

ผลทันทีและผลระยะสั้นของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับ
เครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และ
ความยืดหยุ่นของร่างกายในนักกีฬา judo

**Immediate and Short-Term Effects of Core Stabilizing Exercise with Whole
Body Vibration Machine on Alteration Muscle Strength, Muscle Power, and
Flexibility in Judo Players**

กรรณพรรณ วรณเลิศ (Kannaphan Wannalert)¹* ยอดชาย บุญประกอบ (Yodchai Boonprakob)**

นฤมล ลีลาญวัฒน์ (Nuruemon Leelayuwat)*** วิชัย อึ้งพินิจพงศ์ (Wichai Eungpinithpong)***

เสาวนันท์ บำเรอราช (Sauwanan Bumrerraj)****

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่ม (randomized control trial) ชนิดปิดบังด้านเดียว (single blinded study) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลทันทีและผลระยะสั้นของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับเครื่องมือสั่นสะเทือนทั่วร่างกายเปรียบเทียบกับออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียวต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความยืดหยุ่นของร่างกายในนักกีฬา judo อาสาสมัครเป็นนักกีฬา judo จำนวน 48 คน (เพศชายจำนวน 24 คน และเพศหญิงจำนวน 24 คน) ได้รับการสุ่มชนิด block randomized allocation กลุ่มควบคุมได้รับการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับเครื่องมือสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย โดยทำการฝึกครั้งละ 40 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 11 วัน วิธีการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อได้แก่ เครื่องมือ dynamometer และการทดสอบท่าไม้กระดาน วิธีการทดสอบพลังกล้ามเนื้อได้แก่ การทดสอบขึ้นกระโดดสูง และการทดสอบทุ่มลูกบอลเหนือศีรษะ ส่วนวิธีการทดสอบความยืดหยุ่นของร่างกายใช้การทดสอบ sit and reach ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มหลังการฝึกวันที่ 11 อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีกำลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจากการทดสอบเครื่องมือ dynamometer และการทดสอบท่าไม้กระดาน และมีพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจากการทุ่มลูกบอลเหนือศีรษะ ส่วนความยืดหยุ่นมีเพียงอาสาสมัครในกลุ่มทดลองเท่านั้นที่มีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่ากลุ่มทดลองมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึกทันทีและหลังการฝึกวันที่ 11 ($p < 0.05$) สรุปผลการศึกษา เครื่องมือสั่นสะเทือนทั่วร่างกายอาจไม่สามารถช่วยเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อในระยะเวลา 11 วันของการฝึกได้ในขนาดความถี่ที่ใช้ในการศึกษานี้ เนื่องจากกำลังและพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นมาจากการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวโดยตรง

¹ Correspondent author: kannaphan_wannalert@hotmail.com

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**** คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ABSTRACT

This current study is a randomized control trial with single blinded study which was to investigate the immediate and short term effect of core stabilizing exercise and core stabilizing exercise with whole body vibration machine on alteration of strength, power, and flexibility in judo players. Forty-eight judo players were recruited (male=24, female=24) in this study. They were divided into 2 groups by block randomized allocation. Participants in control group were trained by core stabilizing exercise, whereas participants in experimental group were trained by core stabilizing exercise with whole body vibration machine. The program of training was set 40 minutes per one visit, 3 visits per week within 11 days. Dynamometer and plank test were used to test muscle strength. Vertical jump and ball throwing were used to test muscle power. Sit and reach test was used to test flexibility. When compare within group, muscle strength was increased significantly in both groups. Muscle power was increased significantly when tested by ball throwing in both groups. Only experimental group was shown the improvement of flexibility ($p<0.05$) However, Sit and reach test was difference when compared between groups ($p<0.05$). In conclusion, the improvement of muscle strength and muscle power was increased directly from core stabilizing exercise and whole body vibration machine may not alter muscle strength and muscle power.

คำสำคัญ: การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย กีฬา judo

Keywords: Core stabilizing exercise, Whole body vibration machine, Judo

บทนำ

กำลังกล้ามเนื้อ (muscle strength) เป็นหนึ่งในสมรรถภาพทางกายที่สำคัญที่สุดสำหรับนักกีฬา judo เนื่องจากนักกีฬา judo ต้องใช้กำลังกล้ามเนื้อในการทุ่มคู่ต่อสู้ อย่างไรก็ตาม พลังกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของร่างกาย และความว่องไวในการเคลื่อนไหว ต่างเป็นองค์ประกอบเสริมให้นักกีฬา judo มีศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน [1] ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาวิธีการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายดังที่กล่าวมาแก่นักกีฬา judo จึงเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาสรุปว่าวิธีใดเป็นวิธีการมาตรฐานในการฝึกนักกีฬา judo [2-3]

