

๖๑๖.๗  
๑๑๖๖  
๖ ๓

การศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

ปริญญานิพนธ์

ของ

จุมพล ลัมพาทิวัฒน์

๐-๕ พ.ค ๒๕๓๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม ๒๕๒๗

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178102

การศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

บทคัดย่อ

ของ

จุมพล สัมพาภิวัฒน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กรกฎาคม 2527

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนซึ่งทำการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอกที่ต่างกัน ความแตกต่างของความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนระหว่างชายกับหญิง และความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน โดยทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่ใช้ในการงอศอกเข้าในขนาดมุมของข้อศอก 60 90 120 และ 150 องศา และทำการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน โดยให้ทำการงอแขนเข้าและเหยียดออกในช่วงกว้างของการเคลื่อนไหว จากขนาดมุมของข้อศอก 120 ถึง 90 องศา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา อายุ 19 - 25 ปี ชาย จำนวน 20 คน หญิง จำนวน 20 คน รวม 40 คน โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีชื่อว่า "เครื่องมือทดสอบการทำงานของแขน" (Arm Ergometer)

### ผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนปรากฏว่า ความแข็งแรงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศาเป็นมุมที่ได้เปรียบในเงื่อนไขทางกลศาสตร์มากที่สุด และเป็นมุมที่ส่งผลของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนสูงสุด ส่วนมุมที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่ามุม 90 องศา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนจะลดลงตามลำดับ
2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนไม่มีความสัมพันธ์กับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน
3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เมื่อแยกพิจารณาเฉพาะเพศปรากฏว่า สำหรับเพศชายผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนเพศหญิงนั้นผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนไม่มีความสัมพันธ์กัน
4. ความแตกต่างระหว่างเพศ เกี่ยวกับความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนปรากฏว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของชายมีมากกว่าหญิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายและของหญิงไม่มีความแตกต่างกัน

**A STUDY ON STRENGTH AND ENDURANCE OF ARM MUSCLE**

**AN ABSTRACT**

**BY**

**JUMPON LUMPAPIWAT**

**Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree  
at Srinakharinwirot University**

**July 1984**

The purposes of this study were to find the difference of arm strength, the difference of arm strength and arm endurance, and the relationship of arm strength and the arm girth when tested at various angles of the elbow joints

The subjects were 40 male and female students, 19 - 25 year of age, from Srinakharinwirot University, Palasuksa Campus. They were tested to find arm strength and endurance by the writer's Arm Ergometer at the angle of 60° 90° 120° and 150° of the elbow joint.

After the data were statistically treated, it was found that :

1. The maximum arm strength was resulted from the test angle of 90°. However, at the test angles of 60° 120° and 150°, the arm strength showed gradual decrease.
2. There was no relationship between arm strength and arm endurance.
3. In general, there was a significant relationship between arm strength and the arm girth, at .01 level, According to sexes, the significance was found only among the male subjects, at .01 level.
4. According to sexes, there was a significant difference of arm strength of the male subjects from the female subjects, at .01 level, However, there was no significant difference of arm endurance between the male and female subjects.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนักศึกษาและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณา  
ปริญญาโทฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ



ประธาน



ประธาน



กรรมการ



กรรมการ

พงษ์วิทย์ ไชยวัฒน์ กรรมการ

## ประกาศคุณประการ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์  
อุดม พิมพา ประธานกรรมการ และอาจารย์สุทธิ พานิชเจริญนาม กรรมการควบคุม  
ปริญญาบัตร ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง  
ในความกรุณาของท่านทั้งสองเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์สุกัญญา มุสิกวัน และอาจารย์พิมพ์ศรี  
โตคติแพทย์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำเพิ่มเติม อีกทั้งขอขอบคุณนักศึกษาหลักสูตร  
วิทยาศาสตร์บัณฑิตวิชาเอกพลศึกษา ชั้นปีที่ 1 และ 2 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
วิทยาเขตพลศึกษา ปีการศึกษา 2527 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดสอบเป็นอย่างดี  
จนทำให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา ที่ได้  
ให้ทุนส่วนหนึ่งเพื่อการจัดทำปริญญาบัตรนี้ อนึ่งผู้วิจัยหวังว่าปริญญาบัตรฉบับนี้จะเป็น  
ประโยชน์เพื่อการศึกษาคนทั่วๆ ไปตามสมควร

จุมพล ลัมพาทิวัฒน์

- 1-2-3 = ๔๔ ✓
- 4 5 ๖ ๗ ๘ ๙
- ๖๗ ๘ ๙ ๑๐ ๑๑ ๑๒

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ .....	1
	ภูมิหลัง .....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	2
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า .....	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....	3
	ข้อตกลงเบื้องต้น .....	3
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ .....	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..	4
	สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า .....	9
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....	10
	กลุ่มตัวอย่าง .....	10
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	10
	การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	15
	การวิเคราะห์ข้อมูล .....	16
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	17
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	21
	ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในขนาดมุมของข้อศอก	
	60 90 120 และ 150 องศา .....	21
	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน .....	23
	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบน .....	25
	ผลการทดสอบของความแข็งแรงสูงสุดและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ...	26

5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	27
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า .....	27
	กลุ่มตัวอย่าง .....	27
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	27
	การวิเคราะห์ข้อมูล .....	28
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	29
	อภิปรายผล .....	30
	ข้อเสนอแนะ .....	33
	บรรณานุกรม .....	35
	ภาคผนวก .....	39

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สูตรการคำนวณค่าความแปรปรวนทางเดียว .....	19
2 ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในขนาดมุมของข้อศอก 60 90 120 และ 150 องศา .....	21
3 ผลการทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนระหว่าง ชายกับหญิง .....	26
4 ผลการวัดขนาดรอบแขนและการทดสอบความแข็งแรงความอดทนของ กล้ามเนื้อแขนชาย .....	40
5 ผลการวัดขนาดรอบแขนและการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนหญิง ....	41
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนชาย ที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม .....	42
7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ชายที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม .....	42
8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนหญิง ที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม .....	43
9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน หญิงที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม .....	43

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน .....	11
2 เครื่องมือทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน .....	12
3 วิธีทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน .....	13
4 วิธีทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน .....	14
5 ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในขนาดมุมของข้อศอก 60 90 120 และ 150 องศา .....	22
6 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน .....	24
7 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบน ..	25

### ภูมิหลัง

องค์ประกอบที่สำคัญของร่างกายอย่างหนึ่งคือ กล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อเป็นแหล่งกำเนิดของร่างกายในการเคลื่อนไหว และการประกอบกิจกรรมของร่างกายทั้งหมด ร่างกายจะใช้แรงที่ได้จากกล้ามเนื้อนี้เป็นพลังงานในการกระทำ (Ikai. 1970 : 113-177)

แรงที่ได้จากกล้ามเนื้อนี้จะได้มาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถแบ่งตามวิธีการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อให้เกิดแรงนั้นได้ 2 ชนิด (Matsura. 1983 : 180)

1. แรงที่ได้จากการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ แสดงผลออกมาในรูปของขนาดของแรงได้แก่ แรงที่ร่างกายใช้เป็นพลังงานในการกระทำการเคลื่อนไหว และประกอบกิจกรรมหนักในช่วงระยะเวลาสั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แรงชนิดนี้เรียกว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)

2. แรงที่ได้จากการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลายาวนาน แสดงผลออกมาในรูปของระยะเวลาของการเกิดแรงได้แก่ แรงที่ใช้เป็นพลังงานในการกระทำการเคลื่อนไหวและประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่องมีประสิทธิภาพในช่วงระยะเวลายาวนาน แรงชนิดนี้เรียกว่าความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance)

ดังนั้นความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ร่างกายใช้ในการกระทำการเคลื่อนไหวและประกอบกิจกรรมทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการประกอบกิจกรรมทางพลศึกษาและการกีฬา จำเป็นต้องใช้ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้ออย่างมากเพราะกิจกรรมทางพลศึกษาส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมหนัก ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องกระทำในช่วงระยะเวลายาวนาน

ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อนี้มีความสำคัญยิ่ง มีผลโดยตรงต่อการประกอบกิจกรรมทางพลศึกษา ร่างกายที่มีความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อมากย่อมสามารถประกอบกิจกรรมทางพลศึกษาและการกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นปัจจัยที่

สำคัญอย่างหนึ่งจะทำให้ประสบผลสำเร็จในการประกอบกิจกรรมทางพลศึกษาและการกีฬาได้ตามต้องการ

ดั่งที่ แมททิวส์ (Mathews, 1973 : 53-67) ได้กล่าวไว้ว่า "การที่กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมีความอดทน ย่อมทำให้ร่างกายสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมทางกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงระยะเวลายาวนาน"

ข้อมูลเกี่ยวกับความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยในเชิงการทดลองยังมีน้อยมาก ทั้ง ๆ ที่ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อมีความสำคัญและมีผลโดยตรงต่อการประกอบกิจกรรมทางพลศึกษาเป็นอย่างยิ่ง ดั่งที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วมีความเห็นว่า ข้อมูลเกี่ยวกับความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อที่มีอยู่ในปัจจุบันยังมีไม่เพียงพอ เพื่อให้การเรียนการสอนพลศึกษาและการฝึกกีฬาได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการพลศึกษามากขึ้น จำเป็นต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ประดิษฐ์เครื่องมือทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแขน (Arm Ergometer) ขึ้นและทำการศึกษาวิจัย โดยการทดลองเกี่ยวกับความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนด้วยเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน เมื่อทำการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 90 120 และ 150 องศา
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบน
4. เพื่อศึกษาความแตกต่างของความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนระหว่างชายกับหญิง

### ✓ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการศึกษาวิจัยจะเป็นแนวทางกระตุ้นให้นักศึกษาและอาจารย์พลศึกษาเห็นถึงความสำคัญและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนการสอน
2. ผลของการศึกษาวิจัยจะเป็นประโยชน์ในการฝึกและเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย เพื่อได้มาซึ่งสมรรถภาพทางกายที่ดีที่สุดที่เป็นประโยชน์ในการประกอบกิจกรรมประจำวันและการเข้าร่วมเล่นกีฬาต่าง ๆ
3. ผลของการศึกษาวิจัยจะเป็นแนวทางในการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

