

บทความวิจัย

ผลของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวและเชิงกราน
ต่ออาการปวดและองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวในหญิงที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง: การศึกษานำร่อง

Effects of Strengthening and Stretching Exercises on Pain and ROM of Trunkin Females with Low Back Pain: A pilot study

ศุมาตรา สังข์เกื้อ (Sumarttra Sungkue)*

นัตรดาว เสพย์ธรรม (Chatdao Septham)*

อักรเดช คงขำ (Ukkaradate Kongkam)**

Received: Nov 20, 2018

Revised: Jan 8, 2019

Accepted: Feb 12, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลำตัวและเชิงกราน และยังศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมดังกล่าวต่ออาการปวดหลังส่วนล่างและองศาการเคลื่อนไหวของลำตัว โดยศึกษาในอาสาสมัครเพศหญิงที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง อายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 9 คน อาสาสมัครทุกคนได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องมัดลึก และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ร่วมกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อองสะโพก และกล้ามเนื้อหลัง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทั้งนี้ระดับอาการปวดหลังส่วนล่าง องศาการเคลื่อนไหวของลำตัว ความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกราน ทั้ง 4 กลุ่มถูกวัดทั้งก่อน และหลังได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย สำหรับข้อมูลที่ได้นั้นถูกนำมาคำนวณทางสถิติด้วยวิธีวิลคอกซันหาค่ามัธยฐาน และพิสัยระหว่างควอไทล์ซึ่งผลการวิจัยพบว่าอาการปวดหลังส่วนล่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องมัดลึก กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อองสะโพกกล้ามเนื้อหลัง รวมถึงองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการวิจัยอาจสรุปได้ว่าโปรแกรมการออกกำลังกายสองรูปแบบเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นครบทั้ง 4 กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกรานสามารถลดอาการปวดหลังส่วนล่างเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของลำตัว เพิ่มความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างได้ใน 4 สัปดาห์

คำสำคัญ: การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น ปวดหลังส่วนล่างกล้ามเนื้อลำตัวและเชิงกราน

*อาจารย์ สาขาวิชากายภาพบำบัด สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, e-mail: sumarttra.su@gmail.com

**นักกายภาพบำบัด คลินิกกายภาพบำบัด สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

Abstract

This research aimed to investigate the effect of the strengthening and stretching exercises of lumbopelvic muscles and also to examine the effect of this exercises on lower back pain and movements of the trunk. Female subjects aged between 20-30 years were recruited, 9 people received an exercise program to increase strengthening of abdominal muscle, focusing on transversus abdominis muscle and gluteus muscle together with exercise to increase the flexibility of iliopsoas and back muscles for 4 weeks. Lower back pain level, ROM of trunk, strength, and flexibility of lumbopelvic muscles were measured before and after they received an exercise programs. The data obtained were statistically calculated using Wilcoxon signed-rank test, median, and interquartile range. The results showed that their lower back pain significantly decreased ($p < 0.05$). The strength of transversus abdominis, gluteus, the flexibility of the iliopsoas, and back muscles including the ROM of trunk were increased significantly ($p < 0.05$). To summarize, it may be concluded that two types of exercise programs to increase strength and flexibility of all 4 groups of lumbopelvic muscles can reduce lower back pain, increase the ROM of trunk, strength, and flexibility of muscles in participants with lower back pain in 4 weeks.

Keywords: Strengthening exercise, Stretching exercise, Low back pain, Lumbopelvic muscles

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาการปวดหลังส่วนล่าง (Low Back Pain) เป็นปัญหาทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่พบมากที่สุดในประเทศไทย พบความชุกสูงถึงร้อยละ 30-70 (Puntumetakul et al., 2015) โดยร้อยละ 7-10 สามารถพัฒนาให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังได้ (Amabile, Bolte, & Richter, 2017) สาเหตุของอาการปวดหลังเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกระดูกสันหลัง (Postural changes of spine) โดยมีปัจจัยภายใน ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย เชื้อชาติ (Kumar, Zutshi, & Narang, 2011) และพบในกลุ่มผู้สูงอายุมากกว่ากลุ่มอื่นๆ (Candotti et al., 2015) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกระดูกสันหลังเกิดได้ทุกช่วงอายุ อีกทั้งพบว่าเพศหญิงมีการเปลี่ยนแปลงของกระดูกสันหลังระดับเอวในลักษณะที่เกิดการแอ่นเพิ่มมากขึ้น (Lumbar hyperlordotic curve) และมากกว่าเพศชาย เนื่องจากเพศหญิงมีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์แตกต่างจากเพศชายคือ มีขนาดสะโพกที่ผายกว่ารวมถึงระดับฮอร์โมนในร่างกายที่ไม่เหมือนกัน (Been & Kalichman, 2014)