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบว่า การออกกำลังกายแกนกลางลำตัว (core stabilizing exercise) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและมีการศึกษาวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันประโยชน์ของการออกกำลังกายชนิดนี้จำนวนมาก เช่น การเพิ่มความสามารถของร่างกายในการรักษาท่าทางความมั่นคงทั้งขณะอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว [4] ประเด็นที่น่าสนใจคือ ประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวของแขนหรือขาที่ดีต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่มีประสิทธิภาพด้วย [5] จากการวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีความจำเป็นต่อนักกีฬา judo เนื่องจากเป็นลำตัวเป็นฐานให้การเคลื่อนไหวของแขนและขา จึงเป็นเหตุที่ผู้วิจัยเกิดแนวคิดในการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในนักกีฬา judo [6-7]

เครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (whole body vibration) เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน จากการศึกษาวิจัยพบว่า เครื่องมือนี้สร้างแรงสั่นสะเทือนผ่านแผ่นรับน้ำหนักขณะที่ร่างกายยืนบนเครื่อง ผู้ใช้สามารถปรับแรงความถี่ของแรงสั่นสะเทือนได้หลายความถี่ ทั้งนี้ขึ้นกับจุดประสงค์ว่าต้องการให้เกิดการเร่งเร็วหรือยับยั้งหน่วยย่นดของกล้ามเนื้อ ประเด็นที่น่าสนใจคือ การศึกษาผลของเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายกับการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬา เช่น

การเพิ่มความสามารถในการขึ้นกระโดดสูง การเพิ่มความเร็วของการวิ่งในระยะ 10 เมตร และการเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอล การเพิ่มศักยภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อ และความยืดหยุ่นในกีฬาประเภทการต่อสู้หลายประเภท [8-9] ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดวิธีการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายในการเพิ่มกำลัง พลัง และความยืดหยุ่นในนักกีฬา 유도 ในการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ทำทางการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวบนเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย และนำมาเปรียบเทียบผลกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผลที่แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินผลทันทีและผลระยะสั้นของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกับเครื่องมือสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย ต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความยืดหยุ่นของร่างกายในนักกีฬา 유도

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นรูปแบบการศึกษาวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่ม (randomize control trial) ชนิดที่มีการปิดบังด้านเดียว (single blind) โดยปกปิดวิธีการฝึกแก่ผู้วัดตัวแปรโดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬา 유도 ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ที่มีอายุระหว่าง 19-25 ปี จำนวน 48 คน เป็นเพศชาย 24 คน และเพศหญิง 24 คน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้คำนวณจากการศึกษาก่อนหน้านี้ [10] โดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE592142 เกณฑ์การคัดเข้าของอาสาสมัคร ได้แก่ นักกีฬา 유도 ชายและหญิง อายุ 19-25 ปี คุ้นเคยในการเล่นกีฬา 유도ระดับสายเขียวขึ้นไปและมีสุขภาพดี ส่วนเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ที่มีภาวะบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกเช่น ปวดหลัง ปวดคอ หรือปวดรยางค์ และผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกครบตามที่กำหนดไว้

อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าได้รับการอธิบายขอบเขตและวิธีการศึกษาวิจัยโดยละเอียด จากนั้นลงนามยินยอมเข้าร่วมการศึกษา อาสาสมัครได้รับการสุ่มการจับสลากแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม โดยใช้หลักการ block random allocation มีขนาด block sizes 4 เพื่อให้คุณสมบัติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความใกล้เคียงกัน

อาสาสมัครในกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว ในขณะที่กลุ่มทดลองได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย รายละเอียดการฝึกแสดงในภาพที่ 2 และ 3 กลุ่มควบคุมฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ประกอบด้วยท่า bridge exercise, side bridge exercise, prone bridges forward และ prone bridges backward (ภาพที่ 2) ส่วนกลุ่มทดลองการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวประกอบด้วยท่า bridge exercise, side bridge exercise, prone bridges forward และ prone bridges backward บนเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายที่ตั้งค่าความถี่ไว้ที่ 26 Hz (ภาพที่ 3) การฝึกออกกำลังกายแต่ละท่าใช้เวลา 60 วินาที และมีช่วงพัก 30 วินาที ก่อนเปลี่ยนท่าต่อไป ก่อนการฝึกครั้งแรกอาสาสมัครได้รับการตรวจประเมินค่าตัวแปร ระยะเวลาและความถี่ในการฝึกของแต่ละกลุ่มคือ ฝึกวันเว้นวัน โดยฝึกวันที่ 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วันละ 40 นาที คิดเป็นจำนวน 6 วัน ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ วัดผลตัวแปรวัดตามระยะเวลาดังนี้คือ ก่อนและหลังการฝึกของวันแรก และหลังการฝึกวันสุดท้าย แสดงดังภาพที่ 1