### ✓ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา ชายจำนวน 20 คน หญิงจำนวน 20 คน รวม 40 คน ซึ่งนักศึกษาทุกคนยินดีให้ความร่วมมือในการทดลองและมีอายุระหว่าง 19 ถึง 25 ปี

### ✓ ข้อตกลงเบื้องต้น

ก่อนทำการทดสอบและในระหว่างการทดสอบผู้วิจัยไม่ควบคุมเรื่องอาหารและการพักผ่อน

### คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหมายถึง แรงของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่สามารถกระทำต่อแรงต้านทานได้สูงที่สุด (วิริยา บุญชัย 2523 : 5)

ความอดทนของกล้ามเนื้อหมายถึง ความสามารถในการหดตัวเพื่อออกแรงของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาอันยาวนาน โดยมีระดับของแรงคงที่ (Hockey, 1981 : 60)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้พอสรุปได้ดังนี้

อิไค (Ikai. 1973 : 21) ได้กล่าวว่า ผลของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในมุมของข้อต่อที่มีขนาดต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันไป ทั้งนี้เนื่องจากว่าเมื่อขนาดมุมของข้อต่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนมัดของกล้ามเนื้อที่หดตัว ความยาวของกล้ามเนื้อและประสิทธิภาพการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นการกำหนดขนาดมุมของข้อต่อเป็นสิ่งจำเป็นมากในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน โดยทั่วไปจะทำการทดสอบในลักษณะข้อศอกตั้งมุมที่ข้อศอก 90 องศา ทิศทางของแรงเป็นเส้นตั้งฉากกับแขนท่อนล่าง

นิวะ (Niwa. 1972 : 201-206) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาดมุมของข้อศอกที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน โดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบชายอายุ 22 - 31 ปี จำนวน 5 คน ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในการงอแขนท่อนล่าง (Flexion) และการเหยียดแขน (Extention) ขณะที่ขนาดมุมของข้อศอกมีระดับ 0 - 140 องศา

ผลการศึกษามีดังนี้

1. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในการงอแขนท่อนล่างเข้าที่ได้จากขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา เป็นความแข็งแรงสูงสุดเมื่อมุมของข้อศอกที่กว้างกว่าหรือแคบกว่ามุมตั้งกล่าวความแข็งแรงจะลดลง

2. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในการเหยียดแขนออกที่ได้จากมุมของข้อศอก 100 - 140 องศา เป็นความแข็งแรงสูงสุดเมื่อมุมแคบกว่ามุมตั้งกล่าวความแข็งแรงจะลดลง

คาร์โปวิช (Karpovich. 1964 : 393-397) ได้ทำการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนแบบไอโซโทนิค (Isotonic) ของนักโทษและนักศึกษา จำนวน 30 คน

โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เออร์โกมิเตอร์แบบคาน (Arm Lever Ergometer for the Forearm) และเออร์โกมิเตอร์แบบรอก (Arm Pulley Ergometer for the Forearm) ในการทดสอบใช้ความต้านทาน  $\frac{1}{3}$  ของความแข็งแรงสูงสุดของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละบุคคล และให้ผู้รับการทดสอบงอแขนคืบนำหนักขึ้นปล่อยลงใช้อัตราความเร็ว 1 ครั้งต่อ 1 วินาที ทากการทดสอบสองครั้งในแต่ละเครื่องมือขนาดของการทดสอบมาตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบสองครั้งที่ได้จากเออร์โกมิเตอร์แบบคาน เออร์โกมิเตอร์แบบรอกมีค่าความเชื่อมั่น .89 และ .91 ตามลำดับ

คาร์โพวิชได้ให้คำแนะนำว่า จากการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือพบว่า เครื่องมือทั้งสองมีความเชื่อมั่นสูงเหมาะสมเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับใช้เป็นเครื่องมือทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

ในการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนแบบไอโซโทนิค การใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วน  $\frac{1}{3}$  จากความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแขนของผู้รับการทดสอบแต่ละบุคคลซึ่งใช้อัตราความเร็ว 1 ครั้งต่อ 1 วินาที เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการทำงานของกล้ามเนื้อแขน หนึ่งความต้านทานอัตราความเร็วดังกล่าวสามารถแสดงออกถึงความอดทนของกล้ามเนื้อแขนได้ ตลอดจนสามารถหลีกเลี่ยงอุปสรรคอื่น ๆ ที่จะมาขัดขวางต่อการทำงานของกล้ามเนื้อแขนด้วย

อิชิอิ (Ishii, 1961 : 57) ได้ศึกษาความอดทนของกล้ามเนื้อแขน โดยใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วนของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแขน จากผู้รับการทดสอบแต่ละบุคคล

ผลการทดสอบปรากฏว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

นาคานิชิ (Nakarishi, 1963 : 10-17) ได้ทำการทดสอบความแข็งแรงแบบไอโซเมตริก (Isometric) และความอดทนของกล้ามเนื้อแขนแบบไอโซเมตริกและไอโซโทนิค (Isometric and Isotonic) ของนักกรีฑาและนักกีฬาเรือใบในการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของนักกรีฑาใช้ความต้านทานคือ ลูกน้ำหนักถ่วงตาม

วิธีการกำหนดไว้ ส่วนนักกีฬาเรือใบใช้ความต้านทานคือ ใช้ลูกน้ำหนักดวงที่เป็นอัตราส่วนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของผู้เข้ารับการทดสอบเอง ผลการศึกษาวิจัยมีดังนี้

1. สำหรับนักกีฬาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงแบบไอโซเมตริกกับความอดทนแบบไอโซเมตริก  $r = .652$  ซึ่งต่างก็มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ
2. สำหรับนักกีฬาเรือใบความสัมพันธ์ของความแข็งแรงแบบไอโซเมตริกกับความอดทนแบบไอโซเมตริก  $r = .303$  และกับความอดทนแบบไอโซโทนิค  $r = .136$  ซึ่งต่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

★ สคาร์ทและเกรแฮม (Start and Graham, 1964 : 193-204) ได้ศึกษาความอดทนของกล้ามเนื้อแขนโดยการกำหนดความต้านทานให้กับผู้รับการทดสอบผลปรากฏว่าความอดทนมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแขนอย่างมีนัยสำคัญ

เซฟเวอร์ (Shaver, 1971 : 194-202) ได้รายงานไว้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงสูงสุดกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนที่ถูกทดสอบ โดยใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วนกับความแข็งแรงสูงสุดของผู้รับการทดสอบแต่ละบุคคล ยังเป็นเรื่องที่ต้องโต้เถียงกันอีกมากในวงการวิจัย

มีนักวิจัยหลายคนที่ได้รายงานผลต่างกันไปเกี่ยวกับเรื่องนี้ เช่น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ไม่มีความสัมพันธ์กัน และมีความสัมพันธ์กันในเชิงผกผันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษาวิจัยของเซฟเวอร์ซึ่งศึกษาจากนักศึกษาราย วิชาเอกพลศึกษา จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองกลุ่มละ 20 คน และได้ทำการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน โดยใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วน 20 25 30 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ของความแข็งแรงสูงสุดที่ได้จากกล้ามเนื้อแขนของผู้รับการทดสอบ ปรากฏว่า ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ เฉพาะในกลุ่มทดลองที่ใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วน 25 30 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ของความแข็งแรงสูงสุดที่ทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ส่วนในกลุ่มควบคุมทั้งหมด และกลุ่มทดลองที่ใช้ความต้านทาน 20 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุดไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

\* โรเบิร์ตและแม็คครอ (Robert and McCraw. 1971 : 224-250) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนแบบไอโซเมตริก (Isometric) โดยศึกษาจากนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยเท็กซัส อายุ 20 - 30 ปี จำนวน 36 คน ในการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนได้ใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วนกับความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแขนของผู้เข้ารับการทดสอบ

ผลการศึกษาวินิจฉัยปรากฏว่า ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

เชฟเวอร์ (Shaver. 1972 : 82-88) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริก (Isometric) ความอดทนแบบไอโซโทนิค (Isotonic) ของกล้ามเนื้อแขนที่ใช้ในการงอข้อศอกของนักกีฬา โดยผู้รับการทดสอบ เป็นนักกีฬาชาย จำนวน 120 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มมีความแข็งแรงสูงสุด 40 คน กลุ่มที่มีความแข็งแรงปานกลาง 40 คน กลุ่มที่มีความแข็งแรงน้อย 40 คน ตามผลการทดสอบความแข็งแรงแล้วทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกและความอดทนแบบไอโซเมตริกของกล้ามเนื้อแขน โดยใช้เออร์โกมิเตอร์แบบคานที่ดัดแปลง "Modified Arm Lever Ergometer" ในการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนได้ใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วน 30 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุดของผู้เข้ารับการทดสอบ

ผลการศึกษาวินิจฉัยปรากฏว่า กลุ่มที่มีความแข็งแรงสูงสุดมีความสัมพันธ์กันระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่มีความแข็งแรงปานกลางและกลุ่มที่มีความแข็งแรงน้อยไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

เฮทติงเกอร์ (Hettinger. 1956 : 8-9) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความแตกต่างกันมากหรือน้อยในระหว่างเพศขึ้นอยู่กับส่วนของกล้ามเนื้อที่ถูกใช้มากในการประกอบกิจกรรมในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น กล้ามเนื้อขาจะมีความแข็งแรงแตกต่างกันน้อยระหว่างเพศ ส่วนกล้ามเนื้อที่ถูกใช้ใน ระดับที่แตกต่างกันระหว่างชายกับหญิง เช่น กล้ามเนื้อแขนจะมีความแตกต่างกันมากระหว่างเพศ กล่าวคือ สาเหตุอย่างหนึ่งของความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระหว่างชายกับหญิงคือ ความมากน้อยของ

โอกาสที่ใช้กล้ามเนื้อนั้น ๆ ในการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

อโศ (Ikai. 1965 : 281-287) ได้ทำการทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของนักเรียนชาย อายุ 6 - 17 ปี โดยใช้นักเรียนในแต่ละอายุกลุ่มละ 35 คน และใช้อาร์มเออร์โกมิเตอร์ (Arm Ergometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่คิดสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการทดสอบ

ในการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนได้ใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วน  $\frac{1}{3}$  ของความแข็งแรงของผู้เข้ารับการทดสอบ

ผลการศึกษาวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีการพัฒนาการที่แตกต่างกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนอย่างเห็นได้ชัด

