รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของท่าทางการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่าง

(Effects of Foot Position during Plank Exercise on Electromyographic Activity of Abdominal and Lower Extremity Muscles)

นางศิริรัตน์ เกียรติกูลานุสรณ์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนจากรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 555449

สัญญาเลขที่ 43/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของท่าทางการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่าง

(Effects of Foot Position during Plank Exercise on Electromyographic Activity of Abdominal and Lower Extremity Muscles)

นางศิริรัตน์ เกียรติกูลานุสรณ์

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ จากเงินอุดหนุนจากรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 43/2560

ศิริรัตน์ เกียรติกูลานุสรณ์ (ผู้วิจัย)

30 สิงหาคม 2561

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร
(Executive Summary)

ข้าพเจ้า อาจารย์ศิริรัตน์ เกียรติกูลานุสรณ์ ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัย จากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภทงบประมาณเงินรายได้ จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) มหาวิทยาลัยบูรพา โครงการวิจัย เรื่อง ผลของท่าทางการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่าง (Effects of Foot Position during Plank Exercise on Electromyographic Activity of Abdominal and Lower Extremity Muscles) รหัสโครงการ 555449 สัญญาเลขที่ 43/2560 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 97,550 บาท (เก้าหมื่นเจ็ดพันห้าร้อยห้าสิบบาทถ้วน) ระยะเวลาการดำเนินงาน 1 ปี 2 เดือน (ระหว่างวันที่ 15 มิถุนายน 2560 (วันที่ทำสัญญา) ถึง วันที่ 30 สิงหาคม 2561)

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำเป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางร่างกายสำหรับบุคคลทั่วไป ผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่าง และนักกีฬา ความมั่นคงของการทรงท่าขณะแพลงค์คว่ำต่างกันเมื่อท่าทางข้อสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบแน่ชัดว่าส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างอย่างไร

วัตถุประสงค์: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของกล้ามหน้าท้องและรยางค์ล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำด้วยการกางสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า

วิธีการศึกษา: ผู้ร่วมวิจัยชายสุขภาพดี 20 คน ได้รับการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) และวิเคราะห์ค่า %MVC ของ rectus abdominis (RA), external abdominis oblique (EO), internal abdominal oblique (IO), rectus femoris (RF), adductor longus (ADL), tensor fasciae latae (TF), vastus medialis oblique (VMO) และ vastus lateralis (VL) เปรียบเทียบระหว่างท่าแพลงค์คว่ำด้วยการกางสะโพก 3 แบบ คือ สะโพกหุบ (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และสะโพกกาง (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า

ผลการศึกษา: ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างของ EMG ของ EO, RA, RF, VMO และ VL ทั้ง 2 ข้าง แต่มีความแตกต่างของ EMG ของ IO, TF และ ADL ทั้ง 2 ข้าง ระหว่างท่าทางการกางสะโพกแต่ละแบบจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะแพลงค์คว่ำ โดยกล้ามเนื้อ IO และ TF ทำงานมากที่สุดขณะ AB และทำงานน้อยที่สุดขณะ AD กล้ามเนื้อ ADL ทำงานน้อยที่สุดขณะ NP

สรุป: การเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานของกล้ามเนื้อ IO, TF และ ADL ได้ ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยท่าแพลงค์คว่ำสามารถปรับความยากได้ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า โดยควรเริ่มต้นการฝึกด้วยท่าหุบสะโพกและกางสะโพกมากขึ้นเมื่อต้องการเพิ่มความยาก

Output / Outcome

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ: อยู่ในระหว่างรอการตีพิมพ์ในวารสารธรรมศาสตร์เวชสาร ปีที่ 18 ฉบับที่ 4 ฐานข้อมูล TCI ระดับ 1 ในชื่อเรื่อง “ผลของการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าในท่าแพลงค์คว่ำต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างในชายสุขภาพดี”

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ: อยู่ระหว่างการติดต่อประสานงานกับกองพันทหารปืนใหญ่ที่ 21 กรมทหารปืนใหญ่ที่ 2 รักษาพระองค์ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ โดยการเผยแพร่ผลงานวิจัยและ

เอกสารแนะนำการออกกำลังกายด้วยท่าแพลงค์คว่ำด้วยท่าทางการวางเท้า (ตำแหน่งการวางเท้า) แบบต่างๆ ซึ่งได้จากการวิจัยไปใช้ในกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงแก่พลทหารและกำลังพลภายในกองพันทหารปืนใหญ่ที่ 21 กรมทหารปืนใหญ่ที่ 2 รักษาพระองค์

ข้อเสนอแนะ

การนำไปใช้ประโยชน์ทางคลินิก: การออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำเป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางร่างกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความมั่นคงแก่ลำตัวโดยการปรับปรุงการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อลำตัวและรยางค์ เป็นท่าที่เหมาะกับผู้ที่เริ่มต้นการฝึก หรือการฟื้นฟูผู้ป่วยปวดหลังที่มีปัญหาการขาดความมั่นคงของแกนกลาง (spinal instability) อยู่ เนื่องจากขณะแพลงค์คว่ำไม่มีการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังขณะออกกำลังกายที่อาจกระตุ้นอาการปวดหลังได้ และจากข้อค้นพบของการศึกษานี้จึงเพิ่มเติมว่าท่าแพลงค์คว่ำนั้นควรเริ่มต้นการฝึกด้วยการหุบสะโพก ขาทั้ง 2 ข้างชิดกัน ตำแหน่งเท้าชิดกัน จากนั้นจึงเพิ่มความยากไปเป็นกางขาและวางตำแหน่งเท้าเท่ากับความกว้างเชิงกราน และกางขาวางตำแหน่งเท้ากว้างกว่าความกว้างเชิงกราน ตามลำดับ ซึ่งเป็นการเพิ่มความยากโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะการศึกษาต่อไปในอนาคต: การศึกษานี้มีข้อจำกัด คือ มีจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยน้อย ทำการศึกษาในเพศชายเท่านั้น และเป็นการศึกษาภาคตัดขวางไม่มีการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรม จึงอาจจำกัดการนำผลการศึกษาไปใช้ในการฝึกออกกำลังกายในคนทั่วไป ดังนั้นการศึกษาต่อไปควรมีการศึกษาในจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยที่มากขึ้น หรือศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าต่อไป

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำเป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางร่างกายสำหรับบุคคลทั่วไป ผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่าง และนักกีฬา ความมั่นคงของการทรงท่าขณะแพลงค์คว่ำต่างกันเมื่อท่าทางข้อสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบแน่ชัดว่าส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างอย่างไร

วัตถุประสงค์: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของกล้ามหน้าท้องและรยางค์ล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำด้วยการกางสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า

วิธีการศึกษา: ผู้ร่วมวิจัยชายสุขภาพดี 20 คน ได้รับการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) และวิเคราะห์ค่า %MVC ของ rectus abdominis (RA), external abdominis oblique (EO), internal abdominal oblique (IO), rectus femoris (RF), adductor longus (ADL), tensor fasciae latae (TF), vastus medialis oblique (VMO) และ vastus lateralis (VL) เปรียบเทียบระหว่างท่าแพลงค์คว่ำด้วยการกางสะโพก 3 แบบ คือ สะโพกหุบ (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และสะโพกกาง (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า

ผลการศึกษา: ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างของ EMG ของ EO, RA, RF, VMO และ VL ทั้ง 2 ข้าง แต่มีความแตกต่างของ EMG ของ IO, TF และ ADL ทั้ง 2 ข้าง ระหว่างท่าทางการกางสะโพกแต่ละแบบจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะแพลงค์คว่ำ โดยกล้ามเนื้อ IO และ TF ทำงานมากที่สุดขณะ AB และทำงานน้อยที่สุดขณะ AD กล้ามเนื้อ ADL ทำงานน้อยที่สุดขณะ NP

สรุป: การเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานของกล้ามเนื้อ IO, TF และ ADL ได้ ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยท่าแพลงค์คว่ำสามารถปรับความยากได้ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า โดยควรเริ่มต้นการฝึกด้วยท่าหุบสะโพกและกางสะโพกมากขึ้นเมื่อต้องการเพิ่มความยาก

คำสำคัญ: 1. แพลงค์ 2. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 3. กล้ามเนื้อหน้าท้อง 4. กล้ามเนื้อรยางค์ล่าง 5. ตำแน่งการวางเท้า

Abstract

Background: The prone plank exercise is core stability exercise for general people, low back pain patients and athletes. The difference of hip positions due to foot variations influences stability of prone plank positions. However, there is no evidence to support the effects of foot position variations during prone plank on abdominal and lower extremity muscle activations.

Objective: The purpose of this study was to investigate muscle activity of abdominal and lower extremity muscles during prone plank with different hip positions following foot position variations.

Method: Twenty healthy males participated in this study. They were recorded electromyography (EMG) and compared to the %MVC of rectus abdominis (RA), external abdominis oblique (EO), internal abdominal oblique (IO), rectus femoris (RF), adductor longus (ADL), tensor fasciae latae (TF), vastus medialis oblique (VMO) and vastus lateralis (VL) between prone plank with 3 different hip positions following foot position variations that were hip adduction (AD), neutral position of the hip (NP) and hip abduction (AB).

Result: The result showed that there was no significant difference of EO, RA, RF, VMO and VL EMG activities. However, there were significant differences in the use of IO, TF and ADL EMG activities between the deferent hip positions following foot position variations during prone plank. The IO and TF muscles functioned the most during AB while the least during AD position. The ADL muscles functioned the least particularly during NP position.

Conclusion: The alteration of foot position during prone plank exercise was able to change IO, TF and ADL activities. Therefore, the difficulty level of prone plank exercise could be adjusted in according to the alteration of foot position. The training program should start from hip adduction to the greatest extent with hip abduction.

Key words: 1. plank 2. electromyography 3. abdominal muscle
4. lower extremity muscle 5. foot position

สารบัญเรื่อง

หน้า

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) ..... ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร ..... ข
บทคัดย่อ ..... ง
Abstract ..... จ
สารบัญเรื่อง ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูปภาพ ..... ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย ..... ญ
บทนำ (Introduction) 1
เนื้อหาของเรื่องที่เคยมีผู้ทำการวิจัยมาก่อน 1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา 3
วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย 5
กรอบแนวคิดการวิจัย 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
เนื้อเรื่อง (Main body) 8
วิธีดำเนินการวิจัย (Materials & Method) 8
ผลการวิจัย (Results) 20
อภิปรายผลการวิจัย (Discussion) 23
สรุปและเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย 26
สรุปผลการวิจัย 26
ข้อจำกัดของงานวิจัย ข้อเสนอแนะ และประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลงานวิจัย 26
ผลผลิต (Output) 27
ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ 27
การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ 27
เอกสารอ้างอิง (Reference) 28
ภาคผนวก 31
ประวัตินักวิจัย 34

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงผลของท่าทางข้อสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะแพลงค์ต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่าง (n=20) 20

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดโครงการวิจัย 6
รูปที่ 2 ท่า elbow plank (lateral view) 10
รูปที่ 3 ตำแหน่งการติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ rectus abdominis (RA) 12
รูปที่ 4 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ external abdominal oblique (EO) 12
รูปที่ 5 การติดขั้วรับสัญญาณทั้ง 4 จุด ของกล้ามเนื้อ internal abdominal oblique (IO) 13
รูปที่ 6 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ tensor fasciae latae (TF) 13
รูปที่ 7 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ adductor longus (ADL) 13
รูปที่ 8 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ rectus femoris (RF) 14
รูปที่ 9 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ vastus lateralis oblique (VL) 14
รูปที่ 10 ท่า elbow plank ร่วมกับหุบสะโพก ขาชิดกัน ตำแหน่งเท้าชิดกัน (hip adduction: AD) (lateral view) 15
รูปที่ 11 ท่า elbow plank ร่วมกับสะโพกอยู่ในแนวกลาง (hip neutral position: NP) ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันเท่ากับระยะระหว่าง ASIS (top view) 15
รูปที่ 12 ท่า elbow plank ร่วมกับสะโพกกาง (hip abduction: AB) ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันกว้างกว่าระยะระหว่าง ASIS ข้างละ 20 เซนติเมตร (posterior view) 16
รูปที่ 13 การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ rectus abdominis (RA) 16
รูปที่ 14 การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ external abdominal oblique (EO) และ internal abdominal oblique (IO) 17
รูปที่ 15 การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ tensor fasciae latae (TF) ด้านซ้าย 17
รูปที่ 16 ท่าทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ rectus femoris, Vastus medialis oblique, Vastus lateralis 18
รูปที่ 17 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 19

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างข้างขวา ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยการหุบสะโพก (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และกางสะโพก (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า 21

แผนภูมิที่ 2 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างข้างซ้าย ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยการ หุบสะโพก (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และกางสะโพก (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า 21

แผนภูมิที่ 3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ VMO:VL ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยการหุบสะโพก (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และกางสะโพก (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า..... 22

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

EMG	Electromyography
MVC	Maximum voluntary contraction
RA	Rectus abdominis
EO	External abdominis oblique
IO	Internal abdominal oblique
RF	Rectus femoris
ADL	Adductor longus
TF	Tensor fasciae latae
VMO	Vastus medialis oblique
VL	Vastus lateralis (VL)
AD	Hip adduction position
NP	Hip neutral position
AB	Hip abduction position