ตัวแปรวัดผล

ตัวแปรวัดผล ได้แก่ การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อหลัง ขา และหน้าอก (back-leg-chest dynamometer) การทดสอบท่าไม้กระดาน (plank test) การทดสอบการขึ้นกระโดดสูง (vertical jump test) การทดสอบการทุ่มบอลเหนือศีรษะ (overhead medicine ball throw test) และ การทดสอบความยืดหยุ่น sit and reach

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ one-way repeated measure เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 ภายในกลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ANCOVA เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 ระหว่างกลุ่ม โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window เวอร์ชัน 17.0

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีอาสาสมัครนักกีฬาฟุตบอล ทั้งหมด 48 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 24 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในแต่ละกลุ่มพบว่าส่วนใหญ่ทั้งสองกลุ่มมีข้อมูลพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1)

การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อหลัง ขา และหน้าอก (back-leg-chest dynamometer)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ one-way repeated measure เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบผลภายในกลุ่มพบว่า กำลังกล้ามเนื้อหลัง ขา และหน้าอก ของทั้งสองกลุ่มเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึกทันที ($p > 0.05$) ในขณะที่หลังการฝึกวันที่ 11 พบว่าทั้งสองกลุ่มมีกำลังกล้ามเนื้อดังกล่าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาผลหลังการฝึกทันทีกับวันที่ 11 พบว่า การเปลี่ยนแปลงกำลังกล้ามเนื้อภายในกลุ่มมีเพียงกลุ่มที่ฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกับเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายมีกำลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม ทุกช่วงเวลาของการฝึกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่ากำลังกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)

การทดสอบท่าไม้กระดาน (plank test)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ one-way repeated measure เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบผลภายในกลุ่มพบว่า กำลังกล้ามเนื้อจากการทดสอบท่าไม้กระดานหลังการฝึกทันทีของทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ผลการเปรียบเทียบกำลังกล้ามเนื้อระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกวันที่ 11 และการเปรียบเทียบระหว่างหลังการฝึกทันทีกับหลังการฝึกวันที่ 11 พบว่าทั้งสองกลุ่มมีกำลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม ทุกช่วงเวลาของการฝึกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่ากำลังกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)

การทดสอบการขึ้นกระโดดสูง (vertical jump test)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ one-way repeated measure เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบผลภายในกลุ่มพบว่า การทดสอบการขึ้นกระโดดสูง ทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงพลังกล้ามเนื้ออย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทุกช่วงเวลา (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม ทุก

ระยะเวลาของการฝึกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าพลังกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)

การทดสอบการทุ่มบอลเหนือศีรษะ (overhead medicine ball throw test)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ one-way repeated measure เพื่อเปรียบเทียบพลังกล้ามเนื้อโดยการทุ่มบอลเหนือศีรษะก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบผลภายในกลุ่มพบว่า หลังการฝึกทันที พลังกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ผลการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกวันที่ 11 และระหว่างหลังการฝึกทันทีและหลังการฝึกวันที่ 11 พบว่าทั้งสองกลุ่มมีพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม ทุกระยะเวลาของการฝึกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าพลังกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)

การทดสอบความยืดหยุ่น (sit and reach test)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ one-way repeated measure เพื่อเปรียบเทียบความยืดหยุ่นก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบผลภายในกลุ่มพบว่า ในกลุ่มทดลองความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นหลังการฝึกทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การเปรียบเทียบความยืดหยุ่นระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกวันที่ 11 พบว่า ความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นกัน ในขณะที่ผลการเปรียบเทียบระหว่างหลังการฝึกทันทีกับหลังการฝึกวันที่ 11 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนการทดสอบในกลุ่มควบคุมพบว่าทุกระยะเวลาความยืดหยุ่นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม ทุกระยะเวลาของการฝึกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าความยืดหยุ่นของร่างกายของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