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีการพัฒนาการไปตามอายุที่มากขึ้นและมีความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ

3. ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนไม่มีพัฒนาการไปตามอายุที่มากขึ้น และไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ อนึ่งไม่ว่าระดับอายุใดหรือเพศใด จำนวนครั้งของการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนกระทำได้ประมาณ 60 ครั้ง

คาบายา (Kagaya. 1970 : 146) ได้รายงานผลการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายอายุ 18 - 29 ปี จำนวน 18 คน หญิงอายุ 19 - 28 ปี จำนวน 20 คน ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของการทดสอบดังกล่าวคือ ชาย 52.1 ครั้ง หญิง 51.0 ครั้ง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาวิจัยของคานะโกะ (Kaneko. 1970 : 143-147) พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของชายมีค่าเฉลี่ย 29.4 กิโลกรัมของหญิงมีค่าเฉลี่ย 16.2 กิโลกรัม

ชิโร (Shiro. 1973 : 277-286) ได้รายงานผลการศึกษาว่า ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของชายมีค่าเฉลี่ย 30.3 กิโลกรัมของหญิงมีค่าเฉลี่ย 16.0 กิโลกรัม

เป็นที่ทราบกันมานานแล้วว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเป็นไปตามขนาดของกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อจะเกิดการพัฒนาได้จะต้องมีการฝึกเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย หนึ่งสิ่งที่ดีมากกับการพัฒนาการของกล้ามเนื้อก็คือ ปริมาณของกล้ามเนื้อ (ขนาดของกล้ามเนื้อก็จะเพิ่มขึ้นด้วย) การเพิ่มปริมาณของกล้ามเนื้อที่เป็นไปตามพัฒนาการของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นการเพิ่มขนาดเส้นใยของกล้ามเนื้อ มิได้เป็นการเพิ่มจำนวนเส้นของกล้ามเนื้อ จำนวนเส้นใยของกล้ามเนื้อนั้นจะถูกกำหนดมาพร้อมกับการเกิด หลังการเกิดแล้วไม่สามารถจะทำให้เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นจะเป็นไปได้โดยการเพิ่มขนาดเส้นใยของกล้ามเนื้อแต่ละเส้น (Tokyo University Faculty of Education. 1979 : 57)

อิกาคิ (Ikai. 1973 : 281-287) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนอกจากจะเป็นไปตามขนาดของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อแล้ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดของกล้ามเนื้อ เมื่อกล้ามเนื้อได้รับการฝึกอย่างถูกต้องตามวิธีการในช่วงระยะเวลาที่เพียงพอ เส้นใยของกล้ามเนื้อจะเกิดการขยายตัวที่ใหญ่กว่าเดิม จึงทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อนั้นเพิ่มขึ้นและสิ่งที่ดีที่คิดตามมากกับการเพิ่มขึ้นของขนาดของกล้ามเนื้อก็คือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นด้วย

โรดัล (Rodahl. 1961 : 499) และคณะได้ให้เหตุผลว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเนื่องจากขนาดของกล้ามเนื้อโตขึ้น

### สมมุติฐานของการศึกษากันคว้า

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่ถูกทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา จะมีความแข็งแรงสูงสุด
2. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนไม่มีความสัมพันธ์กัน
3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของรอบแขน
4. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีความแตกต่างกันระหว่างชายกับหญิง
5. ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายกับหญิงไม่มีความแตกต่างกัน

/ กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ใช้นักศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา อายุ 19 - 25 ปี ชาย จำนวน 20 คน หญิง จำนวน 20 คน รวม 40 คน ซึ่งนักศึกษาทุกคนยินดีให้ความร่วมมือในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

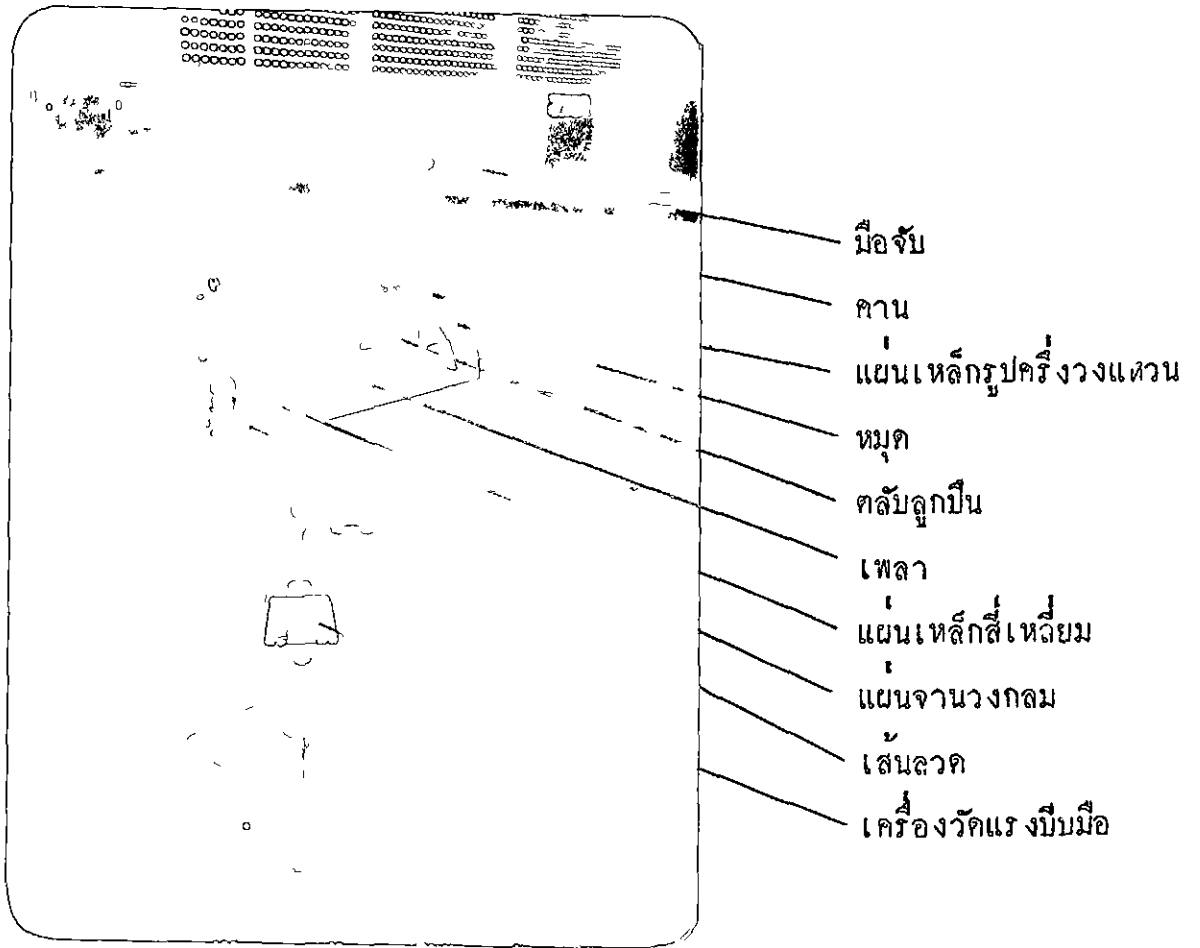
1. เครื่องมือทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแขน (Arm Ergometer)
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับเครื่องมือทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแขน ได้แก่

- 2.1 เครื่องให้จังหวะ (Metronome)
- 2.2 เครื่องวัดแรงบีบมือ (Grip Strength Dynamometer)
- 2.3 โตะ แก้ว
- 2.4 เส้นลวด
- 2.5 เทปวัดระยะทาง
- 2.6 ลูกน้ำหนัก

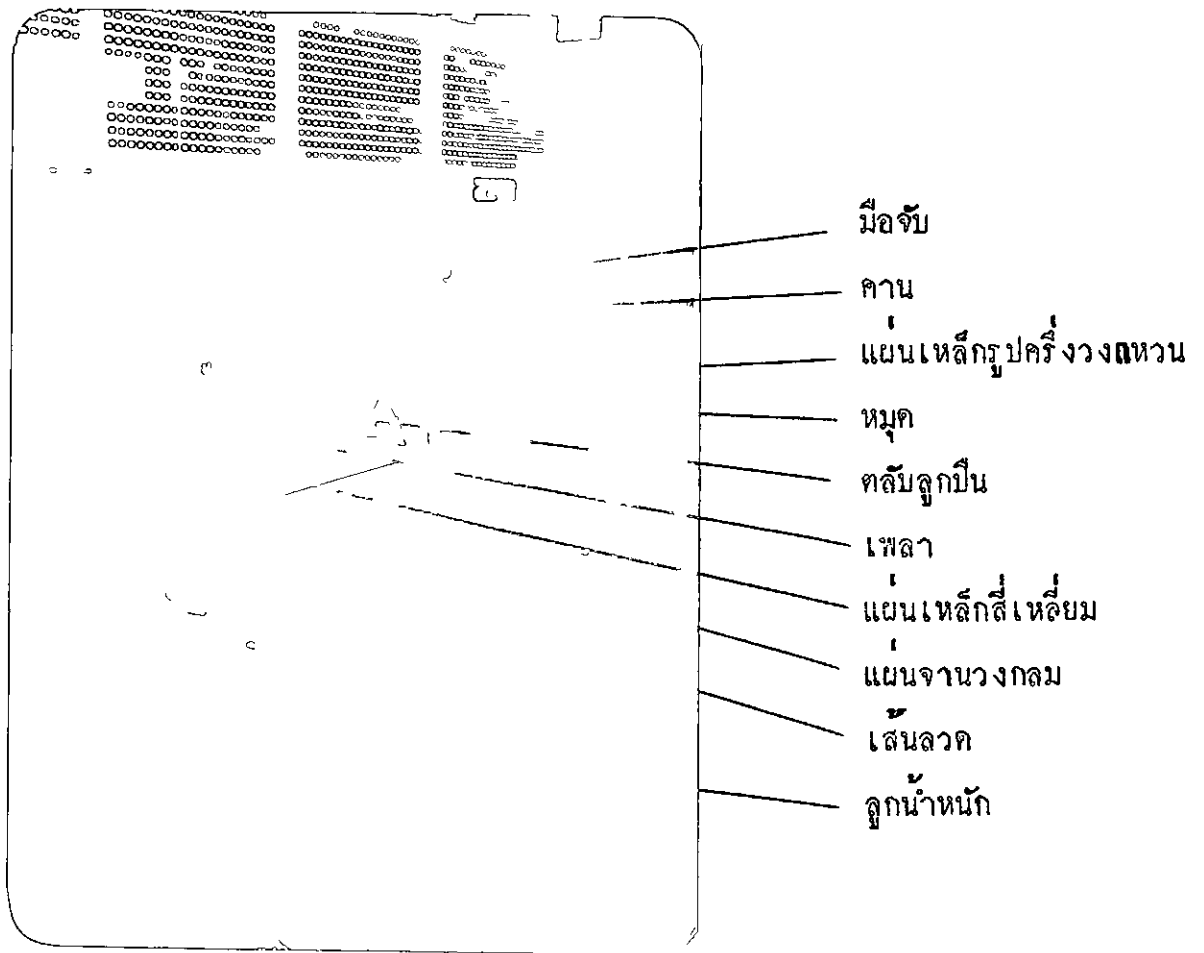
ผู้วิจัยหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-Retest) กับ นักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา เป็นนักศึกษาชาย จำนวน 10 คน โดยเว้นระยะการทดสอบครั้งแรกกับครั้งสอง 5 ถึง 10 นาที นานตามาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) โดยวิธี (Product-Moment Correlation) ปรากฏว่า เครื่องมือมีความเชื่อมั่น .97 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เครื่องมือทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแขน

เพื่อการทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ผู้วิจัยได้ประดิษฐ์ เครื่องมือทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแขน (Arm Ergometer) ขึ้น (Ichii, 1970 : 86-90) ลักษณะของเครื่องมือดังกล่าวแสดงไว้ในภาพ ประกอบ 1 และ 2



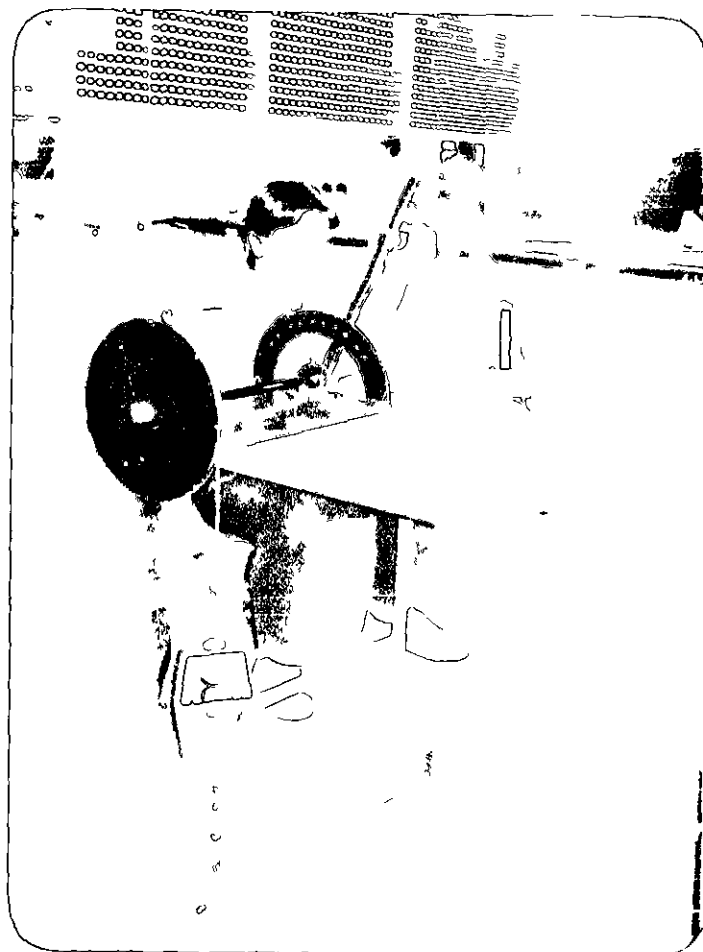
ภาพประกอบ 1 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน



ภาพประกอบ 2 เครื่องมือทดสอบความอกทนของกล้ามเนื้อแขน

เพลาชั่งสวมอยู่ในคัลัมลูกปืนสองคัลัมติดตั้งอยู่บนฐานซึ่งเป็นแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมปลายของเพลาชั่งข้างหนึ่งมีแผ่นเหล็กกลมที่สั้นเจาะเป็นร่องสำหรับรองรับเส้นลวด ซึ่งเส้นลวดนั้นใช้สำหรับติดต่อกับเครื่องมือวัดความแข็งแรงของแรงบีบมือ (Grip Strength Dynamometer) และลูกน้ำหนัก ปลายของเพล่อีกข้างหนึ่งเชื่อมติดกับคานและที่คานติดต่อกับความจับ จึงสามารถปรับให้สูงหรือต่ำได้ตามความยาวของแขนท่อนล่างของผู้เข้ารับการทดสอบ ที่ฐานคานคานมีแผ่นเหล็กรูปครึ่งวงแหวนติดตั้งอยู่กับหมุดยึดที่อยู่เพื่อใช้เป็นตั้งข้อบกพร่องขนาดของมุมของข้อศอก ขณะทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและควบคุมช่วงกว้างของการเคลื่อนไหวของแขนท่อนล่างขณะทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

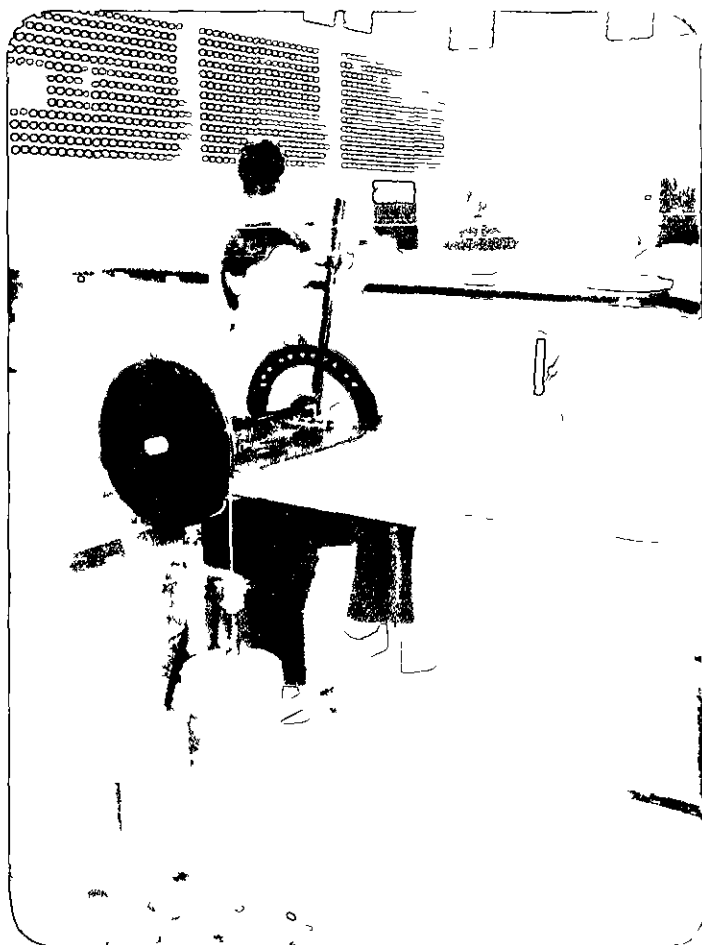
#### วิธีทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน



ภาพประกอบ 3

### วิธีทำ

ก่อนทำการทดสอบผู้วิจัยได้จับฉลากว่าผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละบุคคลจะกระทำมุมใดก่อนหรือหลังคือ มุม 60 90 120 และ 150 องศา เพื่อลำดับการทดสอบ โดยผู้เข้ารับการทดสอบนั่งบนเก้าอี้ไท่แขนทอนบนข้างถนัดวางราบกับพื้นโต๊ะซึ่งวาง เครื่องมือทดสอบส่วนมือให้จับที่ค้ำกับซึ่งตอดติดกับคานซึ่งสามารถปรับให้สูงหรือค่าใดตามความยาวของแขนทอนกลางของผู้เข้ารับการทดสอบ ให้ผู้รับการทดสอบออกแรงดึงอย่างเต็มความสามารถสองครั้งในแต่ละมุม ผู้ดำเนินการทดสอบจับบันทึกความสามารถสูงสุดของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งสองครั้งของแต่ละมุมไว้ โดยค่าของความสามารถจะ แสดงให้เห็นที่หน้าปัดของเครื่องวัดแรงบีบมือ ( Grip Strength Dynamometer ) ในการทดสอบแต่ละครั้งของทุก ๆ มุม โดยผู้เข้ารับการทดสอบพักประมาณ 5 - 10 นาที



ภาพประกอบ 4

### วิธีทำ

ให้ผู้เข้ารับการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนออกแรงดึงน้ำหนักที่ใช้วางที่เป็นอัตราส่วนของความแข็งแรงของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละบุคคล ผู้รับการทดสอบจะออกแรงงอแขน (Flexion) และเหยียดแขน (Extention) ในช่วงกว้างของการเคลื่อนไหวของแขนท่อนล่างจากขนาดมุมของข้อศอก 120 ถึง 90 องศา ให้ผู้รับการทดสอบกระทำไปตามจังหวะของเครื่องให้จังหวะ (Metronome) ในอัตราความเร็ว 60 ครั้งต่อ 1 นาที จนกว่าผู้รับการทดสอบหมดแรงไม่สามารถทำต่อไปได้

เงื่อนไขที่ใช้สำหรับตัดสินว่า ผู้รับการทดสอบหมดแรงไม่สามารถทำต่อไปได้คือ

1. การงอแขนและการเหยียดแขนกระทำไม่สมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ติดต่อกันสองครั้ง
2. อัตราความเร็วในการงอแขนและเหยียดแขนไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ติดต่อกันสองครั้ง

ผู้ดำเนินการทดสอบจดบันทึกจำนวนครั้งที่ทำได้ไว้

### วิธีวัดขนาดรอบแขนท่อนบน

ให้ผู้รับการทดสอบยืนปล่อยแขนเหยียดตรง ผู้ดำเนินการทดสอบใช้เทปวัดขนาดวัดรอบแขนท่อนบนที่จุดกึ่งกลางระหว่างหัวไหล่กับข้อศอกของแขนข้างถนัดที่ใช้ในการทดสอบ ผู้ดำเนินการทดสอบจดบันทึกขนาดรอบแขนโดยวัดเป็นเซนติเมตร