บทนำ (Introduction)

เนื้อหาของเรื่องที่เคยมีผู้ทำการวิจัยมาก่อน

จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Ekstrom, Donatelli, and Carp (2007) ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายในท่าต่างๆ ทั้งหมด 9 ท่า ได้แก่ active hip abduction, bridge, unilateral-bridge, side-bridge, prone-bridge on elbows and toes, quadruped arm/lower extremity lift, lateral step-up, standing lunge, and using the Dynamic edge โดยให้อาสาสมัครจำนวน 20 คน โดยเป็น ชาย 11 คน และหญิง 9 คน วัด EMG เพื่อศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อ rectus abdominis muscle, external abdominal oblique muscle, longissimus thoracis muscle, lumbar multifidus muscle, gluteus maximus muscle, gluteus medius muscle, vastus medialis obliquus muscle, and hamstring muscles ผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อ vastus medialis obliquus (VMO) ทำงานมากกว่า 45% maximum voluntary isometric contraction (MVIC) ในท่า lateral step-up และท่า lunge exercises ดังนั้นท่าดังกล่าวจึงเหมาะที่จะออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ VMO ขณะที่ท่า side-bridge เหมาะที่จะออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ gluteus medius และ external oblique abdominis และท่า quadruped arm/lower extremity lift น่าจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ gluteus maximus ได้ นอกจากนี้ท่าออกกำลังกายอื่นในการศึกษานี้นั้นกล้ามเนื้อที่ศึกษาทำงานน้อยกว่า 45% MVIC ดังนั้นจึงเหมาะแก่การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อเหล่านี้ในผู้ที่สุขภาพดี

รายงานของ Peterson (2013) รายงานว่าตั้งแต่ปี 1982 กองทัพเรือของสหรัฐอเมริกาใช้การทดสอบ curl-up เพื่อประเมินความทนทานของกล้ามเนื้อแกนลางซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบความพร้อมของกำลังพล ทำให้เกิดการงอลำตัวซ้ำๆ จะส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของหลังส่วนล่างของกำลังพล จึงแนะนำให้ใช้ standard front plank แทน

การศึกษาของ Schoenfeld et al. (2014) ศึกษาการทำงานของ core muscle ได้แก่ กล้ามเนื้อ upper rectus abdominis, lower abdominal stabilizers and external oblique โดยใช้ surface electromyography ในอาสาสมัคร 19 คน ขณะออกกำลังกายท่า tradition prone plank และ modified plank ได้แก่ plank with long-lever (plank ร่วมกับยื่นแขนขึ้นไปทางด้านศีรษะ), plank with posterior tilt และ plank with long lever posterior tilt ผลจากการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อ upper rectus abdominis, lower abdominal stabilizers และ external oblique ขณะออกกำลังท่า long-lever posterior-tilt plank ทำงานมากกว่าท่า traditional prone plank และขณะทำท่า long-lever planks กล้ามเนื้อ upper rectus abdominis และ lower abdominal stabilizers ทำงานกว่าขณะ traditional plank อีกทั้งขณะ posterior tilt plank กล้ามเนื้อ external oblique ทำงานกว่าขณะ traditional plank จึงสรุปว่าท่า long-lever posterior-tilt plank ส่งเสริมการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องมากกว่าท่า traditional prone plank และการยื่นแขนขึ้นไปทางศีรษะ (long lever) ขณะ plank มีแนวโน้มส่งเสริมการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องมากกว่าการ posterior tilt

การศึกษาของ Czaprowski et al. (2014) ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ได้แก่ rectus abdominis (RA), the external oblique (EO) และ internal oblique-transversus abdominis (IO-TA) ด้วย surface EMG ขณะ prone, side และ supine bridge บนพื้นที่มั่นคงและไม่มั่นคง (Swiss ball) โดยศึกษาในอาสาสมัคร 33 คน ผลการศึกษาพบว่าขณะ prone bridge บน Swiss Ball กล้ามเนื้อ RA, EO, IO-TA ทำงาน 44.7±19.2, 54.7±22.9, 36.8±18.6 % of MVC ตามลำดับ โดย

กล้ามเนื้อดังกล่าวทำงานน้อยที่สุดขณะ supine bridge บนพื้นที่มั่นคงและ supine bridge บน Swiss ball สัดส่วนการทำงานของกล้ามเนื้อ EO และ IO-TA ต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ RA น้อยที่สุดขณะ prone bridge บน Swiss ball และมากที่สุดขณะ prone bridge บนพื้นที่มั่นคงและขณะ supine bridges ซึ่งสรุปผลการศึกษาว่ากล้ามเนื้อหน้าท้องทำงานมากที่สุดขณะ prone bridge บน Swiss Ball ซึ่งสัดส่วนระหว่างการทำงานของกล้ามเนื้อ EO และ IO-TA ต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ RA น้อยที่สุด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้ Swiss ball ในการฝึกความมั่นคงของแกนกลางร่างกาย (core stability training)

การศึกษาของ Lee et al. (2015) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนา (เส้นผ่านศูนย์กลาง) ของกล้ามเนื้อ lateral abdominal, rectus femoris และ triceps ซึ่งวัดด้วย ultrasound imaging และความทนทานขณะ prone bridge ด้วยเท้าสัมผัสพื้น 2 ข้าง และเท้าสัมผัสพื้น 1 ข้าง ในอาสาสมัครสุขภาพดี 14 คน ผลการศึกษาพบว่าความหนาของกล้ามเนื้อ triceps มีความสัมพันธ์เชิงบวก (r=0.692) กับความทนทานขณะ prone bridge ด้วยขา 2 ข้าง และความหนาของกล้ามเนื้อ internal oblique และ transversus abdominis มีความสัมพันธ์เชิงบวก (r=0. 574) กับความทนทานขณะ prone bridge ด้วยขา 1 ข้าง ซึ่งสรุปผลการศึกษาว่าความทนทานขณะ prone bridge exercise บนพื้นที่มั่นคงมีความสัมพันธ์กับความหนาตัวของกล้ามเนื้อแขน และความทนทานขณะ prone bridge exercise บนพื้นที่ไม่มั่นคงมีความสัมพันธ์กับความหนาตัวของกล้ามเนื้อหน้าท้องชั้นลึก

การศึกษาของ Yong-Soo Kong, Woo-Jin Lee, Seol Park and Gwon-Uk Jang (2015) ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วย prone bridge 3 แบบ ได้แก่ prone bridge exercise, supine bridge exercise บน Swiss ball และ supine bridge exercise เป็นเวลา 8 สัปดาห์ต่อความหนาของกล้ามเนื้อลำตัว ได้แก่ transverse abdominis (TrA), internal oblique (IO) และ external oblique (EO) ซึ่งวัดด้วย ultrasound ในอาสาสมัครปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง 37 คน ผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายทั้ง 3 แบบ ส่งผลต่อความหนาของกล้ามเนื้อ TrA และ IO แตกต่างกัน โดย prone bridge exercise ส่งผลต่อความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO มากกว่า supine bridge exercise บน Swiss ball และ supine bridge exercises ดังนั้นจึงสรุปว่า prone bridge exercise มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความมั่นคงของลำตัวมากกว่า supine bridge exercises

การศึกษาของ Mok et al. (2015) ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ได้แก่ rectus abdominis, external oblique, internal oblique/transversus abdominis และ superficial lumbar multifidus โดยการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อผ่านผิวหนัง ((Surface electromyographic (sEMG)) ขณะ suspension exercise ในท่า hip abduction ขณะ plank, hamstring curl, chest press และ 45° row โดยทำการศึกษาในผู้ใหญ่สุขภาพดี 18 คน ผลการศึกษาพบว่า กล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนใหญ่ทำงานมากที่สุดขณะ suspension exercise ในท่า hip abduction ขณะ plank และทำงานน้อยที่สุดขณะ suspension exercise ในท่า 45° row จึงสรุปผลการศึกษาว่าระหว่างการออกกำลังกายด้วย suspension ทั้ง 4 ท่าในการศึกษานี้ suspension exercise ในท่า hip abduction ขณะ plank เหมาะแก่การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมากที่สุด อีกทั้งการออกกำลังกายด้วย suspension ทำให้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวทำงานมากกว่าการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวบนพื้นที่มั่นคงและบนพื้นที่ไม่มั่นคงวิธีอื่นในการศึกษาก่อนหน้า

การศึกษาของ Soo-Yong Kim et al. (2016) ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้อง 3 มัด ได้แก่ กล้ามเนื้อ rectus abdominis (RA), external abdominal oblique (EO), internal abdominal oblique (IO) โดยเปรียบเทียบการทำท่า plank ปกติ กับ plank ร่วมกับการทำ isometric hip adduction แบบ unilateral และ bilateral และทำการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องทั้ง 3

มัด โดยการวัด EMG ที่กล้ามเนื้อ ผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อหน้าท้องทั้ง 3 มัดมีการทำงานเพิ่มมากขึ้น เมื่ออาสาสมัครทำท่า plank ร่วมกับการทำ isometric hip adduction muscle ทั้งแบบ unilateral และ bilateral โดยขณะ plank ร่วมกับ unilateral isometric hip adduction กล้ามเนื้อ IO ทั้ง 2 ข้าง EO ทั้ง 2 ข้าง และ RA ข้างซ้าย ทำงานมากกว่าขณะ plank ร่วมกับ bilateral isometric hip adduction

การศึกษา Min-Hyeok Kang, Soo -Yong Kim, Myoung-Joo Kang, So-Hee Yoon and Jae-Seop Oh (2016) ศึกษาผลของ isometric hip adduction และ isometric hip abduction ขณะ plank ต่อการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว ได้แก่ กล้ามเนื้อ internal oblique (IO) และ external oblique (EO) ในอาสาสมัคร 19 คน โดยอาสาสมัครออกกำลังกายท่า 3 ท่า ได้แก่ traditional plank exercise (TP), plank exercise with isometric hip adduction (PHAD) และ plank exercise with isometric hip abduction (PHAB) โดยใช้ elastic band ผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายท่า plank with isometric hip adduction (PHAD) และ plank with isometric hip abduction (PHAB) กล้ามเนื้อ IO และ EO ทำงานมากกว่าขณะ traditional plank exercise และขณะ plank with isometric hip adduction (PHAD) และ plank with isometric hip abduction (PHAB) กล้ามเนื้อ IO และ EO ทำงานไม่แตกต่างกัน

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำ การเคลื่อนไหวรยางค์ขณะออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวทำงานเพิ่มมากขึ้น การให้แรงต้านต่อกล้ามเนื้อหุบสะโพก (Min-Hyeok Kang, Soo -Yong Kim, Myoung-Joo Kang, So-Hee Yoon & Jae-Seop Oh, 2016; Soo-Yong Kim, 2016) การให้แรงต้านต่อกล้ามเนื้อกางสะโพก (Min-Hyeok Kang et al., 2016) การวางข้อศอกบนพื้นที่ไม่มั่นคง (Czaprowski, 2014) การทำ posterior pelvic tilt และการวางข้อศอกเหนือต่อข้อไหล่ (long lever plank) (Schoenfeld, Contreras, Tiryaki-Sonmez, Willardson & Fontana, 2014) ส่งผลให้กล้ามเนื้อหน้าท้องทำงานมากขึ้น ขณะที่ท่าทางของสะโพกซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า (ท่าทางการวางเท้า) ที่แตกต่างกันจะมีฐานการรองรับที่ต่างกันอาจจะส่งผลต่อการรักษาสมดุลในการทรงท่าแพลงค์และการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่างที่แตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการออกกำลังกายท่า prone plank ส่วนใหญ่ไม่ระบุท่าทางของข้อสะโพกหรือตำแหน่งการวางเท้า (ท่าทางการวางเท้า) และไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาผลของปัจจัยดังกล่าวต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ ซึ่งองค์ความรู้นี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดท่าทางการออกกำลังกายท่าแพลงค์ที่เหมาะสม

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ความมั่นคงของแกนกลาง (core stability) หมายถึง ความสามารถของหลังส่วนล่าง-เชิงกราน-สะโพก (lumbo-pelvic-hip complex) ในการรักษาสมดุลไม่ให้กระดูกสันหลังเคลื่อนไหวมากเกินไปเมื่อถูกรบกวนสมดุลโดยเฉพาะเมื่อมีการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายและขณะทรงท่าทาง ซึ่งความมั่นคงของแกนกลาง (core stability) มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ ความมั่นคงเฉพาะที่ (local stability) ซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อมัดเล็ก ชั้นลึก ที่สำคัญได้แก่ transversus abdominis และ multifidus และความมั่นคงโดยทั่วไป (global stability) ซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ชั้นตื้น ที่สำคัญได้แก่ rectus abdominis และ back muscle ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลัก (prime movers) ที่ควบคุมท่าทางของกระดูกเชิงกราน และทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของลำตัวและข้อสะโพก ซึ่งความบกพร่องหรือการสูญเสียประสิทธิสภาพการทำงานของกล้ามเนื้อเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับอาการ

ปวดหลังส่วนล่าง (Hodges & Richardson, 1996; Panjabi, 1992; Richardson, Hodges & Hides, 2004) ดังนั้นนักกายภาพบำบัดจึงมุ่งเน้นและให้ความสำคัญกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (core stabilization exercise) เพื่อส่งเสริมสุขภาพและป้องกันการเกิดการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นกับกระดูกสันหลังสำหรับบุคคลทั่วไป เพื่อรักษาและฟื้นฟูความมั่นคงของกระดูกสันหลังในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง ตลอดจนเพื่อเพิ่มประสิทธิสภาพในนักกีฬา (Hertling & Kessler,1997; Richardson et al., 2004)