ในขณะที่กล้ามเนื้อซึ่งมีความสำคัญต่อการพยุงข้อต่อและทำให้เกิดการเคลื่อนไหวร่วมกับกระดูกพบว่ามวลกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงโดยมวลกล้ามเนื้อสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงอายุระหว่าง 20 ถึง 30 ปี และลดลงตามอายุขัย (Batsis & Buscemi, 2011; Page & Ellenbecker, 2003) ส่วนปัจจัยภายนอกเช่น ท่าทางการนั่งเดินและสภาวะกระเป๋าคือ หากทำเป็นประจำ หรือทำติดต่อกันเป็นเวลานานจะส่งผลให้กล้ามเนื้อทำงานไม่สมดุลกัน (Muscle imbalance) โดยเฉพาะบริเวณลำตัวและเชิงกราน (Lumbopelvic region) มักเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกสันหลังในลักษณะที่โค้งของกระดูกสันหลังแอ่นเพิ่มขึ้น (Lumbar hyperlordotic curve) จากการอ่อนแรง (Weakness) ของกล้ามเนื้อหน้าท้องมัดลึก (Transversus abdominis Muscle) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Gluteus Muscle) ร่วมกับการหดสั้น (Tightness) ของกล้ามเนื้อเอวสะโพก (Iliopsoas Muscle) และกล้ามเนื้อหลัง (Back Muscle) เรียกลักษณะดังกล่าวว่า กลุ่มอาการโลเวอร์ครอส (Lower-Crossed Syndrome;

LCS หรือ Pelvic Crossed Syndrome) ซึ่งกล้ามเนื้อจะทำงานด้วยความแข็งแรงและความยาวที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการตอบสนองของกล้ามเนื้อที่เชื่อมต่อกันทางคิเนมาติกส์ (Kinematics linkage) (DeRosa & Porterfield, 2007; Nourbakhsh, Arabloo, & Salavati, 2006) โดยมีแรงดึงเชิงกรานมาทางด้านหน้าจากการหดสั้นของกล้ามเนื้อองสะโพก อีกทั้งมีแรงดึงกระเบนเหน็บขึ้นเข้าหากระดูกสันหลัง จากการหดสั้นของกล้ามเนื้อหลัง ประกอบกับกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกอ่อนแรง จึงไม่สามารถรักษาสถิตบริเวณบริเวณลำตัวและเชิงกรานเอาไว้ได้ พบการวางตัวแบบเชิงกรานกระดกมาข้างหน้า (Anterior pelvic tilt) มากขึ้น เกิดความผิดปกติของกระดูกสันหลังส่วนเอวที่แอ่นมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของข้อต่อ (Joint dysfunction) โดยเฉพาะข้อต่อกระดูกสันหลัง (Facet joints) ระหว่างกระดูกเอวชั้นที่ 4 และ 5 (L4-L5) และกระดูกเอวชั้นที่ 5 และกระดูกกระเบนเหน็บชั้นที่ 1 (L5-S1), -ข้อต่อกระดูกสันหลังกับเชิงกราน (Sacroiliac joint; SIJ) และข้อต่อสะโพก (Hip Joint) (DeRosa & Porterfield, 2007; Franca, Burke, & Caffaro, 2012; Jeong, Sim, Kim, Hwang-Bo, & Nam, 2015; Schlink, 1996) ซึ่งนำไปสู่อาการปวดหลังส่วนล่าง (Low Back Pain) การจำกัดการเคลื่อนไหวของลำตัว (Limit Range of Motion) และความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันลดลง (Functional Disability) ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ลดลงด้วย (Key, 2010; Ma, Chan, & Carruthers, 2014; Yaruang & Intahphuak, 2016)

หลายงานวิจัยจึงศึกษาการเพิ่มความแข็งแรง (Strengthening) ให้กับกล้ามเนื้อที่อ่อนแรง และการยืดเหยียด (Stretching) ให้กับกล้ามเนื้อที่มีการหดสั้นบริเวณลำตัวและเชิงกรานในผู้มีอาการปวดหลังส่วนล่าง โดยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominal muscle) ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อองสะโพก (Iliopsoas muscle) พบว่ามีการเพิ่มขึ้นทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominal muscle) และความยาวของกล้ามเนื้อองสะโพก (Iliopsoas muscle) ในขณะที่อาการปวดหลังลดลง (Malai, Pichaiyongwongdee, & Sakulsriprasert, 2015) อีกทั้งการศึกษาอาการปวดหลังส่วนล่างก่อน และหลังการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง

(Abdominal muscle) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Gluteal muscle) ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลัง (Back muscle) ผลการศึกษาพบว่าอาการปวดหลังส่วนล่างได้ (Yoo & Lee, 2012) นอกจากนี้การศึกษารายผลของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงเป็นเวลา 4 สัปดาห์แก่ Back Muscle พบว่าสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวได้ (Cho, Kim, & Kim, 2014) จะเห็นว่าการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกรานสามารถเพิ่มความแข็งแรง ความยาวกล้ามเนื้อ องศาการเคลื่อนไหวของลำตัว และลดอาการปวดหลังได้ อย่างไรก็ตามการอ่อนแรงและการหดสั้นของกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกรานเป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นร่วมกัน นำไปสู่การทำงานที่ไม่สมดุลกันของกล้ามเนื้อส่งผลต่ออาการปวดหลังและองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวที่ลดลง ดังนั้นโปรแกรมการออกกำลังกายควรฝึกทั้งสองรูปแบบคือเพิ่มความแข็งแรง และเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ อีกทั้งควรฝึกกล้ามเนื้อให้ครบทั้ง 4 กลุ่ม และตรงกับความผิดปกติที่พบ ซึ่งจะให้ผลที่ดีกว่าการเพิ่มความแข็งแรง หรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพียงรูปแบบเดียว หรือเพียงบางกลุ่มกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ผ่านมายังไม่ครอบคลุมการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบ และครบทั้ง 4 กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกราน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบคือเพิ่มความแข็งแรง และเพิ่มความยืดหยุ่นแก่กล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกรานเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในเพศหญิงอายุ 20-30 ปีที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างจากปัญหาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และ Gluteus และการหดสั้นของกล้ามเนื้อ Iliopsoas และ Back รวมทั้งศึกษาผลของอาการปวดหลังส่วนล่างและองศาการเคลื่อนไหวของลำตัว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายสองรูปแบบคือเพิ่มความแข็งแรง และเพิ่มความยืดหยุ่นแก่กล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกราน ต่อความแข็งแรง ความยืดหยุ่น อาการปวดและองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวในผู้หญิงที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) ทำการวัดก่อนและหลังการให้การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strengthening exercise) ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching exercise) และเพื่อดูความสัมพันธ์ของอาการปวดหลังและองศาการเคลื่อนไหวของลำตัว

ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า เพศหญิงอายุ 20-30 ปี คำนวณ BMI 18.5-22.9 Kg/m² มีอาการปวดหลังส่วนล่างมาเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 เดือน มีการหดสั้นของกล้ามเนื้อ Iliopsoas และ Back ร่วมกับการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และ Gluteus

เกณฑ์การคัดออก มีความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกสันหลัง เช่น หมอนรองกระดูกเคลื่อนทับเส้นประสาท (Herniated nucleus pulposus; HNP), กระดูกสันหลังคด (Scoliosis) เป็นต้น เคยประสบอุบัติเหตุที่ส่งผลต่ออาการปวดหลังมีอาการปวดหลังที่ไม่ได้เกิดจากพยาธิสภาพที่หลัง เช่น ปวดหลังจากการมีประจำเดือนในวันที่มาทดสอบวันแรกเป็นต้น และผู้ที่รับประทานยาคลายกล้ามเนื้อและยาลดปวดก่อนมาคัดเลือกเข้าร่วมการวิจัยและ/หรือวันที่ทำการวัดผลหลังสิ้นสุดการวิจัยน้อยกว่า 24 ชั่วโมง ทั้งนี้งานวิจัยผ่านการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เลขที่เอกสารรับรอง WUEC-16-130-01

ขั้นตอนการทำวิจัย

1. การคัดกรอง

ใช้แบบสอบถามเพื่อคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย จากนั้นผู้วิจัยตรวจร่างกายก่อนการให้การออกกำลังกาย โดยวัดระดับอาการปวดหลังส่วนล่างด้วย Visual analogue scale (VAS) โดยอาสาสมัครมีระดับความเจ็บปวดเล็กน้อยถึงปานกลาง (Mild to moderate pain; pain scale = 1-6)

2. เครื่องมือที่ใช้และการเก็บข้อมูล

2.1 Tape ใช้วัดองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวโดยวัดจาก Spinous process of C7 และ Spinous process of S1 ในท่า Trunk flexion และ Trunk extension ซึ่งค่าปกติ

สำหรับ Thoracolumbar flexion และ Thoracolumbar extension เท่ากับ 10 และ 2.5 เซนติเมตรตามลำดับค่าความเที่ยงของผู้ประเมินอยู่ในระดับดี (0.97)