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ทำการศึกษารายละเอียดเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับเครื่องมือทดสอบ

2. การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดสอบเฉพาะความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

3. ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน การทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 90 120 และ 150 องศา

4. ในการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน กระทำการทดสอบในช่วงกว้างของการเคลื่อนไหวของแขนท่อนล่างจากขนาดมุมของข้อศอก 120 ถึง 90 องศา

5. สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ ใช้โรงยิมเนเซียม 2 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา

6. ประสานงานล่วงหน้าด้วยตนเอง ระหว่างอาจารย์ผู้สอนประจำวิชา และนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

7. อธิบายวิธีการทดสอบให้ผู้ช่วยในการทดสอบเข้าใจวิธีการทดสอบอย่างถูกต้อง

8. จัดเตรียมสถานที่ และอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ

9. อธิบายให้ผู้เข้ารับการทดสอบ เข้าใจวิธีการทดสอบก่อนทำการทดสอบ

10. การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้จัดทำใบบันทึกคะแนนของการทดสอบทั้งสองรายการ ประจำตัวของผู้เข้ารับการทดสอบ

#### 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนทุกรายการมาวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

1. คำนวณหาค่ามัธยฐานเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลดังนี้

1.1 ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของชายและหญิงที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม

1.2 ผลของการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชาย

1.3 ผลการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของหญิง

1.4 ผลการวัดขนาดรอมแขนท่อนบนของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด

2. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่อไปนี้

2.1 ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด

2.2 ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชาย

2.3 ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของหญิง

- 2.4 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนของผู้เข้ารับ  
การทดสอบทั้งหมด
- 2.5 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนของชาย
- 2.6 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนของหญิง
- 3. ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคามัชฌิมเลขคณิตต่อไปนี้
  - 3.1 คามัชฌิมเลขคณิตของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อชายและหญิงที่ได้จาก  
การทดสอบในแต่ละมุม
  - 3.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดของชายกับหญิง
  - 3.3 ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายกับหญิง

5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากคามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการทดสอบความแข็งแรง ความอดทนของ  
กล้ามเนื้อแขน และขนาดรอบแขนท่อนบน โดยใช้สูตร (Guilford. 1950 : 44)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

- เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คามัชฌิมเลขคณิต
- $\sum X$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
- $N$  แทน จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบ

2. หากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความแข็งแรง ความอดทน  
ของกล้ามเนื้อแขน และขนาดรอบแขนท่อนบนโดยใช้สูตร (Ferguson. 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n - 1)}}$$

- เมื่อ  $S$  แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- $\sum x$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
- $\sum x^2$  แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนยกกำลังสอง
- $N$  แทน จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบ

3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ขนาดรอบแขนท่อนบน กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนแบบเพียร์สัน (Pearsons Product-moment Correlation Coefficient) โดยใช้สูตร (Garrett. 1966 : 143)

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	$r$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N	แทน	จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบ

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยเปิดตารางค่าต่ำสุดของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (ลัน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 275)

5. วิเคราะห์ความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด ที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 153)

ตาราง 1 สูตรการคำนวณค่าความแปรปรวนทางเดียว

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of square
Between groups	$k - 1$	$SS_B = \sum_{j=1}^k T_j^2 - \frac{T^2}{N}$
within groups	$k(n-1)$	$SS_w = SS_T - SS_B$
Total	$nk - 1$	$SS_T = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$

$$MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{k(n-1)}$$

$$F = \frac{MS_B}{MS_w}$$

เมื่อ	F	แทน ความแปรปรวน
	$T_j$	แทน ผลรวมของคะแนน $n$ ค่าในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j}$	$X_{ij}^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองทุก ๆ ค่าในทุกกลุ่มตัวอย่าง
	$n_j$	แทน จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
	$k$	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$N$	แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด
	$T$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$T^2$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

6. จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในข้อ 5 เมื่อคะแนนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในแต่ละมูมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ต้องทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธี นิวแมน คูลส์ (Newman-Keuls Method) ซึ่งใช้สูตร (Winer. 1971 : 185)

$$q = \frac{\bar{T}_1 - \bar{T}_2}{\sqrt{MS_{\text{error}}/n}}$$

เมื่อ  $q$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน  $q$ -distribution

$\bar{T}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยที่มากกว่า

$\bar{T}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยที่น้อยกว่า

$MS_{\text{error}}$  แทน Mean Square Error

$N$  แทน จำนวนของผู้รับการทดสอบ

7. วิเคราะห์ความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายกับหญิง โดยการทดสอบค่า  $t$  ( $t$ -test) (Independent Samples) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 114-119)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ  $t$  แทน ความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิต

$\bar{x}_1$   $\bar{x}_2$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

$n_1$   $n_2$  แทน จำนวนประชากรในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

$S_1^2$   $S_2^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

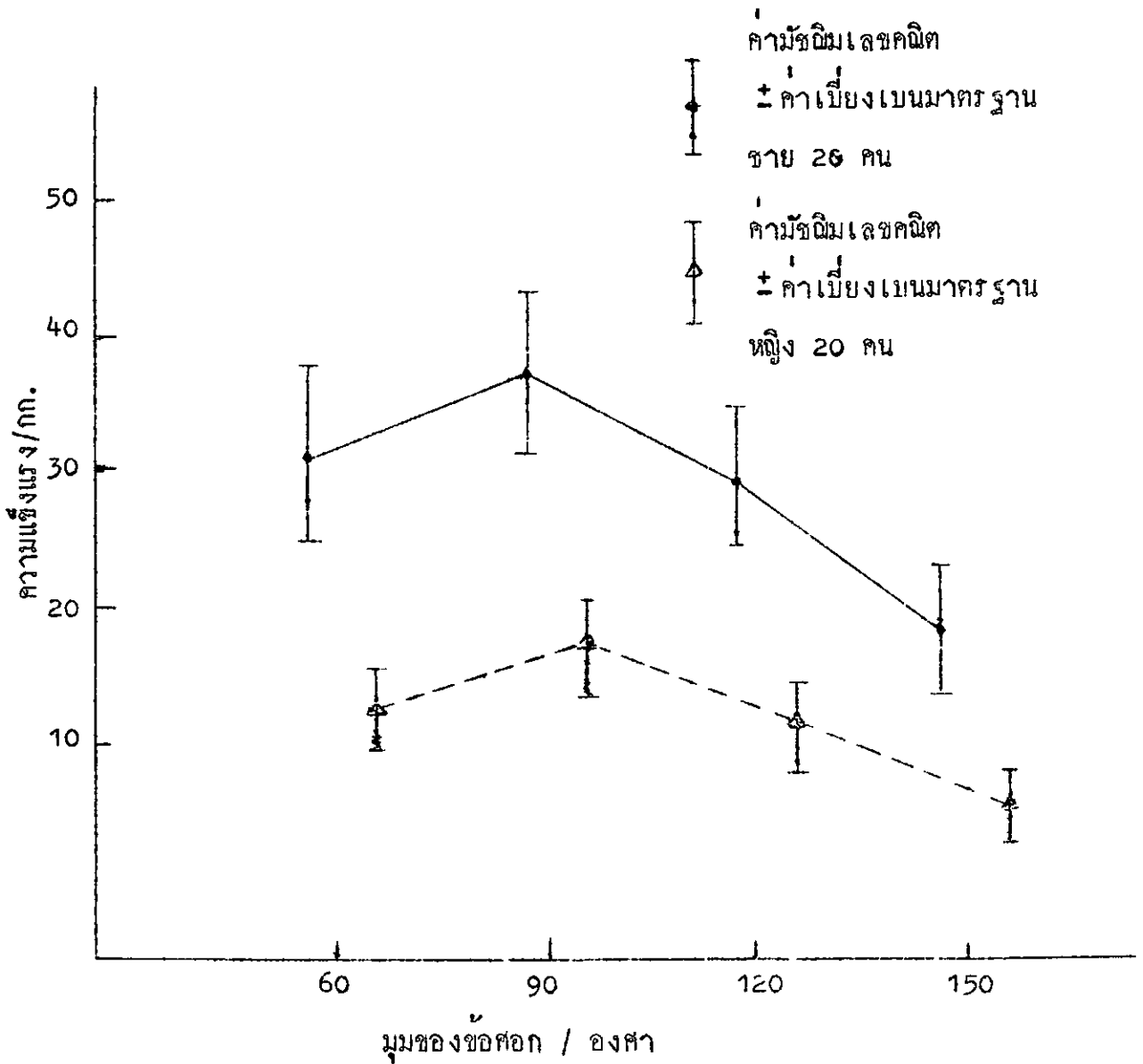
การแสดงผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ในขนาดมุมของข้อศอก  
60 90 120 และ 150 องศา

ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ในขนาดมุมของข้อศอก 60 90  
120 และ 150 องศาของชายและหญิงมีค่ามัธยิมเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดง  
ไว้ในตาราง 2 และแผนภูมิ 1

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนตาม  
ขนาดมุมของข้อศอกโดยวัดเป็นกิโลกรัม

ผู้รับการทดสอบ	มุมของข้อศอก/องศา			
	60	90	120	150
ชาย	32.8	39.3	32.4	21.3
N = 20	(6.6)	(5.8)	(5.6)	(4.4)
หญิง	14.2	19.6	13.8	8.6
N = 20	(3.0)	(3.3)	(3.6)	(2.5)