สรุปและอภิปรายผล

ผลต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังกล้ามเนื้อ

กรณีที่ทดสอบด้วยเครื่องมือ dynamometer พบว่าเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทั้งสองกลุ่มมีกำลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึกวันที่ 11 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกลับพบความแตกต่างของกำลังกล้ามเนื้ออย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เครื่องมือดังกล่าวใช้ประกอบการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อหลัง ขา และหน้าอก ซึ่งกล้ามเนื้อดังกล่าวเป็นกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่สำคัญ ส่วนกล้ามเนื้อที่เป็นกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวคือกล้ามเนื้อสะโพกเท่านั้น ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับท่าไม้กระดาน พบว่า เวลาที่ใช้ในการทรงท่าขณะทดสอบทั้งสองกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึกวันที่ 11 เนื่องจากในการศึกษานี้ไม่ได้ควบคุมกิจกรรมหรือการออกกำลังกายปกติของนักกีฬา ปัจจุบันนี้อาจรบกวนผลการศึกษานี้ได้ หรืออาจเสริมผลการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพียงอย่างเดียว และผลการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับเครื่องเล่นสะเทือนทั่วร่างกายได้ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของกำลังกล้ามเนื้อจึงสามารถสรุปได้ว่าเป็นผลจากการฝึกโดยตรง อย่างไรก็ตาม นักกีฬาทุกคนสามารถฝึกหรือมีกิจกรรมอิสระเหมือนกันจึงเปรียบเสมือนเป็นการควบคุมภายในของกลุ่มตัวอย่างได้

เมื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกต่อกำลังกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มกลับพบความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นไปได้ว่า กำลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เกิดจากเครื่องเล่นสะเทือนทั่วร่างกาย แต่เป็นผลจากการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเท่านั้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Kurt และ Pekunlu โดยกล่าวว่าเครื่องเล่นสะเทือนทั่วร่างกายไม่สามารถเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อในการทดสอบสมรรถภาพแรงบีบมือในนักกีฬาต่อสู้หลายประเภท และในนักกีฬาหญิงชกก็ [9, 16]



อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาครั้งนี้สนับสนุนผลการพิจารณาขึ้นของการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวว่าภายใน 11 วัน สามารถเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อได้ ในความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 40 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาการปรับตัวของกล้ามเนื้อเร็วว่าการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาว่าผลการฝึกพบชัดเจนหลัง 4 สัปดาห์ [8] ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องมาจากความแตกต่างในรายละเอียดของการฝึก เช่น ความหนัก ระยะเวลาในการฝึกแต่ละครั้ง ความถี่ของการฝึกในหนึ่งสัปดาห์ และการตอบสนองภายในร่างกายของผู้ฝึกแต่ละคน ยกตัวอย่าง เช่น การสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงในอาสาสมัครที่ไม่มีพฤติกรรมชอบออกกำลังกายอาจเห็นการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่าในนักกีฬาอาชีพ เนื่องจากขีดจำกัดการเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อที่เรียกว่า ceiling effect หรือ กำลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาที่อยู่ระดับสูงสุดแล้ว เมื่อมีการเพิ่มการฝึกแก่นักกีฬาที่ไม่สามารถทำให้กำลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาเพิ่มขึ้น

การศึกษาด้านสรีรวิทยาพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวมีการประสานงานกับระบบประสาทส่วนกลางเพื่อรักษาความมั่นคงของร่างกาย [4] การหดตัวของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเกิดขึ้นก่อนการหดตัวของกล้ามเนื้อแขนหรือขา ก่อนเสมอที่มีการเคลื่อนไหวแขนหรือขา [5] ดังนั้นเมื่อนักกีฬาโยโดมีกำลังกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวดีอาจส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการทุ่มคู่ต่อสู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Stanton และคณะ โดยใช้วิธีการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเป็นวิธีที่ใช้ออกกำลังกายในการเพิ่มสมรรถภาพต่อนักกีฬาโยโด [11] นอกจากนี้ นำมาใช้เป็นโปรแกรมการฝึกแก่นักกีฬาที่ต้องการสร้างกำลังกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว [12]

การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาบางส่วนได้ให้ข้อเสนอแนะว่าเครื่องเล่นสะเทือนทั่วร่างกายเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดแรงต้านทานขณะทำการหดตัวของกล้ามเนื้อได้จึงอาจมีผลทำให้เพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ [13] ซึ่งสอดคล้องกับ Wilcock และคณะ ที่ได้ศึกษาในสมรรถภาพของนักกีฬาพบว่า การสั่นสะเทือนส่งผลต่อการเพิ่มความไวของการตอบสนองของเซลล์ประสาทและส่งผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วและแรงขึ้น [9, 14] ผลที่ขัดแย้งนี้อาจนำไปสู่การศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตในการปรับความถี่ หรือระยะเวลาในการฝึกเป็นต้น

ผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังกล้ามเนื้อ

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกการขึ้นกระโดดสูงและการทุ่มลูกบอลเหนือศีรษะเป็นตัวแปรในการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของพลังกล้ามเนื้อ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทดสอบด้วยการขึ้นกระโดดสูง พลังกล้ามเนื้อของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มหลังการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับภายในและระหว่างกลุ่มไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นไปได้ว่า โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวไม่ได้เน้นเฉพาะกำลังกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขา และปลายขา จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังในการกระโดด

เมื่อทดสอบด้วยการทุ่มลูกบอลเหนือศีรษะกลับพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีพลังกล้ามเนื้อในการทุ่มลูกบอลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับภายในกลุ่ม แต่ทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างของพลังกล้ามเนื้อประเด็นดังกล่าวช่วยสนับสนุนว่า การใช้เครื่องเล่นสะเทือนทั่วร่างกายอาจมิได้เพิ่มพลังกล้ามเนื้อ แต่ผลจากการกำลังกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้แขนดีขึ้นจึงสามารถทุ่มลูกบอลได้แรงและมีระยะทางที่ไกลขึ้น อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่กล่าวถึงถึงผลของการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวต่อประสิทธิภาพการใช้แขนในอาสาสมัครปกติ พบว่าเมื่อกำลังกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเพิ่มมากขึ้นอาสาสมัครมีความสามารถในการรักษาสมดุลขณะที่ใช้แขนในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้ดีขึ้น [15] ยิ่งไปกว่านั้น ผลการศึกษานี้ก็ขัดแย้งกับการศึกษาก่อนหน้านี้คือมีการศึกษาการออกกำลังกายร่วมกับเครื่องเล่นสะเทือนทั่วร่างกายในนักกีฬาฮอกกี้ พบว่า การขึ้นกระโดดสูงขึ้น [16] และการศึกษาของ Perez-Turpin และคณะ พบว่า สมรรถภาพในการกระโดดของนักกีฬาวอลเลย์บอลเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากฝึกการออกกำลังกายร่วมกับเครื่องเล่นสะเทือนทั่วร่างกาย โดยในรายละเอียดของการศึกษานี้ฝึกด้วยความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 60 นาที เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ [10] ดังนั้นผลที่แตกต่างระหว่าง

การศึกษาครั้งนี้กับงานวิจัยก่อนหน้านี้ในประเด็นของพลังกล้ามเนื้อในการกระโดดอาจเนื่องมาจาก ความหนัก ความถี่ และระยะเวลาในการฝึกฝนได้

ผลต่อการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของร่างกาย

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความยืดหยุ่นของอาสาสมัครกลุ่มทดลองที่ได้รับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกับเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายเท่านั้นที่มีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพิ่มขึ้นหลังการฝึกหลังการฝึกวันที่ 11 ส่วนการเปรียบเทียบความยืดหยุ่นหลังการฝึกทันทีกับหลังการฝึกวันที่ 11 แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าความยืดหยุ่นของอาสาสมัครในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาจากหลักการทางชีวกลศาสตร์ร่วมกับประสาทสรีรวิทยาพบว่า แรงสั่นสะเทือนจากเครื่องมือดังกล่าวทำให้เกิดการยับยั้งเคลื่อนไหวของของจุดเกาะต้นและจุดเกาะปลายของกล้ามเนื้อทั้งระบบ local (กล้ามเนื้อขนาดเล็ก) และระบบ global (กล้ามเนื้อขนาดใหญ่) จากการศึกษพบว่าแรงสั่นสะเทือนที่ระดับความถี่ 24 Hz เป็นแรงสั่นสะเทือนที่กระตุ้นผ่านระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (parasympathetic system) จึงอาจส่งผลในการผ่อนคลายและลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อได้ [13] ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Kholvadia และ Baard ที่ได้ศึกษาผลการสั่นสะเทือนทั่วร่างกายในอาสาสมัครวัยทำงานต่อการเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ hamstrings [17] และการศึกษาผลการใช้เครื่องสั่นสะเทือนร่างกายในนักกีฬาหญิงชกก็ที่มีความเป็นเลิศพบว่าการเพิ่มความยืดหยุ่นของลำตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [16] โดยทั้งสองการศึกษาที่อ้างถึงใช้การทดสอบ sit and reach เหมือนกับการศึกษาครั้งนี้

