

## ผลและการวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล และโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยโรแมนซ์ซ์ กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาเพศหญิงของ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่มีอายุระหว่าง 18-21 ปี จำนวน 30 คน ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะต้องทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังก่อนการทดลอง ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผล ทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังระหว่างกลุ่มและ ภายในแต่ละกลุ่ม ซึ่งนำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียง โดยมีผลและการวิจารณ์ ผลการทดลองดังนี้

**ตารางที่ 1** แสดงค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

กลุ่ม	อายุ (ปี)		น้ำหนัก (กก.)		ส่วนสูง (ซ.ม.)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มควบคุม	19.70	1.16	57.10	15.50	157.90	7.36
กลุ่มทดลองที่ 1	19.50	0.85	52.50	10.28	161.30	4.03
กลุ่มทดลองที่ 2	18.60	0.97	50.30	5.64	160.50	5.60

จากตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มคือ อายุ น้ำหนัก และ ส่วนสูง พบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยอายุ 19.70 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.16 น้ำหนักเฉลี่ย 57.10 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.58 และส่วนสูงเฉลี่ย 157.90 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.36 กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของอายุ 19.50 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.85 น้ำหนักเฉลี่ย 52.50 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.28 และส่วนสูงเฉลี่ย 161.30 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.03 กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของอายุ 18.60 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.97 น้ำหนักเฉลี่ย 50.30 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.64 และส่วนสูงเฉลี่ย 160.50 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.60

จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกัน ทางด้านอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ซึ่งจะส่งผลให้การทดลองไม่มีความได้เปรียบซึ่งกันและกัน

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง (หน่วยเป็นนิวตัน/เมตร) และการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

กลุ่ม	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการทดลอง	49.50	19.51	48.00	16.14	46.70	15.04
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	51.80	17.54	69.20 <sup>b</sup>	23.56	68.50	18.35
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	47.70	15.18	85.40 <sup>a b c</sup>	38.30	92.60 <sup>a b</sup>	30.40

<sup>a</sup> แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (แนวนอน)

<sup>b</sup> แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (แนวตั้ง)

<sup>c</sup> แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (แนวตั้ง)

1. การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังระหว่างกลุ่มการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและกลุ่มที่ฝึกด้วยโรแมนเชอร์

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังระหว่างกลุ่มควบคุม (ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันปกติ) กลุ่มทดลองที่ 1 (ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล) และกลุ่มทดลองที่ 2 (ฝึกด้วยโรแมนเชอร์) ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก3) ส่วนภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังของทั้ง

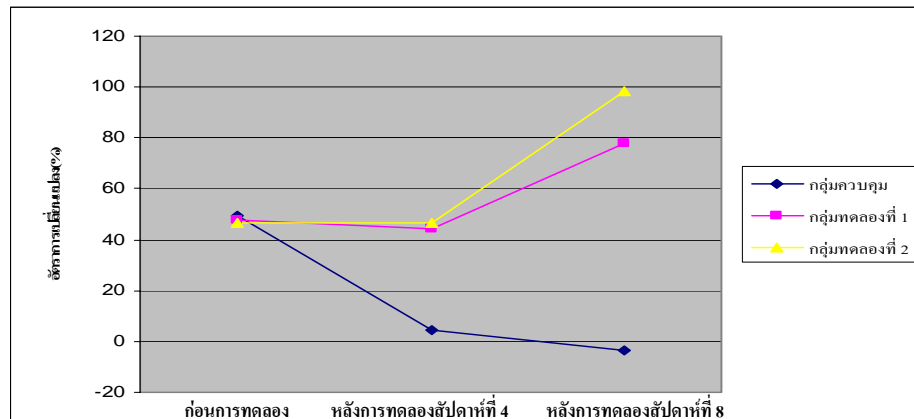
3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก3) และเมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีการของ Tukey พบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังแตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยโรแมนเชร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก4) ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก4)