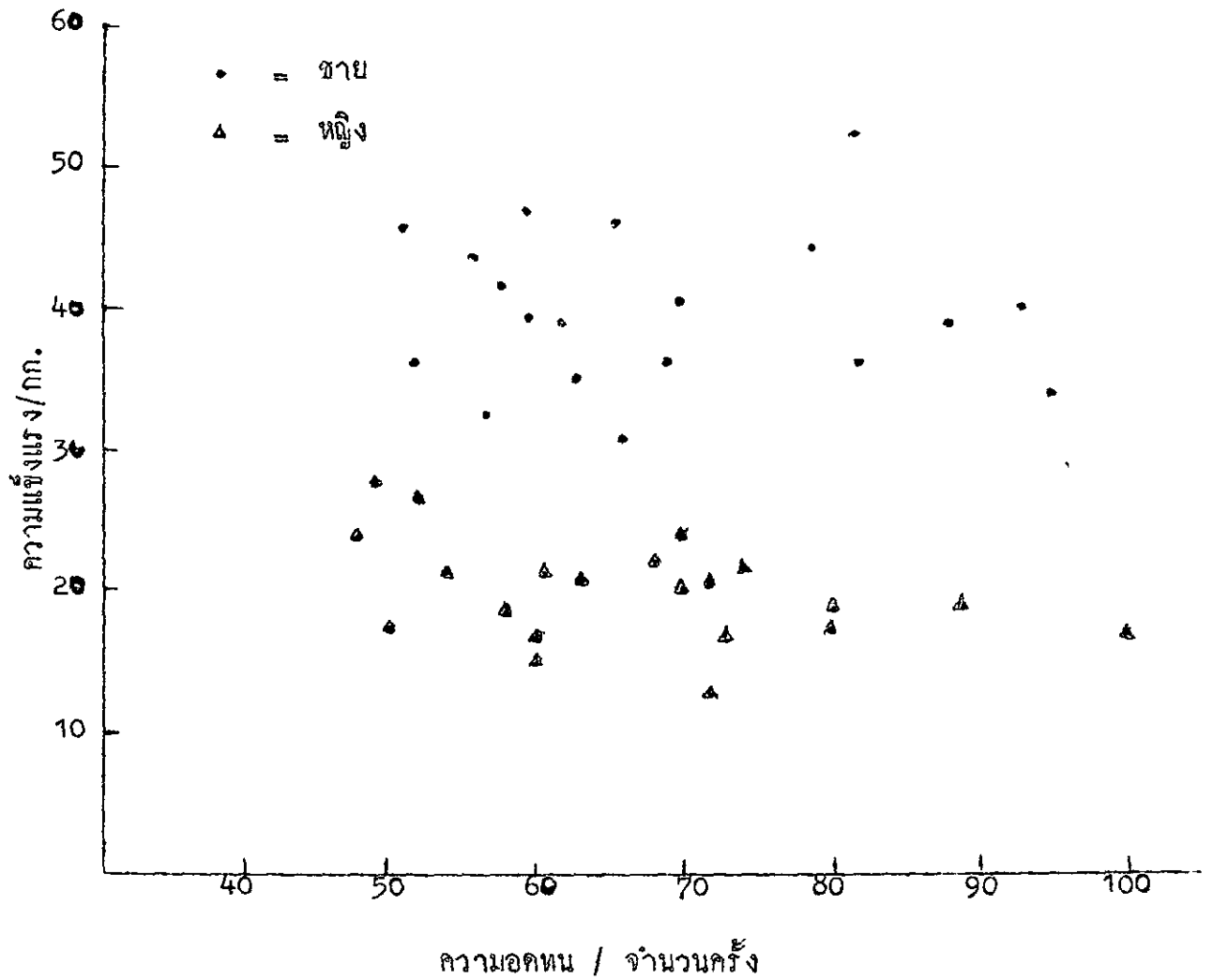
แผนภูมิ 1 การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนตามขนาดมุมของข้อศอก

จากตาราง 2 และแผนภูมิ 1 แสดงค่ามัธยเทศและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน จากผู้เข้ารับการทดสอบชายและหญิง ค่ามัธยเทศและค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดของทั้งชายและหญิงได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา ขนาดมุมของข้อศอกที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่า 90 องศา ค่ามัธยเทศและค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ ค่ามัธยเทศและค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา ทั้งชายและหญิงมีความแตกต่างกับค่ามัธยเทศและค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 องศา 120 องศา และ 150 องศาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ค่ามัธยเทศและค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่รองลงมาของทั้งชายและหญิงเป็นค่าความแข็งแรงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 และ 120 องศา ซึ่งค่าความแข็งแรงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอกทั้งสองนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และค่ามัธยเทศของค่าความแข็งแรงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 องศา กับ 150 องศาของทั้งชายและหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 1 ส่วนผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุมได้เสนอตารางไว้ในภาคผนวก ข.

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนได้แสดงไว้

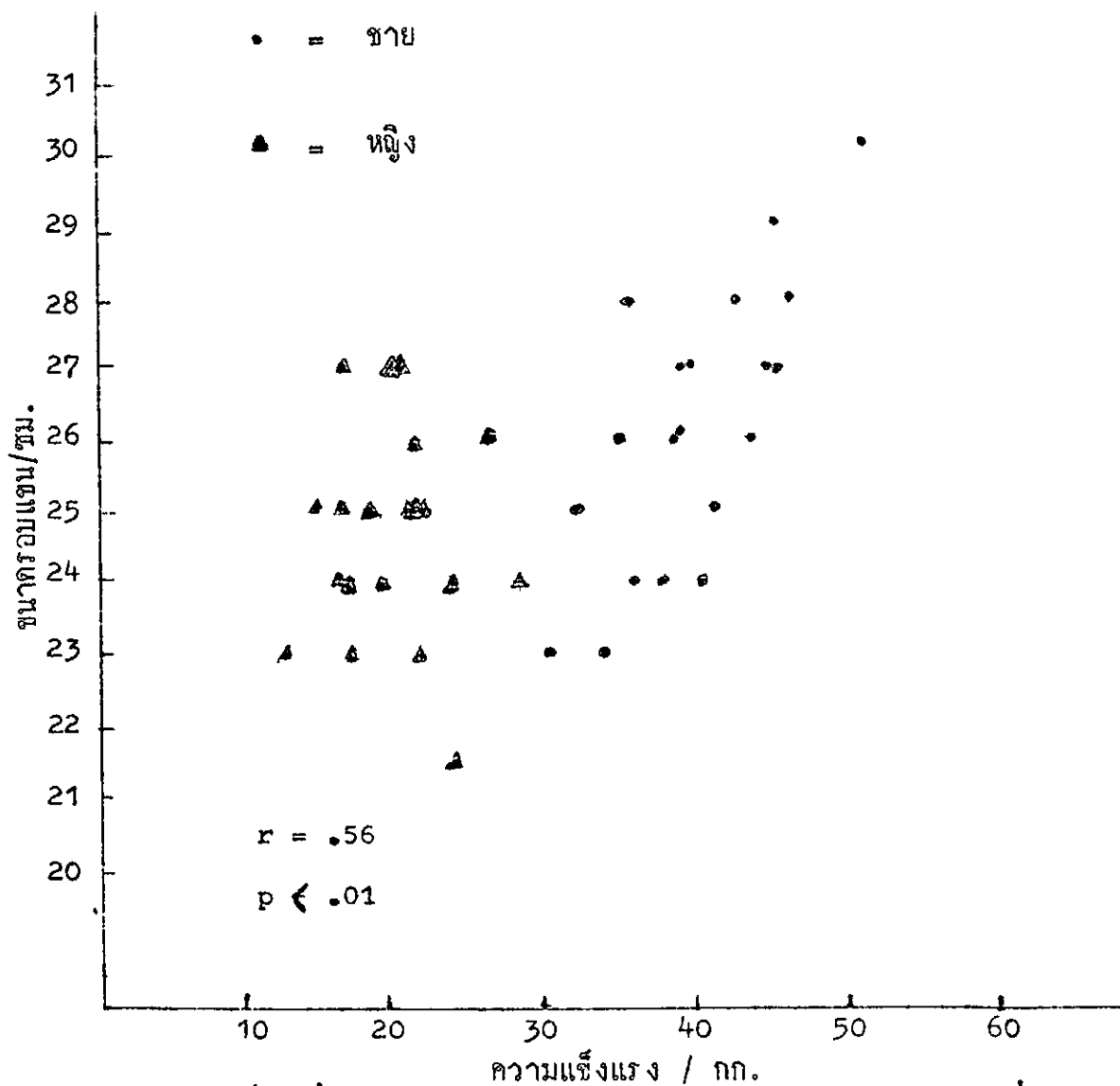
ในแผนภูมิ 2



แผนภูมิ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

จากแผนภูมิ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อ  
แขน ซึ่งมีค่า  $r = -.01$  เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แสดงว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง  
ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดกับขนาดรอบแขนท่อนบน



แผนภูมิ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดของรอบแขนท่อนบน

ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดกับขนาดรอบแขนท่อนบน  
 ค้างที่แสดงไว้ในแผนภูมิ 3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบ  
 แขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ( $r = .56$ )

ถ้าแยกพิจารณาข้อมูลเฉพาะเพศสำหรับชาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมี  
 ความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ( $r = .80$ ) ส่วนหญิงนั้น  
 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญ  
 ( $r = .01$ )

4. ผลการทดสอบของความแข็งแรงสูงสุดและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน  
 ความชดเชยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสูงสุดและความอดทน  
 ของกล้ามเนื้อแขนของชายและหญิง แสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ  
 แขนของชายและหญิงวัดเป็นกิโลกรัม

ผู้รับการทดสอบ	ความแข็งแรง	ความอดทน
ชาย	39.3	68.15
N = 20	(5.83)	(13.6)
หญิง	19.6	67.7
N = 20	(3.3)	(12.9)

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของชายมีมาก  
 กว่าหญิง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ( $t = 13.13$ )

ส่วนความอดทนของกล้ามเนื้อแขนนั้นชายกับหญิงมีความใกล้เคียงกันไม่มีความ  
 แตกต่างกัน ( $t = .11$ )

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายในการค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน เมื่อทำการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 90 120 และ 150 องศา
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบน
4. เพื่อศึกษาความแตกต่างของความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนระหว่างชายกับหญิง

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา อายุระหว่าง 19 - 25 ปี ชาย จำนวน 20 คน หญิง จำนวน 20 คน รวมจำนวน 40 คน ซึ่งนักศึกษาทุกคนยินดีให้ความร่วมมือในการทดลอง

#### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแขน (Arm Ergometer)
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับเครื่องมือทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อแขน
  - 2.1 เครื่องให้จังหวะ (Metronome)
  - 2.2 เครื่องวัดแรงบีบมือ (Grip Strength Dynamometer)
  - 2.3 โต๊ะ เก้าอี้
  - 2.4 เส้นลวด
  - 2.5 เทปวัดระยะทาง
  - 2.6 ลูกน้ำหนัก

## \* การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน  
ทุกรายการมาวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

