

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์	7
การตรวจเอกสาร	8
กายวิภาคศาสตร์ของข้อเข่า	9
การเคลื่อนไหวของข้อเข่า	14
มุมควอดไคร์เซ่ปส์	28
ความผิดปกติที่พบบริเวณข้อเข่าที่มาจากมุมควอดไคร์เซ่ปส์ที่สูงขึ้นและต่ำลง	35
วิธีการตรวจข้อเข่าและการตรวจข้อเข่าแบบพิเศษ	36
ความสำคัญของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	42
หลักการฝึกยกน้ำหนักเพื่อความแข็งแรง	44
อุปกรณ์และวิธีการ	50
อุปกรณ์	50
วิธีการ	51
กลุ่มตัวอย่าง	51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	52
การเก็บรวบรวมข้อมูล	53
การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล	54
สถานที่และระยะเวลาในการทำการวิจัย	55
ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	56
ผลการวิจัย	56
วิจารณ์ผลการทดลอง	81

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สรุปผลการวิจัย	86
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย	88
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	89
ภาคผนวก	96
ภาคผนวก ก ราชานามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพของ โปรแกรมการออกกำลังกาย	97
ภาคผนวก ข การทดสอบความถูกต้องของทฤษฎีของข้อมูล	99
ภาคผนวก ค การวัดความยาวขา (leg length) การวัดมุมทางด้านในของข้อเข่า (medial tibiofemoral angle) การวัดมุมด้านในของข้อต่อ subtalar (medial angle of subtalar joint) การวัดความยาวของกล้ามเนื้อ (6 ส่วน)	101
ภาคผนวก ง วัดมุมควอดไคร์เซ็ปส์ (Q-angle)	108
ภาคผนวก จ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน	111
ภาคผนวก ฉ การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพื่อปรับน้ำหนัก	116
ภาคผนวก ช การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ ระบบไอโซไคเนติก	121
ภาคผนวก ซ การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	124
ภาคผนวก ฌ ไบบันทึกผลการทดสอบ	129
ภาคผนวก ฎ ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ	133
ประวัติการศึกษา	143

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะทางกายภาพพื้นฐานของ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	58
2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมควอดไร์เซ็ปส์ และ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไร์เซ็ปส์และเอ็นสะทริง ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ในช่วง ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	59
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อทดสอบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มที่ทดลองที่ 2	61
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลกระทบ ค่าเฉลี่ยของมุมควอดไร์เซ็ปส์ ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ ระหว่างวิธีการฝึก โปรแกรมการออกกำลังกาย กับการวัดที่ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน คือ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6	62
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมุมควอดไร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	63
6	ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของมุมควอดไร์เซ็ปส์ระหว่างค่า ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	65
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อทดสอบความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยมุมควอดไร์เซ็ปส์ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	67

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยมุมควอดไตร์เซ็ปส์ ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	68
9	ร้อยละของอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของมุมควอดไตร์เซ็ปส์ ระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	70
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ ก่อนการฝึก ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	71
11	ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ระหว่างค่าก่อนการฝึก ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2	73
12	ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ ระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	75
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮมสทรिंग ก่อนการฝึก ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	76
14	ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮมสทรริงระหว่างค่าก่อนการฝึก ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 2	78
15	ร้อยละอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮมสทรริง ระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 3 และภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	79

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	อัตราส่วนความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อคออดไคร้เซ็ปส์และแฮมสทริง ในช่วงก่อนการทดลอง ภายหลังจากทดลองสัปดาห์ที่ 3 ภายหลังจากทดลอง สัปดาห์ที่ 6	80
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	การทดสอบความถูกต้องของทฤษฎี (goodness of fit) ของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test	100
2	การวัดความยาวกล้ามเนื้อ	105
3	ค่าประมาณความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (1 RM)	118
4	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการทดสอบ และหลังการทดสอบ	125
5	ตารางค่ามุมคออดไคร้เซ็ปส์ ของกลุ่มควบคุม	134
6	ตารางค่ามุมคออดไคร้เซ็ปส์ ของกลุ่มทดลองที่ 1	135
7	ตารางค่ามุมคออดไคร้เซ็ปส์ ของกลุ่มทดลองที่ 2	136
8	ตารางค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคออดไคร้เซ็ปส์ ของกลุ่มควบคุม	137
9	ตารางค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคออดไคร้เซ็ปส์ของกลุ่มทดลองที่ 1	138
10	ตารางค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคออดไคร้เซ็ปส์ของกลุ่มทดลองที่ 2	139
11	ตารางค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮมสทริง ของกลุ่มควบคุม	140
12	ตารางค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮมสทริงของกลุ่มทดลองที่ 1	141
13	ตารางค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแฮมสทริงของกลุ่มทดลองที่ 2	142

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงข้อต่อของข้อเข่า	10
2	แสดงโครงสร้างของหมอนรองเข่า (meniscus)	10
3	แสดงการทำงานในลักษณะที่เป็นรอกเดี่ยวของกระดูกสะบ้า	11
4	แสดงการเคลื่อนของกระดูกสะบ้าไปตาม intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์	12
5	แสดงการเคลื่อนของกระดูกสะบ้าตาม intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ เมื่อเข่าอยู่ในท่าองศา 135, 90, 60 และ 20 องศา	12
6	แสดงโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนของกระดูกสะบ้าไปบน intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์	13
7	แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อเข่า	14
8	แสดงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า	15
9	แสดงการเกาะของเอ็นกล้ามเนื้อควอด ไดรี้เซ็ปส์	17
10	แสดงแนวแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อควอด ไดรี้เซ็ปส์	18
11	แสดงแนวการดึงของกล้ามเนื้อควอด ไดรี้เซ็ปส์	21
12	แสดงการเกาะของเอ็นกล้ามเนื้อเสริม	22
13	แสดงเอ็นยึดข้อเข่า	24
14	แสดงภาพการเกิดมุมควอด ไดรี้เซ็ปส์	28
15	แสดงผลของความกว้างของกระดูกเชิงกรานที่มีต่อมุมควอด ไดรี้เซ็ปส์	31
16	แสดง knee valgus angle ขณะยืน	32
17	แสดงผลของการหดตัวของกล้ามเนื้อควอด ไดรี้เซ็ปส์ ต่อการเคลื่อนของกระดูกสะบ้า ↑ = แนวแรงดึงของกล้ามเนื้อ	33
18	แสดงแนวแรงดึงของกล้ามเนื้อควอด ไดรี้เซ็ปส์ทั้ง 4 มัด	34
19	แสดง varus deformity หรือ bow leg หรือ genu varum	38
20	แสดง valgus deformity หรือ knock knee หรือ genu valgum	38
21	แสดงการคล้ำกระดูกสะบ้า	39

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	เครื่องมือวัดมุมควอดร็เซ็ปส์ extendable goniometer ยี่ห้อ LAFAYETTE INSTRUMENT ผลิตโดย ประเทศสหรัฐอเมริกา	110
2	ท่าฝึก knee extension	113
3	ท่าฝึก leg press	115
4	เครื่องมือการทดสอบไอโซไคนติก ไคเนนาโมมิเตอร์ (Biodex system 3 – The isokinetic multi joint system)	123