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ กลุ่มควบคุมปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติโดยไม่มีการฝึกใด ๆ ดังนั้นภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 จึงมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยโรแมนเชร์ โดยทั้ง 2 กลุ่มได้มีการฝึกตลอด 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน จึงทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังมีการเปลี่ยนแปลง ด้วยเหตุผล ดังกล่าว จึงทำให้กลุ่มที่ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและกลุ่มที่ฝึกด้วยโรแมนเชร์มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังดีกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติ ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น มาจากความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงต้านกับน้ำหนักหรือเอาชนะแรงต้านที่มากกระทำต่อร่างกาย เช่น แรงแม่เหล็กของโลกหรือออกแรงต้านกับน้ำหนักตัวเป็นต้น เจริญ (2544) ได้อธิบายถึงการปรับตัวของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกด้วยแรงต้านว่าทำให้มีการปรับสภาพของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยเส้นใยของกล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ขึ้น (hypertrophy) ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการมีขนาดของเส้นใยเล็กๆ (myofibril) ที่รวมตัวกันเป็นมัดกล้ามเนื้อหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือเป็นการเพิ่มจำนวน Actin and Myosin ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดของแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อและภายหลังการฝึกยังทำให้มีการปรับสภาพของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันโดยปฏิกิริยาตอบสนองหลังการฝึกจะมีผลทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันหนา และแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น สามารถทนต่อแรงต่างๆ ที่มากกระทำต่อกล้ามเนื้อ และข้อต่อได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการช่วยให้ระบบประสาทการเคลื่อนไหวตื่นตัวมากขึ้น ผลของการฝึกจะช่วยให้หน่วยยนต์ (motor unit) ที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ของกล้ามเนื้อเฉื่อยชากลับมีความตื่นตัวทำงานมากขึ้น สอดคล้องกับ ชูศักดิ์และกันยา (2536) กล่าวไว้ว่า ระบบประสาทมีการปรับตัวเกิดขึ้นโดยมีการยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มตรงกันข้ามกับการเคลื่อนไหว (antagonist) เพิ่มมากขึ้น กล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงานช่วย (synergist) กล้ามเนื้อมัดหลัก มีการหดตัวร่วมกับกล้ามเนื้อกลุ่มอื่นที่ทำงานร่วมกัน (co-contraction) ได้ดีขึ้นรวมทั้งการระดม (recruitment) หน่วยยนต์ชนิด High threshold เพิ่มขึ้น และความถี่ของระบบประสาท (firing frequency of nerve impulse) จากระบบประสาทส่วนกลางส่งมาสู่หน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อมีมากขึ้น เช่นเดียวกันมีการยับยั้ง การป้องกันของระบบประสาท (neural protective mechanism) และมีการกระตุ้นการทำงานของเซลล์

ประสาทที่ทำหน้าที่ในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (motor neuron excitability) จากการปรับตัวของระบบประสาท ด้วยเหตุผลต่างๆเหล่านี้ภายหลังการฝึกจึงทำให้กลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งฝึกด้วยโรแมนแนร์มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยโรแมนแนร์ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมที่มีท่าฝึกที่คล้ายกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยท่า Back extension, Crunch, Alternate Arm-Leg Raise, และ Oblique crunch กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยท่า Hyper back extension, Side Bend, Crunch และ Single Leg /Raise โดยทำการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ทั้งนี้ความหนักที่กำหนด คือให้กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มเคลื่อนไหวลำตัวจนเต็มมุมของการเคลื่อนไหวและเพิ่มความหนักของงานเป็นระยะ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มความหนักของงานโดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติ โดยเริ่มปรับความหนักใน 2 สัปดาห์แรก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 6 จากเซตละ 10 ครั้ง เป็น 15, 20 และ 25 ครั้งต่อเซต (ภาคผนวก ก) และเนื่องจากความหนักที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นความหนักที่เกิดจากน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการทดลองในแต่ละคน เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองที่ 1 (52.50 กิโลกรัม) และกลุ่มทดลองที่ 2 (50.30 กิโลกรัม) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งความหนักของน้ำหนักตัวนี้ถือว่าเป็นความหนักที่อยู่ในระดับต่ำของการฝึก ดังที่ Bowerman and Freeman (1991) ได้กล่าวไว้ว่าร่างกายมีการปรับตัวตามความหนักที่ฝึก สมรรถภาพจะพัฒนาขึ้นเมื่อมีการฝึกกับความหนักเกินปกติและมีการเพิ่มความหนักในการฝึก ซึ่งเป็นไปตามกฎการใช้ความหนักในการฝึกมากกว่าปกติ (law of overload) ถ้าความหนักที่ใช้ในการฝึกมีความเหมาะสมกับสภาพบุคคลนั้นและวัตถุประสงค์ของการฝึก (optimal training load) จะทำให้ร่างกายมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าใช้ความหนักในการฝึกลดเกินไป (too small training load) ทำให้ผลการฝึกเกิดขึ้นน้อย