1. คำนวณหาค่ามัธยิมเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลดังนี้
  - 1.1 ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของชายและหญิงที่ได้  
จากการทดสอบในแต่ละมุม
  - 1.2 ผลการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชาย
  - 1.3 ผลการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของหญิง
  - 1.4 ผลการวัดขนาดรอบแขนท่อนบนของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด
2. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่อไปนี้
  - 2.1 ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของผู้เข้ารับการทดสอบ  
ทั้งหมด
  - 2.2 ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชาย
  - 2.3 ความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของหญิง
  - 2.4 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนของผู้เข้า  
รับการทดสอบทั้งหมด
  - 2.5 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนของชาย
  - 2.6 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนของหญิง
3. ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยิมเลขคณิตต่อไปนี้
  - 3.1 ค่ามัธยิมเลขคณิตความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของชายและหญิงที่  
ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม
  - 3.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดของชายกับหญิง
  - 3.3 ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายกับหญิง

\* สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่ามัธยฐานเลขคณิตของผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของทั้งชายและหญิงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา เป็นค่าสูงสุด ค่ามัธยฐานเลขคณิตของผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอกที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่า 90 องศา (60 120 150 องศา) ค่าจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ ค่ามัธยฐานเลขคณิตสูงสุดที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา มีความแตกต่างกับค่ามัธยฐานเลขคณิตที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอกอื่นทุกมุม (60 120 150 องศา) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ค่ามัธยฐานเลขคณิตของความแข็งแรงทั้งชายและหญิงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 องศา กับ 120 องศา มีความใกล้เคียงกันมาก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่ามัธยฐานเลขคณิตของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนของทั้งชายและหญิงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 60 องศา กับ 150 องศา 120 องศา กับ 150 องศา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนไม่มีความสัมพันธ์กับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนอย่างมีนัยสำคัญ ( $r = -.01$ )

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบนปรากฏว่า ถ้าพิจารณาเฉพาะผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ( $r = .56$ ) แต่ถ้าแยกพิจารณาเฉพาะเพศสำหรับชายความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ( $r = .80$ ) ส่วนหญิงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญ ( $r = -.01$ )

4. ความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตของผลการทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนระหว่างชายกับหญิงปรากฏว่า ชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมากกว่าหญิง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ( $t = 13.13$ )

ส่วนความอดทนของกล้ามเนื้อแขนนั้นไม่มีความแตกต่างระหว่างชายกับหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ( $t = .11$ )

## อภิปรายผล

1. ผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในขนาดมุมของข้อศอก 60 90 120 และ 150 องศา

ผลของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนทั้งชายและหญิงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศาเป็นความแข็งแรงสูงสุดและผลของการทดสอบที่ได้จากขนาดมุมของข้อศอกที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่ามุม 90 องศา (60 120 150 องศา) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 1 และสอดคล้องกับค่ากล่าวของ อิไค (Ikai, 1973 : 21) ซึ่งกล่าวไว้ว่า ผลของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในขนาดมุมของข้อศอกที่แตกต่างกัน ผลการทดสอบก็จะแตกต่างกันตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากว่าเมื่อขนาดมุมของข้อศอกมีการเปลี่ยนแปลงไปก็จะเกิดการได้เปรียบเสียเปรียบในแง่ของทิศทางคานสวิรวิทยา (จำนวนมัดของกล้ามเนื้อที่หดตัว ความยาวของกล้ามเนื้อ ประสิทธิภาพการหดตัวของกล้ามเนื้อ) และแง่ของทิศทางกลศาสตร์ซึ่งได้เปรียบเสียเปรียบในแง่ของทั้งสองนี้ทำให้ผลของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนเปลี่ยนแปลงไปด้วย ผลของการทดสอบความแข็งแรงในการงอแขนที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา เป็นมุมที่ได้รับแง่ของทิศทางกลศาสตร์ที่ได้เปรียบที่สุด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิวะ (Niwa, 1972 : 206) ที่พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในการงอแขนที่กระทำในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา ซึ่งเป็นมุมที่ได้เปรียบในแง่ของทิศทางกลศาสตร์มากที่สุด เป็นความแข็งแรงสูงสุด ขนาดมุมของข้อศอกที่ใหญ่กว่า 90 องศา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนจะลดลงตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากว่าเมื่อขนาดมุมของข้อศอกใหญ่ขึ้นถึงแม้ว่าจะได้เปรียบในแง่ของทิศทางคานสวิรวิทยาก็ตาม แต่ความได้เปรียบในแง่ของทิศทางกลศาสตร์ส่งผลมากกว่า

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน

ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนปรากฏว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 2 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อิชิอิ (Ishii, 1961 : 57) นาคานิชิ (Nakanishi, 1963 : 10-17) และเซฟเวอร์

(Shaver. 1971 : 194-202) การวิจัยของบุคคลทั้งสามต่างพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ในกรณีที่ทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนโดยใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วนของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแขน

สตาร์ทและแกรแฮม (Start and Grahah. 1964 : 193-204) และ นาคานิชิ (Nakanishi. 1963 : 10-17) ได้ทำการศึกษาวิจัยพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ในกรณีที่ทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนโดยการกำหนดความต้านทานให้กับผู้เข้ารับการทดสอบเท่ากันหมดทุกคน ซึ่งเป็นผลการวิจัยที่ต่างกับผลการวิจัยของผู้วิจัยทั้งนี้คาดว่า อาจเนื่องมาจากวิธีการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนแตกต่างกัน

ผลการวิจัยของผู้วิจัยนี้ยังแตกต่างกับผลการวิจัยของโร เบริทและแม็กครอ (Robert and McCraw. 1971 : 224-250) เซฟเวอร์ (Shaver. 1972 : 82-88) ซึ่งคาดว่าเนื่องจากการใช้วิธีการทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนที่แตกต่างกัน

อนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขน (ทดสอบความอดทนโดยใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วนของความแข็งแรง) มีหรือไม่มียังเป็นเรื่องถกเถียงกันมากในวงการศึกษาวิจัย มีนักวิจัยได้รายงานผลเกี่ยวกับเรื่องนี้แตกต่างกันไป เช่น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ไม่มีความสัมพันธ์กันและมีความสัมพันธ์กันในเชิงผกผันอย่างมีนัยสำคัญ เกี่ยวกับเรื่องนี้ ทะกูจิ (Taguchi. 1970 : 103-112) ได้กล่าวว่า ถ้ามองในจุดของการออกแรงทั้งความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนเป็นเรื่องเดียวกัน การที่ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความแข็งแรงกับความอดทนของกล้ามเนื้อแขนอาจเป็นเพราะว่า ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนนั้นมีเรื่องของช่วงเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก ตลอดจนองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ปริมาณการหมุนเวียนของเลือดเพื่อการขนส่งออกซิเจนในกล้ามเนื้อ การเผาผลาญออกซิเจนในกล้ามเนื้อเกี่ยวข้องอีกด้วย

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนกับขนาดรอบแขนท่อนบน เมื่อพิจารณาจากผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะเพศ

สำหรับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนหญิงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบนอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นสามารถกล่าวโดยทั่วไปได้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนมีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนท่อนบน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 3 แสดงว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนจะมีมากหรือน้อยเป็นไปตามขนาดรอบแขนท่อนบน ผู้ที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนมากจะมีขนาดรอบแขนใหญ่และผู้ที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนน้อยจะมีขนาดรอบแขนเล็กตามด้วย ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อีไค (Ika1. 1973 : 281-287) และของ โรคัล

แต่ถ้าจะเจาะจงเฉพาะเพศหญิงลงไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนของหญิงจะมีมากหรือน้อยไม่เป็นไปตามขนาดรอบแขนท่อนบน หญิงที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนมากขนาดรอบแขนอาจจะเล็ก และหญิงที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนน้อยขนาดรอบแขนอาจจะใหญ่ก็ได้ สำหรับเหตุผลที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนของหญิงไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดรอบแขนนั้นผู้วิจัยคาดว่า ขนาดรอบแขนท่อนบนของหญิงไม่สามารถใช้เป็นตัวชี้ทำนายขนาดของกล้ามเนื้อเนื้อแขนท่อนบนได้เหมือนชาย ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของร่างกายในส่วนที่เป็นไขมันหญิงมีมากกว่าชาย (จรวย ธรินทร์ 2521 : 293)

4. ความแตกต่างของความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อเนื้อแขนระหว่างชายกับหญิง

เมื่อมาผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนชายมาเปรียบเทียบกับหญิงปรากฏว่า ชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนสูงกว่าหญิงซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 4 และผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เฮทติงเจอร์ (Hettinger. 1956 : 8-9) กล่าวว่า สาเหตุอย่างหนึ่งของความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื้อแขนระหว่างชายกับหญิงคือ ความมากน้อยของโอกาสที่ใช้กล้ามเนื้อนั้น ๆ ในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน จากเหตุผลของเฮทติงเจอร์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษา วิชาเอกพลศึกษา ชั้นปีที่ 1 และ 2 ซึ่งนักศึกษาชายต้องเรียนและฝึกกิจกรรมที่หนักกว่านักศึกษาหญิง ดังนั้นจึงทำให้นักศึกษาชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

แขนสูงกว่านักศึกษาหญิง นอกจากนี้แล้วผลการวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อิไค (Ikaï. 1965 : 281-287) คาภายใน (Kagaya. 1970 : 146)

คาเนโกะ (Kaneko. 1970 : 143-147) และชิโร (Shiro. 1973 : 277-286) ซึ่งทุกคนได้ทำการศึกษาริวิจัยแล้วพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนชายมีสูงกว่าหญิง

เมื่อนำผลของการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายมาเปรียบเทียบกับหญิงปรากฏว่า ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนของชายกับหญิงไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่ง เป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 5 และผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อิไค (Ikaï. 1965 : 281-287) ซึ่งพบว่า ความอดทนของกล้ามเนื้อแขนที่ได้จากการทดสอบไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเพศหรือวัยด้วยวิธีใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วนของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแขน

#### ข้อเสนอแนะ

1. ขนาดมุมของข้อต่อมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมากในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จึงจำเป็นต้องกำหนดขนาดของข้อต่อลงไปให้แน่นอน สำหรับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่ใช้ในการงอแขน ผู้วิจัยขอแนะนำว่าควร จะทำการทดสอบในขนาดมุมของข้อศอก 90 องศา

2. ในการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน โดยวิธีใช้ความต้านทานที่เป็นอัตราส่วนของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ จำเป็นต้องทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออย่างระมัดระวัง และถูกต้องตามวิธีการที่ได้กำหนดเอาไว้ มิฉะนั้นอาจเกิดมีการผิดพลาดในการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้ว ผลของการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อก็จะหมดความหมาย

3. ควรจะได้มีการศึกษาริวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนอื่น ๆ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อท้อง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เป็นต้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวในขนาดมุมของข้อต่อเท่าใดที่จะได้รับความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ

4. ควรจะได้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิก (Isotonic) และแบบไอโซเมตริก (Isometric)
5. ควรจะได้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก (Isometric) และแบบไอโซโทนิก (Isotonic) และการกำหนดความต้านทานให้กับผู้เข้ารับการทดสอบเท่ากันหมดทุกคน

ဘဏ်အသုံးပြု

## บรรณานุกรม

จรรยาพร ชรณินทร กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย ไทยวัฒนาพานิช

2521, 385 หน้า

ชูศรี วงศ์รัตนะ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย เจริญผล 2525, 270 หน้า

ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 287 หน้า

วิริยา บุญชัย การทดสอบและวัดผลทางพลศึกษา ไทยวัฒนาพานิช 2523, 318 หน้า

Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill Book Co., 1966. 446 p.

Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. David McKay Company, Inc., 1966. 491 p.

Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill Book Co., 1950. 633 p.

Hettinger, Th. Physiology of Strength. Charles C. Thomas., P. 8-9. 1956.

Hookey, Robert V. Physical Fitness. St. Louis, The C.V. Mosby Company, 1981. 151 p.

Ikai, Michio. and Others. "Muscular Endurance as Determined by Blood Circulation in the Muscle (2)," Journal of Health Physical Education and Recreation. Kyorinshoin, 115(5) P.281-287, 1956.

Ikai, Michio. Physiology of Exercise. Kyorinshoin, 1970. 438 p.

Ikai, Michio. Physiology of Exercise. Kyorinshoin, 1973. 438 p.

Ishii, Kihachi. "A Comparative Study of Muscular Endurance," Unpublished Master's Thesis, Tokyo University, 1961.

Ishii, Kihachi. "Muscular Endurance Training," Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine. 20(2) P.86-90, 1970.

- Ishii, Kinachi. "Training of Muscular Endurance," Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine. 20(2) P. 86-90, 1970.
- Kagaya, Junko. "A study of Lead for Muscular Endurance Training," Japanese Journal of Physical Fitness and sports Medicine. 19(4) P. 149, 1970.
- Kaneko M. "The Relation between Force Velocity and Mechanical Power in Human Muscle," Japanese Physical Education Research. 14 : P. 143-147, 1970.
- Karpovich, Peter V. and Others, "Study of Various Muscle Groups," The Research Quarterly. 35(3) P. 393-397, 1964.
- Mathews, Donald K. Measurement in Physical Education. New York, W.B. Saunders Company, 1973. 449 p.
- Matsura, Yoshiyuki. Methods of Physical Fitness Test. Asqurashoton, 1983, 240 p.
- Nakanishi, Mitsuo. "The Effect of Strength Training upon Muscular Endurance," Journal of Health, Physical Education and Recreation. 13(4) p. 201-206, 1972.
- Robert, Carson B. and Lynn W. McGraw. "Isometric Strength and Relation Isometric Endurance," The Research Quarterly. 42 : P. 222-250, 1971.
- Rodahl K. "Physical Work Capacity," AMA Archives of Environmental Health. 2 : 499-510, 1961.
- Shaver, Larry G. "Maximum Isometric Strength and Relationship," The Research Quarterly. 42(2) P. 194-202 , 1971.
- Shaver, Larry G. "Relation of Maximum Isometric of the Elbow Flexers of Athletes," The Research Quarterly. 43 : P.82-88 1972.
- Shiro, Mizutami and Others. "Development of Arm Strength for Elbow Flexion," Japanese Physical Education Research. 17 P. 227-286, 1973.
- Start, K.B. and JS. Graham "Relationship between the Relation Isolated Musole Groups," The Research Quarterly. 35 : P.193-204, 1964.

Taguchi, Masayoshi, "Mechanism of Endurance Muscular Endurance,"  
Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine.  
20(2) : P. 103-112, 1970.

Tokyo University, Faculty of Education, Physical Education  
Division. Health and Physical Education. Tokyo University,  
1979., 265 p.

Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. London,  
McGraw Book, Co., 1971, 967 p.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

ตาราง 4 ผลการวัดขนาดรอบแขนและการทดสอบความแข็งแรงความอดทนของกล้ามเนื้อ  
แขนซ้าย

ผู้เข้ารับ การ ทดสอบ	รอบแขน (ซม)	ความแข็งแรง								ความ อดทน (ครั้ง)
		60°		90°		120°		150°		
		1	2	1	2	1	2	1	2	
1	25.4	26.5	27.0	28.0	32.5	22.5	22.0	17.5	13.5	57
2	26.0	37.5	33.5	37.5	39.0	30.5	32.0	17.5	18.0	88
3	29.3	41.5	42.0	42.0	45.0	42.5	45.0	26.5	24.5	66
4	27.0	25.0	25.5	32.5	36.0	31.0	29.0	19.5	18.5	82
5	27.0	33.0	34.6	39.5	38.5	35.0	29.0	18.0	15.5	60
6	25.9	38.0	37.5	37.5	41.5	29.0	27.0	19.5	12.0	58
7	24.4	32.5	29.5	39.5	40.5	30.0	30.0	22.0	23.0	70
8	26.6	26.5	26.0	35.0	33.0	32.0	29.0	20.0	16.5	68
9	28.0	37.0	34.0	39.5	43.5	39.0	34.5	27.5	27.5	56
10	23.0	29.0	29.0	34.0	32.0	27.5	26.0	11.0	8.5	95
11	27.5	32.0	30.0	37.0	40.0	36.0	35.0	19.5	21.0	93
12	31.1	47.0	44.0	50.0	52.0	40.0	38.0	31.0	33.0	82
13	27.0	33.5	34.0	45.5	40.0	28.0	28.5	24.0	21.5	51
14	26.7	36.0	37.0	44.0	44.0	37.0	34.0	23.0	25.0	79
15	28.0	23.0	27.5	33.0	36.0	33.5	31.0	23.0	18.5	69
16	28.6	41.0	41.5	47.0	45.0	35.5	37.0	28.0	25.5	60
17	23.2	25.0	27.0	30.0	30.5	29.0	30.5	20.5	17.0	66
18	26.6	36.5	31.5	37.0	39.0	35.0	33.0	19.5	16.5	62
19	24.1	21.0	22.0	27.0	36.0	23.0	22.5	15.5	13.0	52
20	24.0	22.0	23.0	28.0	27.5	24.0	25.0	14.0	16.0	49

## ภาคผนวก ก

ตาราง 5 ผลการวิจัยขนาดรอบแขนและการทดสอบความแข็งแรงความอดทนของกล้ามเนื้อ  
แขนหญิง

ผู้เข้ารับ การ ทดสอบ	รอบแขน (ซม)	ความแข็งแรง								ความ อดทน (ครั้ง)
		60°		90°		120°		150°		
		1	2	1	2	1	2	1	2	
1	25.0	10.0	12.0	21.0	20.0	15.5	14.5	8.5	7.0	54
2	26.0	16.5	15.0	21.5	19.0	14.0	12.0	8.0	9.0	74
3	27.6	11.5	10.0	17.0	15.0	9.0	8.0	5.5	5.5	80
4	25.0	11.5	11.0	16.5	13.0	7.5	7.5	5.5	6.5	60
5	23.0	16.5	15.0	21.5	20.5	14.0	11.5	6.0	7.5	63
6	21.5	15.0	16.5	21.0	24.0	16.0	16.5	10.0	11.0	70
7	24.9	11.0	14.0	17.0	16.0	15.0	14.5	9.0	6.5	73
8	26.5	20.0	21.5	26.5	23.0	20.0	18.5	14.5	13.5	52
9	24.0	19.5	19.0	24.0	21.0	17.0	16.0	9.0	9.5	48
10	25.0	12.0	14.5	21.0	22.0	15.5	13.5	9.0	9.0	68
11	24.0	12.5	11.0	17.0	17.0	12.0	11.0	5.0	5.0	100
12	24.2	13.0	11.5	18.5	18.0	15.0	14.0	8.0	11.5	80
13	25.4	12.5	9.0	15.0	12.0	8.0	7.5	5.0	5.5	60
14	25.8	12.0	11.0	17.0	18.5	12.0	12.0	7.0	7.0	58
15	23.5	13.5	12.0	17.5	17.5	10.0	11.0	8.0	8.0	50
16	23.8	7.0	7.5	11.0	12.5	7.5	7.0	5.0	5.0	72
17	27.6	13.0	14.5	20.0	20.0	14.5	15.5	10.5	10.0	70
18	24.3	13.5	12.0	18.5	19.0	18.0	19.0	8.5	10.0	89
19	27.5	14.5	13.0	20.5	20.5	16.0	14.0	8.5	7.0	72
20	25.4	14.0	16.5	21.5	20.0	16.0	14.0	10.5	12.0	61

## ภาคผนวก ข

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนขาที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม

Source of Variation	df	SS	NS	F
Between groups	3	3341.89	1113.96	30.98
with groups	76	2734.21	35.98	
Total	79	6076.1		

\*\* P .01 F = 4.08

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนขาที่ได้จากการทดสอบในแต่ละมุม

X	21.3	32.4	32.8	39.3
21.3	-	11.1	11.5	18.0
32.4		-	0.4	6.9
32.8			-	6.5
39.3				-
r		2	3	4
q.99(r,76)		3.76	4.28	4.60
$\sqrt{\frac{MSw}{n}}$ q.99(r,76)		2.522	2.870	3.085

\*\* P .01

## ภาคผนวก ข

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนขาที่ได้ออก  
การทดสอบในแต่ละมุม

Source of Variation	df	SS	MS	F
Between groups	3	1200.74	400.25	29.56
with groups	76	1029.12	13.54	
Total	79	2229.86		

\*\* P < .01 F = 4.08

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนขาที่ได้ออก  
การทดสอบในแต่ละมุม

X	8.6	13.8	14.2	19.6
8.6	-	5.2	5.6	11.0
13.8		-	0.4	5.8
14.2			-	5.4
19.6				-
r		2	3	4
q.99(r,76)		3.76	4.28	4.60
$\sqrt{\frac{MSw}{n}}$ q.99(r,76)		1.547	1.761	1.892

\*\* P < .01