ความมั่นคงของแกนกลาง (core stability) มีความสัมพันธ์กับการทำงานของรยางค์ล่าง โดยกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกายจะทำงานเพื่อรองรับการทรงท่าทางก่อนที่รยางค์แขนขาจะเคลื่อนไหว (Hodges, & Richardson, 1997; Richardson et al., 2004) ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากระบบประสาทส่วนกลางต้องการทำให้เกิดความมั่นคงแก่การเคลื่อนไหวของรยางค์โดยผ่านการสั่งการให้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวทำงาน[5] โดยการเคลื่อนไหวของรยางค์นั้นแท้จริงมีจุดเริ่มต้นการเคลื่อนไหวจากแกนกลางลำตัวแล้วส่งผ่านการเคลื่อนไหวไปสู่รยางค์ (Bliss & Teeple, 2005) ซึ่งมีการศึกษาอย่างแพร่หลายยืนยันว่ากล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นโครงสร้างที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของหลังส่วนล่างและรยางค์ล่างไปจนถึงข้อเท้า โดยกล้ามเนื้อสะโพกเป็นกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อรยางค์ล่างและแนวของร่างกายเมื่ออยู่ในท่า closed kinematic chain เนื่องจากกล้ามเนื้อสะโพกจะทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อหน้าท้องเพื่อกำหนดท่าทางของกระดูกสันหลังส่วนล่าง อีกด้านหนึ่งท่าทางและการทำงานของข้อเข่าและข้อเท้าก็จะได้รับอิทธิพลจากการทำงานของกล้ามเนื้อสะโพกตามลำดับ (Willson, Dougherty, Ireland & Davis, 2005) ซึ่งการศึกษาอย่างเป็นระบบล่าสุดพบว่าการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่พบผลการศึกษาที่สอดคล้องกันว่า ความบกพร่องของการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว อาทิ ความแข็งแรง การรับรู้ของข้อต่อ และการควบคุมสั่งการของระบบประสาท เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของรยางค์ล่างทั้งในคนทั่วไปและนักกีฬา (Blaiser, 2018) อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางหรือการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกายมักศึกษาเฉพาะกล้ามเนื้อแกนกลาง เช่น กล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อหน้าท้อง โดยไม่ครอบคลุมการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อสะโพกและรยางค์ล่าง

การออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำ หรือ prone plank หรือ prone bridge หรือ elbow plank เป็นหนึ่งในการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางร่างกาย (core stability exercise) ที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยและได้รับความนิยม เหมาะกับบุคคลทั่วไป ผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่าง และนักกีฬา (ACSM & Ratamess, 2011; Yong-Soo Kong, Woo-Jin Lee, Seol Park, Gwon-Uk Jang, 2015) เนื่องจากส่งเสริมการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อหน้าท้อง กล้ามเนื้อรยางค์บน และกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง เป็นการออกกำลังกายโดยการทรงท่าทางของศีรษะ ลำตัว สะโพก และรยางค์ล่างให้อยู่นิ่งในแนวตรง ขณะร่างกายอยู่ในท่าคว่ำ ข้อศอกงอยันพื้น จึงเป็นการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อหดตัวทำงานโดยความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง (isometric) ใช้ร่างกายหลายส่วน เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวหลายระนาบ หลายข้อต่อ แต่เป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของหลายข้อต่อที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ (Ekstrom, Donatelli & Carp, 2007; Lee et al., 2015; Marshall & Desai, 2010)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำ การเคลื่อนไหวรยางค์ขณะออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวทำงานเพิ่มมากขึ้น การให้แรงต้านต่อกล้ามเนื้อหุบสะโพก (Min-Hyeok Kang, Soo -Yong Kim, Myoung-Joo Kang, So-Hee Yoon & Jae-Seop Oh, 2016; Soo-Yong Kim, 2016) การให้แรงต้านต่อกล้ามเนื้อกางสะโพก (Min-Hyeok Kang et al., 2016) การวางข้อศอกบนพื้นที่ไม่มั่นคง (Czaprowski, 2014) การทำ posterior pelvic tilt และการวางข้อศอกเหนือต่อข้อไหล่ (long lever plank) (Schoenfeld, Contreras, Tiryaki-Sonmez, Willardson &

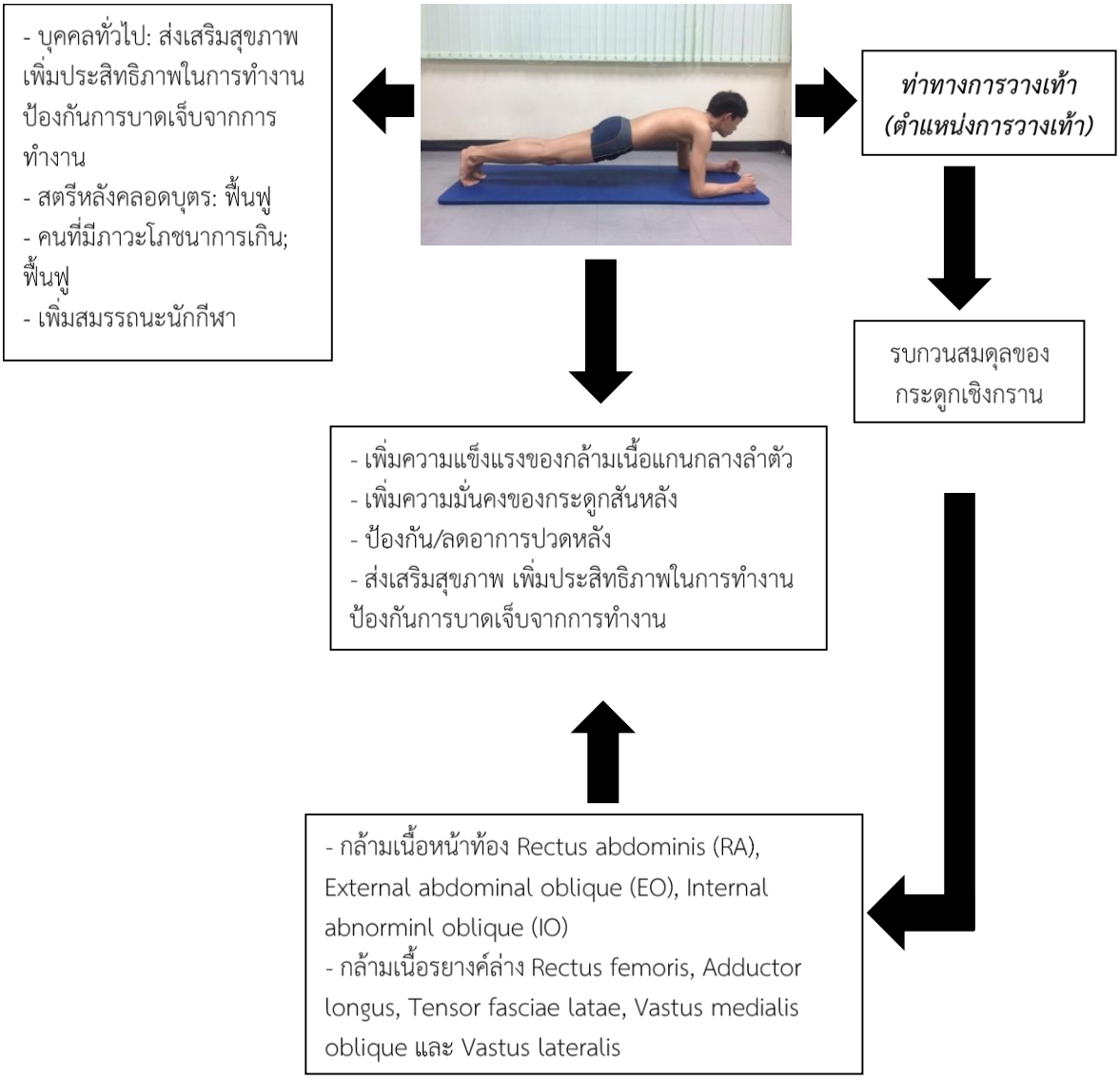
Fontana, 2014) ส่งผลให้กล้ามเนื้อหน้าท้องทำงานมากขึ้น ขณะที่ท่าทางของสะโพกซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า (ท่าทางการวางเท้า) ที่แตกต่างกัน เช่น สะโพกหุบ (ตำแหน่งเท้าชิดกัน) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (ตำแหน่งเท้าห่างกันเท่ากับความกว้างของเชิงกราน) หรือสะโพกกาง (ตำแหน่งเท้าห่างกันมากกว่าความกว้างของเชิงกราน) จะมีฐานการรองรับที่ต่างกันอาจจะส่งผลต่อการรักษาสมดุลในการทรงท่าแพลงค์และการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่างที่แตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการออกกำลังกายท่า prone plank ส่วนใหญ่ไม่ระบุท่าทางของข้อสะโพกหรือตำแหน่งการวางเท้า (ท่าทางการวางเท้า) และไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาผลของปัจจัยดังกล่าวต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ ซึ่งองค์ความรู้นี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดท่าทางการออกกำลังกายท่าแพลงค์ที่เหมาะสม ตลอดจนมีประโยชน์ในการปรับความยากในการออกกำลังกายโดยเฉพาะในผู้ที่เริ่มต้นออกกำลังกายท่านี้

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของกล้ามหน้าท้องและกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำด้วยท่าทางข้อสะโพกที่แตกต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า (ท่าทางการวางเท้า) โดยการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของท่าทางการวางเท้า (ตำแหน่งการวางเท้า) ในการออกกำลังกายท่าแพลงค์ ต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ rectus abdominis (RA), external abdominal oblique (EO) และ internal abnorminl oblique (IO) และกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง ได้แก่ กล้ามเนื้อ rectus femoris (RF), adductor longus (ADL), tensor fasciae latae (TF), vastus medialis oblique (VMO) และ vastus lateralis (VL)

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดโครงการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- **ด้านวิชาการ**

ผลการศึกษาจากโครงการวิจัยนี้จะทำให้ทราบองค์ความรู้เกี่ยวกับชีวกลศาสตร์การทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยท่าทางการวางเท้า (ตำแหน่งการวางเท้า) 3 แบบ คือ เท้าชิดกัน เท้าห่างกันเท่ากับความกว้างสะโพก (ระยะห่างเท่ากับระยะห่างระหว่าง ASIS) และสะโพกทั้ง 2 ข้างกาง (เท้าทั้ง 2 ข้างห่างกันกว้างกว่าระยะห่างระหว่าง ASIS) ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการเลือกท่าทางการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคล รวมถึงเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความยากในโปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว

ผลการวิจัยจากโครงการวิจัยนี้คาดว่าจะตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัยระดับชาติที่อยู่ในฐาน TCI หรือวารสารนานาชาติที่อยู่ในฐาน Scopus

ผลการวิจัยจากโครงการวิจัยนี้ที่ได้รับการเผยแพร่ในที่ประชุมวิชาการระดับประเทศ หรือระดับนานาชาติ หรือในวารสารวิชาการระดับประเทศหรือระดับนานาชาติ จะถูกนำไปจัดกิจกรรมเผยแพร่ต่อประชาชน (ในรูปแบบคู่มือการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวด้วยท่าแพลงค์) ในกิจกรรมการให้บริการวิชาการเพื่อสังคมของศูนย์วิจัยและบริการวิชาการสหเวชศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นอาจารย์กายภาพบำบัดที่ให้บริการกายภาพบำบัดแก่ประชาชน ณ คลินิกกายภาพบำบัด และเป็นหัวข้อให้นิสิตศึกษาและนำไปจัดกิจกรรมเผยแพร่ต่อประชาชน ในรายวิชากายภาพบำบัดชุมชน ของหลักสูตรกายภาพบำบัดบัณฑิต คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งผู้วิจัยเป็นอาจารย์ผู้สอน

ผู้วิจัยของโครงการวิจัยนี้เป็นผู้วิจัยหน้าใหม่ในสาขากายภาพบำบัด และการออกกำลังกาย ซึ่งได้เริ่มต้นการวิจัยโดยทุนส่วนงานมาก่อน โดยงานวิจัยดังกล่าวประสบความสำเร็จและดำเนินการเผยแพร่งานวิจัยแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาหัวข้อการวิจัยต่อเนื่องและเสนอขอทุนวิจัยระดับประเทศนี้ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงจะเป็นประโยชน์ในการสร้างนักวิจัยหน้าใหม่ในสาขากายภาพบำบัด ซึ่งผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะนำผลงานวิจัยนี้เพื่อประกอบการขอตำแหน่งทางวิชาการด้วย