สรุปผลการศึกษา

1. การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าผลของการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอย่างเดียวและการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายมีผลต่อการเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อด้วยการทดสอบ dynamometer และการทดสอบท่าไม้กระดาน นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อเมื่อทดสอบด้วยการทุ่มลูกบอลเหนือศีรษะได้ นอกจากนั้นการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับเครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นเมื่อทดสอบด้วยการทดสอบ sit and reach หลังการฝึกทันทีและวันที่ 11 ได้
2. เครื่องสั่นสะเทือนทั่วร่างกายไม่สามารถช่วยเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อในระยะเวลา 11 วันของการฝึกได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกลุ่มวิจัยและพัฒนาเฉพาะด้านประสาทวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Franchini E, Nunes AV, Moraes JM and Del Vecchio FB. Physical Fitness and Anthropometrical profile of the Brazilian male Judo team. Journal of Physiological Anthropology. 2007; 26(2): 59–67.
2. Phurungruang K. The Effect of Leg Muscle Strength Training on the Throwing Techniques of Judo. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2005. Thai.



3. Amtmann J and Cotton A. Strength and conditioning for judo. *Strength and Conditioning Journal*. 2005 Apr 1; 27(2): 26.
4. Lederman E. The Myth of core stability. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2010 Jan 31; 14(1):84-98.
5. Hodges PW, Richardson CA. Feedforward contraction of transverses abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental brain research*. 1997 Apr 12; 114(2): 362-370.
6. Saraiva AR, Reis VM, Costa PB, Bentes CM, Costa e Silva GV, Novaes JS. Chronic effects of different resistance training exercise orders on flexibility in elite judo athletes. *Journal of human kinetics*. 2014 Mar 1; 40(1): 129-137.
7. Chaopanich K. The Effect of Combined Training of Judo and Medicine Ball Training and Combined Training of Judo and Resistance Training upon Throwing Ability of Judo Athletes. Bangkok: Srinakharinwirot University; 2008. Thai.
8. Colson SS, Pensini M, Espinosa J, Garrandes F, Legros P. Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010 Apr 1; 24(4): 999-1006.
9. Kurt C, Pekunlu E. Acute effect of whole body vibration on isometric strength, squat jump, and flexibility in well-trained combat athletes. *Biology of sport*. 2015 Jun; 32(2): 115.
10. Pérez-Turpin JA, Zmjewski P, Jimenez-Olmedo JM, Jove-Tossi MA, Martinez-Carbonell A, Suarez-Llorca C, Andreu-Cabrera E. Effects of whole body vibration on strength and jumping performance in volleyball and beach volleyball players. *Biology of sport*. 2014 Aug; 31(3): 239.
11. Stanton R, Reaburn PR, Humphries B. The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004 Aug 1; 18(3):522-8.
12. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*. 2006 Mar 1; 36(3): 189-198.
13. Martin BJ, Park HS. Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1997 May 1; 75(6): 504-511.
14. Wilcock IM, Whatman C, Harris N, Keogh JW. Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009 Mar 1; 23(2): 593-603.
15. Miyake Y, Kobayashi R, Kelepecz D, Nakajima M. Core exercises elevate trunk stability to facilitate skilled motor behavior of the upper extremities. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2013 Apr 30; 17(2): 259-265.
16. Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British journal of sports medicine*. 2005 Nov 1; 39(11):860-865.
17. Kholvadia A, Baard ML. Whole body vibration improves body mass, flexibility and strength in previously sedentary adults. *South African Journal of Sports Medicine*. 2012 Jun 1; 24(2): 60-64

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครในกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูล	การออกกำลังกายกล้ามเนื้อ	การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกับ	P-value
	แกนกลางลำตัว (กลุ่มควบคุม)	เครื่องมือสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (กลุ่มทดลอง)	
จำนวนอาสาสมัคร (คน)	24	24	-
อายุ: n (mean±SD) (ปี)	20.83 ± 1.4	20.95 ± 1.3	0.98
เพศ: n (%)			
-หญิง	12 (25)	12 (25)	-
-ชาย	12 (25)	12 (25)	
น้ำหนัก (กิโลกรัม); (mean±SD)	62.83 ± 10.78	61.71 ± 11.37	0.99
ส่วนสูง (เมตร) (mean±SD)	1.67 ± 6.83	1.65.12 ± 8.07	0.99

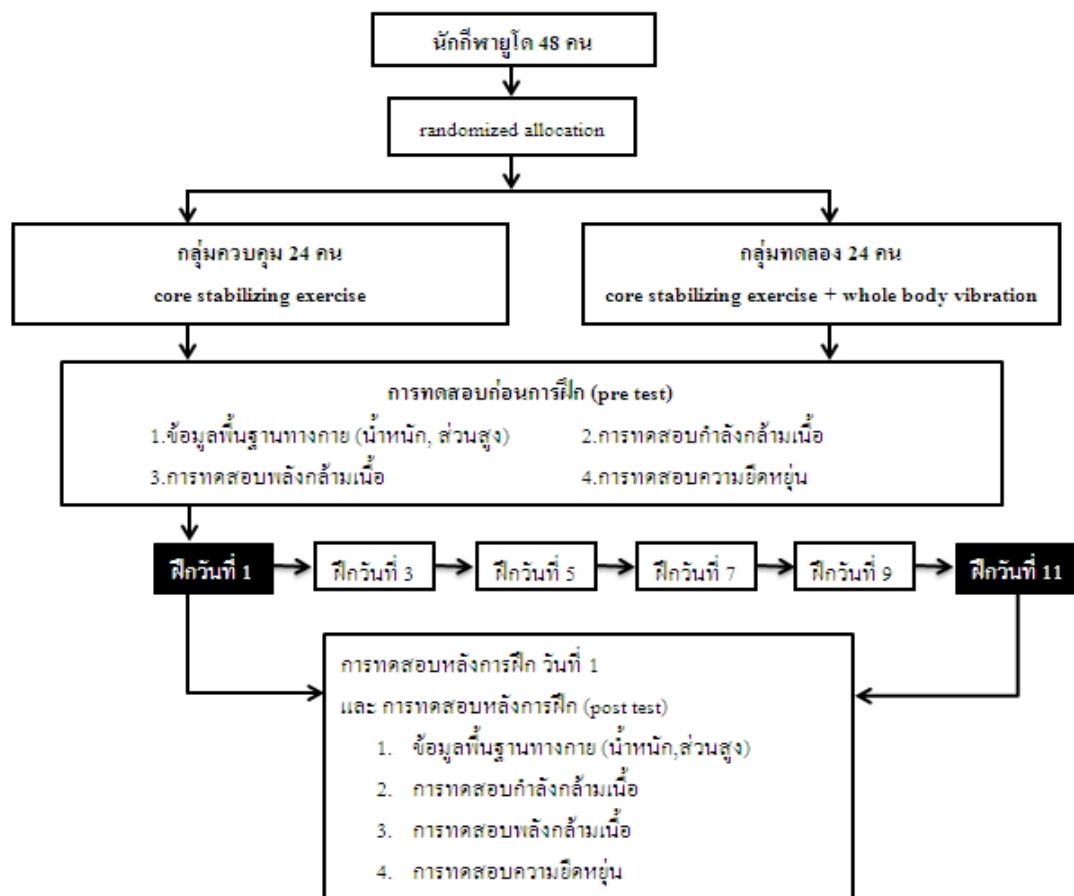


ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (One-way repeated measure) (อาสาสมัคร 48 คน
กลุ่มทดลอง 24 คน กลุ่มควบคุม 24 คน)

การทดสอบ	กลุ่ม	เปรียบเทียบระหว่าง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกทันที				เปรียบเทียบระหว่าง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกวันที่ 11			เปรียบเทียบระหว่าง หลังการฝึก ทันทีและหลังการฝึกวันที่ 11	
		ก่อนการฝึก	หลังการฝึก ทันที	ผลต่าง (95% CI)	P- value	หลังการฝึก วันที่ 11	ผลต่าง (95% CI)	P- value	ผลต่าง (95% CI)	P-value
1.การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ หลัง ขา และหน้าอก (กก.)	ทดลอง	108.13 ± 43.4	115.65 ± 50.2	7.53 (-3.92ถึง18.98)	0.31	130.71 ± 51.0	22.58 (7.27ถึง37.9)	0.003*	15.05 (2.13ถึง27.98)	0.019*
	ควบคุม	120.46 ± 43.0	126.42 ± 45.6	5.96 (-3.56ถึง15.48)	0.36	131.75 ± 48.4	11.29 (1.35ถึง21.23)	0.022*	5.33 (-6.97ถึง17.64)	0.82
2.การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ โดยท่าไม้กระดาน (วินาที)	ทดลอง	111.3 ± 42.4	121.3 ± 60.4	9.96 (-10.62ถึง30.53)	0.67	222.54 ± 106.3	111.2 (65.6 ถึง 156.8)	0.000*	101.25 (57.73ถึง144.77)	0.000*
	ควบคุม	113.67 ± 41.7	114 ± 65.8	0.33 (-20.90ถึง21.57)	1.00	235.04 ± 172.4	121.37 (44.87ถึง197.88)	0.001*	121.04 (57.75ถึง184.33)	0.000*
3.การทดสอบพลังกล้ามเนื้อ การขึ้นกระโดดสูง (ซม.)	ทดลอง	39.08 ± 10.02	38.50 ± 10.40	-0.58 (-1.90ถึง0.74)	0.795	39.75 ± 10.16	0.67 (-1.51 ถึง 2.84)	1.00	1.25 (-1.10ถึง3.60)	0.55
	ควบคุม	41.5 ± 10.5	42.33 ± 10.33	0.83 (-1.26ถึง2.92)	0.94	43.46 ± 10.12	1.96 (-0.79 ถึง 4.70)	0.24	1.13 (-0.65ถึง2.9)	0.35
4.การทดสอบพลังกล้ามเนื้อ ทุ่มลูกบอลเหนือศีรษะ (ม.)	ทดลอง	4.67 ± 1.38	4.77 ± 1.6	0.1 (-0.12ถึง0.33)	0.71	5.13 ± 1.59	0.46 (0.24 ถึง 0.68)	0.000*	0.36 (0.23ถึง0.49)	0.000*
	ควบคุม	4.96 ± 1.65	5.06 ± 1.55	0.1 (-0.11ถึง0.32)	0.69	5.36 ± 1.7	0.4 (0.19 ถึง 0.60)	0.000*	0.3 (0.12ถึง0.47)	0.001*
5.การทดสอบความยืดหยุ่น โดย sit and reach (ซม.)	ทดลอง	10.21 ± 10.11	11.52 ± 10.3	1.31 (0.32ถึง2.31)	0.007*	13.10 ± 9.05	2.90 (1.02 ถึง 4.77)	0.002*	1.58 (-0.47ถึง3.63)	0.174
	ควบคุม	13.23 ± 7.14	13.4 ± 7.3	0.17 (-0.51ถึง0.84)	1.00	13.75 ± 6.9	0.52 (-0.17 ถึง 1.21)	0.189	0.35 (-0.25ถึง0.95)	0.422

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) ก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกวันที่ 11 (ANCOVA) (อาสาสมัคร 48 คน กลุ่มทดลอง 24 คน กลุ่มควบคุม 24 คน)

การทดสอบ	(กลุ่มควบคุม)	(กลุ่มทดลอง)	ผลต่าง (95% CI)	P-value
	(mean±SD)	(mean±SD)		
1. การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อหลังขา และหน้าอก (กิโลกรัม)				
-หลังการฝึกทันที	121.88 ± 4.14	120.20 ± 4.14	1.68 (-10.19 ถึง 13.54)	0.777
-หลังการฝึกวันที่ 11	125.58 ± 5.08	136.88 ± 5.08	-11.30(-25.85 ถึง 3.25)	0.125
2. การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อท่าไม้กระดาน (วินาที)				
-หลังการฝึกทันที	112.62 ± 8.03	122.67 ± 8.03	-10.05(-32.93 ถึง 12.83)	0.381
-หลังการฝึกวันที่ 11	232.40 ± 22.10	225.18 ± 22.10	7.22 (-55.74 ถึง 70.17)	0.818
3. การทดสอบพลังกล้ามเนื้อยืนกระโดดสูง (เซนติเมตร)				
-หลังการฝึกทันที	41.17± 0.68	39.66 ± 0.68	1.51 (-0.43 ถึง 3.46)	0.125
-หลังการฝึกวันที่ 11	42.39± 0.94	40.82 ± 0.94	1.57 (-1.12 ถึง 4.26)	0.246
4. การทดสอบการทุ่มบอลเหนือศีรษะ (เมตร)				
-หลังการฝึกทันที	4.92 ± 0.86	4.92 ± 0.86	0.00 (-0.24 ถึง 0.25)	0.993
-หลังการฝึกวันที่ 11	5.20 ± 0.82	5.28 ± 0.82	-0.08 (-0.31 ถึง 0.16)	0.507
5. การทดสอบความยืดหยุ่น โดย การทดสอบ sit and reach				
-หลังการฝึกทันที	11.88 ± 0.34	13.04 ± 0.34	-1.16 (-2.12 ถึง -0.20)	0.019*
-หลังการฝึกวันที่ 11	12.42 ± 0.51	14.43 ± 0.51	-2.01 (-3.47 ถึง -0.54)	0.008*



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการศึกษาวิจัย



ภาพที่ 2 แบบฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core stabilizing exercise)



ภาพที่ 3 แบบฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกับเครื่องมือสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (Core stabilizing exercise with whole body vibration training machine)