ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโอเพ็นคิเนติกเชน และโปรแกรมการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเชน โดยใช้ความหนักที่ 70 เปอร์เซ็นต์ ของ 1 RM แบ่งกลุ่มการทดลองโดยทำการวัดมุมควอดไดร์เซ็ปส์ด้วยเครื่องมือวัดมุมควอดไดร์เซ็ปส์ extendable goniometer ยี่ห้อ LAFAYETTE INSTRUMENT ผลิตโดย ประเทศสหรัฐอเมริกาและทำการวัดมุมควอดไดร์เซ็ปส์ในช่วงก่อนทำการทดลอง ภายหลังสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังสัปดาห์ที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 7 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์และแฮ็มสทริง

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของของค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance: ANOVA)

ตอนที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองซ้ำแบบสองมิติ (analysis of variance with repeated measures in two-dimensional) เพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายกับระยะเวลาการฝึกที่มีต่อมุมควอดไดร์เซ็ปส์ที่ต่างกัน

ตอนที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองวัดซ้ำแบบมิติเดียว (analysis of variance with repeated measure in one-dimension) เพื่อทดสอบความแตกต่างของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซฟส์ และแฮ็มสทริง ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ ภายหลังการฝึก 6 และทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Tukey

ตอนที่ 6 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way analysis of variance: ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Tukey

ตอนที่ 7 การทดสอบความถูกต้องของทฤษฎี (goodness of fit) ของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-smirnov one-sample Test เพื่อทำการทดสอบความเป็นโค้งปกติ (ภาคผนวกที่ ข)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยไว้ดังนี้

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพพื้นฐานของ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มที่	อายุ (ปี)		น้ำหนัก (กก.)		ส่วนสูง (ซม.)		BMI (kg/m^2)	
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
กลุ่มควบคุม	20.70	1.25	53.20	7.71	158.30	5.83	21.17	2.33
กลุ่มทดลองที่ 1	20.70	1.25	51.00	5.71	160.10	5.04	19.84	1.49
กลุ่มทดลองที่ 2	20.80	1.39	53.20	4.80	165.85	2.88	19.33	1.55

จากตารางที่ 1 พบว่า อายุเฉลี่ยของกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 20.70 และ 20.80 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน คือ 1.25 และ 1.39 ปี

น้ำหนักเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากัน คือ 53.20 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.71 และ 4.80 กิโลกรัม ตามลำดับ และกลุ่มทดลองที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ย 51.00 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.71 กิโลกรัม

ส่วนสูง กลุ่มควบคุม มีส่วนสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 158.30 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.83 กิโลกรัม และกลุ่มทดลองที่ 2 มีส่วนสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 165.85 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.88 เซนติเมตร

ดัชนีมวลกาย (BMI) ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าใครเคียงกัน คือ 19.84 และ 19.33 kg/m^2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน คือ 1.49 และ 1.55 kg/m^2 ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 21.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.33 kg/m^2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์และแฮ็มสทริง ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ในช่วง ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6

	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2	
ช่วงการทดลอง	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
มุมควอดไดร์เซ็ปส์ (องศา)						
ก่อนการทดลอง	23.90	2.51	24.20	3.26	22.80	2.30
ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3	24.00	2.58	21.10	3.87	18.90	2.28
ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	24.20	2.50	19.70	2.58	17.50	1.65
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ (นิวตัน/เมตร)						
ก่อนการทดลอง	87.48	16.41	102.30	22.69	105.28	23.61
ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3	87.70	16.55	114.25	25.48	115.53	22.78
ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	86.72	17.12	121.20	25.13	119.27	23.56
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง (นิวตัน/เมตร)						
ก่อนการทดลอง	34.39	8.60	43.95	10.70	42.25	14.20
ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3	35.57	7.72	44.39	11.33	50.00	12.32
ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	35.80	7.73	45.52	11.26	53.35	12.77

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมควอดไดร์เซ็ปส์และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์และแฮ็มสทริง ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มเป็นดังนี้

กลุ่มควบคุม มุมควอดไดร์เซ็ปส์ มีค่าเฉลี่ย 23.90, 24.00, 24.20 องศา ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.51, 2.58, 2.50 องศา ตามลำดับ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ มีค่าเฉลี่ย 87.48, 87.70, 86.72 นิวตัน/เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.41, 16.55, 17.12 นิวตัน/เมตร ตามลำดับ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง มีค่าเฉลี่ย 34.39, 35.57, 35.80 นิวตัน/เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.60, 7.72, 7.73 นิวตัน/เมตร ตามลำดับ