2.2 Pressure biofeedback unit (PBU) (ค่าความตรงของเครื่องมือ = 0.99) ใช้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transversus Abdominis ตั้งค่าเริ่มต้นให้มีความดันอยู่ที่ 70 มิลลิเมตรปรอท วางไว้ได้ช่องท้องบริเวณใต้ Anterior superior iliac spine (ASIS) ของผู้เข้าร่วมวิจัย จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้องกดสะดือขึ้นค้างอยู่เป็นเวลา 10 วินาทีทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง อ่านค่าและบันทึกค่าความดันในถุงลมที่เปลี่ยนไปค่าปกติคือมีความดันลดลงอยู่ระหว่าง 4-10 มิลลิเมตรปรอท

2.3 Prone hip extension ใช้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Gluteus ผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในท่านอนคว่ำ แขนแนบข้างลำตัว เหยียดขาทั้ง 2 ข้าง โดยให้ Popliteal fossa ตรงกับแถบเป้าหมายที่ตั้งไว้ จากนั้นยกสะโพกมาทางด้านหลัง 10 องศา ข้างข้างไว้ที่แถบเป้าหมาย ผู้วัดจะใช้นาฬิกาจับเวลา จะหยุดเวลาเมื่อขาที่แตะแถบเป้าหมายออกห่างจากแถบ และบันทึกค่าที่ได้ค่าความเที่ยงของผู้ประเมินอยู่ในระดับดี (0.88)

2.4 Modified Schober test (ค่าความตรงของเครื่องมือ = 0.86) ใช้วัดความยาวของกลุ่มกล้ามเนื้อ Back โดยระบุตำแหน่งของ Posterior superior iliac spines (PSIS) ใช้สายวัดวัดจากจุดดังกล่าวถัดขึ้นไปอีก 15 เซนติเมตร ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยมีการก้มตัวไปทางด้านหน้าให้มากที่สุดโดยไม่มีการงอเข่า และแอ่นหลังให้มากที่สุด วัดระยะห่างจากจุดบนและจุดล่างค่าปกติเท่ากับ 10 และ 1.6 เซนติเมตร ตามลำดับค่าความเที่ยงของผู้ประเมินอยู่ในระดับดี (0.98)

2.5 Modified Thomas test (ค่าความตรงของเครื่องมือ = 0.95) ใช้วัดความยาวของกล้ามเนื้อ Iliopsoas ผู้วิจัยทำเครื่องหมายที่ตำแหน่ง Greater trochanter Lateral midline of pelvis และ Lateral epicondyle of femur ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนหงายในท่าทางที่พอนคลายต้นขาทั้งสองข้างแขนออกเฉียง กอดขาทั้ง 2 ข้างชิดหน้าอก จากนั้นปล่อยขาข้างที่ต้องการทดสอบลงตามแรงโน้มถ่วงของโลก ใช้ Universal goniometer วัดค่ามุมที่เกิดขึ้นระหว่าง Lateral midline ของกระดูก Pelvis และ Midline ของ

กระดูก Femur ค่าปกติคือ 180 องศา ค่าความเที่ยงของผู้ประเมินอยู่ในระดับดี (0.90)

3. โปรแกรมการออกกำลังกาย

3.1 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของ Transversus abdominis Muscle ด้วยวิธี Supine position to hook lying โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนหงาย เกร็งกล้ามเนื้อ

หน้าท้องกดสะโพกลงติดเตียงโดยไม่มีการเคลื่อนไหว กระดุกสันหลังและกระดูกเชิงกราน ค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 10 ครั้งต่อเซต จำนวน 4 เซตต่อวัน และ 3 วันต่อสัปดาห์ ทำวันเว้นวัน(ดังแสดงในภาพที่ 1) จากนั้นสัปดาห์ที่ 2 3 และ 4 เพิ่มขึ้น 56 และ 7 เซตตามลำดับ(Rajalakshmi & Kumar, 2012)



ภาพที่ 1 แสดงการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของ Abdominal Muscle

3.2 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของ Gluteal muscle ด้วยวิธี Prone hip extension โดยผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในท่านอนคว่ำ ลำตัวอยู่ในแนวตรงสะโพกพ้นจากขอบเตียง สวมถุงทรายบริเวณเหนือเข่าข้างที่ฝึกเพื่อถ่วงน้ำหนัก งอเข่า 90 องศา จากนั้นเหยียดสะโพกข้างที่ฝึกช้าๆ ให้อยู่ในระนาบเดียวกับลำตัวและมีการเคลื่อนไหวที่ราบเรียบ จากนั้นผู้วิจัยหา 12 Repetition maximum (RM) คือน้ำหนักที่คาดว่าผู้เข้าร่วมวิจัยจะยกได้ 12 ครั้ง โดยใช้ถุงทราย หากผู้เข้าร่วมวิจัยทำได้มากกว่าหรือ