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้ภายหลังการฝึกจึงทำให้กลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยโรแมนแนร์ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



**ภาพที่ 1** อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง  
 ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8  
 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

จากภาพที่ 1 พบว่า ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มควบคุม มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังลดลง ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้น โดยจะพบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับร้อยละ 98.29 ซึ่งเพิ่มมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับร้อยละ 77.29 ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบของการฝึกและรูปแบบการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง รวมทั้งความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนั้น กลุ่มที่ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลจะไม่สามารถควบคุมให้ลูกบอลอยู่นิ่งกับที่ได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากการควบคุมให้เอกเซอร์ไซซ์บอลอยู่นิ่งต้องอาศัยทั้งความสมดุลของร่างกาย และการทำงานของกล้ามเนื้อหลาย ๆ ส่วนร่วมด้วย เช่น แขน ขา และลำตัว ดังที่ Bob (2000) กล่าวว่า การออกกำลังกายด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล นอกจากพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวแล้วกล้ามเนื้อส่วนอื่นก็ได้รับการพัฒนาร่วมด้วย โดยเฉพาะกล้ามเนื้อแขน และกล้ามเนื้อขา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Clark *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลที่มีต่อความล้าของกล้ามเนื้อลำตัว โดยการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ gluteus maximus, lumbar paraspinal และ biceps femoris และภายหลังการทดลองพบว่า กล้ามเนื้อ lumbar paraspinal มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 57.90 เฟอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อ gluteus มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 35.90 เฟอร์เซ็นต์ และกล้ามเนื้อ biceps femoris มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ในขณะที่โรแมนแซร์เป็นการออกกำลังกายที่มีความมั่นคง ส่งผลให้กล้ามเนื้อบริเวณที่

ได้รับการฝึกทำงานได้เต็มที่ ซึ่งการทดสอบวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังในครั้งนี้นำมาใช้การทดสอบด้วยเครื่องไอโซคิเนติกที่มีความมั่นคงและมีการกำหนดมุมของการเคลื่อนไหวของร่างกายที่แน่นอน ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการฝึก ดังนั้นร่างกายจึงทำงานได้เต็มที่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังของกลุ่มทดลองที่ 2 มีแนวโน้มดีกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 สอดคล้องกับ Chen (2004) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกด้วยสภาวะที่มั่นคง (stable) ของอุปกรณ์จะช่วยเสริมสร้างให้กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงและมั่นคงยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการลดปัจจัยการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง รวมถึงยังช่วยพัฒนาการทำงานของระบบประสาทอีกด้วย ซึ่งได้มีงานวิจัย เช่น Anderson *et al.* (2004) ได้ทำการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหน้าอก หัวไหล่ ต้นแขนด้านหน้า และกล้ามเนื้อหน้าท้องโดยทำการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและบนม้านั่ง (bench) ในการฝึกด้วยท่า chest press ภายหลังจากการทดสอบพบว่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลมีค่าเป็น 59.60 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการฝึกบนม้านั่ง (bench) แต่เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่า การฝึกทั้ง 2 อุปกรณ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น ผู้ที่ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลจึงต้องทำความเข้าใจกับลูกบอล เพื่อการควบคุมลูกบอลให้อยู่นิ่งกับที่โดยไม่มีการเคลื่อนไหวในขณะที่ฝึก ดังนั้นภายหลังจากการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากการทดลองสัปดาห์ที่ 8 จึงทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออกกลุ่มที่ฝึกด้วยโรแมนเชอร์ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล

2. การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง ภายหลังจากการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยโรแมนเชอร์

จากผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังภายในกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง ภายหลังจากการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากการทดลองสัปดาห์ที่ 8 พบว่าภายในกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก5) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมใดๆทั้งสิ้น ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติโดยไม่มีการประกอบกิจกรรมหรือออกกำลังกายที่จะส่งผลให้ร่างกายได้รับการกระตุ้นพัฒนาการทางด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง

กลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก 6) กลุ่มทดลองที่ 2 พบว่าภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และก่อนการทดลองกับภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก7) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นผลเนื่องมาจากการฝึกด้วยความหนักที่กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ดังที่ Thomas and Barney (1994) ได้รายงานว่าการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นมีการระดมหน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อให้ทำงานมากขึ้นส่งผลให้กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วพัฒนาและมีขนาดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การฝึกจะเริ่มเห็นพัฒนาการเมื่อฝึกครบ 2-3 สัปดาห์แรก และพัฒนาการจะเพิ่มสูงขึ้น 4-6 เปอร์เซ็นต์ต่อสัปดาห์ ถ้าทำการฝึกต่อเนื่องสม่ำเสมอ สอดคล้องกับ Penny (1971) กล่าวว่า การฝึกด้วยน้ำหนักระยะเวลาตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไปสามารถที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลมาจากการฝึก โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกจะเริ่มมีการพัฒนาทางด้านความแข็งแรง นอกจากนี้ Macleod *et al.* (1993) รายงานว่า ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 และถ้าทำการฝึกด้วยน้ำหนักที่เท่าเดิมตลอดเวลาจะพบว่า การพัฒนาที่มุ่งเน้นความแข็งแรงจะไม่เกิดแต่ความอดทนของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นแทน ดังนั้นการฝึกความแข็งแรงจะต้องมีการเพิ่มน้ำหนักในแต่ละครั้งโดยการปรับน้ำหนักทุกๆ สองสัปดาห์ สอดคล้องกับ เจริญ (2541) ได้กล่าวไว้ว่า ความหนักที่ใช้ในการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนัก (weight training) คัมเบล บาร์เบล น้ำหนักตัวของบุคคลนั้น สปริง หรือยางยืด เป็นต้น ซึ่งในกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยโรแมนแนร์ความหนักที่ใช้ในการทดลองนั้นเป็นน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการทดลอง ซึ่งเป็นความหนักระดับต่ำ แต่ได้มีการปรับเพิ่มระดับความหนักของงานในระหว่างการทดลอง โดยการเพิ่มจำนวนครั้งหลังจากการทดลองสัปดาห์ที่ 2 หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 6 ผ่านไป จากเดิมปฏิบัติ 10 ครั้งต่อเซต เป็น 15, 20 และ 25 ครั้งต่อเซต ตามลำดับ ดังนั้นการเพิ่มความหนักของงานในครั้งนี้จึงส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยไว้ เช่น Dixe *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกงอตัวบนเอกเซอร์ไซซ์บอลและงอตัวบนพื้นราบที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นต่อมา Francisco *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกงอตัวบนเอกเซอร์ไซซ์บอลและบนพื้นราบที่มีระดับความสูงต่างกัน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นชายที่มี

สุขภาพดีจำนวน 8 คน ภายหลังจากการทดลองพบว่า การฝึกงอตัวบนเอกเซอร์ไซซ์บอลมีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกบนพื้นราบ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อ Rectus Abdominis นั้นมีค่ามากกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่น สอดคล้องกับ Axler and McGill (2000) กล่าวว่า การฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลที่ต่างระดับกัน จะช่วยในการพัฒนากล้ามเนื้อลำตัวให้มีความแข็งแรงและความอดทนขึ้น เช่นเดียวกันก็ได้มีงานวิจัย เช่น Lee *et al.* (1996) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยเครื่อง Med X และ Roman chair ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ภายหลังจากการทดลองพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีค่าความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อหลังไม่แตกต่างกันแต่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง ต่อมา Vie *et al.* (1996) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยโรแมนแชร์ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ภายหลังจากการทดลอง พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Rich *et al.* (1993) กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการหดเกร็งเต็มที่ของกล้ามเนื้อที่อาศัยทักษะในการปฏิบัติ

สรุปได้ว่าการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและการฝึกด้วยโรแมนแชร์ทั้ง 2 โปรแกรมนี้ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังได้ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทั้ง 2 โปรแกรมมีรูปแบบและวิธีการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังที่คล้ายกันคือ มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหลังร่วมกับการบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้อง โดยทำการฝึกที่ 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์และเพิ่มความหนักในการฝึก โดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติคือจาก 10 ครั้ง เป็น 15, 20 และ 25 ครั้งต่อเซต (ภาคผนวก ค) ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า การฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและ โรแมนแชร์นี้สามารถฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังได้

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (หน่วยเป็น นิวตัน/เมตร) และการเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนการทดลอง ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

กลุ่ม	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการทดลอง	56.40	16.53	58.40	20.78	62.00	16.02
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	51.80	6.92	90.40	16.51	88.80 <sup>b</sup>	14.38
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	59.40	16.49	104.10 <sup>a,b</sup>	21.38	100.10 <sup>a,b</sup>	17.67

<sup>a</sup> แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (แนวนอน)

<sup>b</sup> แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (แนวตั้ง)

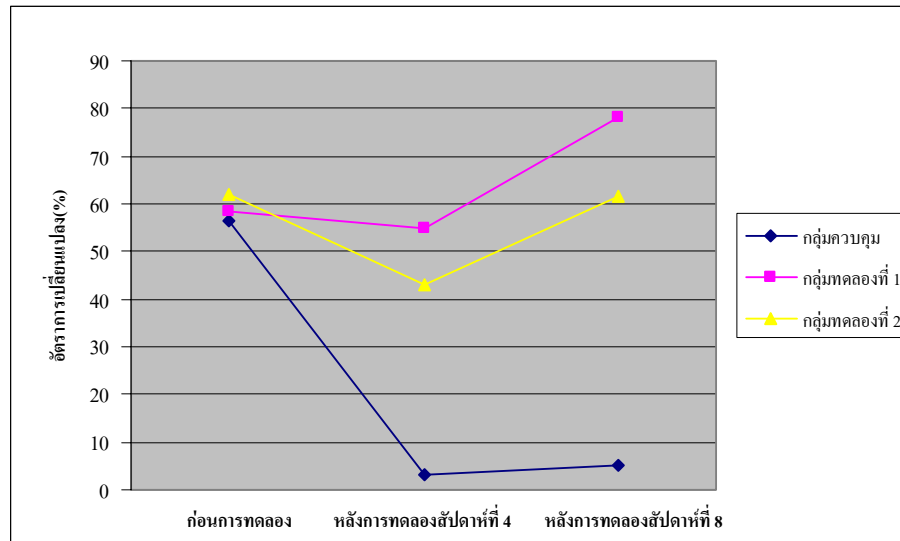
กล้ามเนื้อหน้าท้องก็เป็นกล้ามเนื้ออีกกลุ่มหนึ่งที่มีส่วนสำคัญในการช่วยพยุงร่างกาย เพราะในขณะที่กล้ามเนื้อหลังมีการหดตัวกล้ามเนื้อหน้าท้องก็จะยืดยาวออก ดังนั้นกล้ามเนื้อทั้งสองกลุ่มนี้จะทำงานควบคู่กัน ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องอยู่ในส่วนกล้ามเนื้อส่วนกลาง (midsection) เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของสมรรถภาพทางกลไก (motor fitness) และสมรรถภาพทางกาย (physical fitness) ที่จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถของร่างกายที่จะกระทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่ เจริญทัศน์ (2536) กล่าวว่า กล้ามเนื้อหน้าท้อง (abdominal muscle) เป็นกล้ามเนื้อส่วนหนึ่งที่สำคัญต่อกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยการประกอบกิจกรรมและภารกิจประจำวัน เช่น การนั่ง การลุก การยืน การเดิน การพับตัว ย่อตัว การทรงตัวต่าง ๆ ขณะเคลื่อนไหวหรือขยับตัวส่วนนี้ล้วนแต่ใช้กล้ามเนื้อหน้าท้องเป็นส่วนช่วยเหลือร่วมกับกล้ามเนื้อมัดอื่น ๆ ในการเคลื่อนไหวทั้งสิ้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องจากการฝึกด้วยทั้ง 2 โปรแกรมนี้ร่วมด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง และการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภายในกลุ่มก่อนการทดลอง ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งจากข้อมูลอธิบายการทดลอง ได้ดังนี้

ผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ภายในกลุ่มก่อนการทดลอง ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ภายในกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 และภายในกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก8 ) เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ Tukey พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก9) ส่วนภายในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และ 8 แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางผนวกที่ ก10) แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องในกลุ่มทดลองที่ 1 มีแนวโน้มของการพัฒนาความแข็งแรงได้ดีกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยโรแมนเชอร์ มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องไม่แตกต่างกันแต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 เป็น 90.1 และ 104.1 นิวตัน/เมตร กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 8 เป็น 88.8 และ 100.1 นิวตัน/เมตร เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ภายหลังจากฝึกครบ 8 สัปดาห์ กับก่อนการฝึกในกลุ่มที่ฝึกด้วยโรแมนเชอร์ (98.29) จะมามีค่ามากกว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล (77.92) ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องจะเป็นในทางกลับกันคือกลุ่มที่ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล (78.25) จะมามีค่ามากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยโรแมนเชอร์ (61.45) ทั้งนี้การฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังนั้นส่งผลให้กล้ามเนื้อหน้าท้องได้รับการพัฒนาร่วมด้วย โดยเฉพาะการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ external oblique และกล้ามเนื้อ rectus abdominis กล่าวได้ว่าขณะฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องทำให้

กล้ามเนื้อหลัง ซึ่งทำหน้าที่ตรงกันข้ามได้รับการฝึกด้วยการถูกยืดของกล้ามเนื้อและในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อหน้าท้องจะถูกยืดออกเมื่อกกล้ามเนื้อหลังออกแรงขณะฝึก

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว ซึ่งหาได้จากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนกล้ามเนื้อหลัง ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 4 และ 8 พบว่า กลุ่มฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล มีอัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวเท่ากับ 1.30 และ 1.20 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มฝึกด้วยโรแมนแนร์มีอัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวเท่ากับ 1.29 และ 1.00 ตามลำดับ จากค่าอัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวภายหลังจากการฝึกครบ 4 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มไม่สอดคล้องกับคำแนะนำของ Vivian (2000) ที่กล่าวไว้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและหลังควรมีอัตราส่วนเท่ากับ 1 จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า กล้ามเนื้อหน้าท้องมีความแข็งแรงมากกว่ากล้ามเนื้อหลัง แต่เมื่อการฝึกผ่านไป 8 สัปดาห์ อัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวในกลุ่มที่ฝึกด้วยโรแมนแนร์สอดคล้องกับคำแนะนำของ Vivian แต่กลุ่มฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลยังมีอัตราส่วนที่สูงอยู่ ซึ่งเมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อหน้าท้องประกอบจะพบว่า การฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังเท่ากับร้อยละ 77 และ 78 ส่วนกลุ่มที่ฝึกด้วยโรแมนแนร์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเท่ากับร้อยละ 98 และ 61 แสดงให้เห็นว่า การฝึกด้วยโรแมนแนร์พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องได้เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้อัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวอยู่ในเกณฑ์ปกติ ส่วนกลุ่มที่ฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังมีค่าใกล้เคียงกันในการฝึกเริ่มต้นทั้งนี้การฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลสามารถพัฒนาเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังได้พร้อมกัน ในขณะที่การฝึกด้วยโรแมนแนร์นี้จะฝึกเฉพาะส่วนได้ดีกว่า



**ภาพที่ 2** อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

จากภาพที่ 2 หากทำการทดลองโดยเพิ่มระยะเวลาการทดลองออกไป โปรแกรมการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลน่าจะมีแนวโน้มส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องดีกว่า โปรแกรมการฝึกด้วยโรแมนเชอร์ ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับตัวของการฝึก โดยเป็นการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ดังที่ Sale (1992); Bompa (1998); ชูศักดิ์ และ กันยา (2536) กล่าวว่า ระบบประสาทมีการปรับตัว โดยมีการยับยั้งการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อ ตรงกันข้ามกับการเคลื่อนไหว (antagonistic group) เพิ่มมากขึ้น กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานสนับสนุนการเคลื่อนไหว (synergist) จะมีการหดตัวออกแรงร่วมกับกลุ่มกล้ามเนื้ออื่น ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Behm *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกงอตัวด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและบนพื้นราบ ภายหลังการทดลอง พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องจากการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอล มีค่าเพิ่มขึ้นถึง 27.9 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาในครั้งนี้นี้ยังพบว่า กล้ามเนื้อหลังมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นด้วย

สรุปจากงานวิจัยครั้งนี้โปรแกรมการฝึกด้วยเอกเซอร์ไซซ์บอลและโรแมนเชอร์มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการฝึกที่มีรูปแบบของการฝึกที่เหมือนกัน ในขณะที่เดียวกันการฝึกทั้ง 2 โปรแกรมนี้ยังสามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องจากการฝึกในครั้งนี้ด้วย