กลุ่มทดลองที่ 1 มุมควอดไดร์เซ็ปส์ มีค่าเฉลี่ย 24.20, 21.10, 19.70 องศา ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.26, 3.87, 2.58 องศา ตามลำดับ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ มีค่าเฉลี่ย 102.30, 114.25, 121.20 นิวตัน/เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 22.69, 25.48, 25.13 นิวตัน/เมตร ตามลำดับ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง มีค่าเฉลี่ย 43.95, 44.39, 45.52 นิวตัน/เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.70, 11.33, 11.26 นิวตัน/เมตร ตามลำดับ

กลุ่มทดลองที่ 2 มุมควอดไดร์เซ็ปส์ มีค่าเฉลี่ย 22.80, 18.90, 17.50 องศา ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.30, 2.28, 1.65 องศา ตามลำดับ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ มีค่าเฉลี่ย 105.28, 115.53, 119.27 นิวตัน/เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 23.61, 22.78, 23.56 นิวตัน/เมตร ตามลำดับ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง มีค่าเฉลี่ย 42.25, 50.00, 53.35 นิวตัน/เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.20, 12.32, 12.77 นิวตัน/เมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มที่ทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	10.87	2	5.43	.733	.490
ภายในกลุ่ม	200.10	27	7.41		
รวม	210.97	29			

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนการฝึก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลกระทบค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ ระหว่างวิธีการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายกับการวัดที่ช่วงเวลาที่ต่างกัน คือ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	725.12	29			
วิธีการ	278.29	2	139.14	2587.19	.000**
สมาชิก	446.83	27	16.55		
ภายในสมาชิก	382.67	60			
ระยะเวลาการฝึก	160.69	2	80.34	34.64	.000**
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาในการฝึก	96.71	4	24.18	10.42	.000**
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	125.27	54	2.32		
รวม	1107.79	89			

** $p < .01$ ($F_{4, 54} = 3.83$)

จากตารางที่ 4 พบว่า วิธีการฝึกมีปฏิสัมพันธ์กับระยะเวลาการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ วิธีการฝึกที่แตกต่างกันจะส่งผลให้มุมควอดไดร์เซ็ปส์ต่างกันหรือไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการฝึก หรือระยะเวลาของการฝึกที่ต่างกันจะส่งผลให้มุมควอดไดร์เซ็ปส์ต่างกันหรือไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
กลุ่มควบคุม					
ระหว่างสมาชิก	160.97	9	17.89		
ภายในสมาชิก	2.00	20	.32		
ระยะเวลาการฝึก	.47	2	.23	2.74	.092
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	1.53	18	.09		
รวม	162.97	29			
กลุ่มทดลองที่ 1					
ระหว่างสมาชิก	233.33	9	567.54		
ภายในสมาชิก	168.34	20	56.74		
ระยะเวลาการฝึก	106.07	2	53.00	14.19	.000**
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	62.27	18	3.74		
รวม	401.67	29			
กลุ่มทดลองที่ 2					
ระหว่างสมาชิก	62.53	9	6.95		
ภายในสมาชิก	207.34	20	78.57		
ระยะเวลาการฝึก	150.87	2	75.43	24.05	.000**
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	56.47	18	3.14		
รวม	269.87	29			

** $p<.01$ ($F_{2, 18} = 6.01$)

จากตารางที่ 5 พบว่า

กลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ในกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ในกลุ่มทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์กลุ่มที่ทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ระหว่างค่าก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ระยะเวลาการฝึก	$\overline{X}$	ก่อนการฝึก 24.20	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 21.10	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 19.70
กลุ่มทดลองที่ 1				
ก่อนการฝึก	24.20	--	3.10**	4.50**
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3	21.10		--	1.40
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6	19.70			--
ระยะเวลาการฝึก	$\overline{X}$	ก่อนการฝึก 22.80	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 18.90	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 17.50
กลุ่มทดลองที่ 2				
ก่อนการฝึก	22.80	--	3.90**	5.30**
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3	18.90		--	1.40
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6	17.50			--