- **ด้านสังคม และชุมชน**

ผลการศึกษาจากโครงการวิจัยนี้จะทำให้ทราบองค์ความรู้เกี่ยวกับชีวกลศาสตร์การทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยท่าทางการวางเท้า (ตำแหน่งการวางเท้า) 3 แบบ คือ เท้าชิดกัน เท้าห่างกันเท่ากับความกว้างสะโพก (ความกว้างเท่ากับระยะห่างระหว่าง ASIS) และสะโพกทั้ง 2 ข้างกาง (เท้าห่างกันมากกว่าระยะห่างระหว่าง ASIS) ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการเลือกท่าทางการวางเท้า (ตำแหน่งการวางเท้า) ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคล รวมถึงเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความยากในโปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ซึ่งจะเป็นการลดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายที่ระดับความหนักไม่เหมาะสม ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการทรงท่าและการเคลื่อนไหวหลักของร่างกาย ส่งผลดีต่อประสิทธิภาพในการทำงานและลดการบาดเจ็บจากการทำงานโดยเฉพาะงานที่ต้องทรงท่าในท่าทางใดท่าท่าหนึ่งเป็นเวลานาน หรืองานที่ต้องการการเคลื่อนไหวของร่างกายซ้ำๆ เช่น ผู้ที่ทำงานนั่งโต๊ะ ผู้ที่ประกอบอาชีพที่ต้องนั่ง ยืน หรือเดินเป็นเวลานาน พนักงานโรงงานที่ต้องเคลื่อนไหวร่างกายทิศทางเดิมซ้ำๆ เพื่อทำงานที่รับผิดชอบ

เนื้อเรื่อง (Main body)

วิธีดำเนินการวิจัย (Materials & Method)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ (plank) ด้วยการวางเท้ารูปแบบต่างๆ กัน โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย ตามรายละเอียดดังนี้

1. ประชากร

เพศชายสุขภาพดี อายุระหวาง 18-35 ป

2. กลุ่มตัวอย่างและสุ่มตัวอย่าง

ผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมการศึกษา ที่มีลักษณะตามเกณฑ์คัดเข้า และเกณฑ์คัดออก ดังต่อไปนี้

เกณฑ์การคัดเข้าทำการวิจัย (inclusion criteria)

(1) เพศชายสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-35 ปี

(2) มีดัชนีมวลกายอยู่ในช่วง 18.00-24.99 กิโลกรัม/เมตร^2

(3) ไม่มีอุปสรรคในการออกกำลังกายท่าแพลงค์

เกณฑ์การคัดออกจากการทำวิจัย (exclusion criteria)

(1) ไม่สามารถรักษาร่างกายให้อยู่ในท่า elbow plank ได้

(2) มีภาวะกระดูกสันหลังคด (ทดสอบ Adam's forward bending test ได้ผลบวก)

เกณฑ์ยุติการวิจัย (Drop out criteria)

(1) มีอาการปวดหรือไม่สบายอย่างมากขณะเก็บข้อมูล

(2) อาสาสมัครประสงค์จะออกจากการวิจัย

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษา คำนวณจากสมมติฐาน

H_0: ค่าเฉลี่ยของค่า %MVIC ของกล้ามเนื้อ internal abdominal oblique ขณะแพลงค์ด้วยการกางขาวางเท้าห่างจากแนวของ ASIS ออกไปข้างละ 20 เซนติเมตร (μ_1) และค่าเฉลี่ยของค่า %MVIC ของกล้ามเนื้อ internal abdominal oblique ขณะแพลงค์ด้วยการวางเท้าชิดกัน (μ_2) = 0

H_1: ค่าเฉลี่ยของค่า %MVIC ของกล้ามเนื้อ internal abdominal oblique ขณะแพลงค์ด้วยการกางขาวางเท้าห่างจากแนวของ ASIS ออกไปข้างละ 20 เซนติเมตร (μ_1) และค่าเฉลี่ยของค่า %MVIC ของกล้ามเนื้อ internal abdominal oblique ขณะแพลงค์ด้วยการวางเท้าชิดกัน (μ_2) ≠ 0

ด้วยสูตร

$$n = \frac{\sigma_d^2 (Z_\alpha + Z_\beta)^2}{\mu_d^2}$$

n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อ Z_α = ค่ามาตรฐานใต้โค้งปกติ เมื่อกำหนด α-error ที่ระดับความเชื่อมั่น 1-α
เช่น กำหนด α-error เท่ากับ 0.05 (two-tail); $Z_{0.025}$ = 1.960)

Z_β = ค่ามาตรฐานใต้โค้งปกติ เมื่อกำหนด β-error (อำนาจการทดสอบ 1-β)
เช่น กำหนด β-error เท่ากับ 0.10 (one-tail); $Z_{0.05}$ = 1.282) หรือ 1 - β = 0.90

σ_d = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของคู่ข้อมูล

μ_d = ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคู่ข้อมูล

โดยจากค่าเฉลี่ยของค่า %MVIC ของกล้ามเนื้อ internal abdominal oblique ขณะแพลงค์ด้วยการกางขาวางเท้าห่างจากแนวของ ASIS ออกไปข้างละ 20 เซนติเมตร (μ_1) และค่าเฉลี่ยของค่า %MVIC ของกล้ามเนื้อ rectus abdominis ขณะแพลงค์ด้วยการวางเท้าชิดกันของการศึกษานำร่องผลในกลุ่มตัวอย่าง 3 คน นำมาคำนวณ ดังนี้

$Z\alpha = 1.96$

$Z\beta = 1.282$

$\sigma = 19.02$

$\mu_d = 15.54$

$n = 15.745 \approx 16$ คน

อย่างไรก็ตามผู้วิจัยคาดว่าจะมีโอกาสสูญเสียผู้เข้าร่วมโครงการร้อยละ 20 จึงสรุปจำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษากลุ่มละ 20 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างมาจาก อาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-35 ปี ที่สมัครเข้าร่วมงานวิจัยและผ่านเกณฑ์เข้าร่วมงานวิจัย (ประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ทั่วไป และติดประกาศบริเวณมหาวิทยาลัยบูรพา และพื้นที่โดยรอบ)

3. การพิทักษ์สิทธิ์

การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา รหัสโครงการวิจัย Sci 022/2561

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

(1) เครื่องชั่งน้ำหนักหนัก วัดสวนสูง
(2) เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (SEMG ยี่ห้อ Noraxon รุ่น TeleMyo DTS ผลิตที่ประเทศ สหรัฐอเมริกา) พร้อมชุดกล้องวิดีโอบันทึก
(3) ผ้ายืด (bandage)
(4) มีดโกนแบบใช้แล้วทิ้ง
(5) นาฬิกาจับเวลา
(6) เสื่อโยคะ (Yoga mat)
(7) สายวัด

(8) Electrode ยี่ห้อ Blue sensor

(9) ถุงน่องแบบเต็มตัว

ขั้นตอนวิธีการวิจัย ประกอบด้วย 2 ระยะ ได้แก่

(1) ผู้วิจัยติดต่อประสานงานผ่านนิสิตคณะต่างๆ ในมหาวิทยาลัยบูรพา รวมถึงการประกาศโฆษณาทางสื่อ social network เพื่อประกาศหาผู้ที่สนใจเข้าร่วมงานวิจัย

(2) ผู้วิจัย อธิบายวัตถุประสงค์และรายละเอียดให้อาสาสมัครเข้าใจอย่างถ่องแท้ และอาสาสมัครจะได้รับการตรวจคัดกรองตามเกณฑแบบประเมินคัดกรองจากผูวิจัย

(3) อาสาสมัครที่ผานเกณฑการคัดเลือกลงนามยินยอมเขารวมการวิจัยตามสมัครใจโดยอิสระ

(4) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล

(5) อาสาสมัครได้รับการตรวจร่างกายตามเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออกโดยผู้วิจัย

(6) อาสาสมัครเข้ารับการฝึกทรงท่า elbow plank อย่างถูกวิธีจากผู้วิจัย โดยให้อาสาสมัครสามารถ ทรงอยู่ในท่า prone plank เป็นเวลาอย่างน้อย 5 วินาที โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เริ่มต้นจากนอนคว่ำ วางข้อศอกภายใต้ข้อต่อ glenohumeral และแขนเป็นบริเวณรับน้ำหนักในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว วางเท้าให้เท่ากับความกว้างของกระดูกข้อสะโพกและแขนเพื่อเป็นจุดรับน้ำหนัก รักษาระดับกระดูกข้อสะโพก กระดูกเชิงกราน และกระดูกสันหลังระดับเอวให้อยู่ในแนวปกติ (Czaprowski et al., 2014)

รูปที่ 2 ท่า elbow plank (lateral view)

(7) อาสาสมัครจะถูกคัดออก หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์การคัดเข้าและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดออก หลังจากการตรวจร่างกายโดยผู้วิจัยโดยละเอียด

(8) อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์ของงานวิจัยจะได้จะได้รับการติดขั้วรับการตรวจวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าการทำงานของกล้ามเนื้อ ดังต่อไปนี้ rectus abdominis (RA), external abdominis oblique (EO), internal abdominal oblique (IO), rectus femoris (RF), adductor longus (ADL), tensor fasciae latae (TF), vastus medialis oblique (VMO) และ vastus lateralis (VL) แล้วได้รับการบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะ ทำท่า elbow plank ทั้ง 3 ท่า ท่าละ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งทำค้างไว้ให้ได้ 5 วินาที ให้พักระหว่างการทำแต่ละครั้ง 30 วินาทีหรือจนกว่าจะหายล้า และพักระหว่างท่า 4 นาทีหรือจนกว่าจะหายล้า (Soo-Yong Kim et al., 2016)

(9) ก่อนและหลังจากการทดสอบการวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ อาสาสมัครจะได้รับการยืดกล้ามเนื้อทุกมัดที่ถูกวัด เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะทำท่าแพลงค์ ดังต่อไปนี้

1. กล้ามเนื้อ Rectus abdominis (RA): นอนคว่ำ (prone) ขาทั้ง 2 ข้างเหยียดตรง แขนทั้ง 2 ข้าง งอวางแนบข้างลำตัว จากนั้นเหยียดศอกทั้ง 2 ข้างขึ้นให้สุด ให้หลังแอ่นขึ้นจนรู้สึกตึงบริเวณหน้าท้อง แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

2. กล้ามเนื้อ External abdominal oblique (EO) และ Internal abdominal oblique (IO): ยืนตัวตรง กางขาออกให้มั่นคง มือทั้ง 2 ข้างประสานกันไว้หลังท้ายทอย จากนั้นให้บิดหมุนลำตัวไปด้านซ้ายจนรู้สึกตึงหน้าท้องด้านขวา แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที จากนั้นให้สลับข้าง บิดหมุนลำตัวไปด้านขวาจนรู้สึกตึงบริเวณหน้าท้องด้านซ้าย แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที โดยทั้ง 2 ข้างทำท่าละ 3 ครั้ง

3. กล้ามเนื้อ Tensor fasciae latae (TF): นั่งคุกเข่าขวา ชันเข่าซ้ายขึ้น (half kneeling) ยกแขนขวาเหนือศีรษะ โน้มลำตัวไปทางด้านซ้าย จนรู้สึกตึงด้านข้างขาขวา แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที จากนั้นให้สลับข้าง นั่งคุกเข่าซ้าย ชันเข่าขวาขึ้น (half kneeling) ยกแขนซ้ายเหนือศีรษะ โน้มลำตัวไปทางด้านขวา จนรู้สึกตึงด้านข้างขาซ้าย แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที โดยทั้ง 2 ข้างทำท่าละ 3 ครั้ง

4. กล้ามเนื้อ Adductor longus (ADL): นั่งตัวตรงนำฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้างมาชนกันทางด้านหน้า เลื่อนส้นเท้าเข้าหากระดูกเชิงกรานให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ ใช้มือกดเข่าทั้ง 2 ข้างลงให้ติดพื้นให้มากที่สุดจนรู้สึกตึงด้านในของต้นขา แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

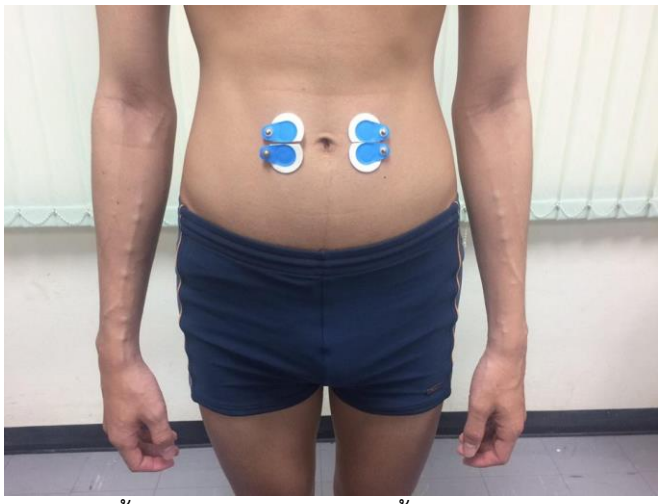
5. กล้ามเนื้อ Rectus femoris (RF), Vastus medialis oblique (VMO) และ Vastus lateralis oblique (VL): ยืนตัวตรง งอเข่าขวาให้ส้นเท้าขวามาชิดกับต้นขาด้านหลังใต้ก้นร่วมกับใช้มือขวาเอื้อมมาจับบริเวณหลังเท้าขวากดค้างให้เข่างอมากที่สุด จนรู้สึกตึงต้นขาด้านหน้า ลำตัวตรงให้หัวเข่าขวาชี้ลงพื้นไม่เอียงไปด้านหลังทรงตัวด้วยขาซ้ายข้างเดียว แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที จากนั้นให้สลับข้าง ยืนตัวตรง งอเข่าซ้ายให้ส้นเท้าซ้ายมาชิดกับต้นขาด้านหลังใต้ก้นร่วมกับใช้มือซ้ายเอื้อมมาจับบริเวณหลังเท้าซ้ายกดค้างให้เข่างอมากที่สุด จนรู้สึกตึงต้นขาด้านหน้า ลำตัวตรงให้หัวเข่าซ้ายชี้ลงพื้นไม่เอียงไปด้านหลังทรงตัวด้วยขาขวาข้างเดียว แล้วค้างไว้ 15-30 วินาที โดยทั้ง 2 ข้างทำท่าละ 3 ครั้ง