น้อยกว่า 12 ครั้ง ให้พักจนกระทั่งหายล้าแล้วเพิ่มน้ำหนักให้มากขึ้นหรือลดน้ำหนักให้น้อยลงจนสามารถยกได้เพียง 12 ครั้งหรือ 70% ของ 1 RM ทำ 10 ครั้ง/เซต 3 เซต/วัน มีช่วงพักระหว่างเซต 3 นาที จำนวน 3 วัน/สัปดาห์ ทำวันเว้นวัน(ดังแสดงในภาพที่ 2) และสัปดาห์ที่ 3 เพิ่มขึ้น 10 RM (75% ของ 1 RM) ซึ่งผู้วิจัยจะทำการวัด 10 RM ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยอีกครั้งและออกกำลังกายด้วยน้ำหนักนี้จนถึงสัปดาห์ที่ 4 (Vera-Garcia, Grenier, & McGill, 2000)



ภาพที่ 2 แสดงการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของ Gluteal muscle

3.3 การออกกำลังกายเพิ่มความยืดหยุ่นของ Back muscle ด้วยวิธี Trunk flexion angle was measure relative to vertical โดยผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งให้ขาทั้ง 2 ข้างเหยียดตรง หมอนรองใต้เข่าเพื่อลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ Hamstrings จากนั้นค่อยๆ โน้มตัวไปด้านหลังจนรู้สึกถึง

บริเวณหลังมากที่สุด แต่ไม่รู้สึกลปวด ยึดค้างไว้นาน 30 วินาที/ครั้ง ทำซ้ำ 5 ครั้ง/เซต พัก 8 วินาทีระหว่างเซต ทำ 3 เซต/วัน ทำทุกวัน (ดังแสดงในภาพที่ 3) (Descarreaux, Normand, Laurencelle, & Dugas, 2002)



ภาพที่ 3 การออกกำลังกายเพิ่มความยืดหยุ่นของ Back muscle

3.4 การออกกำลังกายเพิ่มความยืดหยุ่นของ Iliopsoas muscle ด้วยวิธี Passive stretch-modified lunge โดยผู้เข้าร่วมวิจัยยืนในท่าตั้งเข่าโดยขาข้างที่ต้องการยืดอยู่ด้านหลัง ส่วนขาที่ไม่ต้องการยืดวางไว้ข้างหน้า มือทั้ง 2 ข้างวางบนหน้าขา แล้วค่อยๆ โน้มตัวไปทาง

ด้านหน้า จนรู้สึกถึงบริเวณต้นขาทางด้านหน้ามากที่สุด แต่ไม่รู้สึกลปวด ยึดค้างไว้ 30 วินาที/ครั้ง ทำซ้ำ 5 ครั้ง/เซต พัก 8 วินาที ระหว่างเซต ทำ 3 เซต/วัน ทำทุกวัน (ดังแสดงในภาพที่ 4) (Winters et al., 2004)



ภาพที่ 4 การออกกำลังกายเพิ่มความยืดหยุ่นของ Hip flexor muscle

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p < 0.05$ ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย ใช้ Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit test เพื่อทดสอบการแจกแจงข้อมูล และใช้สถิติ Wilcoxon signed-rank test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย

ผลการวิจัย

ลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยเพศหญิงที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างจำนวน 9 คน พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย แสดงข้อมูล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกายของผู้เข้าร่วมวิจัย (n = 9)

ลำดับที่	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)	ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)
1	22	47.00	159.00	18.59
2	23	48.00	160.00	18.75
3	22	49.00	168.00	17.36
4	21	48.90	154.00	20.62
5	22	58.80	168.00	20.83
6	20	57.00	170.00	19.72
7	22	51.00	157.00	20.69
8	20	50.00	150.00	22.22
9	21	48.50	160.00	18.95

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และกล้ามเนื้อ Gluteus หลังจากออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ

ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ Iliopsoas และกล้ามเนื้อ Back พบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอไทล์เปรียบเทียบความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของ Lumbopelvic muscle ก่อน และหลังออกกำลังกาย

Parameter	Median		Q1, Q3		p-value
	Pre test	Post test	Pre test	Post test	
Strength of Transversus Abdominis Muscle (mmHg)	69.67	68.33	69.67, 70.00	67.34, 69.50	0.018*
Strength of Gluteal Muscle (minutes)	0.24	1.05	0.15, 0.48	0.39, 1.79	0.008*
Flexibility of Iliopsoas Muscle (degree)	177.00	182.00	176.00, 178.00	180.00, 182.50	0.012*
Flexibility of Back Muscle (cm.)	4.50	5.60	4.15, 5.25	5.50, 6.00	0.012*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = 0.05$

จากผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และกล้ามเนื้อ Gluteus ร่วมกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ Iliopsoas และกล้ามเนื้อ Back

ระดับอาการปวดหลังส่วนล่างมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวในท่าก้มตัวและแอ่นหลัง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอไทล์เปรียบเทียบอาการปวดหลังส่วนล่าง และองศาการเคลื่อนไหวของลำตัว ก่อนและหลังออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของ Lumbopelvic muscle

Parameter	Median		Q1, Q3		p-value
	Pre test	Post test	Pre test	Post test	
Pain Scale	4.00	2.00	3.00, 5.00	0.50, 2.50	0.007*
Range Motion of Trunk (Flexion)	7.40	7.70	5.65, 8.40	6.00, 9.55	0.018*
Range Motion of Trunk (Extension)	3.50	4.40	1.95, 4.50	4.05, 5.75	0.038*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = 0.05$

อภิปรายผล

1. เปรียบเทียบผลก่อนและหลังของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของ Transversus abdominis muscle และ Gluteus muscle

หลังออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และ Gluteus เพิ่มขึ้น อาจอธิบายได้ว่าการออกกำลังกายกล้ามเนื้อ Gluteus แบบ Weight training ตามหลักการของ RM ทำให้กล้ามเนื้อมีการปรับตัวจากการพัฒนาของระบบประสาท (Neural adaptation) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของ Muscle volume (Brown et al., 2017) และร่างกายเรียนรู้ที่จะฝึกล้มโดยการระดมหน่วยยนต์ (Motor units) มาใช้มากขึ้น ทำให้เพิ่มใยโปรตีนที่เส้นใยกล้ามเนื้อ และทำให้กล้ามเนื้อสร้างแรงได้มาก ส่วนการออกกำลังกายกล้ามเนื้อ Transversus abdominis วัดโดยใช้ Pressure bio-feedback unit เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าลดลงจากเดิมประมาณ 1.5 mmHg ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงแบบ Isometric contraction คือมีการหดตัวค้างไว้ในช่วงเวลาที่เหมาะสม จึงสามารถทำให้เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis อย่งไรก็ตามในคนปกติจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าลดลงในช่วง 4 ถึง 10 mmHg (66-60 mmHg) อีกทั้งการศึกษา

ก่อนหน้า ซึ่งศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบ Segmental stabilization บริเวณ Lumbar ในคนที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าลดลงประมาณ 4.6 mmHg (Franca, Burke, Hanada, & Marques, 2010) อาจเนื่องจากการออกกำลังกายแบบ segmental stabilization เป็นการฝึกร่างกายของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis ร่วมกับกล้ามเนื้อ Back (Lumbar multifidus) ซึ่งหลายการศึกษาอธิบายว่าการฝึกลำตัวกล้ามเนื้อให้ทำงานแบบประสานสัมพันธ์ (Co-contraction) ยิ่งส่งเสริมให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อได้ดี ด้วยแรงที่มากกว่า (Rajalakshmi & Kumar, 2012) จึงอาจต้องพิจารณาการออกกำลังกายกล้ามเนื้อ Transversus abdominis ร่วมกับกล้ามเนื้อ Back เพื่อให้กล้ามเนื้อ Transversus abdominis มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นในระดับที่เห็นความแตกต่างในทางคลินิก

2. เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของ Iliopsoas muscle และ Back muscle

กล้ามเนื้อ Iliopsoas และ Back มีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นเนื่องจาก Golgi tendon organ (GTO) ซึ่งเป็นตัวรับข้อมูลที่อยู่ในตำแหน่ง Musculotendinous junction จะถูกกระตุ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความตึงตัวของกล้ามเนื้อ โดย GTO

จะไปยับยั้งการทำงานของ Alpha Motor Neuron ให้ไม่สามารถทำงานได้ กล้ามเนื้อจึงยึดขาวอก (Kisner & Colby, 1996) และจะสามารถเพิ่มความยาวของกล้ามเนื้อได้เมื่อทำเป็นประจำทุกวัน สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ซึ่งทำการศึกษาในคนที่มีการหดสั้นของ กล้ามเนื้อ Iliopsoas และกล้ามเนื้อ Back ในผู้ที่เป็น LBP ภายหลังการออกกำลังกายแบบยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นเวลา 3 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ พบว่าความยาวกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Kumar, Kumar, Nezamuddin, & Sharma, 2015; Winters, Blake, Trost, & Wainner, 2004)

3. ผลของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strengthening exercise) ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching exercise) ของ Lumbo pelvic muscle ต่อการปวดหลังส่วนล่างและองศาการเคลื่อนไหวของลำตัว

การศึกษาก่อนหน้าศึกษาผลการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Abdominal และกล้ามเนื้อ Back เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ Back และกล้ามเนื้อ Hamstrings พบว่าทั้งสองกลุ่มสามารถลดอาการปวดหลังส่วนล่างได้ (Franca et al., 2012) และการศึกษาผลการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Abdominal และกล้ามเนื้อ Back ร่วม และไม่ร่วมกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Gluteus พบว่าทั้งสองกลุ่มสามารถลดอาการปวดหลังส่วนล่าง และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Back ได้ (Jeong, et al., 2015) อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียวซึ่งสามารถลดอาการปวดหลังส่วนล่างได้ อีกทั้งเป็นผลการออกกำลังกายเป็นเวลา 6 สัปดาห์

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงร่วมกับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และ Gluteus เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มีแรงกดตัวเพิ่มขึ้น ความมั่นคงของกระดูกสันหลังส่วนเอวและเชิงกรานจึงเพิ่มขึ้น และความยาวของกล้ามเนื้อ Iliopsoas

และ Back เพิ่มขึ้น ทำให้การเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังและเชิงกรานดีขึ้น โดยการที่กล้ามเนื้อทั้งด้านหน้าและด้านหลังทำงานด้วยความยาว และความแข็งแรงที่เหมาะสมส่งผลให้กระดูกสันหลังระดับเอวส่วนล่าง และเชิงกรานมีความมั่นคง (Stability) มากขึ้น ส่งผลให้อาการปวดหลังส่วนล่างลดลง รวมถึงสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวในท่าก้มตัว และแอ่นหลัง ซึ่งเป็นการศึกษาผลการออกกำลังกายในระยะเวลาสั้นกว่าคือ 4 สัปดาห์

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และความยืดหยุ่นแก่กล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกรานครบทั้ง 4 กลุ่มกล้ามเนื้อเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ใช้ได้ดีสำหรับเพศหญิงอายุ 20-30 ปีที่มีภาวะปวดหลังส่วนล่างเนื่องจากพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Transversus abdominis และกล้ามเนื้อ Gluteus เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ Iliopsoas และกล้ามเนื้อ Back ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นกัน นอกจากนี้ยังสามารถลดอาการปวดหลังส่วนล่าง และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของลำตัวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อีกด้วย

ข้อจำกัดในการวิจัย

การศึกษานี้ครอบคลุมโปรแกรมการออกกำลังกายสองรูปแบบ และครบ 4 กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและเชิงกรานเพียงแต่การศึกษาค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทางด้านหน้าสนใจศึกษาเฉพาะกล้ามเนื้อ Transversus abdominis อย่างไรก็ตามกล้ามเนื้อดังกล่าวสามารถเกิดการหดตัวได้ดี ด้วยแรงที่มากกว่าหากออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทางด้านหลังคือกล้ามเนื้อ Back ควบคู่กันไปด้วยอีกทั้งการศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่องในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง จำนวน 9 คน เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยไม่มีคู่เทียบ (Control group) เป็นเพียงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรก่อน และหลังการออกกำลังกายในกลุ่มเดียวกันเท่านั้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคลากรมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ทุกท่านที่ให้ข้อมูลต่างๆ ที่เอื้อต่อการทำงานวิจัย ตลอดจนนักศึกษากายภาพบำบัด ศึกษานันท์ บุญมาก จุฑาทิพย์ เทพณรงค์ พรณขจร ทองประภา และพนัสนิศา เสาดา สำหรับการช่วยเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Amabile, A. H., Bolte, J. H., & Richter, S. D. (2017). Atrophy of gluteus maximus among women with a history of chronic low back pain. *PLoS One*, 12(7), 1-12.
- Batsis, J. A., & Buscemi, S. (2011). Sarcopenia, sarcopenic obesity and insulin resistance. *Medical complications of type 2 diabetes* (pp. 233-256). Croatia InTech.
- Been, E., & Kalichman, L. (2014). Lumbar lordosis. *The spine journal*, 14(1), 87-97.
- Brown, N., Bubeck, D., Haeufle, D. F. B., Weickenmeier, J., Kuhl, E., Alt, W., & Schmitt, S. (2017). Weekly time course of neuro-muscular adaptation to intensive strength training. *Frontiers in Physiology*, 8, 1-6.
- Candotti, C. T., Noll, M., Marchetti, B. V., Rosa, B. N. d., Medeiros, M. d. G. S., Vieira, A., & Loss, J. F. (2015). Prevalence of back pain, functional disability, and spinal postural changes. *Fisioter Mov*, 28(4), 711-722.
- Cho, H. Y., Kim, E. H., & Kim, J. (2014). Effects of the CORE exercise program on pain and active range of motion in patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(8), 1237-1240.
- DeRosa, C., & Porterfield, J. A. (2007). Anatomical linkages and muscle slings of the lumbopelvic region. In Vleeming A, Mooney V, Stoeckart R, (ed.) *Movement, stability & lumbopelvic pain: integration of research and therapy*. (pp. 47-62) New York: Churchill Livingstone (Elsevier).
- Descarreaux, M., Normand, M. C., Laurencelle, L., & Dugas, C. (2002). Evaluation of a specific home exercise program for low back pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25(8), 497-503.
- Franca, F. R., Burke, T. N., & Caffaro, R. R. (2012). Effects of muscular stretching and segmental stabilization on functional disability and pain in patients with chronic low back pain: A randomized, controlled trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 35(4), 279-285.
- Franca, F. R., Burke, T. N., Hanada, E. S., & Marques, A. P. (2010). Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain-a comparative study. *Clinics (Sao Paulo)*, 65(10), 1013-1017.
- Jeong, U.-C., Sim, J. H., Kim, C. Y., Hwang-Bo, G., & Nam, C. W. (2015). The effects of gluteus muscle strengthening exercise and lumbar stabilization exercise on lumbar muscle strength and balance in chronic low back pain patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3813 - 3816.
- Key, J. (2010). *Back pain: A movement problem*. Chaina: Churchill Livingstone.
- Kisner, C., & Colby, L. A. (1996). *Therapeutic exercise: Foundations and techniques* (6th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.
- Kumar, A., Zutshi, K., & Narang, N. (2011). Efficacy of trunk proprioceptive neuromuscular facilitation training on chronic low back pain. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 5(3), 174-180.
- Kumar, T., Kumar, S., Nezamuddin, M., & Sharma, V. P. (2015). Efficacy of core muscle strengthening exercise in chronic low back pain patients.

- Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(4), 699-707.
- Ma, V. Y., Chan, L., & Carruthers, K. J. (2014). Incidence, prevalence, costs, and impact on disability of common conditions requiring rehabilitation in the United States: Stroke, spinal cord injury, traumatic brain injury, multiple sclerosis, osteoarthritis, rheumatoid arthritis, limb loss, and back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95, 986 - 995.
- Malai, S., Pichaiyongwongdee, S., & Sakulsriprasert, P. (2015). Immediate effect of hold-relax stretching of iliopsoas muscle on transversus abdominis muscle activation in chronic non-specific low back pain with lumbar hyperlordosis. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 98(5), s6 - 11.
- Winters, M. V., Blake, C. G., Trost, J. S., Marcello-Brinker, T. B., Lowe, L., Garber, M. B., & Wainner, R. S. (2004). Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: A randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 84(9), 800-807.
- Nourbakhsh, M. R., Arabloo, A. M., & Salavati, M. (2006). The relationship between pelvic cross syndrome and chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 19(4), 119-128.
- Page, P., & Ellenbecker, T. S. (2003). *The Scientific and clinical application of elastic resistance*. (pp. 290). Human Kinetics.
- Puntumetakul, R., Yodchaisarn, W., Chatchawan, U., Peungsuwan, P., Eungpinichpong, W., Nilphanomchai, R., & Leerattana, S. (2015). Immediate effects between core stabilization exercise and strengthening exercise on postural balance in patient with chronic non-specific low back pain. *Journal of Medical Technology and Physical Therapy* 27(3), 320-329.[In Thai].
- Rajalakshmi, D., & Kumar, N. S. S. (2012). Strengthening transversus abdominis in pregnancy related pelvic pain: The pressure biofeedback stabilization training. *Global Journal of Health Science*, 4(4), 55-61.
- Schlink, M. B. (1996). Muscle imbalance patterns associated with low back syndromes, In Watkins R.G., (ed.) *The spine in sports* (pp.146-156) St Louis: Mosby.
- Vera-Garcia, F. J., Grenier, S. G., & McGill, S. M. (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80(6), 564-569.
- Winters, M. V., Blake, C. G., Trost, J. S., & Wainner, R. S. (2004). Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 84(9), 800-807.
- Yaruang, N., & Intahphuak, S. (2016). Effects of stretching exercise program on low back pain in rice farmers. *Journal of The Royal Thai Army Nurses*, 17(3), 73-81. [In Thai].
- Yoo, Y. D., & Lee, Y. S. (2012). The Effect of core stabilization exercises using a sling on pain and muscle strength of patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(8), 671-674.