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 6 พบว่า

กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ต่ำกว่าก่อนการฝึก และก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 จะมีค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ต่ำกว่าก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3					
ระหว่างกลุ่ม	130.87	2	65.43	7.30	.003**
ภายในกลุ่ม	241.80	27	8.96		
รวม	372.67	29			
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6					
ระหว่างกลุ่ม	233.27	2	65.43	7.30	.000**
ภายในกลุ่ม	130.20	27	8.96		
รวม	363.47	29			

** $p < .01$ ($F_{2, 27} = 5.49$)

จากตารางที่ 7 พบว่า

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 ค่าเฉลี่ยมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง (องศา)	$\overline{X}$	กลุ่มควบคุม 24.00	กลุ่มทดลองที่ 1 21.10	กลุ่มทดลองที่ 2 18.90
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3				
กลุ่มควบคุม	24.00	--	2.90	5.10**
กลุ่มทดลองที่ 1	21.10		--	2.20
กลุ่มทดลองที่ 2	18.90			--

กลุ่มตัวอย่าง (องศา)	$\overline{X}$	กลุ่มควบคุม 24.20	กลุ่มทดลองที่ 1 19.70	กลุ่มทดลองที่ 2 17.50
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6				
กลุ่มควบคุม	24.20	--	4.50**	6.70**
กลุ่มทดลองที่ 1	19.70		--	2.20***
กลุ่มทดลองที่ 2	17.50			--

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

*** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 พบว่า

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 ของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ของกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ของกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า กลุ่มทดลองที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ของกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่ากลุ่มทดลองที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ของกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า กลุ่มทดลองที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่า กลุ่มทดลองที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่ 1

ตารางที่ 9 ร้อยละของอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ ระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ช่วงการฝึก	ร้อยละ		
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3	+ 0.42	- 14.69	- 20.63
ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	+ 1.24	- 22.84	- 30.29
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	+ 0.83	- 7.10	- 8.00

จากตารางที่ 9 พบว่า

กลุ่มควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ โดยมีเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตลอดช่วงการฝึก ทั้งก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 0.42 และ 1.24 ตามลำดับ และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 คือ 0.83

กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของมุมควอดไดร์เซ็ปส์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตลอดช่วงการฝึก ทั้งก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 14.69, 20.63 และ 22.84, 30.29 ตามลำดับ และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 คือ 7.10, 8.00

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
กลุ่มควบคุม					
ระหว่างสมาชิก	7465.70	9	829.52		
ภายในสมาชิก	67.66	20	6.11		
ระยะเวลาการฝึก	5.29	2	2.64	.76	.481
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	62.37	18	3.47		
รวม	7533.36	29			
กลุ่มทดลองที่ 1					
ระหว่างสมาชิก	15847.80	9	1760.87		
ภายในสมาชิก	2140.84	20	931.26		
ระยะเวลาการฝึก	1827.72	2	913.86	52.54	.000**
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	313.12	18	17.40		
รวม	17988.64	29			
กลุ่มทดลองที่ 2					
ระหว่างสมาชิก	13771.33	9	1530.15		
ภายในสมาชิก	1959.66	20	575.20		
ระยะเวลาการฝึก	1049.23	2	524.62	10.37	.001**
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	910.43	18	50.58		
รวม	15730.99	29			

** $p<.01$ ($F_{2, 18} = 6.01$)

จากตารางที่ 10 พบว่า

กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ระหว่างค่าก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ระยะเวลาการฝึก	$\overline{X}$	ก่อนการฝึก 102.30	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 114.25	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 121.20
กลุ่มทดลองที่ 1				
ก่อนการฝึก	102.30	--	11.95**	17.90**
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3	114.25		--	6.95**
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6	121.20			--
ระยะเวลาการฝึก	$\overline{X}$	ก่อนการฝึก 105.28	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 115.53	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 119.27
กลุ่มทดลองที่ 2				
ก่อนการฝึก	105.28	--	10.25	13.99**
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3	115.53		--	3.74
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6	119.27			--

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 11 พบว่า

กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 มีความแตกต่างกับค่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ มากกว่าก่อนการฝึก และก่อนการฝึก กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกับค่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 จะมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ มากกว่าก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ จะมากกว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3

กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และก่อนการฝึก กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกับค่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 จะมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดรเซ็ปส์ มากกว่าก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 12 ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ ระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ช่วงการฝึก	ร้อยละ		
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3	+ 0.25	+ 10.46	+ 8.87
ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	- 0.87	+ 15.60	+ 11.73
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	- 1.13	+ 5.73	+ 3.14

จากตารางที่ 12 พบว่า

กลุ่มควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ โดยมีเปลี่ยนแปลงลดลงที่ละน้อยตลอดช่วงการฝึก ทั้งก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 0.25 และ 0.87 ตามลำดับ และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 คือ 1.13

กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์โดยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตลอดช่วงการฝึก ทั้งก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 10.46, 8.87 และ 15.60, 11.73ตามลำดับ และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 คือ 5.73, 3.14

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
กลุ่มควบคุม					
ระหว่างสมาชิก	1682.96	9	186.96		
ภายในสมาชิก	67.55	20	8.83		
ระยะเวลาการฝึก	11.45	2	5.72	1.84	.188
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	56.10	18	3.11		
รวม	1750.51	29			
กลุ่มทดลองที่ 1					
ระหว่างสมาชิก	2999.21	9	186.96		
ภายในสมาชิก	339.88	20	8.83		
ระยะเวลาการฝึก	13.12	2	6.56	.36	.702
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	326.76	18	18.15		
รวม	3339.09	29			
กลุ่มทดลองที่ 2					
ระหว่างสมาชิก	4262.54	9	473.62		
ภายในสมาชิก	1033.65	20	345.57		
ระยะเวลาการฝึก	648.32	2	324.16	15.14	.000**
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	385.33	18	21.41		
รวม	5296.19	29			

** $p<.01$ ($F_{2, 18} = 6.01$)

จากตารางที่ 13 พบว่า

กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง ระหว่างค่าก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 2

ระยะเวลาการฝึก	$\overline{X}$	ก่อนการฝึก 42.25	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 50.00	ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6 53.35
ก่อนการฝึก	42.25	--	7.75**	11.10**
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3	50.00		--	3.35
ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6	53.35			--

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 14 พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง ก่อนการฝึก กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 มีความแตกต่างกับค่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง มากกว่าก่อนการฝึก และก่อนการฝึก กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกับค่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีแนวโน้มว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 จะมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง มากกว่าก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่15 ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง ระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ช่วงการฝึก	ร้อยละ		
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3	+ 3.32	+ 0.99	+ 15.90
ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	+ 3.94	+ 3.45	+ 20.80
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	+ 0.64	+ 2.48	+ 6.27

จากตารางที่ 15 พบว่า

กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 1 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง โดยมีเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดช่วงการฝึก ทั้งก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 3.32, 0.99 และ 3.94, 3.45 ตามลำดับ และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 คือ 0.64, 2.48

กลุ่มทดลองที่ 2 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮ็มสทริง โดยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตลอดช่วงการฝึก ทั้งก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 15.90 และ 20.80 ตามลำดับ และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 คือ 6.27

ตารางที่ 16 อัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์และแฮ็มสทริงในช่วงก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6

กลุ่ม	อัตราส่วนก่อนการทดลอง(เปอร์เซ็นต์)	อัตราส่วนภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 (เปอร์เซ็นต์)	อัตราส่วนภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 (เปอร์เซ็นต์)
ควบคุม	39.25 ± 6.21	40.69 ± 5.76	41.79 ± 7.36
ทดลองที่ 1	44.16 ± 10.12	39.80 ± 10.00	38.48 ± 9.90
ทดลองที่ 2	39.45 ± 6.22	43.04 ± 5.57	44.63 ± 5.28

จากตารางที่ 16 จะเห็นได้ว่าในกลุ่มควบคุมจะมีอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์และแฮ็มสทริงอยู่ในช่วงคงใกล้เคียงกันตลอดช่วง 6 สัปดาห์ คือ 39.25, 40.69 และ 41.79 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตาฐาน คือ 6.21, 5.76 และ 7.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วนของกลุ่มทดลองที่ 1 จะมีการลดลงของอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์และแฮ็มสทริงตลอดช่วง 6 สัปดาห์ คือ 44.16 เปอร์เซ็นต์ เป็น 39.80 และ 38.48 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 10.12 , 10.00 และ7.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในกลุ่มการทดลองที่ 2 ที่จะมีการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อควอดไดร์เซ็ปส์ และแฮ็มสทริงอย่างเห็นได้ชัดเจนตลอดช่วง 6 สัปดาห์ คือ 39.45 เป็น 43.04 และ 44.63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 6.22, 5.57 และ 5.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