(10) การวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG recoding process) ขั้นตอนประยุกตจากการศึกษาของ Soo-Yong Kim และคณะ (2016) และวิธีการมาตรฐานที่ระบุใน SENIAM (Surface Electromyography for the Noninvasive Assessment of Muscles) สำหรับ sEMG recordings (De Luca, 1997; Staudenmann, Roeleveld, Stegeman & Van Dieen, 2010) ด้วยเครื่องบันทึกสัญญาณฟ้ากล้ามเนื้อยี่ห้อ Noraxon รุ่น TeleMyo DTS ผลิตที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อบันทึกและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MyoResearch XP Master Edition software (Naroxon Inc.,) โดยการบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสัญญาณจะถูก amplified และ filtered (10-500 Hz) และบันทึกเป็นระยะเวลา 5 วินาที ด้วยความถี่ 1500 Hz ด้วย Ag/AgCl surface electrodes ที่มี diameter เท่ากับ 10 mm โดยการบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีขั้นตอนดังนี้

1. อาสาสมัครได้รับการโกนขนบริเวณผิวหนัง และเช็ดทำความสะอาดผิวหนังด้วยสำลีชุปแอลกอฮอล์ แล้วทดสอบการแพ้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยการติดขั้วที่ท้องแขนส่วนบนไว้ 5 นาที หากไม่มีอาการแสบคันจึงจะดำเนินการติดขั้วรับสัญญาณต่อไป โดยบริเวณที่จะติดขั้วรับสัญญาณการทำงานของกล้ามเนื้อ 8 กล้ามเนื้อ โดยมีทั้งหมด 16 จุด (ทั้ง 2 ข้าง) ได้แก่ บริเวณหน้าท้อง ทั้งหมด 6 จุด บริเวณขา ทั้งหมด 10 จุด

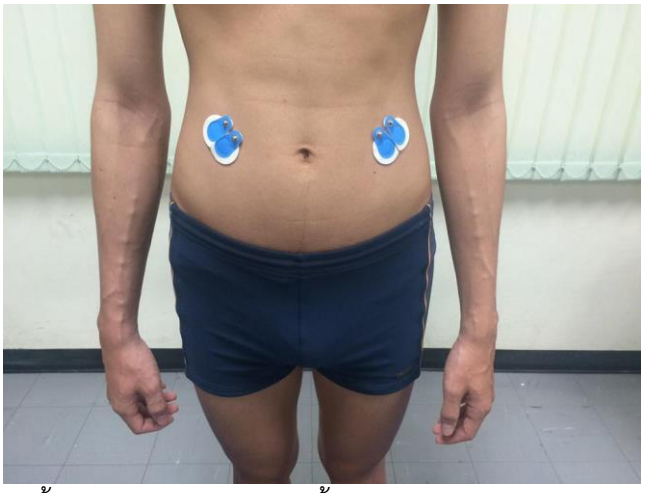
2. ผู้วิจัยติดขั้วรับสัญญาณการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณกล้ามเนื้อที่จะทำการศึกษาดังต่อไปนี้

กล้ามเนื้อ RA: ติดขั้วรับสัญญาณบริเวณหน้าท้องใกล้กับสะดือขนานไปกับเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยติดห่างจากสะดือมาทางด้านข้าง 2 เซนติเมตร



รูปที่ 3 ตำแหน่งการติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ rectus abdominis (RA)

กล้ามเนื้อ EO: ติดขั้วรับสัญญาณบริเวณทางด้านข้างต่อกล้ามเนื้อ rectus abdominis ตำแหน่งเหนือต่อ iliac spine อยู่ระหว่าง crest และ ribs ที่ทำมุมเอียงเล็กน้อยเพื่อให้ขนานไปกับใยกล้ามเนื้อ



รูปที่ 4 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ external abdominal oblique (EO)

กล้ามเนื้อ IO: ติดขั้วรับสัญญาณบริเวณ ASIS เลื่อนลงไปส่วนล่างและเข้าทางด้านในประมาณ 2 เซนติเมตร

รูปที่ 5 การติดขั้วรับสัญญาณทั้ง 4 จุด ของกล้ามเนื้อ internal abdominal oblique (IO)

กล้ามเนื้อ TF: ติดขั้วรับสัญญาณบริเวณต่ำกว่า ASIS ของ iliac crest ลงมาประมาณ 2 เซนติเมตร ติดขนานไปกับเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งติดในท่าเหยียดสะโพก

รูปที่ 6 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ tensor fasciae latae (TF)

กล้ามเนื้อ ADL: ติดขั้วรับสัญญาณบริเวณทางด้านในของต้นขาในแนวเฉียงตามเส้นใยกล้ามเนื้อ ตำแหน่ง 4 เซนติเมตร จาก pubis

รูปที่ 7 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ adductor longus (ADL)

กล้ามเนื้อ RF: ติดขั้วรับสัญญาณบริเวณหน้าต้นขา ระหว่าง knee และ iliac spine ตามแนวกล้ามเนื้อ

รูปที่ 8 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ rectus femoris (RF)

กล้ามเนื้อ VMO: ติดขั้วรับสัญญาณในแนว oblique angle บริเวณด้านในต่อ superior rim of the patella 2 เซนติเมตร ซึ่งจะอยู่บริเวณส่วนปลาย 1/3 ของกล้ามเนื้อ vastus medialis

กล้ามเนื้อ VL: ติดขั้วรับสัญญาณบริเวณเหนือต่อ patella 3-5 เซนติเมตร แนว oblique angle ไปทางด้านนอกจากแนวกลาง

รูปที่ 9 การติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อ vastus lateralis oblique (VL)

3. หลังจากติดขั้วรับสัญญาณของกล้ามเนื้อเสร็จครบทุกมัด อาสาสมัครจะได้รับการบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จากเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ ยี่ห้อ Noraxon รุ่น TeleMyo DTS ผลิตที่ประเทศสหรัฐอเมริกา พร้อมกับชุดกล้องบันทึกวิดีโอขณะอาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย โดยให้นอนผ่อนคลายที่สุด เพื่อจะวัดคลื่นสัญญาณกล้ามเนื้อทั้งหมดขณะพัก (resting)

4. หลังจากอาสาสมัครจะได้รับการบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะพัก (resting) แล้ว อาสาสมัครจะถูกสุ่มลำดับ (random order) ในการทำท่าแพลงค์ 3 รูปแบบ โดยการจับสลาก โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ท่า elbow plank ร่วมกับการหุบสะโพก ขาชิดกัน ตำแหน่งเท้าชิดกัน (hip neutral position: NP)

รูปที่ 10 ท่า elbow plank ร่วมกับหุบสะโพก ขาชิดกัน ตำแหน่งเท้าชิดกัน (hip adduction: AD) (lateral view)

4.2 ท่า elbow plank ร่วมกับสะโพกอยู่ในแนวกลาง (hip neutral position: NP) ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันเท่ากับระยะห่างระหว่าง ASIS

รูปที่ 11 ท่า elbow plank ร่วมกับสะโพกอยู่ในแนวกลาง (hip neutral position: NP) ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันเท่ากับระยะระหว่าง ASIS (top view)

4.3 ท่า elbow plank ร่วมกับสะโพกกาง (hip abduction: AB) ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันกว้างกว่าระยะระหว่าง ASIS ข้างละ 20 เซนติเมตร

รูปที่ 12 ท่า elbow plank ร่วมกับสะโพกกาง (hip abduction: AB) ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันกว้างกว่าระยะระหว่าง ASIS ข้างละ 20 เซนติเมตร (posterior view)

5. หลังจากการวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะทำท่าแพลงค์ทั้ง 3 รูปแบบเสร็จเรียบร้อยอาสาสมัครจะได้รับการการทดสอบการหดตัวสูงสุดของการทำงานของกล้ามเนื้อ (Maximum voluntary isometric contraction) ของกล้ามเนื้อทุกมัด โดยวัดแยกแต่ละมัดกล้ามเนื้อ ซึ่งการทดสอบอาสาสมัครจะออกแรงมากที่สุด ค้างไว้ระยะเวลา 5 วินาที ทำทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งพัก 3 นาทีหรือจนกว่าจะหายล้า โดยมีวิธีการดังนี้

5.1 กล้ามเนื้อ Rectus abdominis (RA)**:** เริ่มจากท่านอนหงาย (supine) ขาทั้ง 2 ข้างเหยียดตรง จากนั้นอาสาสมัครนำมือไขว้หลังท้ายทอยทั้ง 2 ข้าง ผู้วิจัยนำเข็มขัดหรือเชือกรัดบริเวณข้อเท้าทั้ง 2 ข้างและรัดบริเวณอกผ่านไหล่ทั้ง 2 ข้างติดเตียงไว้ จากนั้นให้อาสาสมัครออกแรงงอลำตัวขึ้นให้ได้มากที่สุด

รูปที่ 13 การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ rectus abdominis (RA)

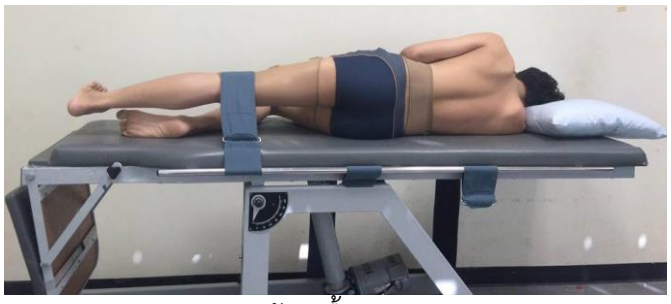
5.2 กล้ามเนื้อ External abdominal oblique (EO)/ Internal abdominal oblique (IO)**:** เริ่มจากท่านอนหงาย (supine) ขาทั้ง 2 ข้างเหยียดตรง จากนั้นอาสาสมัครนำมือไขว้หลังท้ายทอยทั้ง 2 ข้าง ผู้วิจัยนำเข็มขัดหรือเชือกรัดบริเวณข้อเท้าทั้ง 2 ข้างและรัดบริเวณอกผ่านไหล่ทั้ง 2 ข้างติดเตียงไว้ โดยจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ได้แก่

5.2.1 ให้อาสาสมัครออกแรงงอลำตัวขึ้นให้มากที่สุด พร้อมกับบิดหมุนลำตัวไปด้านซ้าย ซึ่งในท่านี้เป็นการทดสอบกล้ามเนื้อ left internal abdominal oblique และ right external abdominal oblique

5.2.2 ให้อาสาสมัครออกแรงงอลำตัวขึ้นให้มากที่สุด พร้อมกับบิดหมุนลำตัวไปด้านขวา ซึ่งในท่านี้เป็นการทดสอบกล้ามเนื้อ right internal abdominal obliqueและ left external abdominal oblique

รูปที่ 14 การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ external abdominal oblique (EO) และ internal abdominal oblique (IO)

5.3 กล้ามเนื้อ Tensor fasciae latae (TF): เริ่มจากท่านอนตะแคง (side lying position) ขาด้านที่จะทดสอบอยู่ด้านบน เข่าเหยียดตรงให้สุดจากนั้นใช้เข็มขัดหรือเชือกรัดบริเวณขาส่วนล่าง ผูกดึงติดไว้กับขอบเตียง จากนั้นให้อาสาสมัครออกแรงกางขาออกให้มากที่สุด



รูปที่ 15 การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ tensor fasciae latae (TF) ด้านซ้าย

5.4 กล้ามเนื้อ Adductor longus (ADL): เริ่มจากอาสาสมัครนอนหงาย (supine position) สะโพกกาง 0 องศา จากนั้นใช้เข็มขัดหรือเชือกรัดบริเวณขาส่วนล่าง ผูกดึงติดไว้กับขอบเตียง จากนั้นให้อาสาสมัครออกแรงหุบขาเข้าให้มากที่สุด

5.5 กล้ามเนื้อ Rectus femoris (RF), Vastus medialis oblique (VMO), Vastus lateralis (VL): เริ่มจากอาสาสมัครนั่งห้อยขา (high sitting) บน tilt-table วางขาด้านที่จะทดสอบไว้ตรงกับขาเตียงของ tilt-table โดยผู้วิจัยใช้ strap รัดบริเวณข้อเท้าพอหลวมให้สามารถเคลื่อนไหวเหยียดขาออกได้เล็กน้อย จากนั้นให้อาสาสมัครออกแรงเหยียดขาออกไปให้มากที่สุด

รูปที่ 16 ท่าทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ rectus femoris, Vastus medialis oblique, Vastus lateralis

6. หลังจากการวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเสร็จเรียบร้อย อาสาสมัครจะได้รับการถอดขั้วรับสัญญาณออกจากบริเวณผิวหนัง และเช็ดทำความสะอาดผิวหนังด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์

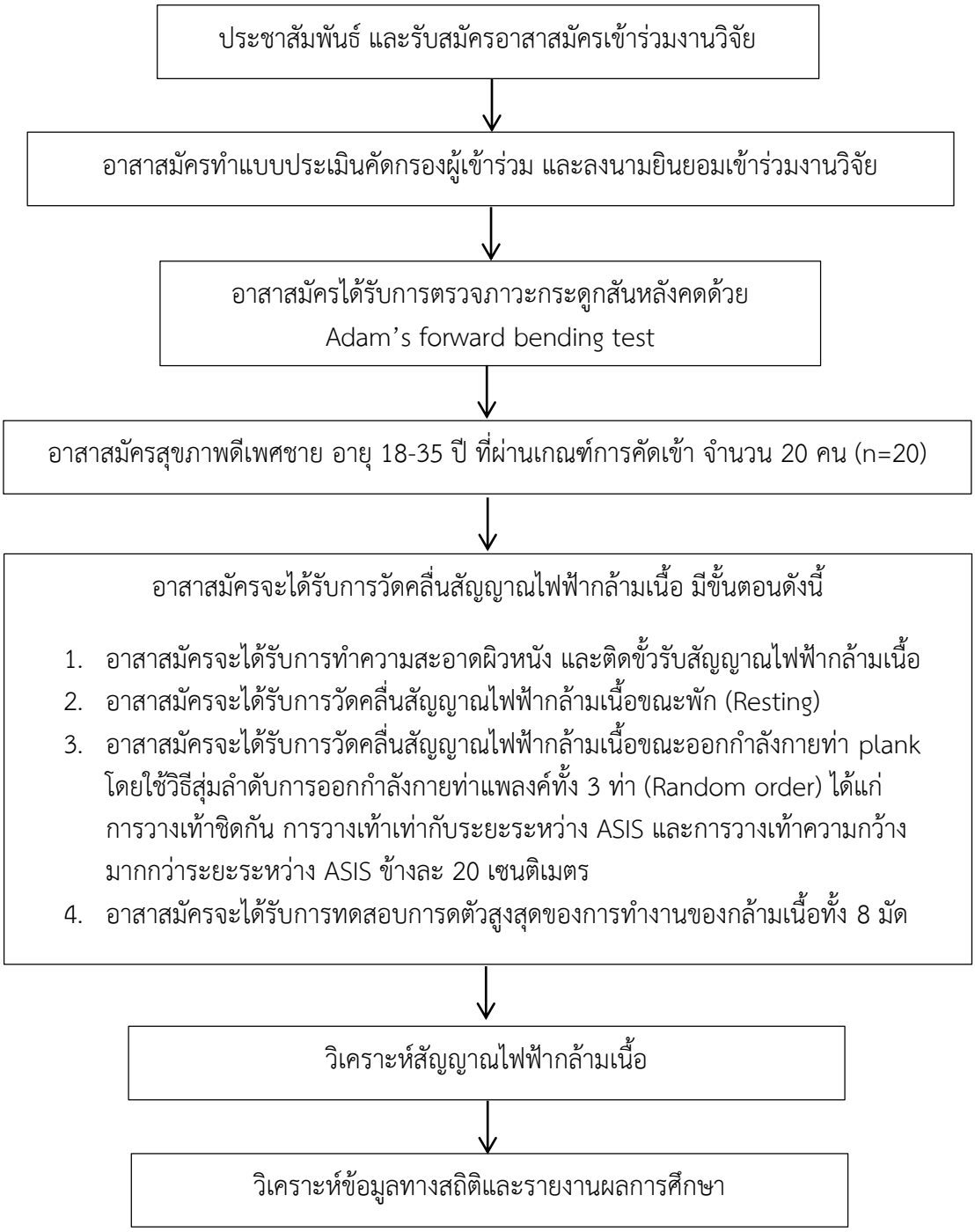
(11) การวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ วิเคราะห์จากการวัดทั้งหมดท่าละ 3 ครั้ง แล้วนำค่าได้มาหาค่าเฉลี่ย %MVIC (%maximum voluntary isometric contraction) ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด โดยการคำนวณ Root Mean Square (RMS) ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด ขณะทำท่าแพลงค์ทั้ง 3 แบบมา normalization ด้วยค่า RMS ของกล้ามเนื้อมัดนั้นขณะทดสอบการหดตัวสูงสุด (maximum voluntary isometric contraction) โดยการคำนวณ RMS ใช้ระยะเวลา 3 วินาที (ตัดวินาทีแรกและวินาทีสุดท้ายของข้อมูลที่บันทึกได้ออก) โดยมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\%MVC = \frac{(RMS\ plank - RMS\ resting) \times 100}{(RMS\ max - RMS\ resting)}$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ รายงานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย และค่า %MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดขณะออกกำลังกายแต่ละแบบรายงานด้วย descriptive analysis ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลไม่เป็นปกติ ($p > 0.05$) การทดสอบอิทธิพลของท่าทางการออกกำลังกายท่าแพลงค์ว่ำ 3 รูปแบบที่แตกต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจึงใช้การทดสอบ Friedman Test และทดสอบ post-hoc analysis เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัดขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ว่ำแต่ละแบบด้วย Wilcoxon Signed Ranks Tests with Bonferroni correction

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 17 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผลการวิจัย (Results)

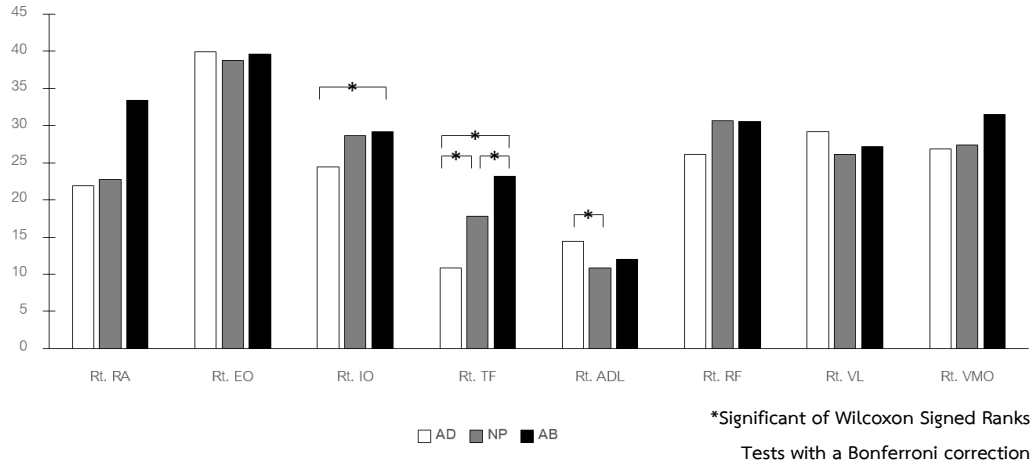
การวิจัยนี้มีกลุ่มตัวอย่างเพศชาย 20 คน อายุ เฉลี่ย 20.85 ± 1.23 ปี น้ำหนักตัว เฉลี่ย 61.65 ± 6.75 กิโลกรัม ส่วนสูง เฉลี่ย 170.95 ± 4.30 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย เฉลี่ย 21.06 ± 1.87 กิโลกรัม/ตารางเมตร และความกว้างระหว่าง ASIS ทั้ง 2 ข้าง เฉลี่ย 23.78 ± 1.63 เซนติเมตร

ผลการศึกษาการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยท่าทางการกางสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า 3 แบบ พบว่า ท่าทางข้อสะโพกที่แตกต่างกันมีผลต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ RA ข้างซ้าย IO ทั้ง 2 ข้าง TF ทั้ง 2 ข้าง ADL ทั้ง 2 ข้าง และ RF ข้างซ้าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) (ตารางที่ 1) โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัดขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำแต่ละแบบด้วย Wilcoxon Signed Ranks Tests with Bonferroni correction พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.017) ระหว่างท่าทางสะโพกแต่ละแบบจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า ดังแผนภูมิที่ 1, 2 และ 3

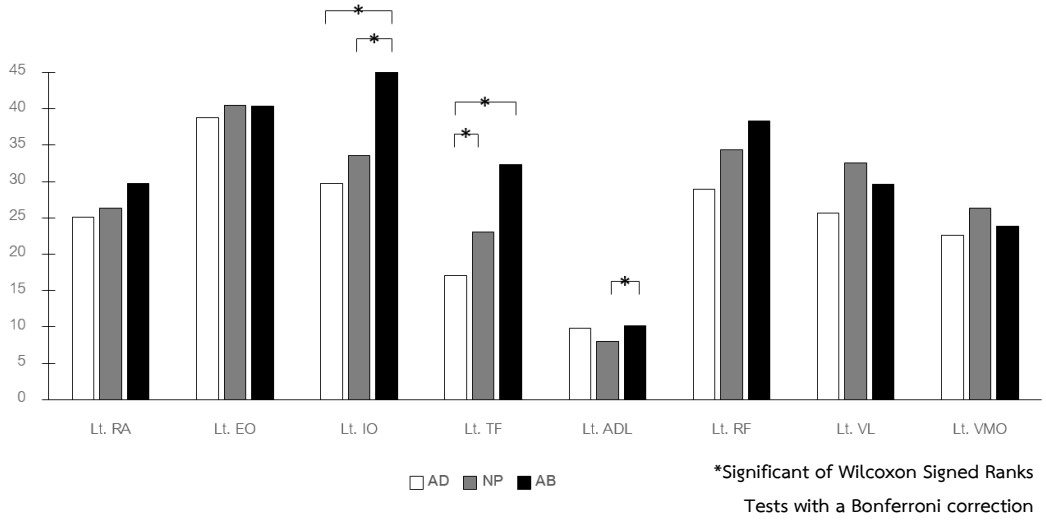
ตารางที่ 1 แสดงผลของท่าทางข้อสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะแพลงค์ต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่าง (n=20)

Muscle		%MVC (Mean ± SD) Exercise Position			χ^2	p
		AD	NP	AB		
RA	Rt.	21.94 ± 10.03	22.74 ± 11.19	33.38 ± 42.19	2.80	0.247
	Lt.	25.14 ± 11.32	26.29 ± 11.03	29.69 ± 11.57	7.30	0.026*
EO	Rt.	39.97 ± 24.74	38.71 ± 25.62	39.59 ± 21.43	0.70	0.705
	Lt.	38.78 ± 19.25	40.49 ± 21.71	40.34 ± 16.88	1.90	0.387
IO	Rt.	24.42 ± 14.15	28.65 ± 19.02	29.21 ± 17.62	9.10	0.011*
	Lt.	29.68 ± 15.50	33.60 ± 31.14	47.55 ± 68.69	10.30	0.006*
TF	Rt.	10.89 ± 7.95	17.79 ± 10.06	23.13 ± 11.63	27.90	<0.001*
	Lt.	17.00 ± 16.43	23.00 ± 18.97	32.27 ± 44.06	21.04	<0.001*
ADL	Rt.	14.42 ± 10.57	10.82 ± 10.89	11.96 ± 9.08	12.40	0.002*
	Lt.	9.86 ± 7.94	7.98 ± 7.50	10.20 ± 9.52	12.70	0.002*
RF	Rt.	26.15 ± 14.44	30.70 ± 21.14	30.53 ± 16.03	2.10	0.350
	Lt.	28.95 ± 13.75	34.35 ± 15.68	38.28 ± 17.70	6.67	0.035*
VL	Rt.	29.21 ± 18.72	26.14 ± 13.88	27.18 ± 14.07	0.70	0.705
	Lt.	25.71 ± 11.63	32.57 ± 16.83	29.60 ± 16.00	2.10	0.350
VMO	Rt.	26.89 ± 17.21	27.40 ± 18.74	31.53 ± 30.72	2.10	0.350
	Lt.	22.64 ± 18.72	26.34 ± 17.90	23.86 ± 14.51	3.70	0.157
VMO:VL	Rt.	1.06 ± 0.76	1.16 ± 0.79	1.17 ± 0.34	1.33	0.513
	Lt.	1.13 ± 1.55	0.93 ± 0.61	1.10 ± 1.74	0.31	0.857

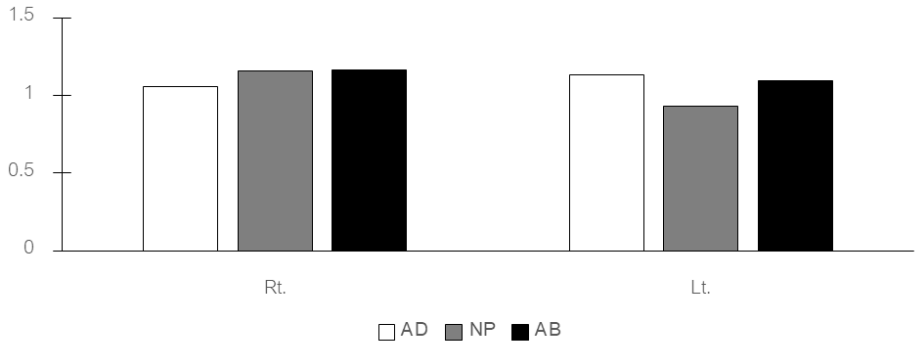
*Significant of Freidman Test, α=0.05, AD; หุบสะโพก (ตำแหน่งการวางเท้าชิดกัน), NP; สะโพกอยู่ในอยู่แนวกลาง (ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันเท่ากับระยะระหว่าง ASIS), AB; สะโพกกาง (ตำแหน่งการวางเท้าห่างกันกว้างกว่าระยะระหว่าง ASIS), RA; Rectus abdominis, EO; External abdominal oblique, IO;nternal abdominal oblique, TF; Tensor fasia latae, ADL; Adductor longus ,RF; Rectus femoris, VMO; Vastus medialis oblique, VL; Vastus lateralis



แผนภูมิที่ 1 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างข้างขวา ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยการหุบสะโพก (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และกางสะโพก (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า



แผนภูมิที่ 2 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างข้างซ้าย ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยการ หุบสะโพก (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และกางสะโพก (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า



แผนภูมิที่ 3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ VMO:VL ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยการหุบสะโพก (AD) สะโพกอยู่ในแนวกลาง (NP) และกางสะโพก (AB) ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า

อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของกล้ามหน้าท้องและกล้ามเนื้อรยางค์ล่างขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ด้วยท่าทางข้อสะโพกที่แตกต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า โดยการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ RA, EO, IO, TF, ADL, RF, VMO และ VL ทั้ง 2 ข้าง ขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำด้วยการหุบสะโพกซึ่งตำแหน่งเท้าชิดกัน สะโพกอยู่ในแนวกลางซึ่งตำแหน่งเท้าห่างกันเท่ากับระยะระหว่าง ASIS และกางสะโพกซึ่งตำแหน่งเท้าห่างกันกว้างกว่าระยะระหว่าง ASIS โดยวิเคราะห์ค่า RMS เป็นเวลา 3 วินาทีขณะออกกำลังกายแต่ละครั้ง และทำการ normalized คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อดังกล่าวด้วยค่า RMS ขณะแต่ละกล้ามเนื้อหดตัวสูงสุด (%MVC) ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานของการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายรวมถึงการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการศึกษานี้บันทึกขณะทรงท่าออกกำลังกายอยู่นิ่งซึ่งกล้ามเนื้อหดตัวทำงานแบบความยาวไม่เปลี่ยนแปลง (isometric) ทำให้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้มีความเสถียร อีกทั้งตลอดการศึกษามีการติดขั้วรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อครั้งเดียว ดังนั้นการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อการเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายแต่ละแบบจึงมีความเที่ยงตรงระดับสูง (De Luca, 1997; Staudenmann et al. 2010) อย่างไรก็ตามแม้ค่า %MVC ในการศึกษานี้ส่วนใหญ่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกว้าง ทั้งนี้เป็นภาวะปกติที่พบได้ในการศึกษาค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เนื่องจากความยากของการออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำในการศึกษานี้อาจเป็นความยากที่ต่ำหรือสูงกว่าความสามารถในการทำกิจกรรมเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน (Ekstrom, 2007; Marshall & Desai, 2010) นอกจากนี้ความมั่นคงของกระดูกสันหลังมีความซับซ้อนเกิดจากการทำงานประสานกันของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และระบบประสาทซึ่งเป็นระบบควบคุมสั่งการ (Panjabi, 1992; Richardson, 2004) อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวางที่ทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นขณะออกกำลังกายจึงอาจไม่สะท้อนถึงประสิทธิผลของการออกกำลังกายที่มีการฝึกฝนซึ่งจะทำให้เกิดการปรุงปรุงการควบคุมสั่งการของระบบประสาท ความแข็งแรงและทนทานของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นต้น

การออกกำลังท่าแพลงค์คว่ำด้วยท่าทางสะโพกทั้ง 3 แบบจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าในการศึกษานี้กล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อเข่า ได้แก่ RA, EO, IO, RF, VMO และ VL ทำงานอยู่ในช่วง 30-45 %MVC ยกเว้นกล้ามเนื้อสะโพก ได้แก่ TF และ ADL ที่ทำงานน้อยกว่า 30 %MVC เนื่องจาก MVC คือการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดซึ่งเปรียบได้กับ 1RM (Ekstrom , 2007) จากการศึกษาที่ผ่านมาเสนอแนะว่าการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวควรใช้แรงต้านมากกว่า 40-45 %MVC (ACSM & Ratamess, 2011; Andersson, & Thorstensson, 1998; Ekstrom, 2007; Mok, 2015) ขณะที่การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อควรใช้แรงต้านประมาณ 30 %MVC โดยเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Andersson, & Thorstensson, 1998) ดังนั้นการออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำด้วยตำแหน่งการวางเท้าทั้ง 3 แบบในการศึกษานี้จึงเหมาะกับการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและรยางค์ล่างด้านความทนทานและการควบคุมสั่งการของระบบประสาทมากกว่าเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาส่วนใหญ่ที่พบว่าการออกกำลังท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐานเหมาะกับการฝึกความมั่นคงของแกนกลางลำตัวด้านความทนทานและการควบคุมสั่งการของระบบประสาท (Ekstrom, 2007; Czaprowski , 2014; Schoenfeld , 2014; Mok , 2015) อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Yong-Soo Kong, Woo-Jin Lee, Seol Park, and Gwon-Uk Jang (2015) พบว่าการออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐาน เป็นเวลา 8 สัปดาห์เพิ่มขนาดความหนาของใยกล้ามเนื้อ transversus abdominis (TrA), IO และ EO ได้ และการศึกษาของ Aggarwal, Kumar, Zutshi, and Sharma (2010) พบว่า ท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับการทรง

ท่าขณะอยู่นิ่ง (static balance performance) ของรยางค์ล่าง เนื่องจากการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องขณะออกลังกายส่งผลควบคุมการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังในระนาบ sagittal ระหว่างการทดสอบ stork balance

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าท่าทางข้อสะโพกที่แตกต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้อง EO และกล้ามเนื้อเข่า VMO และ VL และแม้จะพบว่ามีผลต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ RA และ RF ข้างหนึ่ง แต่เป็นระดับนัยสำคัญระดับต่ำ (p=0.026 และ p=0.035 ตามลำดับ) ซึ่งเมื่อทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Tests ด้วย Bonferroni correction ไม่พบความแตกต่างของการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างตำแหน่งการวางเท้าแต่ละแบบ แต่ผลการศึกษาพบว่าท่าทางสะโพกที่ต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้ามีผลต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้อง IO และกล้ามเนื้อสะโพก TF และ ADL ทั้ง 2 ข้าง โดยพบว่า กล้ามเนื้อ IO และ TF ทำงานมากที่สุด ขณะแพลงค์คว่ำด้วยการกางสะโพก รองลงมาคือข้อสะโพกอยู่ในแนวกลาง และทำงานน้อยที่สุดขณะหุบสะโพก ขณะที่กล้ามเนื้อ ADL ทำงานน้อยที่สุดขณะสะโพกอยู่ในแนวกลาง ท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐานเป็นท่าออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อหน้าท้องต้องทำงานประสานกันเพื่อต้านการงอของกระดูกสันหลังจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยมีรยางค์บนและรยางค์ล่างทำหน้าที่เสมือนตอหม้อสะพาน (Yong-Soo Kong et al., 2015) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐานส่งเสริมการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องทั้งชั้นลึกและตื้น ได้แก่ RA, TrA, IO และ EO ทั้งในคนทั่วไปที่ไม่เคยได้รับการฝึกมาก่อนและในผู้ป่วยปวดหลังเรื้อรัง จึงเป็นการออกกำลังกายที่ถูกแนะนำเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางลำตัวและการควบคุมการทรงท่าในคนทั่วไปและผู้ป่วยปวดหลัง (Ekstrom , 2007; Lee et al., 2015; McGill, 2010; Schoenfeld et al., 2014; Yong-Soo Kong et al., 2015) แทนการการออกกำลังกายด้วยท่าลุกนั่ง (sit up) ซึ่งเพิ่มแรงอัดต่อกระดูกสันหลังและส่งผลต่อการบาดเจ็บและความเสื่อมของกระดูกสันหลัง (McGill, 2010) อย่างไรก็ตามการศึกษานี้พบว่าเมื่อท่าทางข้อสะโพกต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะแพลงค์คว่ำ การทำงานของกล้ามเนื้อ EO และ RA ไม่แตกต่างกัน แต่การทำงานของกล้ามเนื้อ IO ต่างกัน สมมติฐานว่าเกิดจากท่าทางการกางสะโพกที่ต่างกันในการศึกษานี้มีฐานการรองรับ (base of support) ในการทรงท่าที่ต่างกันเล็กน้อย จึงส่งผลต่อการควบคุมการทรงท่า ดังนั้นกล้ามเนื้อในแนวขวางเช่น TrA ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหน้าท้องชั้นลึกจึงถูกกระตุ้นให้ทำงานเพื่อความมั่นคงของลำตัวก่อน (Yong-Soo Kong, 2015) ทั้งนี้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ IO แสดงถึงการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA ด้วยเนื่องจากสามารถรับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อผ่านผิวหนังได้ที่ตำแหน่งเดียวกัน (Min-Hyeok Kang, 2016; Schoenfeld, 2014; Soo-Yong Kim, 2016)

การศึกษานี้พบว่าท่าแพลงค์คว่ำด้วยการกางสะโพกซึ่งตำแหน่งการวางเท้าห่างกันกว้างกว่าระยะระหว่าง ASIS นั้น กล้ามเนื้อ IO ทำงานมากกว่าท่าสะโพกอยู่ในแนวกลางซึ่งตำแหน่งการวางเท้าห่างกันเท่ากับระยะระหว่าง ASIS และท่าหุบสะโพกซึ่งตำแหน่งการวางเท้าชิดกันตามลำดับ โดยท่าสะโพกอยู่ในแนวกลางกล้ามเนื้อ ADL ทำงานน้อยกว่าท่ากางสะโพกและท่าหุบสะโพก ทั้งนี้เนื่องจากท่าแพลงค์คว่ำด้วยการหุบสะโพกกล้ามเนื้อหุบสะโพกต้องเกร็งตัวทำงานมากเพื่อทรงท่าให้รยางค์ล่างชิดกัน ทั้งนี้แม้ท่าหุบสะโพกเป็นท่าที่มีฐานการรองรับแคบที่สุด ความมั่นคงน้อยที่สุด แต่การที่สะโพกและรยางค์ล่างตรึงชิดกันทำให้ความมั่นคงในการทรงท่ามากขึ้น (Nordin & Frankle, 1989) และเนื่องจากใยกล้ามเนื้อหุบสะโพกมีส่วนเชื่อมต่อกับกล้ามเนื้อ IO ข้างเดียวกัน (Snijders, Vleeming & Stoeckart, 1993) ดังนั้นจึงสมมติฐานได้ว่าท่าหุบสะโพกกล้ามเนื้อ IO ทำงานน้อยกว่า เนื่องมาจากความมั่นคงของหลังส่วนล่าง-เชิงกราน ได้รับการชดเชยจากการที่สะโพกและรยางค์ล่างตรึงชิดกันจากการทำงานที่เพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อ ADL สอดคล้องกับการศึกษาของ Schoenfeld, Contreras, Tiryaki-Sonmez, Willardson, and Fontana (2014) ซึ่งพบว่าการวางข้อศอก

เยื้องไปทางด้านบนขณะแพลงค์คว่ำซึ่งเป็นการเพิ่มฐานการรองรับการทรงท่าทำให้กล้ามเนื้อ upper RA และ lower abdominal stabilizer ทำงานมากกว่าท่าแพลงค์คว่ำธรรมดา ขณะที่บางการศึกษาพบว่าการการเกร็งกล้ามเนื้อหุบสะโพกแบบอยู่กับที่ต้านแรงต้านจากภายนอกขณะแพลงค์คว่ำทำให้กล้ามเนื้อ RA, IO และ EO ทำงานมากกว่าท่าแพลงค์คว่ำธรรมดา (Min-Hyeok Kang, 2016; Soo-Yong Kim, 2016) อีกทั้งการที่การศึกษานี้พบว่าขณะแพลงค์คว่ำในท่ากางข้อสะโพกกล้ามเนื้อ TF ทำงานมากกว่าขณะสะโพกอยู่ในแนวกลางและสะโพกหุบตามลำดับนั้น เนื่องจากเมื่อข้อสะโพกกางมากขึ้นขณะแพลงค์คว่ำ กล้ามเนื้อ TF ต้องทำงานมากขึ้นเพื่อทรงท่าเชิงกรานในระนาบ frontal แทนกล้ามเนื้อหุบสะโพกที่ทำงานน้อยลง[24] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Min-Hyeok Kang, Soo -Yong Kim, Myoung-Joo Kang, So-Hee Yoon, and Jae-Seop Oh (2016) ที่พบว่าการเกร็งกล้ามเนื้อกางสะโพกแบบอยู่กับที่ต้านแรงต้านจากภายนอกขณะแพลงค์คว่ำทำให้กล้ามเนื้อ IO และ EO ทำงานมากกว่าท่าแพลงค์คว่ำธรรมดา

ขณะแพลงค์คว่ำกล้ามเนื้อ quadriceps ทำงานตรึงเข่าให้อยู่ในแนวตรงเพื่อควบคุมสมดุลการทรงท่าในระนาบ sagittal (Nordin & Frankle, 1989) ซึ่งการศึกษานี้พบว่าขณะแพลงค์คว่ำ กล้ามเนื้อ RF ทำงาน 26.15-38.28 %MVC กล้ามเนื้อ VMO ทำงาน 22.64-31.53 %MVC และกล้ามเนื้อ VL ทำงาน 25.71-32.57 %MVC ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Ekstrom, Donatelli, and Carp (2007) ที่พบว่ากล้ามเนื้อ VMO ขณะแพลงค์คว่ำทำงานเฉลี่ย 23 %MVC ซึ่งมากกว่าการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวท่าอื่น เช่น supine bridge, side bridge, และ unilateral supine bridge และจากการที่การทรงท่าขณะอยู่นิ่งของรยางค์ล่างมีความสัมพันธ์กับท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐาน (Aggarwal, 2012) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำในการศึกษานี้ทั้ง 3 แบบควรถูกนำไปฝึกเพื่อส่งเสริมการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างเพื่อส่งเสริมความมั่นคงของแกนกลางร่างกาย อย่างไรก็ตามการศึกษานี้พบว่าท่าทางข้อสะโพกที่แตกต่างกันจากการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำ กล้ามเนื้อเข่า RF, VMO และ VL ทำงานไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างของการกางสะโพกด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าขณะแพลงค์คว่ำเป็นการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกลศาสตร์ในระนาบ frontal ขณะที่กล้ามเนื้อ RF, VMO และ VL ควบคุมสมดุลการทรงท่าในระนาบ sagittal เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อ RA (Nordin & Frankle, 1989) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าการเหยียดเข่าร่วมกับการหุบหรือกางสะโพกไม่ส่งผลเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ VMO และ VL (Hertel, Earl, Tsang & Miller, 2004; Peng, Kernozek & Song, 2013) และไม่ส่งผลต่อสัดส่วน VMO:VL (Hertel et al., 2004)

การออกกำลังกายท่าแพลงค์ถูกนำมาใช้ทางคลินิกเพื่อออกกำลังกายกล้ามเนื้อ gluteus medius และ gluteus maximus ซึ่งการศึกษาของ Ekstrom, Donatelli, and Carp (2007) พบว่าท่าแพลงค์คว่ำที่ข้อศอกและเท้ายันพื้น (ดังในการศึกษานี้) กล้ามเนื้อ gluteus medius ทำงานเพียง 27±11 %MVC และกล้ามเนื้อ gluteus maximus ทำงานเพียง 9±7 %MVC เท่านั้น จึงเหมาะแก่การออกกำลังกายเพื่อฝึกความทนทานหรือฝึกความมั่นคง ทั้งนี้การออกกำลังกายเพื่อฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นกล้ามเนื้อควรทำงานมากกว่า 45 %MVC ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ากล้ามเนื้อ gluteus maximus ควรออกกำลังกายด้วยท่าแพลงค์คว่ำที่ข้อศอกและเท้ายันพื้นร่วมกับงอเข่าและเหยียดสะโพกข้างหนึ่งขึ้นด้วย (prone plank with unilateral hip extension) และกล้ามเนื้อ gluteus medius ควรออกกำลังกายด้วยท่าแพลงค์ทางด้านข้าง (side plank) (Ekstrom, 2007; Boren, 2011)

สรุปและเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ประยุกต์การออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐานซึ่งเป็นหนึ่งในการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางร่างกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความมั่นคงแก่ลำตัวโดยการปรับปรุงการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อลำตัวและรยางค์ ด้วยการกางสะโพกแตกต่างกัน 3 ระดับด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้า ซึ่งผลการศึกษาพบการทำงานที่แตกต่างกันของกล้ามเนื้อ IO, TF และ ADL อย่างชัดเจน โดยการกางสะโพกด้วยตำแหน่งการวางเท้ากว้างกว่าระยะห่างระหว่าง ASIS ขณะแพลงค์คว่ำกล้ามเนื้อเหล่านี้ทำงานมากที่สุด และการหุบสะโพกด้วยตำแหน่งการวางเท้าชิดกันขณะแพลงค์คว่ำกล้ามเนื้อเหล่านี้ทำงานน้อยที่สุด ขณะที่ไม่พบผลอย่างชัดเจนต่อการทำงานของกล้ามเนื้ออื่น ได้แก่ RA, EO, RF, VMO และ VL

ข้อจำกัดของงานวิจัย ข้อเสนอแนะ และประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลงานวิจัย

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัด คือ มีจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยน้อย ทำการศึกษาในเพศชายเท่านั้น และเป็นการศึกษาภาคตัดขวางไม่มีการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรม จึงอาจจำกัดการนำผลการศึกษาไปใช้ในการฝึกออกกำลังกายในคนทั่วไป ดังนั้นการศึกษาต่อไปควรมีการศึกษาในจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยที่มากขึ้น หรือศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายท่าแพลงค์คว่ำด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าต่อไป

ท่าแพลงค์คว่ำมาตรฐานซึ่งเป็นท่าที่เหมาะกับผู้ที่เริ่มต้นการฝึก หรือการฟื้นฟูผู้ป่วยปวดหลังที่มีปัญหาการขาดความมั่นคงของแกนกลาง (spinal instability) อยู่ เนื่องจากขณะแพลงค์คว่ำไม่มีการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังขณะออกกำลังกายที่อาจกระตุ้นอาการปวดหลังได้ และจากข้อค้นพบของการศึกษานี้จึงเพิ่มเติมว่าท่าแพลงค์คว่ำนั้นควรเริ่มต้นการฝึกด้วยการหุบสะโพก ขาทั้ง 2 ข้างชิดกัน ตำแหน่งเท้าชิดกัน จากนั้นจึงเพิ่มความยากไปเป็นกางขาและวางตำแหน่งเท้าเท่ากับความกว้างเชิงกราน และกางขาวางตำแหน่งเท้ากว้างกว่าความกว้างเชิงกราน ตามลำดับ ซึ่งเป็นการเพิ่มความยากโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติม จากนั้นจึงพัฒนาไปสู่การแพลงค์คว่ำบนพื้นที่ไม่มั่นคง เช่น บอล สลิง หรืออุปกรณ์ฝึกการทรงตัว หรือการเพิ่มแรงต้านจากภายนอกแก่รยางค์ ตลอดจนท่าออกกำลังกายอื่นที่ยากมากขึ้นตามลำดับ

ผลผลิต (Output)

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

อยู่ในระหว่างรอการตีพิมพ์ในวารสารธรรมศาสตร์เวชสาร ปีที่ 18 ฉบับที่ 4 ฐานข้อมูล TCI ระดับ 1 ในชื่อเรื่อง “ผลของการเปลี่ยนตำแหน่งการวางเท้าในท่าแพลงค์คว่ำต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ส่วนล่างในชายสุขภาพดี”

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ

อยู่ระหว่างการติดต่อประสานงานกับกองพันทหารปืนใหญ่ที่ 21 กรมทหารปืนใหญ่ที่ 2 รักษาพระองค์ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ โดยการเผยแพร่ผลงานวิจัยและเอกสารแนะนำการออกกำลังกายด้วยท่าแพลงค์คว่ำด้วยท่าทางการวางเท้า (ตำแหน่งการวางเท้า) แบบต่างๆ ซึ่งได้จากการวิจัยไปใช้ในกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงแก่พลทหารและกำลังพลภายในกองพันทหารปืนใหญ่ที่ 21 กรมทหารปืนใหญ่ที่ 2 รักษาพระองค์

เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. Aggarwal, A., Kumar, S., Zutshi, K. & Sharma, V. (2010). The relationship between core stability performance and the lower extremities static balance performance in recreationally active individuals. *Nigerian Journal of Medical Rehabilitation,* 15(23), 11-16.
2. American College of Sports Medicine (ACSM) & Ratamess, N. (2011). *ACSM's Foundations of Strength Training and Conditioning*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
3. Andersson, E.A., Ma, Z. & Thorstensson, A. (1998). Relative EMG levels in training exercises for abdominal and hip flexor muscles. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 30(3), 175-183.
4. Blaiser, C.D., Roosen, P., Willems, T., Danneels, L., Bossche, L.V. & Ridder, R.D. (2018). Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 30, 48-56.
5. Bliss, L.S. & Teeple, P. (2005). Core stability: the centerpiece of any training program. *Current sports medicine reports*, 4, 179-183.
6. Boren, K., Conrey, C., Le Coguic, J., Paprocki, L., Voight, M. & Robinson, T.K. (2011). Electromyographic analysis of gluteus medius and gluteus maximus during rehabilitation exercises. *International journal of sports physical therapy*, 6(3), 206-223.
7. Czaprowski, D., Afeltowicz, A., Gebicka, A., Pawlowska, P., Kedra, A., Barrios, C. & Hadała M. (2014). Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and unstable surfaces. *Physical Therapy in Sport*, 15(3), 162–168.
8. De Luca, C.J. (1997). The use of electromyography in biomechanics. *Journal of applied biomechanics*, 13, 135-163.
9. Ekstrom, R.A., Donatelli, R.A. & Carp, K.C. (2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 37, 754-762.
10. Hertel, J., Earl, J.E., Tsang, K.K. & Miller, S.J. (2004). Combining isometric knee extension exercises with hip adduction or abduction does not increase quadriceps EMG activity. *British journal of sports medicine*, 38(2), 210-213.
11. Hertling, D. & Kessler, R.M. (1997). Management of Common Musculoskeletal Disorders: Physical Therapy Principles and Methods. (4th ed). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
12. Hodges, P. & Richardson, C. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 6(21), 2640-2650.
13. Hodges, P.W. & Richardson, C.A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical Therapy,* 77, 132-142.

14. Lee, K.B., Kim, J.G., Park, H.G., Kim, J.E., Kim, H.S. & Lee, W.H. (2015). Correlation between lateral abdominal, rectus femoris, and triceps brachii muscle thickness and endurance during prone bridge exercise in healthy young adults. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 4(1), 11-16.
15. Marshall, P.W. & Desai, I. (2010). Electromyographic analysis of upper body, lower body, and abdominal muscles during advanced Swiss ball exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 24, 1537-1545.
16. McGill, S. (2010). Core training: evidence translating to better performance and injury prevention. *Journal of strength and conditioning research*, 32(3), 33–46.
17. Min-Hyeok Kang, Soo -Yong Kim, Myoung-Joo Kang, So-Hee Yoon & Jae-Seop Oh. (2016). Effects of isometric hip movements on electromyographic activities of the trunk muscles during plank exercises. *Journal of physical therapy science*, 28, 2373–2375.
18. Mok, N.M., Yeung, E.W., Cho, J.C., Hui, S.C., Liu, K.C. & Pang, C.H. (2015). Core muscle activity during suspension exercises. *Journal of science and medicine in sport,* 18, 189-94.
19. Nordin, M. & Frankle, V.H. (1989). *Basic biomechanic of the musculoskeletal system*. (2nd ed). Philadelphia: Lea&Febiger.
20. Panjabi, M. (1992). The stabilizing system of the spine. I: Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 383-389.
21. Peng, H.T., Kernozek, T.W. & Song, C.Y. (2013). Muscle activation of vastus medialis obliquus and vastus lateralis during a dynamic leg press exercise with and without isometric hip adduction. *Physical therapy in sport,* 14(1), 44-49.
22. Peterson, D.D. (2013). Proposed Performance Standards for the Plank for Inclusion Consideration Into the Navy's Physical Readiness Test. *Strength and Conditioning Journal*, 35(5), 22-26.
23. Richardson, C., Hodges, P. & Hides, J. (2004). *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain*. China: Churchill Livingstone.
24. Schoenfeld, B.J., Contreras, B., Tiryaki-Sonmez, G., Willardson, J.M. & Fontana, F. (2014). An electromyographic comparison of a modified version of the plank with a long lever and posterior tilt versus the traditional plank exercise. *Sports biomechanics*, 13(3), 296-306.
25. Snijders, C.J., Vleeming, A. & Stoeckart, R. (1993). Transfer of lumbosacral load to iliac bones and leg. 1: biomechanics of self-bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. *Clinical biomechanics,* 8(6), 285-294.
26. Soo-Yong Kim, Min-Hyeok Kang, Eui-Ryong Kim, In-Gui Jung, Eun-Young Seo & Jae-seop Oh. (2016). Comparison of EMG activity on abdominal muscles during plank exercise with

unilateral and bilateral additional isometric hip adduction. *Journal of electromyography and kinesiology*, 30, 9-14.

27. Staudenmann, D., Roeleveld, K., Stegeman, D.F. & Van Dieen, J.H. (2010). Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation—a tutorial and review. *Journal of electromyography and kinesiology*, 20(3), 375–387.
28. Willson, J.D., Dougherty, C.P., Ireland, M.L. & Davis, I.M. (2005). Core Stability and Its Relationship to Lower Extremity Function and Injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons,* October, 316-325.
29. Yong-Soo Kong, Woo-Jin Lee, Seol Park & Gwon-Uk Jang. (2015). The effects of prone bridge exercise on trunk muscle thickness in chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science,* 27, 2073–2076.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ที่ ๑๗/๒๕๖๑

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย Sci 022/2561
โครงการวิจัยเรื่อง ผลของท่าทางการวางเท้าขณะออกกำลังกายท่าแพลงค์ต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าท้องและรยางค์ล่าง
หัวหน้าโครงการวิจัย อาจารย์ศิริรัตน์ เกียรติกูลานุสรณ์
หน่วยงานที่สังกัด คณะสหเวชศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าโครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

๑. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑๐ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑
๒. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๒ วันที่ ๙ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑
๓. เอกสารแบบแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑๐ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑
๔. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑๐ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

การรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ฉบับนี้ มีผลถึงวันที่ ๘ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๒

ออกให้ ณ วันที่ ๙ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑

ลงนาม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา