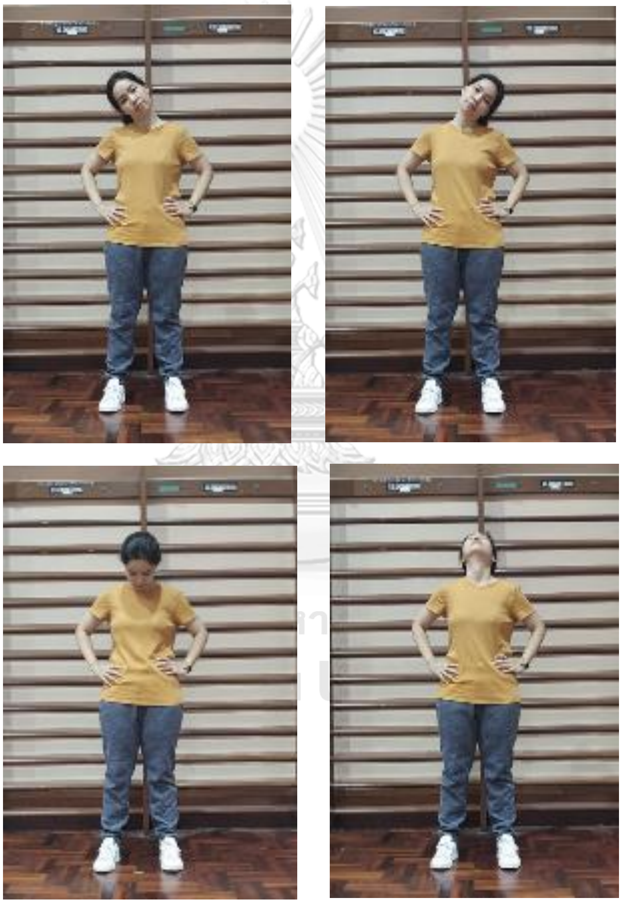
โปรแกรมออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ

การอบอุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกาย (Warm-up)

ท่าที่ 1 เอียงคอซ้าย-ขวา, ก้มหน้า-เงยหน้า

<u>รายละเอียด</u>: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ มือเท้าเอว แล้วเอียงคอซ้าย-ขวา-ก้มหน้า-เงยหน้า นับเป็น 1 รอบ

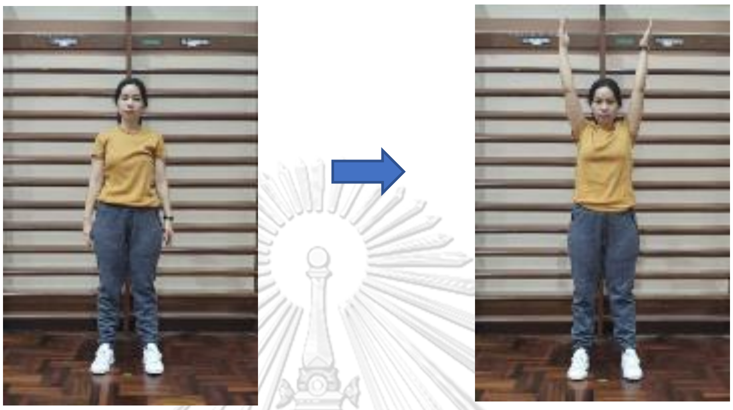
<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 รอบ



ท่าที่ 2 ยกแขนขึ้นลง

รายละเอียด: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ ยกแขนขึ้นจนสุด ไม่เหวี่ยงแขน จากนั้นลดแขนลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จำนวนครั้ง: 8 ครั้ง



ท่าที่ 3 กางแขนขึ้นลง

รายละเอียด: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ แล้วกางแขนขึ้นจนมือ 2 ข้างมาแตะกันเหนือศีรษะ ไม่เหวี่ยงแขน จากนั้นลดแขนลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

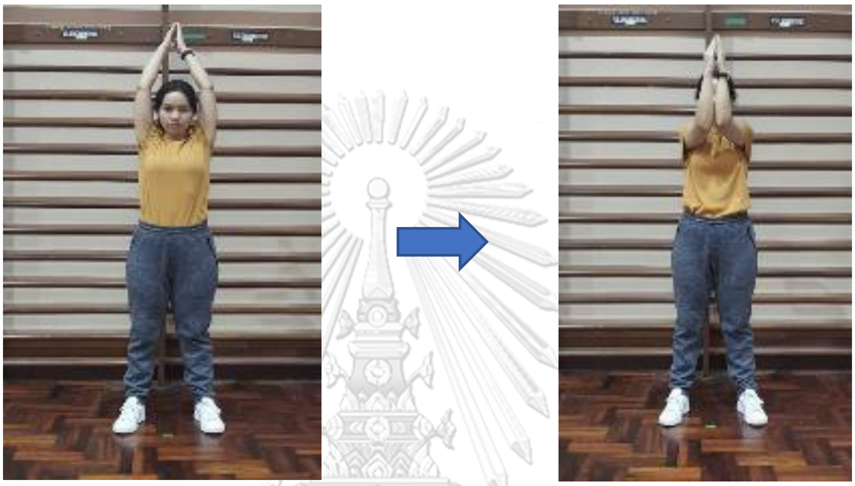
จำนวนครั้ง: 8 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่าที่ 4 กางหุบแขน

<u>รายละเอียด</u>: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ กางแขน 2 ข้างขึ้นเท่าระดับไหล่ งอศอก หันฝ่ามือมาด้านหน้า แล้วหุบแขนมาด้านหน้า ให้ฝ่ามือและแขนท่อนล่างทั้ง 2 ข้างแตะกัน จากนั้นกางแขนกลับสู่ท่าเริ่มต้น

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 ครั้ง



ท่าที่ 5 เอียงตัวซ้ายขวา

<u>รายละเอียด</u>: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ศอกเหยียดตรง เอียงตัวไปทางซ้ายและขวา นับเป็น 1 ครั้ง

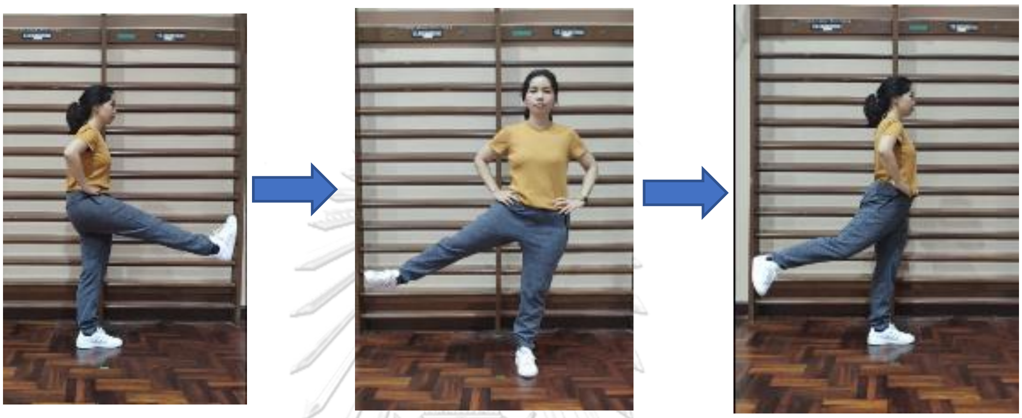
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 ครั้ง

ท่าที่ 6 ยกขา-กางขา-เหยียดขา

<u>รายละเอียด</u>: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ (มือฝั่งตรงข้ามสามารถจับเพื่อทรงตัวได้) จากนั้นยกขาขึ้นไปด้านหน้า-กางขาไปด้านข้าง-เหยียดขาไปด้านหลัง (เข่าเหยียดตรงและปลายเท้าชี้ไปด้านหน้าในทุกทิศทาง)

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 รอบ แล้วสลับทำอีกข้าง



การออกกำลังกายเพื่อแก้ไขภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติ

ท่าที่ 1 Correct posture with breathing exercise*

<u>ท่าเริ่มต้น:</u>

- นั่งขอบเก้าอี้ เข่างอ 90 องศา เท้าวางเหยียบพื้นเต็มเท้า
- ยืนตรง
- ยืนตรงพร้อมหลับตา

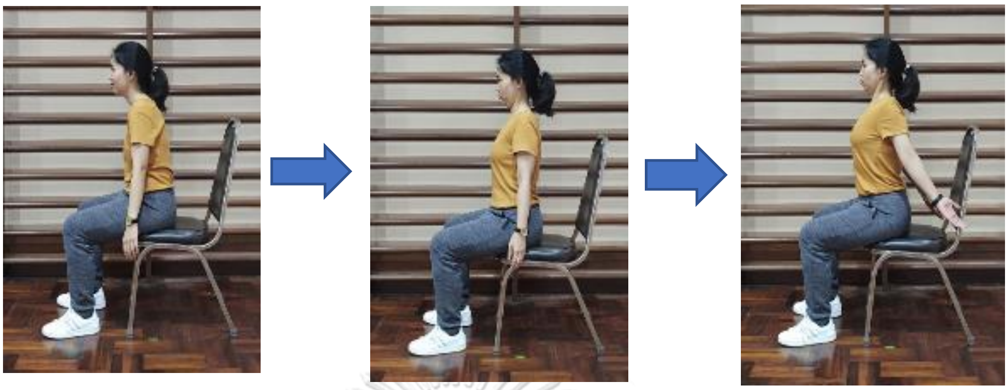
<u>ออกกำลังกาย:</u> นั่งยืดตัวขึ้นตรง แขนปล่อยข้างลำตัว เก็บคางชิดอก จากนั้นหายใจเข้าลึกท้องป่องและซี่โครงขยายออกด้านข้าง พร้อมกับหมุนแขนทั้ง 2 ข้างออกด้านนอก ดึงสะบักชิดเข้าหากัน ค้างไว้ 5 วินาทีแล้วหายใจออกท้องแฟบ พร้อมกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง เมื่อทำครบจำนวนครั้งที่กำหนด ให้เปลี่ยนเป็นท่ายืน และท่ายืนหลับตาตามลำดับ

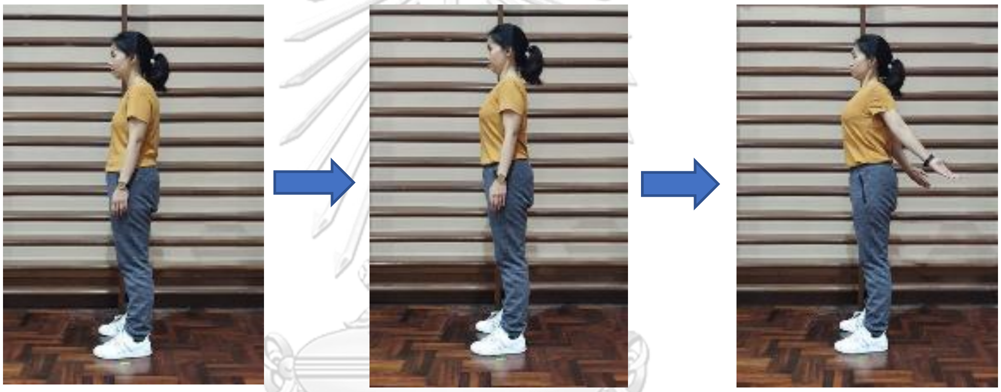
<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

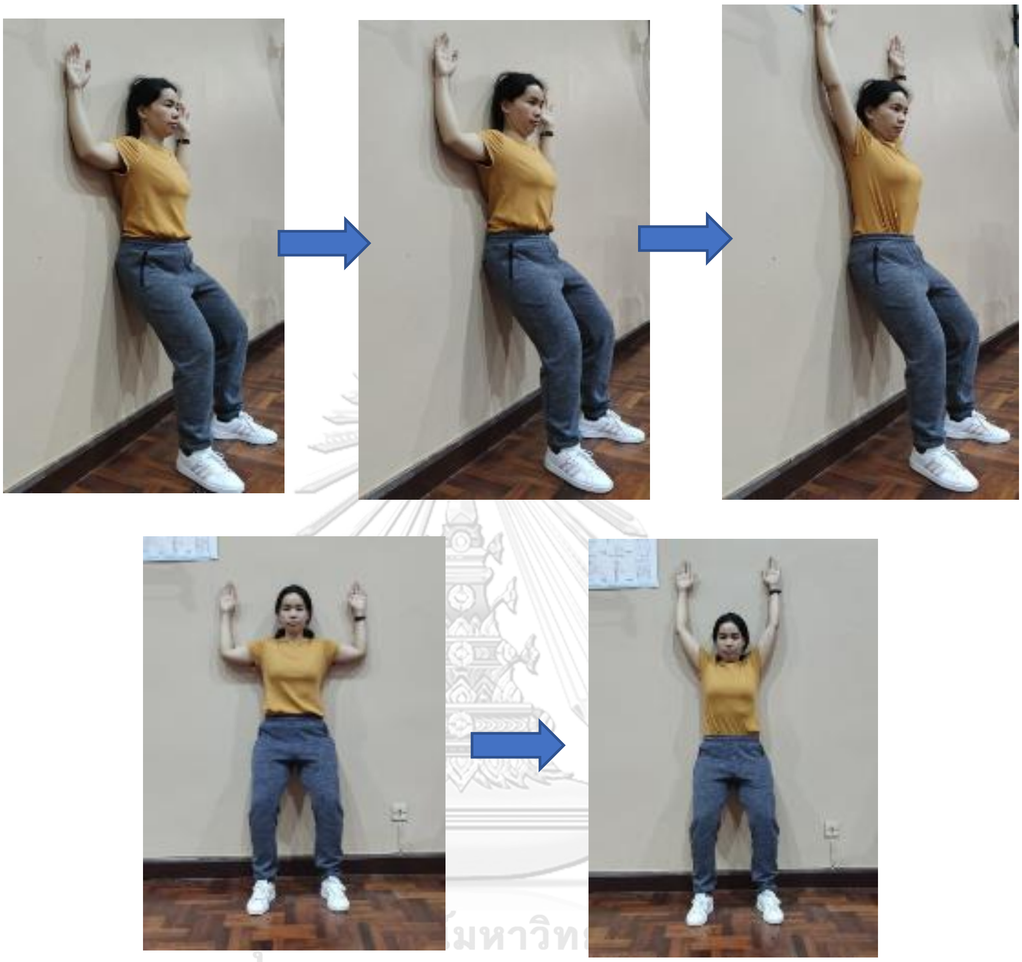
ท่าที่ 2 Wall slide*

<u>ท่าเริ่มต้น:</u> ยืนหันหลังพิงผนัง ก้าวเท้ามาข้างหน้าเล็กน้อยเพื่อให้หลังแนบผนังมากที่สุด กางแขนและงอศอก 90 องศา หันฝ่ามือมาด้านหน้า ดันแขนให้แนบกำแพงมากที่สุด โดยให้รู้สึกว่าสะบักถูกดึงเข้าหากัน

<u>ออกกำลังกาย:</u> ย่อเข่าลงเล็กน้อย (mini-squat) จากนั้นหายใจเข้าท้องป่อง แล้วหายใจออกท้องแฟบ กดหลังชิดผนัง เกร็งท้องค้างไว้ พร้อมกับเก็บคางชิดอก และเลื่อนแขนขึ้นเหนือศีรษะ แขนเหยียดตรง จากนั้นหายใจเข้าพร้อมเลื่อนต้นแขนลงชิดลำตัว ในขณะที่ยังงอศอกและแขนแนบผนัง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง:</u> - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 3 YTL exercise*

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: ยืนตรงเท้าวางกว้างประมาณช่วงไหล่ ดันสะโพกไปด้านหลัง ตัวจะก้มเล็กน้อย (hinge) เก็บคางชิดอก เกร็งท้องค้างไว้ ระวังไม่ให้หลังแอ่น

<u>ออกกำลังกาย:</u>

- (Y position) หายใจออกพร้อมกับยกแขนขึ้นในทิศบานออกเหมือนตัว Y นิ้วโป้งชี้ขึ้นด้านบน ยกขึ้นมาถึงระดับเหนือศีรษะเล็กน้อย ขณะทำให้รู้สึกสะบักเคลื่อนเข้าด้านในและลงด้านล่าง จากนั้นหายใจเข้าพร้อมนำแขนลง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

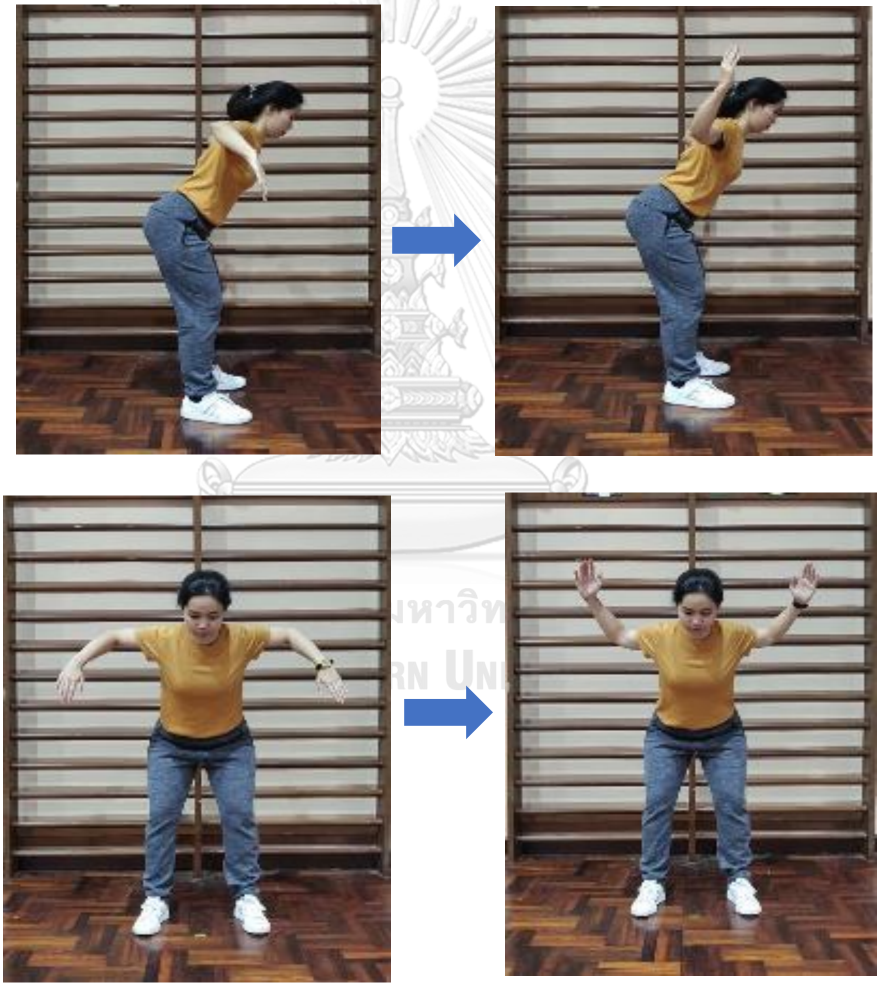
- (T position) หายใจออกพร้อมกับพร้อมกับกางแขนออกด้านข้าง นิ้วโป้งชี้ขึ้นด้านบน หนีบสะบัก 2 ข้างเข้าหากัน ขณะทำให้แขนอยู่ในแนวเดียวกับข้อไหล่ จากนั้นหายใจเข้าพร้อมนำแขนลง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- (L position) ยืนในท่าเริ่มต้น กางแขนขึ้นมาระดับเดียวกับไหล่ งอศอก 90 องศา ฝ่ามือหันลงพื้น ในท่านี้ให้รู้สึกสะบักทั้ง 2 ข้างชิดเข้าหากัน จากนั้นหมุนแขนขึ้นสุด พร้อมหายใจออก ขณะทำให้รู้สึกเกร็งที่สะบัก แล้วหายใจเข้าพร้อมหมุนแขนลง นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

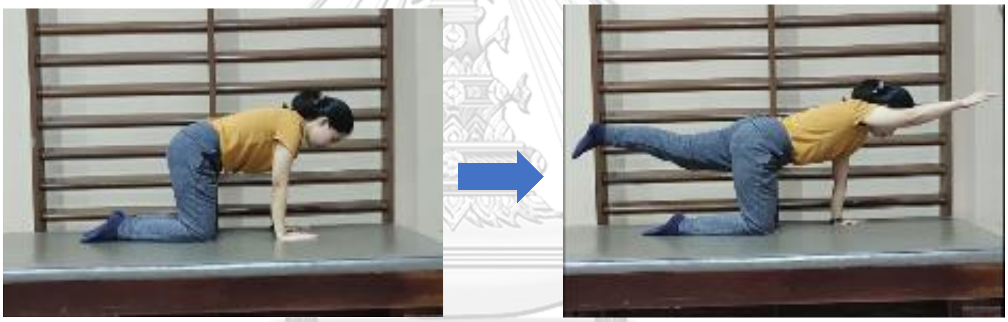


ท่าที่ 4 Bird dog*

ท่าเริ่มต้น: จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

ออกกำลังกาย: หายใจเข้าท้องป่อง แล้วหายใจออกท้องแฟบ เกร็งท้อง ให้รู้สึกเหมือนดึงสะดือชิดหลัง ไม่ให้หลังแอ่น พร้อมกับยกแขนขวาและขาซ้ายขึ้น ค้างไว้ 5 วินาที จากนั้นหายใจเข้ากลับสู่ท่าเริ่มต้น แล้วสลับทำด้านตรงข้าม สลับทำซ้ายขวาครบนับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 5 Cat - cow stretch

ท่าเริ่มต้น: จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

ออกกำลังกาย: หายใจเข้าท้องป่อง พร้อมกับหย่อนท้องลง ให้หลังแอ่น และเงยหน้าขึ้น จากนั้นหายใจออก เกร็งท้อง โก่งหลังขึ้น และก้มหน้าลง นับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต

ท่าที่ 6 Trunk stretch

ท่าเริ่มต้น: จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

ออกกำลังกาย: หายใจเข้าพร้อมกับค่อย ๆ เลื่อนมือ 2 ข้างไปด้านหน้าจนหน้าผากแตะพื้น ขณะทำให้รู้สึกตึงข้อไหล่ด้านหน้า หน้าอก และลำตัวด้านหน้า ค้างไว้ 30 วินาที จากนั้นกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

จำนวนครั้ง: ทำซ้ำ 3 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การผ่อนคลายร่างกายหลังออกกำลังกาย (Cool down)

ท่าที่ 1 เอียงคอซ้าย-ขวา

รายละเอียด: ยืนตรง มือหนึ่งเท้าเอว อีกมือออกแรงดึงศีรษะให้เอียงซ้ายหรือขวาจนรู้สึกตึงต้นคอด้านตรงข้ามกับที่เอียง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกด้าน
จำนวนครั้ง: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 2 ก้มหน้า-เงยหน้า

<u>รายละเอียด:</u> - ยืนตรง มือ 2 ข้างประสานกันที่ด้านหลังศีรษะ เก็บคางชิดอก จากนั้นออกแรงที่มือกดศีรษะลงในท่าก้มหน้าจนรู้สึกตึงต้นคอด้านหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

- ยืนตรง มือ 2 ข้างแตะกัน (เหมือนท่าพนมมือ) ไว้ใต้คาง จากนั้นออกแรงที่มือดันคางให้หน้าเงยขึ้นจนรู้สึกตึงต้นคอด้านหน้า ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 3 แขนไขว้

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง ยกแขนขวาไปทางไหล่ซ้าย แล้วใช้แขนซ้ายกดแขนขวาชิดลำตัวจนรู้สึกตึงที่ต้นแขนขวาและสะบักขวา ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 4 ยืดต้นขาด้านหน้า

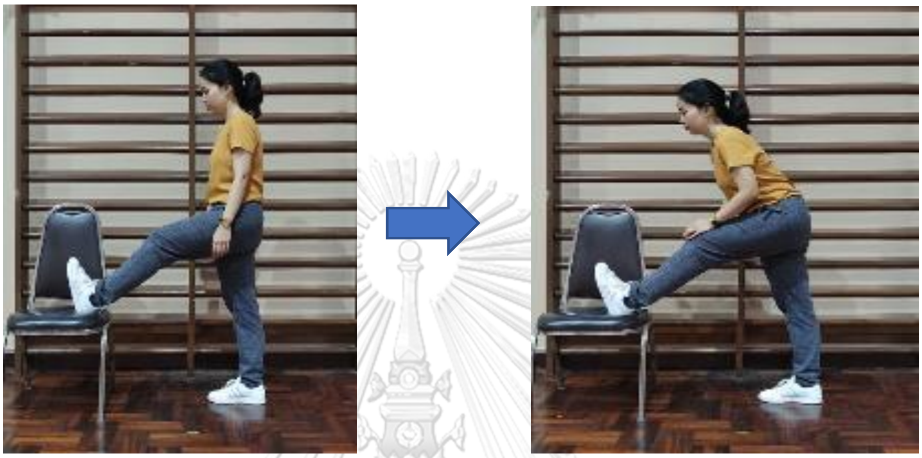
<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง (สามารถใช้มือเกาะเพื่อรักษาการทรงตัวได้) แล้วค่อย ๆ ก้าวถอยเท้าซ้ายไปด้านหลังปลายเท้าจิกพื้น พร้อมกับค่อย ๆ ย่อเข่าขวาลง ถอยขาซ้ายไปด้านหลังจนรู้สึกตึงต้นขาซ้ายด้านหน้า ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 5 ยืดต้นขาด้านหลัง

รายละเอียด: ยกขาวางบนเก้าอี้หรือเตียง งอเข่าเล็กน้อย กระดกปลายเท้าขึ้น จากนั้นค่อย ๆ โน้มตัวไปด้านหน้า จนรู้สึกตึงต้นขาด้านหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

จำนวนครั้ง: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง



ท่าที่ 6 ยืดหลัง (Child's pose)

รายละเอียด: นั่งคุกเข่า แล้วค่อย ๆ เลื่อนมือทั้ง 2 ข้างไปด้านหน้า ให้พยายามยืดแขนเลื่อนไปด้านหน้าให้ได้มากที่สุด จนรู้สึกตึงที่สะบักและหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จำนวนครั้ง: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน

<u>แบบบันทึกการอบอุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกาย (Warm up)</u>

วัน/เดือน/ปี โปรแกรม																								
Warm up 1 เอียงคอซ้าย-ขวา, ก้มหน้า-เงยหน้า																								
Warm up 2 ยกแขนขึ้นลง																								
Warm up 3 กางแขนขึ้นลง																								
Warm up 4 กางหุบแขน																								
Warm up 5 เอียงตัวซ้ายขวา																								
Warm up 6 ยกขา-กางขา- เหยียดขา																								

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน

แบบบันทึกการออกกำลังกาย (Exercise)

วัน/เดือน/ปี โปรแกรม																								
Exercise 1* Thoracic extension																								
Exercise 2* Y exercise																								
Exercise 3 Pectoralis muscle stretch																								
Exercise 4 Wall stretch																								
Exercise 5* Thoracic rotation																								
Exercise 6* Prone press																								

*เพิ่มจำนวนครั้งการออกกำลังกายทุก 2 สัปดาห์

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน

<u>แบบบันทึกการผ่อนคลายร่างกายหลังออกกำลังกาย (Cool down)</u>

วัน/เดือน/ปี โปรแกรม																								
Cool down 1 เอียงคอซ้าย-ขวา																								
Cool down 2 ก้มหน้า-เงยหน้า																								
Cool down 3 แขนไขว้																								
Cool down 4 ยืดต้นขาด้านหน้า																								
Cool down 5 ยืดต้นขาด้านหลัง																								
Cool down 6 ยืดหลัง																								

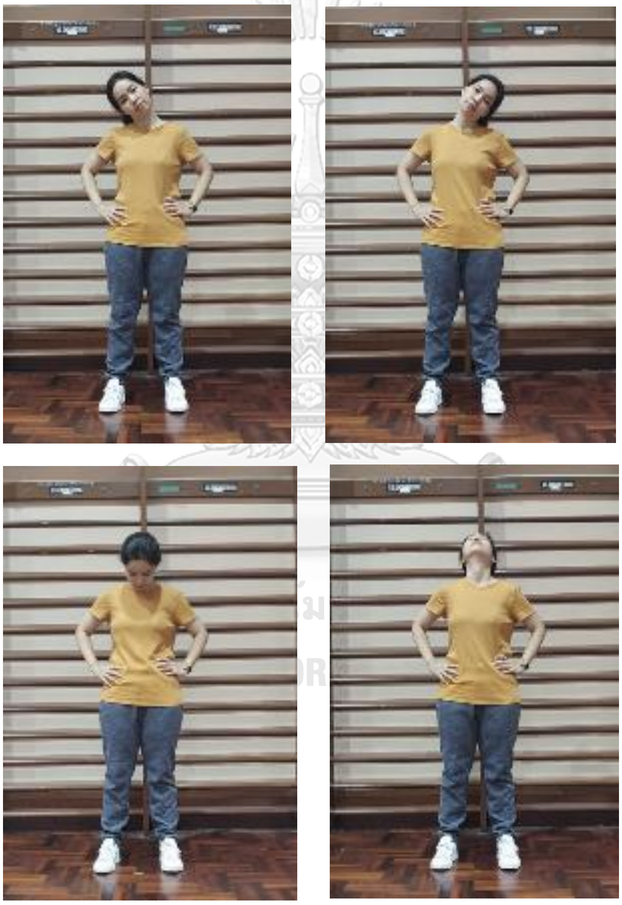
โปรแกรมออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน

การอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกาย (Warm up)

ท่าที่ 1 เอียงคอซ้าย-ขวา, ก้มหน้า-เงยหน้า

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ มือเท้าเอว แล้วเอียงคอซ้าย-ขวา-ก้มหน้า-เงยหน้า นับเป็น 1 รอบ

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 รอบ



ท่าที่ 2 ยกแขนขึ้นลง

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ ยกแขนขึ้นจนสุด ไม่เหวี่ยงแขน จากนั้นลดแขนลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

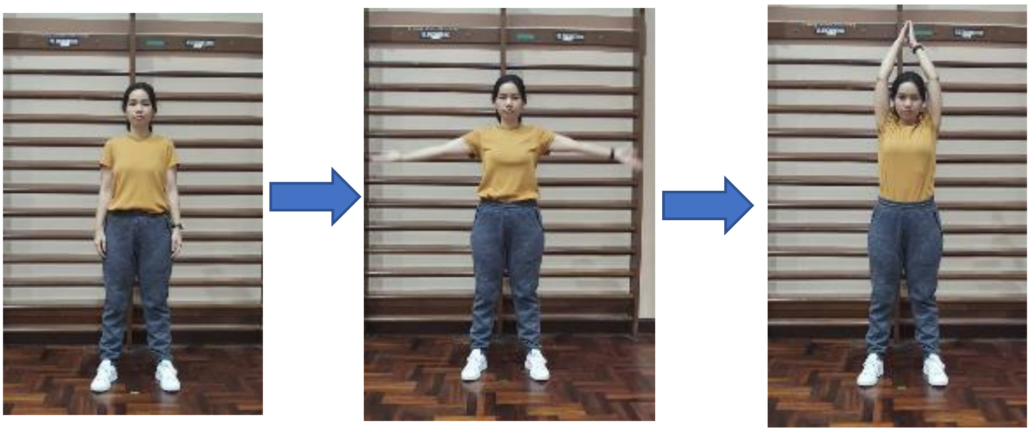
<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 ครั้ง

ท่าที่ 3 กางแขนขึ้นลง

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ แล้วกางแขนขึ้นจนมือ 2 ข้างมาแตะกันเหนือศีรษะ ไม่เหวี่ยงแขน จากนั้นลดแขนลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

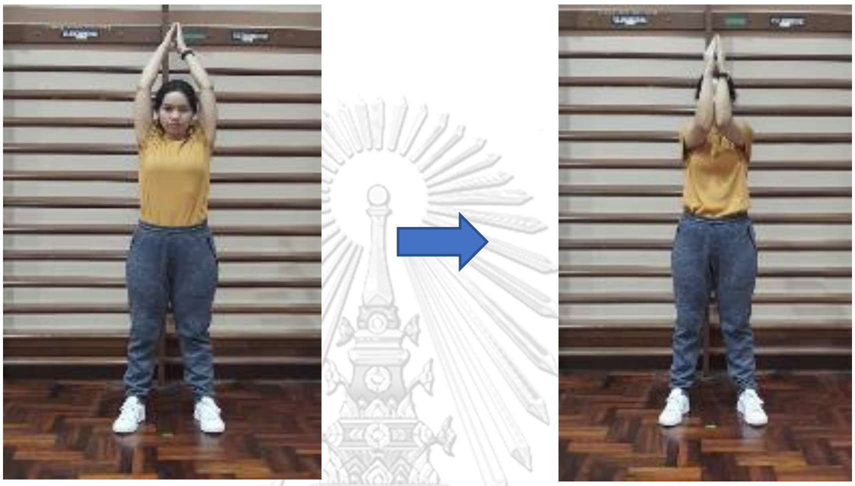
<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 ครั้ง



ท่าที่ 4 กางหุบแขน

รายละเอียด: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ กางแขน 2 ข้างขึ้นเท่าระดับไหล่ งอศอก หันฝ่ามือมาด้านหน้า แล้วหุบแขนมาด้านหน้า ให้ฝ่ามือและแขนท่อนล่างทั้ง 2 ข้างแตะกัน จากนั้นกางแขนกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จำนวนครั้ง: 8 ครั้ง



ท่าที่ 5 เอียงตัวซ้ายขวา

รายละเอียด: ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ศอกเหยียดตรง เอียงตัวไปทางซ้ายและขวา นับเป็น 1 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จำนวนครั้ง: 8 ครั้ง

ท่าที่ 6 ยกขา-กางขา-เหยียดขา

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง กางขาออกเท่าช่วงไหล่ (มือฝั่งตรงข้ามสามารถจับเพื่อทรงตัวได้) จากนั้นยกขาขึ้นไปด้านหน้า-กางขาไปด้านข้าง-เหยียดขาไปด้านหลัง (เข่าเหยียดตรงและปลายเท้าชี้ไปด้านหน้าในทุกทิศทาง)

<u>จำนวนครั้ง</u>: 8 รอบ แล้วสลับทำอีกข้าง

การออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมรูปแบบที่แนะนำในปัจจุบัน

ท่าที่ 1 Thoracic extension*

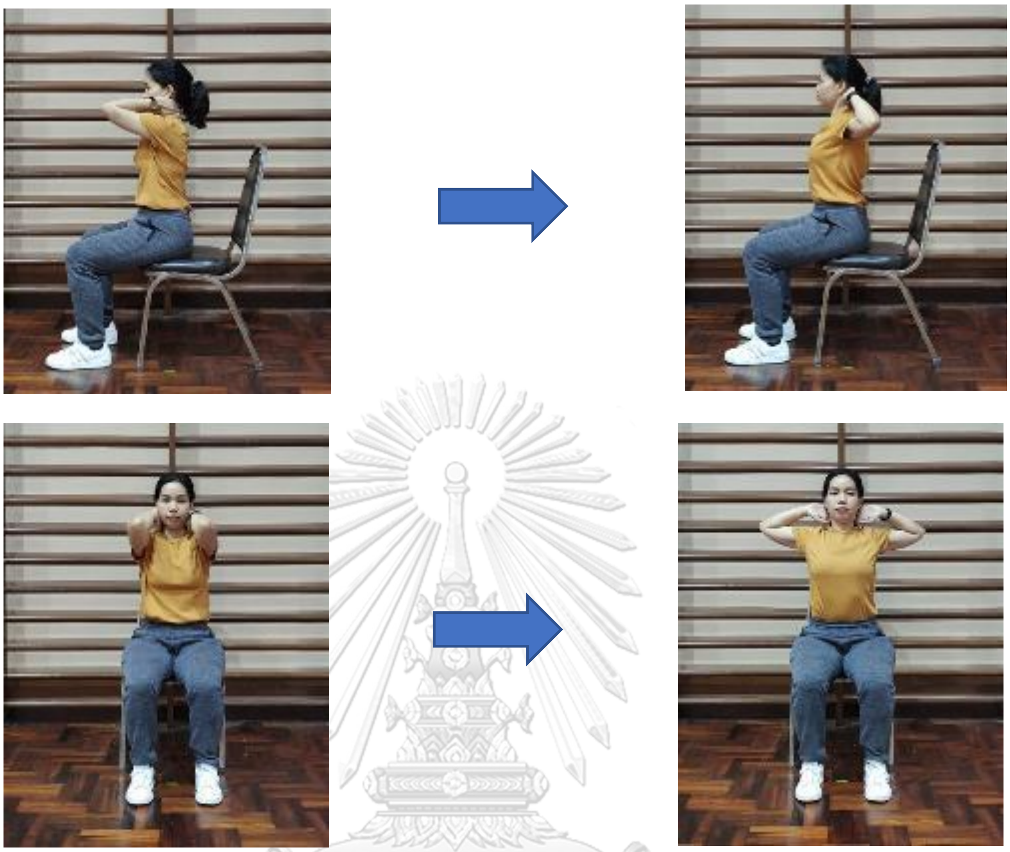
<u>ท่าเริ่มต้น</u>: นั่งยืดตัวตรง เข่างอ 90 องศา เท้าวางเหยียบพื้นเต็มเท้า มือ 2 ข้างประสานกันที่หลังต้นคอ ข้อศอกชี้ไปด้านหน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ออกกำลังกาย:</u> หายใจเข้าพร้อมกับดันศอกออกด้านข้าง ยืดตัวขึ้น ให้รู้สึกตึงที่บริเวณหน้าอก และให้รู้สึกเหมือนสะบัก 2 ข้างชิดเข้าหากัน จากนั้นหายใจออกพร้อมกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



ท่าที่ 2 Y exercise*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

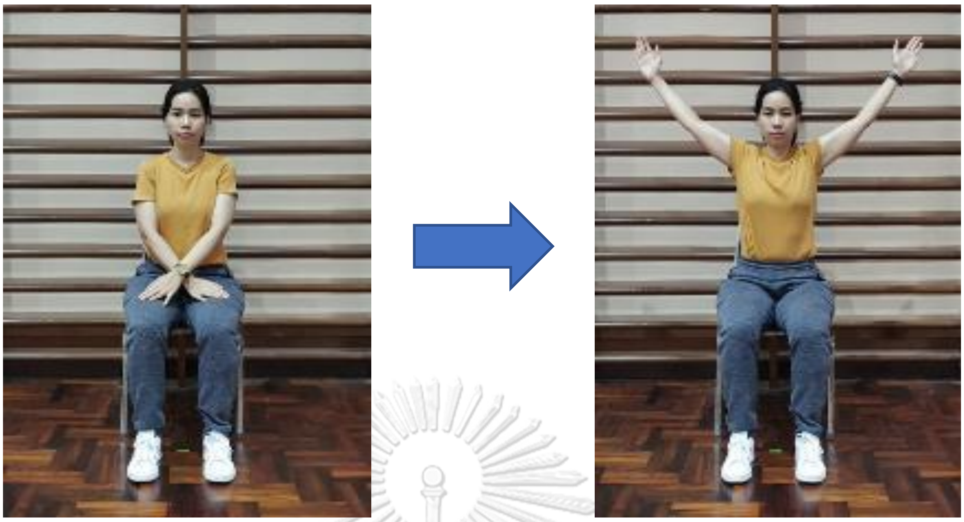
<u>ท่าเริ่มต้น</u>: นั่งยืดตัวตรง เข่างอ 90 องศา เท้าวางเหยียบพื้นเต็มเท้า แขน 2 ข้างวางไขว้กันที่หน้าต้นขา

<u>ออกกำลังกาย:</u> หายใจออกพร้อมกับยกแขนขึ้นในทิศเฉียงขึ้นเหนือศีรษะเหมือนตัว Y (scapula plane) นิ้วโป้งชี้ขึ้นด้านบน ขณะทำให้รู้สึกสะบักชิดเข้าหากันและเคลื่อนลงด้านล่าง จากนั้นหายใจเข้าพร้อมกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



ท่าที่ 3 Pectoralis muscle stretch

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: ยืนหันหน้าเข้าหามุมผนัง ยกแขนทั้ง 2 ข้างแตะผนังข้างละด้าน งอศอก 90 องศา

<u>ออกกำลังกาย:</u> ค่อย ๆ โน้มตัวไปด้านหน้า โดยที่เท้าวางอยู่ที่กับที่ จนรู้สึกตึงบริเวณหน้าอก ค้างไว้ 30 วินาที แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 4 Wall stretch

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: ยืนหันหน้าเข้าผนัง วางมือทั้ง 2 ข้างบนผนัง ความสูงอยู่ระดับเดียวกับข้อไหล่ จากนั้นก้าวถอยออกมาจนแขนเหยียดตรง

<u>ออกกำลังกาย:</u> หายใจเข้าพร้อมกับเลื่อนมือทั้ง 2 ข้างขึ้นจนสุดแขน จากนั้นแอ่นตัวไปด้านหลังและเงยหน้า ค้างไว้ 30 วินาที แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

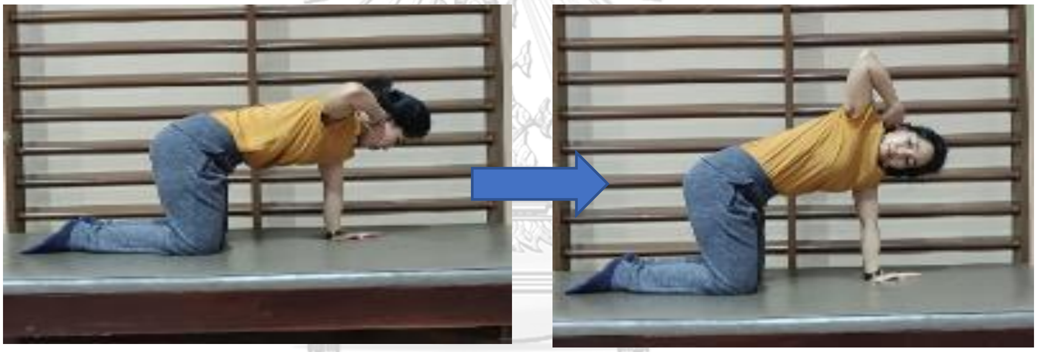
<u>จำนวนครั้ง</u>: ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 5 Thoracic rotation*

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: จัดท่าตั้งคลาน (quadruped position) มือ 2 ข้างวางตรงกับข้อไหล่ และเข่า 2 ข้างวางตรงกับข้อสะโพก

<u>ออกกำลังกาย:</u> มือขวาวางที่ด้านหลังต้นคอ กางศอกออกด้านข้าง จากนั้นหายใจออกพร้อมบิดตัวและหันหน้าไปทางขวาแล้วหายใจเข้ากลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง เมื่อทำครบจำนวนครั้งที่กำหนด ให้สลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

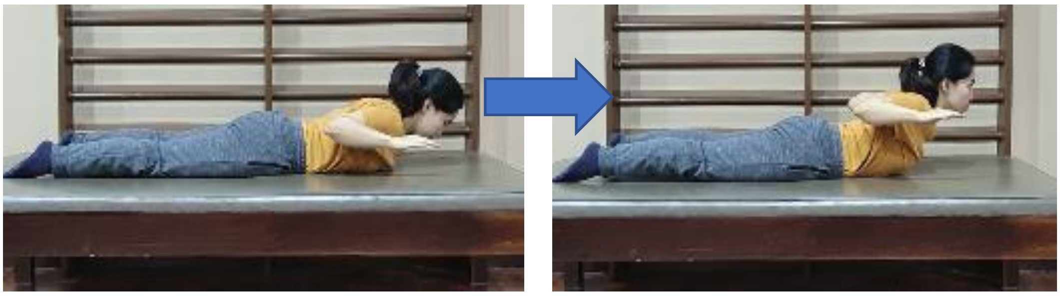
ท่าที่ 6 Prone press*

<u>ท่าเริ่มต้น</u>: นอนคว่ำ ยกศีรษะขึ้นจากพื้นเล็กน้อย โดยให้ใบหน้าขนานกับพื้น มือ 2 ข้างวางระดับเดียวกับข้อไหล่ แล้วยกขึ้นจากพื้นเล็กน้อย

<u>ออกกำลังกาย:</u> หายใจออกพร้อมกับค่อย ๆ ยกหน้าอกลอยขึ้นจากพื้น พร้อมกับดึงสะบักชิดเข้าหากัน ขณะทำให้รู้สึกเกร็งที่หลังและสะบัก จากนั้นหายใจเข้า กลับสู่ท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง

<u>จำนวนครั้ง</u>: - สัปดาห์ 1 - 2: 10 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 3 - 4: 12 ครั้ง/เซต, 3 เซต
- สัปดาห์ 5 - 6: 16 ครั้ง/เซต, 3 เซต

- สัปดาห์ 7 - 8: 20 ครั้ง/เซต, 3 เซต



การผ่อนคลายร่างกายหลังออกกำลังกาย (Cool down)

ท่าที่ 1 เอียงคอซ้าย-ขวา

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง มือหนึ่งเท้าเอว อีกมือออกแรงดึงศีรษะให้เอียงซ้ายหรือขวาจนรู้สึกตึงต้นคอด้านตรงข้ามกับที่เอียง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกด้าน

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 2 ก้มหน้า-เงยหน้า

<u>รายละเอียด:</u> - ยืนตรง มือ 2 ข้างประสานกันที่ด้านหลังศีรษะ เก็บคางชิดอก จากนั้นออกแรงที่มือกดศีรษะลงในท่าก้มหน้าจนรู้สึกตึงต้นคอด้านหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

- ยืนตรง มือ 2 ข้างแตะกัน (เหมือนท่าพนมมือ) ไว้ใต้คาง จากนั้นออกแรงที่มือดันคางให้หน้าเงยขึ้นจนรู้สึกตึงต้นคอด้านหน้า ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 3 แขนไขว้

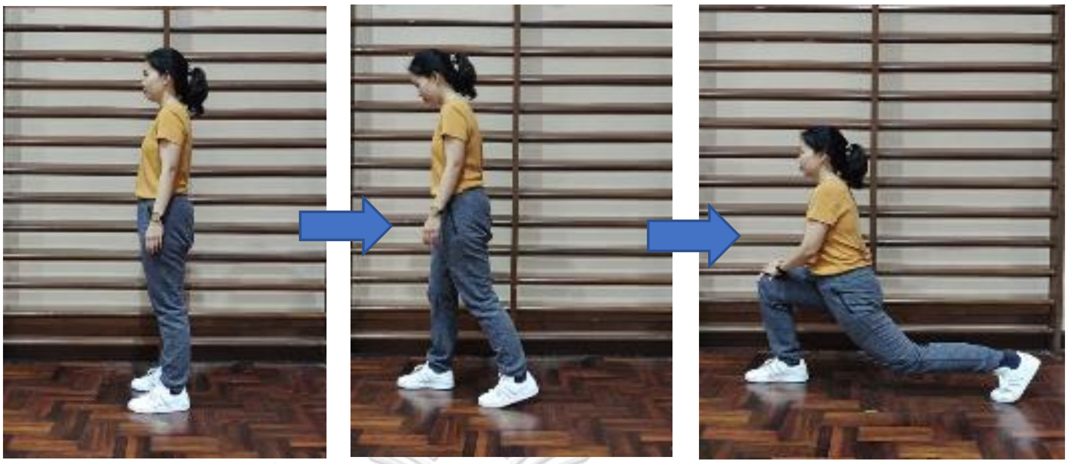
<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง ยกแขนขวาไปทางไหล่ซ้าย แล้วใช้แขนซ้ายกดแขนขวาชิดลำตัวจนรู้สึกตึงที่ต้นแขนขวาและสะบักขวา ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 4 ยืดต้นขาด้านหน้า

<u>รายละเอียด:</u> ยืนตรง (สามารถใช้มือเกาะเพื่อรักษาการทรงตัวได้) แล้วค่อย ๆ ก้าวถอยเท้าขวาไปด้านหลังปลายเท้าจิกพื้น พร้อมกับค่อย ๆ ย่อเข่าขวาลง ถอยขาซ้ายไปด้านหลังจนรู้สึกตึงต้นขาซ้ายด้านหน้า ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง



ท่าที่ 5 ยืดต้นขาด้านหลัง

<u>รายละเอียด:</u> ยกขาวางบนเก้าอี้หรือเตียง งอเข่าเล็กน้อย กระดกปลายเท้าขึ้น จากนั้นค่อย ๆ โน้มตัวไปด้านหน้า จนรู้สึกตึงต้นขาด้านหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น และสลับทำอีกข้าง

<u>จำนวนครั้ง</u>: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ท่าที่ 6 ยืดหลัง (Child’s pose)

รายละเอียด: นั่งคุกเข่า แล้วค่อย ๆ เลื่อนมือทั้ง 2 ข้างไปด้านหน้า ให้พยายามยืดแขนเลื่อนไปด้านหน้าให้ได้มากที่สุด จนรู้สึกตึงที่สะบักและหลัง ค้างไว้แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จำนวนครั้ง: ค้างไว้ 30 วินาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปัญญูภรณ์ หมายดี
วัน เดือน ปี เกิด	24 ตุลาคม 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	176/120 หมู่ 1 ซ.วัดโพธิ์ 12 ถ.วัดโพธิ์ ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84000 สถานที่ทำงาน แผนกกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี
ผลงานตีพิมพ์	Proceeding เรื่อง " ผลของการออกกำลังกายเพื่อลดภาวะกระดูกสันหลังค่อมแบบหลายมิติต่อมุมส่วนโค้งของกระดูกสันหลังระดับอกและความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกร่วมกับงอเข่าในผู้หญิงที่มีภาวะกระดูกสันหลังค่อมจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม (Effects of multidimensional hyperkyphotic corrective exercise on thoracic kyphotic angle and hamstrings muscle length in women with postural hyperkyphosis) " ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 19 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (The 19th KU KPS National Conference)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY