ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

นางสาว คนางค์ ศรีหิรัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE ACUTE EFFECTS OF MODIFIED PNF STRETCHING ON FLEXIBILITY AND MUSCULAR POWER

Miss Kanang Srihirun

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
School of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ
โดย	นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรูญ มีสิน)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.ศุกล อริยสัจสี่สกุล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คนางค์ ศรีหิรัญ: ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ. (THE ACUTE EFFECTS OF MODIFIED PNF STRETCHING ON FLEXIBILITY AND MUSCULAR POWER.) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 124 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นนิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 อายุ 18 - 22 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน ก่อนการทดลองทำการทดสอบความอ่อนตัว และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังจากนั้นทำการสุ่มแบบครอสโอเวอร์ (Crossover) เพื่อทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบโดยใช้เทคนิคเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรง - ผ่อนคลาย (Hold - Relax) ได้แก่ การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ ซึ่งจะกระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 3 ส่วน คือ กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อใช้ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ หลังการยืดเหยียดแต่ละรูปแบบจะทำการทดสอบความอ่อนตัว และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที(t-test) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีทดสอบตูกี เอ (Tukey a) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองทั้งในเพศชายและเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในเพศชายและเพศหญิง

สรุปผลการศึกษาได้ว่า การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์สามารถเพิ่มความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อไม่แตกต่างจากการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต คนางค์ ศรีหิรัญ

ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

5078603839 : MAJOR SPORTS PHYSIOLOGY

KEYWORDS : PNF STRETCHING / MODIFIED PNF STRETCHING / FLEXIBILITY / MUSCLE POWER

KANANG SRIHIRUN : THE ACUTE EFFECTS OF MODIFIED PNF STRETCHING ON FLEXIBILITY AND MUSCULAR POWER. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph.D., 124 pp.

The purpose of this research was to study the acute effects of modified Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) stretching on flexibility and muscular explosive power. The samples were consisted of 30 healthy students (15 male and 15 female students) between the ages of 18-22 years old who enrolled in the School of Sports Science, Chulalongkorn University in the academic year of 2008. All subjects participated in a crossover design including four types of stretching: PNF stretching, modified PNF stretching with machine, modified PNF stretching with equipment and self-stretch modified incorporating PNF. This study was undertaken by using the Hold-Relax technique. All participants were instructed to perform four types of PNF stretching, which were applied through stretching regimen of three muscle groups: hip extensor, knee extensor, and ankle plantar flexor. Flexibility and muscular explosive power were tested before and after the experiment. Each intervention was conducted for one day per week for four weeks. The obtained data were statistically analyzed in terms of means and standard deviation. The t-test and one way analysis of variance (ANOVA) were used to determine the significant differences among four types of stretching at the .05 level.

The results showed that:

1. The acute effects on flexibility and leg muscular explosive power of four types of stretching were significantly better than the results of the baseline measurement at the .05 level in both male and female subjects.

2. There were no any significantly differences in the flexibility and muscular explosive power between PNF stretching and all modified PNF stretching treatments at the .05 level in both male and female subjects.

It can be concluded that modified PNF stretching can increase flexibility and muscular explosive power with relevant to PNF stretching method.

Field of Study : Sports Science Student's Signature Kanang Srihirun

Academic Year : 2008 Advisor's Signature Chaninchai Intiraporn

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาคำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ และคณาจารย์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ให้ความเมตตาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ด้วยดีเสมอมาผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

การวิจัยนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้หากไม่ได้รับความสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต และสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่ให้การสนับสนุนเรื่องอุปกรณ์ทดสอบ เครื่องมือ และสถานที่ รวมทั้งมอบความรู้ให้กับผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย อันส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สำหรับกำลังใจ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้วยความดี และประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดาและมารดา อันเป็นที่รักยิ่ง ขอบพระคุณที่ท่านอบรมสั่งสอน ทั้งสนับสนุนในเรื่องการศึกษามาโดยตลอด รวมถึงให้กำลังใจ และคำแนะนำดีๆ ตลอดมาจนผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จได้ตามที่ตั้งใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญแผนภูมิ		ฐ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	สมมุติฐานการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	5
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
2	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	การยืดเหยียด และเทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	8
	ลำดับขั้นตอนในการยืดกล้ามเนื้อและข้อต่อ	14
	ประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อแนะนำในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ	15
	กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา	17
	ความสำคัญของความอ่อนตัวและการฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว	22
	ความหมายและความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27

บทที่ **หน้า**

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 34
กลุ่มตัวอย่าง..... 34
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 35
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย..... 36
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 38

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 39

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 78
สรุปผลการวิจัย..... 78
อภิปรายผลการวิจัย..... 81
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย..... 84

รายการอ้างอิง..... 85

ภาคผนวก 89
ภาคผนวก ก..... 90
ภาคผนวก ข..... 96
ภาคผนวก ค..... 101
ภาคผนวก ง..... 106
ภาคผนวก จ..... 109
ภาคผนวก ฉ..... 118

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 124

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงคุณสมบัติทั่วไปของประชากรตัวอย่างที่เข้าร่วมงาน วิจัย.....	40
2	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการยืดเหยียดและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ.....	41
3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการยืดเหยียดและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย.....	42
4	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการยืดเหยียดและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง.....	43
5	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ก่อนการยืดเหยียดและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ.....	44
6	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ก่อนการยืดเหยียดและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย.....	45
7	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ก่อนการยืดเหยียดและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง.....	46
8	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ก่อนการยืดเหยียดและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ.....	47

ตาราง **หน้า**

9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 48

10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 49

11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 50

12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 51

13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 52

14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ทั้ง 4 รูปแบบ..... 53

15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 54

16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 55

17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 55

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง **หน้า**

18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 56

19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 56

20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 57

21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 57

22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 58

23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 58

24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 59

25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 59

26 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 60

27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 60

ตาราง **หน้า**

28 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 61

29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 61

30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 62

31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 62

32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 63

33 ผลการวิเคาระห์ความแปรปรวนของอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 63

34 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 64

35 ผลการวิเคาระห์ความแปรปรวนของอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 64

36 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 65

37 ผลการวิเคาระห์ความแปรปรวนของอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 65

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ.....	66
2	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย.....	67
3	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง.....	68
4	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ.....	69
5	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย.....	70
6	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง.....	71
7	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ.....	72
8	กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย.....	73

แผนภูมิที่ **หน้า**

9 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลัง
การยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า
หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 74

10 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลัง
การยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า
หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ..... 75

11 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลัง
การยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า
หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย..... 76

12 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลัง
การยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า
หลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง..... 77

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬานั้นถือเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากเป็นวิธีการที่ช่วยให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อ และร่างกายสูงขึ้นพร้อมสำหรับการแสดงทักษะ นอกจากนี้ การอบอุ่นร่างกายยังเป็นการเตรียมความพร้อมทางด้านร่างกาย และจิตใจอีกด้วย ซาฟราน (Safran, 1989) และการ์เร็ท (Garrett, 1990) กล่าวว่า การยืดเหยียด (Stretching) เป็นส่วนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกายหากมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ดีจะช่วยให้เอ็นข้อต่อ และเส้นใยกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการยืดเหยียดมีช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อเพิ่มขึ้น และสามารถช่วยป้องกันการฉีกขาดของเส้นใยกล้ามเนื้อได้ อัสมัสเซน และมาร์ซิน (Asmussen and Mazin, 1978) พบว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อช่วงเวลาพักระหว่างการออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬา จะช่วยให้ร่างกายฟื้นตัวจากอาการล้าของกล้ามเนื้อ และถือเป็นวิธีการหนึ่งในการช่วยป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับข้อต่อตลอดจนการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ภายหลังการออกกำลังกาย นอกจากนั้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อยังช่วยพัฒนาระบบการทำงานต่าง ๆ ของร่างกายให้มีประสิทธิภาพ ดังที่ อนันต์ อัตชู (2538) ได้กล่าวไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะช่วยให้ข้อต่อมีความแข็งแรง และยืดหยุ่นดี เอ็นยึดข้อต่อหนาและแข็งแรงขึ้น ลดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาได้ รวมทั้งลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อด้วย ทำให้ร่างกายของนักกีฬาคลายตัว ส่งผลให้นักกีฬามีความพร้อมสำหรับการฝึกซ้อมและแข่งขัน อันจะทำให้นักกีฬาได้รับประโยชน์จากการฝึกซ้อม และแข่งขันอย่างสูงสุด

การพัฒนาขีดความสามารถของนักกีฬาให้ประสบความสำเร็จในการแข่งขันนั้น ควรคำนึงถึงสมรรถภาพทางร่างกายในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) พลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) ความอ่อนตัว (Flexibility) รวมทั้งทักษะ และเทคนิคที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ ปณิธาน หงษ์ทอง (2547) ดังกล่าวว่า การมีองค์ประกอบทางกายที่ดีต้องประกอบด้วย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ(Muscle strength) พลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความทนทานของระบบหายใจ และระบบไหลเวียนของเลือด (Cardiovascular endurance) เช่นเดียวกับ เจริญ กระบวน-รัตน์ (2538) ที่กล่าวว่าการเคลื่อนไหวร่างกายจำเป็นต้องอาศัยกำลัง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้นักกีฬาแสดงทักษะได้อย่างเต็มศักยภาพ การประเมินกำลัง

และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายนั้น สามารถประเมินได้จากพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump) ความสูงจากการกระโดด (Vertical jump height) แสดงถึงความสัมพันธ์ของกำลัง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างกับพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ที่ส่งผลให้นักกีฬาสามารถกระโดดได้สูง ดังรายงานไว้โดย เคิร์ท (Kurz, 2000)

ความอ่อนตัวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งเช่นกัน ที่สามารถช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กันของร่างกาย และยังป้องกันไม่ให้ข้อต่อหลวม หรือเพิ่มความมั่นคงได้ ทั้งนี้สามารถพัฒนาความอ่อนตัวได้โดยอาศัยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถช่วยให้กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อต่อมีความแข็งแรง ยืดหยุ่นได้ดี เอ็นยึดข้อต่อหนา และแข็งแรงขึ้น ดังนั้น ผู้ที่ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาควรมีการฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัวควบคู่กับการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านอื่น ๆ

โรเบิร์ก และโรเบิร์ท(Robergs and Roberts, 1997) ได้เสนอรูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 3 วิธี คือ 1) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (Ballistic stretching) มีลักษณะการ ยืดเหยียดที่ต้องอาศัยความเร็วในการเคลื่อนไหว จึงก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อได้ เนื่องจาก มีการใช้ความเร็วในระดับสูง 2) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) มีลักษณะการยืดเหยียดโดย ยืดกล้ามเนื้ออย่างช้าจนถึงจุดที่มีอาการตึงของกล้ามเนื้อ วิธีนี้สามารถทำได้ง่าย และมีความปลอดภัย 3) การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF) เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่อาศัยหลักการหดตัว และคลายตัวสลับกันของกล้ามเนื้อเป็นการกระตุ้นปฏิกิริยาตอบสนองของประสาทกล้ามเนื้อ ช่วยลดความต้านทานภายในกล้ามเนื้อ และเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ทำให้กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อต่อแข็งแรงขึ้น แต่มีข้อจำกัดในการยืดเหยียด กล่าวคือ ต้องอาศัยผู้ช่วยเป็นผู้กระทำการยืดเหยียดให้แก่นักกีฬา

การยืดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟถือเป็นวิธีการหนึ่งที่มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูง และพบว่า การยืดด้วยเทคนิคพีเอ็นเอฟดีกว่าการยืดแบบอยู่กับที่ (Static stretching) สอดคล้องกับการรายงานของฮอลคอมบ์ (Holcomb, 2000) ดังกล่าวว่า การยืดกล้ามเนื้อด้วยเทคนิคพีเอ็นเอฟอาศัยรีเฟล็กซ์ (Reflex) ที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ มาใช้ประโยชน์ในการยืดกล้ามเนื้อ ได้แก่ Autogenic inhibition reflex คือ การยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ เมื่อมีการหดตัวอย่างรุนแรง (Maximum contraction) เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรุนแรงดังกล่าวจะไปกระตุ้นตัวรับรู้การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Golgi tendon organs) ที่อยู่ในเอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) ของกล้ามเนื้อมัดที่มีการหดตัวอยู่ ทำให้เกิดกระแสประสาทไปกระตุ้นเซลล์ประสาทประสานงาน (Interneuron) ในไขสันหลัง ซึ่งจะส่งกระแสประสาทกลับมายับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อมัดที่มีการหดตัวอยู่ และ Reciprocal inhibition reflex คือ การยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดตรงกันข้าม (Antagonist) ในขณะที่มีการหดตัวระดับต่ำกว่าการหดตัวสูงสุด (Submaximal contraction) ของ

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ถูกยืดเหยียด (Agonist) การหดตัวของกล้ามเนื้อที่ถูกยืดเหยียด (Agonist) ทำให้เกิดการกระตุ้นมัสเซิล สปินเดิล (Muscle spindle) ในกลุ่มกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ ซึ่งจะส่งกระแสประสาทไปกระตุ้นเซลล์ประสาทประสานงาน (Interneuron) และส่งกระแสประสาทกลับมายับยั้งการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อมัดที่อยู่ตรงกันข้าม (Antagonist) จากหลักการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟข้างต้น กล่าวสรุปได้ว่า การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และเอ็นโดยอาศัยกลไกยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Inhibition technique) ทั้งนี้ เพรนทิส (Prentice, 1983) พบว่า การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ ช่วยเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยเทคนิคนี้ ต้องการผู้ช่วยที่มีความรู้ และได้รับการฝึกมาอย่างดี จึงจะช่วยให้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ด้วยข้อจำกัดของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟข้างต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีผู้ช่วยในการยืดเหยียดและต้องอาศัยแรงของบุคคลอื่นในการยืดกล้ามเนื้อ จึงเป็นการไม่สะดวกในการปฏิบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในขณะที่มีการแข่งขันกีฬาบางประเภท (อาทิ เทนนิส ว่ายน้ำ และกรีฑา) ก็ไม่อาจให้ผู้ช่วยทำการยืดเหยียดเข้าสนามเพื่อดูแลนักกีฬาได้ หรือในกีฬาประเภททีม ซึ่งมีนักกีฬาจำนวนหลายคน (อาทิ ฟุตบอล และรักบี้) ผู้ช่วยยืดเหยียด อาจจะดูแลนักกีฬาไม่ทั่วถึงก็เป็นได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจศึกษาการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ โดยมีแนวคิดเพื่อศึกษาถึงการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟในลักษณะที่ผู้ฝึกกระทำการยืดเหยียดด้วยตนเอง หรือเรียกแทนว่า การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ (Modified PNF Stretching) ซึ่งจะทำการศึกษาถึงผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ เพื่อนำเทคนิคนี้ไปปรับประยุกต์ใช้ในการยืดเหยียดก่อนการออกกำลังกาย และเล่นกีฬาเพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อสำหรับการออกกำลังกาย และการแข่งขันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันระหว่างการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

สมมติฐานของการวิจัย

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ

2. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยนี้

2.1 ตัวแปรต้น (Independent variables) คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์

2.2 ตัวแปรควบคุม

2.2.1 นิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551

2.2.2 เพศ ทั้งเพศชายและเพศหญิง

2.2.3 อายุ เฉพาะผู้ที่มีอายุ 18 – 22 ปี

2.3 ตัวแปรตาม (Dependent variables)

2.3.1 ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย

- ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก
- ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า
- ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

2.3.2 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองสมัครใจเข้าร่วมการทดลอง

2. ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับคำชี้แจงขั้นตอนต่าง ๆ ของการดำเนินการวิจัย และการปฏิบัติของผู้เข้าร่วมการทดลองโดยละเอียด และต้องลงชื่อในใบยินยอมของผู้เข้าร่วมในงานวิจัยก่อนเข้าร่วมการทดลอง

3. ตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการทดสอบตามโปรแกรม และมีการดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ

4. การทดสอบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 30 นาทีต่อวัน ทดสอบสัปดาห์ละ 1 วัน รวมทั้งสิ้น 4 สัปดาห์

5. การดำเนินการวิจัยทุกครั้งใช้สถานที่เดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกัน รวมถึงผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยชุดเดียวกันในสภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกัน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ (PNF Stretching) คือ การยืดเหยียดโดยใช้วิธีการหดตัวและคลายตัวสลับกัน เป็นการกระตุ้นปฏิกิริยาตอบสนองของประสาทกล้ามเนื้อ ช่วยลดความต้านทานภายในกล้ามเนื้อ และเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและเอ็น ทำให้กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อต่อแข็งแรงขึ้น การยืดเหยียดวิธีนี้จำเป็นต้องมีผู้ช่วยในการยืดเหยียด

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ (Modified PNF Stretching) คือ การยืดเหยียดโดยใช้วิธีการหดตัว และคลายตัวสลับกัน เป็นการกระตุ้นปฏิกิริยาตอบสนองของประสาทกล้ามเนื้อ ช่วยลดความต้านทานภายในกล้ามเนื้อ และเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและเอ็น ทำให้กล้ามเนื้อรอบ ๆ ข้อต่อแข็งแรงขึ้น การยืดเหยียดวิธีนี้ไม่ต้องมีผู้ช่วย ผู้ฝึกเคลื่อนไหวด้วยตัวเองโดยใช้แรงภายนอกมากระทำ หรืออาจเป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาช่วยกระทำให้กล้ามเนื้อ และข้อต่อยืดได้มากขึ้น

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด คือ การยืดเหยียดที่ผู้ฝึกเคลื่อนไหวด้วยตัวเองโดยใช้เครื่องยืดเหยียด (ST 500 ยี่ห้อ Marathon) ช่วยในการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและเอ็น ช่วยลดความต้านทานภายในกล้ามเนื้อ

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ คือ การยืดเหยียดที่ผู้ฝึกเคลื่อนไหวด้วยตัวเองโดยใช้อุปกรณ์ช่วยในการยืดเหยียด เช่น ผ้าขนหนู เชือก เพื่อเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและเอ็น ช่วยลดความต้านทานภายในกล้ามเนื้อ

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ คือ การยืดเหยียดที่ผู้ฝึกเคลื่อนไหวด้วยตัวเองโดยไม่ใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยในการยืดเหยียด เพื่อเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อและเอ็น ช่วยลดความต้านทานภายในกล้ามเนื้อ

ความอ่อนตัว (Flexibility) คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ในร่างกายที่จะสามารถเคลื่อนไหวได้โดยมีขอบเขตในการเคลื่อนไหว (Range of motion) มากที่สุด โดยที่ไม่เกิดอันตรายต่อข้อต่อ

พลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่หดตัวได้แรง ในเวลาที่จำกัด พลังขึ้นอยู่กับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ หรือร่างกายเคลื่อนที่ออกไปเป็นระยะทางมากที่สุดในเวลาจำกัด

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

2. สามารถนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และสามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อน และหลังการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้า รวบรวมเอกสาร บทความ และตำราวิชาการที่มีรายละเอียดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งนำมาเรียบเรียงไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. การยืดเหยียด และเทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
2. ลำดับขั้นตอนในการยืดกล้ามเนื้อและข้อต่อ
3. ประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
   และข้อแนะนำในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ
4. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา
5. ความสำคัญของความอ่อนตัว และการฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว
6. ความหมาย และความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การยืดเหยียดและเทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

การยืดเหยียด (Stretching)

การยืดเหยียด มีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในการออกกำลังกาย และเล่นกีฬา เป็นความสามารถในการเพิ่มมุมในการเคลื่อนไหวให้ได้มากที่สุด ด้วยการเหยียดออกและการคลายตัวของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้ข้อต่อเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว เป็นการเตรียมความพร้อมของร่างกาย เป็นการป้องกันอาการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย ทั้งยังช่วยในการฟื้นตัวของร่างกายจากภาวะเครียดในการทำงาน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายอีกวิธีหนึ่งด้วย

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หมายถึง การเพิ่มขนาดความยาวกล้ามเนื้อโดยจัดให้ส่วนของร่างกายอยู่ในท่าที่มีการยืดกล้ามเนื้อ ให้ปลายทั้งสองข้างของกล้ามเนื้อห่างจากกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วัตถุประสงค์ของการยืดกล้ามเนื้อทั่วไป คือ เพื่อรักษาหรือคงสภาพของความอ่อนตัว และช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้อยู่ในสภาพปกติ ช่วยเพิ่มความอ่อนตัว ป้องกันการบาดเจ็บ เพิ่มการไหลเวียนโลหิตของบริเวณนั้น ๆ ทำให้เกิดการผ่อนคลายส่งผลให้เคลื่อนไหวได้ง่ายเป็นอิสระ นอกจากนี้ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ใช้ได้ทั้งในขณะที่อบอุ่นร่างกาย ขณะที่ทำให้ร่างกายเย็นลง ใช้ฝึกความอ่อนตัว และในช่วงหลังจากการทำงานในแต่ละวัน ซึ่งช่วยในการฟื้นตัวของร่างกายจากภาวะเครียดในการทำงาน การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบ่งเป็นหลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน

เทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching techniques)

การยืดเหยียดนั้นมีหลายเทคนิค ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ มิเชลล์ (Michael, 1998) ได้แบ่งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อออกเป็น 4 วิธี คือ

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) เป็นการปฏิบัติโดยใช้หลักการทำแบบเบา ๆ ยืดกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ และให้ยืดจนถึงช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว จนไม่สามารถเคลื่อนไหวต่อไปได้อีก หรือยืดจนถึงจุดที่มีอาการตึงของกล้ามเนื้อ และค้างไว้ในท่านั้น ๆ ประมาณ 10 – 30 วินาที จึงกลับสู่ท่าเดิมแล้วผ่อนคลายกล้ามเนื้อ และจึงปฏิบัติในครั้งต่อไปหลาย ๆ ครั้ง วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่นี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถทำได้ง่าย ปลอดภัย ไม่จำกัดสถานที่ สามารถทำได้ด้วยตัวเอง

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (Dynamic stretching) หรือ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Ballistic stretching เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ไม่มีการหยุดอยู่กับที่ เป็นการปฏิบัติโดยใช้หลักการซ้ำ ๆ กัน เคลื่อนไหวเป็นจังหวะ โดยให้มีการกระแทกแล้วกระดอนกลับ จังหวะการเคลื่อนไหวเร็ว ใช้แรงมากกว่าการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ และทำในช่วงสั้น ๆ ใช้การเคลื่อนไหวของ

ลำตัวหรือแขนขา เพื่อเป็นแรงช่วยในการเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว เช่น การกระโดดแยกขา การเหวี่ยงแขน เป็นต้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่นี้ เป็นที่นิยมกันพอสมควรแต่มีข้อจำกัด คือ ผู้ปฏิบัติจะต้องมีพื้นฐานการเคลื่อนไหวที่ดี เพราะการปฏิบัติซ้ำ ๆ กันหลายครั้งอาจทำให้กล้ามเนื้อยืดมากเกินไป ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ ดังนั้น ควรจะปฏิบัติหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เพื่อให้ร่างกายได้รับการกระตุ้น เตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ และข้อต่อเป็นการป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นได้

3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงภายนอกมากระทำ (Passive stretching) เป็นวิธีการที่ผู้ถูกกระทำไม่ต้องเคลื่อนไหวด้วยตนเอง ใช้แรงภายนอกมากระทำ หรืออาจเป็นเครื่องมือ อุปกรณ์มาช่วยกระทำให้กล้ามเนื้อและข้อต่อยืดได้มากขึ้น เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหว เช่น อาการหัวไหล่ติด งอเข่าไม่ได้ เป็นต้น ในนักกีฬาจะใช้เมื่อต้องการยืดกล้ามเนื้อในช่วงการเคลื่อนไหวที่มากกว่าปกติ แต่อาจเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้

4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Propioceptive Neuromuscular Facilitation) เป็นเทคนิคที่มีการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท โดยกระตุ้นผ่านทางระบบประสาทรับความรู้สึกของข้อต่อ สามารถเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว นิยมใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาของระบบประสาทที่มาควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ ถูกนำมาใช้ครั้งแรกโดยนักกายภาพบำบัดหรือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ในการกีฬามากขึ้น

จากวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 วิธีนั้น จะเห็นได้ว่า วิธีที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายที่สุด คือ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับนักกีฬามากที่สุด เนื่องจากนักกีฬาสามารถที่จะปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถทำได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน แต่การยืดเหยียดแบบเคลื่อนที่อาจจะทำให้กล้ามเนื้อยืดมากเกินไป ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ ดังที่ อัสมัสเซนและมาร์ซิน (Asmussen and Mazin, 1978) ได้กล่าวไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ระหว่างช่วงเวลาพัก จะช่วยในการฟื้นตัวจากอาการล้าของกล้ามเนื้อได้

ฮอลคอมบ์ (Holcomb, 2000) กล่าวถึงเทคนิคในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมี 4 วิธี คือ

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้จะกระทำการยืดกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ และยืดจนถึงช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหวค้างไว้ 30 วินาทีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อวิธีนี้ช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายพร้อมที่จะถูกยืดออก เพราะการยืดอย่างช้า ๆ ไม่มีผลให้ รีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) ในกล้ามเนื้อถูกดึงออก เป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย และเกิดการบาดเจ็บได้น้อยกว่าวิธีอื่น ๆ ปลอดภัย และยังช่วยเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อได้อีกด้วย

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเป็นจังหวะ (Ballistic stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเป็นจังหวะมีลักษณะของการเคลื่อนไหวแบบกระดอนกลับ (Bouncing) ของกล้ามเนื้อที่ถูกยืดอย่างรวดเร็ว และเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ไม่มีการหยุดอยู่กับที่ เมื่อสิ้นสุดระยะของการเคลื่อนไหวหรือการยืด จะมีแรงดึงกลับ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเป็นจังหวะ (Ballistic stretching) แต่การยืดเหยียดวิธีนี้อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อได้ง่าย

3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว คล้ายกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเป็นจังหวะ (Ballistic stretching) เป็นการปฏิบัติที่จะช่วยเพิ่มระยะหรือมุมการเคลื่อนไหวมากขึ้น เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวนี้มีส่วนช่วยในการกระตุ้นระบบประสาทการเคลื่อนไหวเฉพาะข้อต่อในแต่ละส่วนของร่างกายจึงเหมาะสมกับนักกีฬาในการฝึกเฉพาะรูปแบบการเคลื่อนไหวแต่ละประเภทเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการแข่งขัน

4.การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟเป็นเทคนิคที่มีการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท ถูกพัฒนามาจากโปรแกรมการรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาของระบบประสาทที่มาควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อผิดปกติ มีการนำมาใช้ในนักกีฬามากขึ้น และวิธีนี้ช่วยเพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องมีผู้ช่วยช่วยในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้นักกีฬา การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟมีอยู่ด้วยกัน 3 เทคนิค

4.1 เทคนิค Hold – Relax

• เริ่มจากผู้ช่วย(Partner) เป็นผู้ออกแรงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้นักกีฬาจนถึงจุดที่รู้สึกความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

• ให้นักกีฬาเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของผู้ช่วยโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

• ให้นักกีฬาผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

4.2 เทคนิค Contract – Relax

• เริ่มจากผู้ช่วย(Partner) เป็นผู้ออกแรงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้นักกีฬาจนถึงจุดที่รู้สึกความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

• ให้นักกีฬาเกร็งกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ต้านแรงของผู้ช่วยโดยให้เกิดการเคลื่อนที่จนถึงสุดช่วงของการเคลื่อนที่

• ให้นักกีฬาสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

4.3 เทคนิค Slow – Reversal – Hold - Relax

• เริ่มจากผู้ช่วย(Partner) เป็นผู้ออกแรงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้นักกีฬาจนถึงจุดที่รู้สึกความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

• ให้นักกีฬาเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของผู้ช่วยโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

• ให้นักกีฬาสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อพร้อมกับออกแรงให้กล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้น ในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นไปอีกแล้วค้างไว้ 30 วินาที

ประวิตร เจนวรรธนะกุล (2551) กล่าวถึงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. Static stretching เป็นวิธีการในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อที่มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูง จึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายนักกีฬาภายหลังการบาดเจ็บ วิธีการนี้ทำโดยการยืดกล้ามเนื้อที่ต้องการเพิ่มความยืดหยุ่นอย่างช้า ๆ ไปจนกระทั่งไม่สามารถยืดต่อไปได้ จากนั้นให้ค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้นเป็นเวลา 30 วินาที ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวพบว่า เป็นระยะเวลาที่มีประสิทธิภาพในการยืดกล้ามเนื้อมากที่สุด (Bandy and Irion, 1994) ควรทำซ้ำอย่างน้อย 3-4 ครั้งต่อกล้ามเนื้อ 1 มัด (Prentice,1999)

ในการยืดกล้ามเนื้อนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ยืดโดยผู้อื่นทำให้เรียกว่า Passive static stretching แต่ถ้าหากยืดด้วยตนเอง เรียกว่า Active or auto static stretching การยืดกล้ามเนื้อแบบ Passive static ซึ่งต้องอาศัยแรงของบุคคลอื่นในการยืดกล้ามเนื้อนั้นมีข้อได้เปรียบ คือ กล้ามเนื้อจะอยู่ในสภาพผ่อนคลายพร้อมที่จะถูกยืดออกทำให้การยืดมีประสิทธิภาพดี แต่ข้อเสีย คือ ต้องมีผู้ช่วย ทำให้ไม่สะดวกในการทำ จึงอาจไม่สามารถทำได้บ่อยเท่าที่ต้องการ สำหรับการยืดกล้ามเนื้อแบบ Active or auto static อาศัยน้ำหนักตัวหรือแรงของตนเองในการยืดกล้ามเนื้อ จึงมีข้อดี คือ สะดวกในการทำเพราะทำได้โดยตนเองจึงสามารถทำได้บ่อยเท่าที่ต้องการ แต่ข้อเสีย คือ ในขณะยืดกล้ามเนื้อมีแนวโน้มว่ากล้ามเนื้ออาจจะหดเกร็งได้ ทำให้การยืดไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ดังนั้น จึงจำเป็นที่ผู้ยืดด้วยวิธี Active or auto static นี้จะต้องฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อในขณะทำการยืดให้เป็น

2. Ballistic stretching เป็นการยืดกล้ามเนื้อแบบขยุ้ม ทำโดยการหดเกร็งกล้ามเนื้อ Agonist อย่างเร็ว ๆ เพื่อยืดกล้ามเนื้อ Antagonist การหดเกร็งกล้ามเนื้อ Agonist จะทำเป็นจังหวะซ้ำ ๆ ต่อเนื่องกัน การยืดกล้ามเนื้อแบบ Ballistic นี้มีข้อดี คือ เป็นการยืดกล้ามเนื้อที่คล้ายคลึงกับสิ่งที่

เกิดขึ้นจริง ๆ ในระหว่างการทำกิจกรรม (Functional relevance) นั่นก็คือ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายโดยเฉพาะในขณะเล่นกีฬาจะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ Angonist อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เกิดการยืดออกของกล้ามเนื้อ Antagonist อย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน เช่น ในขณะเตะลูกฟุตบอลจะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ Quadriceps และมีการยืดออกของกล้ามเนื้อ Hamstrings เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ การยืดกล้ามเนื้อแบบ Ballistic จึงเหมาะสมสำหรับการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาในช่วงที่เป็นการฝึกทักษะการเล่นกีฬา (Sport-specific rehabilitation) อย่างไรก็ตาม การยืดกล้ามเนื้อแบบ Ballistic นี้มีข้อเสียที่สำคัญ คือ การยืดด้วยการขย่มอาจจะก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อที่ถูกยืดได้ง่ายเนื่องจากเหตุผล 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง การควบคุมแรง ที่ยืดทำได้ยาก (Less controllable) เป็นเหตุให้เนื้อเยื่ออาจถูกยืดมากเกินกว่าที่เนื้อเยื่อสามารถยืดออกไปได้ และประการที่สอง การยืดแบบขย่มนี้จะไปกระตุ้น Muscle spindles ที่อยู่ในกล้ามเนื้อที่ถูกยืดออกเป็นเหตุให้เกิด Monosynaptic stretch reflex ในกล้ามเนื้อที่ถูกยืดออก ทำให้กล้ามเนื้อที่ถูกยืดเกิดการหดตัวในขณะเดียวกัน ดังนั้น การยืดแบบ Ballistic นี้จึงมักก่อให้เกิดความรู้สึก ปวดกล้ามเนื้อได้หลังจากการทำ หากต้องการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธีการนี้แล้วจึงควรทำด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง และควรทำภายหลังจากการยืดแบบ Static แล้วเท่านั้น การยืดกล้ามเนื้อแบบ Ballistic นี้ไม่ควรทำในผู้ที่ไม่ใช่นักกีฬา (Sedentary people) ผู้สูงอายุ และนักกีฬาที่ได้รับบาดเจ็บ

3. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) stretching การยืดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟนี้ยังมีการใช้กันน้อยอยู่ทั้ง ๆ ที่เป็นวิธีการยืดที่มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูงวิธีการหนึ่ง Godges et al (1989) พบว่า การยืดด้วยเทคนิคพีเอ็นเอฟนั้นดีกว่าการยืดแบบ Static เสียด้วยซ้ำ การยืดด้วยวิธีนี้อาศัย Reflex ที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อมาใช้ประโยชน์ในการยืดกล้ามเนื้อได้แก่

3.1 Autogenic inhibition reflex คือ การยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเมื่อมีการหดตัวอย่างรุนแรง (Maximum contraction) เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรุนแรงดังกล่าวจะไปกระตุ้น Golgi tendon organs (GTOs) ที่อยู่ในเอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) ของกล้ามเนื้อ ที่กำลังหดตัวอยู่ ทำให้เกิดกระแสประสาทไปกระตุ้น Interneuron ในไขสันหลังซึ่งจะส่งกระแสประสาทมายับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อมัดที่มีการหดตัวอยู่

3.2 Reciprocal inhibition reflex คือการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ Antagonist ในขณะที่มีการหดตัวแบบ Submaximal ของกล้ามเนื้อ Agonist เนื่องจากในขณะที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ agonist จะมีการกระตุ้น Muscle spindle ในกล้ามเนื้อ Agonist ซึ่งจะส่งกระแสประสาทไปกระตุ้น Interneuron ในไขสันหลังซึ่งจะส่งกระแสประสาทมายับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่ม Antagonist

การยืดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ แบ่งออกได้เป็น 3 เทคนิค ดังนี้

1. Contract-relax ทำการยืดกล้ามเนื้อ Antagonist จนถึงจุดที่ไม่สามารถยืดต่อไปได้ จากนั้นให้ทำการเกร็งกล้ามเนื้อ Antagonist แบบ Isotonic โดยในขณะเกร็งกล้ามเนื้อให้ผู้ยืดออกแรงต้านให้กล้ามเนื้อ antagonist มีการเกร็งมากที่สุด (Maximum contraction) จากนั้นให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อและผู้ยืดทำการยืดกล้ามเนื้อ Antagonist อีกครั้งจนกระทั่งถึงจุดที่ไม่สามารถยืดต่อไปได้ ทำซ้ำหลาย ๆ รอบ การที่ให้กล้ามเนื้อ Antagonist หดตัวแบบ Isotonic เต็มที่เพื่อกระตุ้น Golgi tendon organ ในกล้ามเนื้อนั้นทำให้เกิด Autogenic inhibition reflex กับกล้ามเนื้อที่หดตัว ซึ่งจะทำให้เกิดการผ่อนคลายตามมา ช่วยให้การยืดกล้ามเนื้อออกทำได้ง่ายขึ้น

2. Hold-relax ทำการยืดกล้ามเนื้อ Antagonist จนถึงจุดที่ไม่สามารถยืดต่อไปได้ จากนั้นให้ทำการเกร็งกล้ามเนื้อ Antagonist แบบ Isometric โดยขณะเกร็งกล้ามเนื้อให้ผู้ยืดออกแรงต้านให้กล้ามเนื้อ antagonist มีการเกร็งมากที่สุด (Maximum contraction) จากนั้นให้เกร็งกล้ามเนื้อ Antagonist แบบ Isotonic (Submaximum contraction) ในขณะเดียวกันผู้ยืดออกแรงช่วยด้วยเพื่อยืดกล้ามเนื้อ Antagonist ให้มากขึ้น ทำซ้ำหลาย ๆ รอบ การที่ให้กล้ามเนื้อ Antagonist หดตัวแบบ Isometric เต็มที่เพื่อกระตุ้น Golgi tendon organ ในกล้ามเนื้อนั้นทำให้เกิด Autogenic inhibition reflex กับกล้ามเนื้อที่หดตัวซึ่งจะทำให้เกิดการผ่อนคลายตามมา เช่นเดียวกันกับการเกร็งกล้ามเนื้อ Agonist แบบ Isotonic ทำให้เกิด Reciprocal inhibition reflex กับกล้ามเนื้อ Antagonist ทำให้กล้ามเนื้อ Antagonist ผ่อนคลาย และยืดออกง่ายขึ้น

3. Slow-reversal-hold-relax หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Contact-relax-agonist-contraction การยืดด้วยเทคนิคนี้เริ่มต้นโดยการเกร็งกล้ามเนื้อ Agonist แบบ Isotonic ให้มากที่สุด (Maximum contraction) จากนั้นให้เกร็งกล้ามเนื้อ Antagonist แบบ Isometric โดยผู้ช่วยออกแรงต้านให้กล้ามเนื้อ Antagonist มีการเกร็งมากที่สุด (Maximum contraction) ค้างไว้สักครู่หนึ่ง จากนั้นให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ Antagonist และให้เกร็งกล้ามเนื้อ Agonist แบบ Isotonic ให้มากที่สุดอีกครั้ง (Maximum contraction) ทำซ้ำหลาย ๆ รอบ คำอธิบายเกี่ยวกับกลไกการทำงานของเทคนิค Slow-reversal-hold-relax ในการช่วยให้กล้ามเนื้อยืดออกมากขึ้นเหมือนกับของเทคนิค Hold-relax ที่กล่าวข้างต้น

ข้อเสียหลักของการยืดแบบพีเอ็นเอฟ คือ ต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจในหลักการของพีเอ็นเอฟมากพอสมควรจึงจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ การยืดแบบพีเอ็นเอฟต้องอาศัยแรงของบุคคลอื่นในการยืดกล้ามเนื้อ ทำให้ไม่สะดวกในการทำ จึงอาจไม่สามารถทำได้บ่อยเท่าที่ต้องการ

ถึงแม้ว่า ในปัจจุบันยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่า การเหยียดยืดกล้ามเนื้อแบบใดที่ดีที่สุดในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ แต่โดยทั่วไปเชื่อกันว่า การเหยียดยืดกล้ามเนื้อแบบ Static และ PNF เป็นวิธีการที่มีความปลอดภัยกว่าการเหยียดยืดกล้ามเนื้อแบบ Bllistic ดังนั้นนักกายภาพบำบัดจึงควรพิจารณาเลือกใช้การเหยียดยืดกล้ามเนื้อแบบ Static และ PNF ในการเพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ และช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อในกระบวรการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาภาพหลังการบาดเจ็บ

ลำดับขั้นตอนในการยืดกล้ามเนื้อและข้อต่อ

ลำดับในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแต่ละส่วนของร่างกายมีความสำคัญ และมีผลต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยทั่วไป และที่สำคัญการยืดเหยียดกล้ามเนื้อควรจะเริ่มจากส่วนที่เป็นจุดศูนย์กลางของการเคลื่อนไหว (Center of movement stretches) และเฉพาะส่วนที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหวในแต่ละประเภทกีฬา ซึ่งรวมไปถึงลำตัวด้านหลัง สะโพก และต้นขาด้านหลัง (Hamstrings) การยืดกล้ามเนื้อในขั้นแรกนี้จะช่วยกระตุ้น และนำไปสู่การพัฒนาความอ่อนตัวของร่างกายโดยทั่วไปให้ดีขึ้น โดยเริ่มจากการยืดกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ก่อน ต่อจากนั้นจะทยอยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อมัดเล็กหรือมัดรองลงไปตามลำดับ เพื่อให้เกิดความอ่อนตัวสูงสุด

การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนใหญ่มักจะเริ่มต้นจากศูนย์กลางของร่างกายหรือบริเวณโดยรอบของศูนย์ถ่วงของร่างกาย ซึ่งได้แก่ บริเวณหลังส่วนล่าง (Lower back) และสะโพก (Hip) ในส่วนล่าง ดังนั้น ภายหลังจากที่ท่านทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพกและลำตัวด้านหลังส่วนล่างดีแล้ว ท่านจะสามารถเคลื่อนไหวร่างกายโดยทั่วไปและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังได้ดีขึ้น ในที่นี้ขอเสนอแนะนำลำดับหรือขั้นตอนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching muscles) ทุกส่วนของร่างกายดังนี้

ลำตัวและร่างกายส่วนล่าง (Torso and Lower body)

1. ลำตัว (Torso)
2. สะโพกหรือบริเวณโดยรอบเชิงกราน (Pelvic region)
3. ต้นขาด้านหลัง (Hamstrings)
4. ขาหนีบหรือต้นขาด้านใน (Groin/Adductors)
5. ต้นขาด้านหน้า (Quadriceps)
6. น่อง ข้อเท้า และเท้า (Calves, Ankles and Feet)

ร่างกายส่วนบน (Upper body)

1. หัวไหล่ (Shoulder girdle)

2. แขน ข้อมือ และมือ (Arm, Wrists and Hands)

3. คอ (Neck)

ลำดับในการยืดกล้ามเนื้อดังกล่าวนี้ เป็นเพียงแนวทางปฏิบัติที่สามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดในเรื่องเวลาและปัจจัยที่เหมาะสมด้านอื่นอาจทำให้จำเป็นต้องปรับลำดับของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้เหมาะสมกับเวลาและโอกาส แต่จะต้องไม่ลืมว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะต้องเริ่มจากกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหวก่อนทุกครั้ง

ประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และข้อแนะนำในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

อนันต์ อัตชู (2538) กล่าวถึงประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีผลต่อร่างกาย ดังนี้

1. กล้ามเนื้อเกิดการคลายตัว เนื่องจากความตึงตัวลดลง

2. เพิ่มช่วงกว้างในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ

3. ช่วยให้มีการประสานงานกันระหว่างกล้ามเนื้อและระบบประสาทดีขึ้น กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วและราบเรียบ ทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างสะดวกและคล่องตัวขึ้น

4. ช่วยให้การไหลเวียนเลือดสะดวกขึ้น

5. เพิ่มการกระตุ้นปลายประสาทบริเวณข้อต่อต่าง ๆ ที่คอยบอกช่วง และทิศทางที่ข้อต่อเคลื่อนไหว โดยเฉพาะปลายประสาทที่พันอยู่รอบ ๆ ใยกล้ามเนื้อ (Spindle) และปลายประสาทที่อยู่บริเวณเอ็นที่ยึดระหว่างกล้ามเนื้อและกระดูก (Golgi tendon organ) ซึ่งจะมีผลในการเปลี่ยนแปลงความยาว และความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้ประสาทสามารถควบคุมช่วงกว้างในการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากการยืดเหยียดมากเกินไปของกล้ามเนื้อ

จะเห็นได้ว่า ประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีมากมาย ถ้านำไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยเพิ่มมุมในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ เช่น ข้อเข่า ส่งผลให้นักกีฬาสามารถออกแรงได้อย่างเต็มที่ กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความยืดหยุ่นตัวดี ทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการบาดเจ็บหรือการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ ที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่นักกีฬาฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้ ดังที่ อนันต์ อัตชู (2538) ได้กล่าวไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ จะช่วยให้ข้อต่อมีความแข็งแรง ยืดหยุ่นได้ง่าย เอ็นและเอ็นยึดข้อต่อหนาและแข็งแรงขึ้น ทำให้ข้อต่อได้เคลื่อนไหว จะช่วยลดการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้

ยังสามารถลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายของนักกีฬาคลายตัว ส่งผลให้นักกีฬามีความพร้อมมากขึ้นที่จะทำการฝึกซ้อมในช่วงต่อไป หรือฝึกซ้อมและแข่งขันในวันต่อไป ซึ่งจะทำให้นักกีฬาได้รับประโยชน์ในการฝึกซ้อมและแข่งขันได้สูงสุด

ประวิตร เจนวรรธนะกุล (2551) **ข้อแนะนำในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อด้วยวิธีการยืดเหยียด**

- การพิจารณาเลือกวิธีการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละรายการนั้น นักกายภาพบำบัดจะต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ป่วยประโยชน์ที่ต้องการข้อควรระวังและข้อห้ามของผู้ป่วยที่มี และข้อจำกัดของวิธีการนั้น ๆ

- สิ่งที่ต้องกำหนดในการออกแบบท่าออกกำลังกายเพื่อเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้แก่ จำนวนท่าออกกำลังกายที่ต้องทำ จำนวนครั้งต่อ 1 รอบ (Session) และจำนวนรอบต่อ 1 วันในการกำหนดจำนวนท่าออกกำลังกายและจำนวนครั้งที่ดีนั้น ควรจะกำหนดให้สามารถทำเสร็จได้ในเวลาไม่กี่นาที ซึ่งจะไม่เป็นการรบกวนการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้ป่วยมากนัก แต่เน้นการทำบ่อยครั้งจะดีกว่า

- ท่าออกกำลังกายที่ดี คือ ท่าที่เหยียดยืดกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งเท่านั้น สามารถทำได้ด้วยตนเอง ไม่เกิดการเคลื่อนไหวของส่วนอื่นของร่างกายที่ไม่ต้องการ (Compensate movement) ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ และมีความสอดคล้องกับกิจกรรมประจำวัน เช่น ท่าเหยียดยืดกล้ามเนื้อควรเป็นท่าที่ทำได้ในท่านั่งหรือท่ายืนสำหรับผู้ป่วยที่ต้องไปทำงาน เป็นต้น

- การเหยียดยืดกล้ามเนื้อที่ถูกต้อง คือ การยืดจนกระทั่งถึงจุดที่รู้สึกตึงมากแต่ไม่ถึงกับเจ็บแล้วค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้น หากในระหว่างที่ทำการเหยียดยืดรู้สึกว่ากล้ามเนื้อตึงน้อยลงก็ให้ยืดเพิ่มขึ้นจนกระทั่งรู้สึกตึงมากแต่ไม่ถึงกับเจ็บและค้างไว้

- การเหยียดยืดเนื้อเยื่อที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อได้ ดังนั้น หากในขณะที่ทำการเหยียดยืดกล้ามเนื้อรู้สึกตึงมากขึ้นเรื่อย ๆ หรือเริ่มมีอาการเจ็บ ให้ลดการเหยียดยืดกล้ามเนื้อลงจนกระทั่งถึงตำแหน่งที่รู้สึกตึงมากแต่ไม่ถึงกับเจ็บและค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้น

- ในขณะเหยียดยืดกล้ามเนื้อไม่ควรกลั้นหายใจ ควรหายใจให้เป็นปกติซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้กล้ามเนื้อเกิดการผ่อนคลาย

- การทำให้เนื้อเยื่อที่ต้องการเพิ่มความยืดหยุ่นมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก่อนทำการยืดด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ทางกายภาพบำบัด (Physical modalities) หรือการอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) เป็นต้น จะช่วยให้การเพิ่มความยืดหยุ่นทำได้ง่ายขึ้น

- การเหยียดยืดกล้ามเนื้อเพื่อรักษาความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อให้คงไว้ควรทำอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่หากต้องการเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับเนื้อเยื่อควรทำ 5 - 6 ครั้งต่อสัปดาห์

เฟรดริก (Frederick,2006) **ปัจจัยที่มีผลต่อความอ่อนตัวหรือช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ**

1. ปัจจัยภายใน (Intrinsic factors) ได้แก่

- ลักษณะแนวแกนของข้อ (Joint alignment)
- ความยืดหยุ่นของเยื่อหุ้มข้อ (Joint capsule)
- เอ็นข้อต่อ (Ligament)
- เอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon)
- เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibers) และผิวหนัง

2. ปัจจัยภายนอก (Extrinsic factors) ได้แก่

- อายุ อายุมากขึ้นส่งผลให้ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อลดลง
- ปริมาณไขมัน และโรคบางชนิด หรือการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อซึ่งทำให้ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อลดลง

นักกีฬาแต่ละประเภทต้องการช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อมากน้อยไม่เท่ากัน เช่น นักยิมนาสติก ต้องการช่วงการเคลื่อนไหวของลำตัวมากกว่านักยิงปืน เป็นต้น นอกจากนี้นักกีฬาแต่ละประเภทหรือตำแหน่งที่เล่นก็มีส่วนสำคัญในการบ่งชี้ถึงส่วนของร่างกายที่ต้องการการเคลื่อนไหวของข้อต่อมากเป็นพิเศษด้วย เช่น ผู้รักษาประตูควรมีความยืดหยุ่นของแขนทั้งสองข้างดีมากเนื่องจากต้องมีการเคลื่อนไหวแขนอย่างมากในขณะเล่น แต่สำหรับนักฟุตบอลในตำแหน่งอื่น ๆ เช่น กองหน้า กองกลาง หรือกองหลัง อาจไม่มีความจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นของแขนทั้งสองข้างดีมาก เป็นต้น ดังนั้น ในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้กับนักกีฬาต้องคำนึงถึงชนิดกีฬา และตำแหน่งที่เล่นเป็นสำคัญ

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรง ในการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่าง ๆ ของขาจากท่าเริ่มต้น (Starting position) โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส (Gluteus maximus)
- กล้ามเนื้อแอ็ดดัคเตอร์ แมกนัส (Adductor magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมเบรโนซัส (Semimembranosus)

- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกลูทียส มีเดียส (Gluteus medius)
- กล้ามเนื้อควอดทัส ฟีมอรีส (Quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อควอไดรเซพซ์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris)
- กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส (Rectus femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอะ ฟาสเซีย ลาที (Tensor fasciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ฮอลลูซีส ลองกัส (Flexer hullucis longus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ดิจิทอรัม ลองกัส(Flexer digitorum longus)
- กล้ามเนื้อทีเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus brevis)

ไวเนค ได้สรุปผลการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่า กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก มีกล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัว ในขณะวิ่ง หรือขณะกระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่ามีกล้ามเนื้อควอไดรเซพซ์ ฟีมอรีส เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดในร่างกายมีหน้าที่หลักคือ การเหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอริส กล้ามเนื้อวาสทัส มีเดียลิส กล้ามเนื้อวาสทัสเลทเทอราลิส และกล้ามเนื้อวาสทัส อินเตอร์มีเดียส โดยกล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอรีส ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วเป็นส่วนใหญ่ นอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้ว ยังทำหน้าที่เหยียดสะโพกอีกด้วย ส่วนใหญ่กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า มีกล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลัก คือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกข้อเท้าให้พ้นพื้น ได้แก่ ในขณะวิ่ง และขณะกระโดด

จากข้อสรุปของไวเนค จะเห็นได้ว่าในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง (Vertical jump) นั้น จะต้องพัฒนากล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเยียดเข่า และกล้ามเนื้อเยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วเป็นส่วนใหญ่

เฮดริค และแอนเดอร์สัน (Hedrick and Anderson, 1996) ได้สรุป และศึกษาเกี่ยวกับการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง (Vertical jump) ว่ามีการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมการฝึก โดยทั่วไปใช้วัดการพัฒนาความสามารถในการกระโดด ได้แก่ นักกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งจำเป็นต้องมีความสามารถในการกระโดดเป็นปัจจัยสำคัญในการแข่งขัน นอกจากนี้ยังใช้วัดพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาที่ต้องการพลังกล้ามเนื้อขาในระดับสูง ได้แก่ นักกีฬาฟุตบอล

พลังกล้ามเนื้อขาทั้งหมดที่ใช้ในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งนั้น มาจาก

- กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก 40%
- กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า 24.2%
- กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า 35.8%

ดังนั้นจึงเป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสม ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาจะต้องฝึกกล้ามเนื้อ และข้อต่อหลาย ๆ ส่วนทำงานต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งต้องทำให้กล้ามเนื้อแต่ละมัดออกแรงมากในเวลาที่รวดเร็ว

อัมเบอร์เกอร์ (Umberger, 1998) ได้สรุปกายวิภาคของขาที่แสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงสองประการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการทำงานโดยใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. กล้ามเนื้อของขาหลายมัดที่ทอดข้ามข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อซึ่งมีกล้ามเนื้อที่สำคัญได้แก่ เรคตัสฟีมอรีส(Rectus femoris) แกสตรอคนีเมียส(Gastrocnemius) แฮมสตริงส์(Hamstrings) ซึ่งประกอบไปด้วยเซมิเมมแบรโนซัส(Semimembranosus) เซมิเทนดิโนซัส(Semitemdinosus) และไบเซพส์ ฟีมอรีส(Biceps femoris)

2. น้ำหนักส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ใกล้กับลำตัวซึ่งก็ คือ สะโพก น้ำหนักส่วนน้อยของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวซึ่งก็คือ เข่ากับข้อเท้า ดังนั้นในการทำงานของขา จึงมีการถ่ายโยงพลังจากกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณสะโพกไปยังกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณเข่าและข้อเท้า เพื่อเป็นการชดเชยลักษณะทางกายวิภาคที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามธรรมชาติให้กล้ามเนื้อบริเวณข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวนั้นมีน้ำหนักน้อย

ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น กล้ามเนื้อขามัดต่าง ๆ จะทำงานต่อเนื่องกัน เริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าตามลำดับ จนกว่าเท้าจะพ้นพื้น ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวลดลง โดยที่ก่อนการกระโดดนั้น จะมีการเตรียมตัว

ด้วยการย่อตัวลง ซึ่งกล้ามเนื้อดังกล่าวจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น ก่อนจะหดตัวแบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็ว

กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส(Rectus femoris) ทอดข้ามข้อต่อสะโพก และเข่าทางด้านหน้ามีหน้าที่งอสะโพก และเหยียดเข่า

กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ (Hamstrings) ข้ามข้อต่อสะโพกและเข่าทางด้านหลัง มีหน้าที่งอสะโพกและเหยียดเข่า

กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius) ทอดข้ามเข่าและข้อเท้าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้า

ในขณะที่เริ่มต้นออกแรงเพื่อที่จะกระโดดในแนวดิ่ง กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีสจะออกแรงเพื่อเหยียดเข่า แต่เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อ จึงมีการออกแรงเพื่องอสะโพกในเวลาเดียวกัน ส่วนกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์จะออกแรงเพื่อเหยียดสะโพก ก็จะมีการออกแรงเพื่องอเข่าในเวลาเดียวกัน การทำงานเช่นนี้เป็นไปในลักษณะที่ปลายข้างหนึ่งของกล้ามเนื้อมีความยาวเพิ่มขึ้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีความยาวลดลง ดังนั้นกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส และกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์จะทำงานด้วยความเร็วต่ำจึงเกิดแรงมาก และสามารถถ่ายโยงไปยังเข่าได้ ส่วนกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อเช่นเดียวกัน ก็จะมีการถ่ายโยงแรงไปยังข้อเท้าด้วย จากการวิเคราะห์ตามหลักชีวกลศาสตร์ พบว่า ในปริมาณพลังกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดเข่านั้น ได้รับการถ่ายโยงมาจากข้อสะโพก โดยผ่านกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส เป็นปริมาณ 21% และในปริมาณกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดข้อเท้านั้น ได้รับการถ่ายโยงมาจากเข่าโดยผ่านกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส เป็นปริมาณ 25%

นอกจากนั้น อัมเบอร์เกอร์ (Umberger, 1998) ได้เสนอแนะว่า การที่วัดพลังกล้ามเนื้อที่ข้อต่อแต่ละข้อนั้น คงจะไม่ถูกต้องถ้าใช้การวัดโดยให้ข้อต่อแต่ละข้อทำงานเป็นอิสระต่อกัน และให้แนวคิดที่น่าเชื่อถือว่า วิธีการฝึกที่น่าจะนำมาใช้นั้นจะต้องเลียนแบบหรือเหมือนกับกิจกรรมที่จะกระทำจริง ๆ ซึ่งถ้าจะพัฒนาความสามารถในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งก็จะต้องใช้ท่าฝึกที่ใช้กล้ามเนื้อขามัดต่าง ๆ ทำงานต่อเนื่องกัน

การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

1. การหดตัวแบบคงความตึง (Isotonic or Dynamic contraction) เกิดขึ้นเมื่อแรงภายในกล้ามเนื้อมีค่ามากกว่าแรงต้านทานภายนอก เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ความยาว (Length) และความตึงตัว (Tension) ของมันมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เป็นผลให้ได้งานเกิดขึ้น (งาน = แรง x ระยะทาง) การหดตัวชนิดนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 แบบย่อย คือ

1.1 การหดตัวแบบคอนเซนตริค (Concentric contraction) คือ กล้ามเนื้อมีการหดตัวสั้นเข้า และมีความตึงตัวสูงขึ้นเพื่อต่อสู้กับแรงต้านทาน เช่น กล้ามเนื้อแขนขณะยกดัมเบล ทำให้เกิดการงอ (Flexion) ที่ข้อศอก

1.2 การหดตัวแบบเอ็กเซนตริค (Eccentric contraction) คือ การทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวสั้นอยู่ และมีแรงภายนอกที่มากกว่าแรงภายในของกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อยอมให้ความยาวเพิ่มขึ้น โดยที่แรงตึงตัวของกล้ามเนื้อยังคงปกติ การทำงานชนิดนี้เปรียบเสมือนเป็นเบรกเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยจะเกิดขึ้นกับการเคลื่อนไหวที่ไปในทิศทางของแรงดึงดูดของโลก กล้ามเนื้อแอนตาโกนิส (Antagonist) จะทำงานเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหว เช่น การนั่งลง กล้ามเนื้อในการเหยียดข้อสะโพกจะทำงานแบบเอ็กเซนตริค (Eccentric) หรือการถือน้ำหนักท่างอข้อศอก 90 องศา และให้ลดระดับลง กล้ามเนื้อในการงอข้อศอกจะทำงาน

2. การหดตัวแบบคงความยาว (Isometric หรือ Static contraction) เกิดขึ้นเมื่อแรงภายในกล้ามเนื้อที่เกิดจากการหดตัวมีค่าเท่ากับแรงต้านภายนอก เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่ความยาว (Length) ของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีความตึงตัวเพิ่มขึ้น ดังนั้นการหดตัวชนิดนี้จึงไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวแต่อย่างใด จึงไม่มี “งาน” ในแง่ของกลศาสตร์เกิดขึ้น เพราะว่าไม่มีระยะทางนั่นเอง เช่น เมื่อเราก้มลงแล้วเหยียดแขนยกของที่หนัก แต่ไม่สามารถยกของนั้นขึ้นได้ เพราะแรงต้านมีมากกว่า แต่กล้ามเนื้อแขนและขาได้มีการตึงตัวขึ้น แม้ว่าการหดตัวชนิดนี้ไม่ได้งานทางกลศาสตร์ แต่ในทางสรีรวิทยากล้ามเนื้อได้ทำงานมีพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมี ผลสุดท้ายก็จะได้ความร้อนเกิดขึ้นเช่นกัน

ในความเป็นจริงกล้ามเนื้อของเรามีการหดตัวทั้ง 2 ชนิด กลับไปกลับมาอยู่ตลอดเวลา เช่น เมื่อเรายืนขึ้น กล้ามเนื้อขาของเรามีการตึงตัวเพื่อกระชับข้อต่อที่ส่วนล่างของร่างกายให้แน่น นี่คือการหดตัวแบบคงความยาว (Isometric หรือ Static contraction) แต่ถ้าเราย่างก้าวเดินหรือยกแขนการหดตัวชนิดใหม่ก็จะอยู่ในรูปของการหดตัวแบบคงความตึง (Isotonic or dynamic contraction)

การระดมการทำงานของหน่วยยนต์ (Order of recruitment of motor unit)

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และดรุณวรรณ จักรพันธุ์ (2544) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของหน่วยยนต์อีกว่าเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่ระบบการเคลื่อนไหวจะทำงานได้ โดยหน่วยยนต์หนึ่งประกอบด้วย ประสาทยนต์ (Motor nerve) 1 ใย พร้อมทั้งจำนวนใยกล้ามเนื้อที่ประสาทยนต์นี้ไปเลี้ยง การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ ซึ่งสั่งงานออกมาในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า(Nerve action potential) จากระบบประสาทส่วนกลาง ดังนั้น เมื่อมีคำสั่งส่งมาจากเซลล์ประสาทจะทำให้ใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์นั้นๆ เกิดการหดตัวพร้อมกันทั้งกลุ่ม ลักษณะของสัญญาณโดยเฉพาะความถี่จากเซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuron) จะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของ

กล้ามเนื้อ เช่น เซลล์ประสาทยนต์ที่ควบคุมเส้นใยที่หดตัวช้า(Type I) ก็จะเป็นชนิดนั้น ๆ เหมือนกันหมด แต่เนื่องจากกล้ามเนื้อแต่ละมัดของร่างกายจะประกอบขึ้นด้วยหน่วยยนต์จำนวนมากและแต่ละหน่วยยนต์มีคุณสมบัติต่างกัน ดังนั้น ในกล้ามเนื้อโครงร่างแต่ละแห่งจะมีทั้งเส้นใยที่หดตัวได้เร็วและหดตัวได้ช้าอยู่ปะปนกัน (Heterogenous) ซึ่งคุณสมบัติของกล้ามเนื้อมัดนั้นจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับชนิดเซลล์กล้ามเนื้อส่วนใหญ่ว่าเป็นชนิดใด เช่น โซเลียส(Soleus) เป็นกล้ามเนื้อที่จัดว่าหดตัวช้า จะมีเส้นใยที่หดตัวช้าอยู่ 80-90 % และหดตัวเร็วอยู่ 10-20 % คุณสมบัติของเซลล์ประสาทยนต์ และเส้นใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์แต่ละชนิดแตกต่างกันในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า(Type I) เซลล์ประสาท สั่งการจะมีขนาดเล็ก มีระดับกั้น(Threshold) ต่ำ ถูกกระตุ้นโดยง่าย ส่วนในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว(Type II) นั้น เซลล์ประสาทสั่งการมีขนาดใหญ่ มีระดับกั้นสูง ถูกกระตุ้นยาก โดยเฉพาะชนิดหดตัวเร็วบี(Type IIb) ถูกกระตุ้นยากที่สุด ดังนั้น เมื่อทำงานหนักขึ้นหน่วยยนต์ที่มาช่วยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า คือ ชนิดหดตัวเร็วเอ (Type IIa) เมื่อแรงกระตุ้นสูงถึงอีกระดับหนึ่งจะถึงระดับกั้นของชนิดหดตัวเร็วบี(Type IIb) หน่วยยนต์เส้นใยในกลุ่มนี้จึงจะถูกระดมให้ออกมาทำงาน การพัฒนาความสามารถในการระดมความพร้อมเพรียงในการทำงานของหน่วยยนต์นี้จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกฝนในนักกีฬา อย่างไรก็ดี ยังพบว่าในกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน ก็ยังมีความแตกต่างกันในการกระจายของชนิดใยกล้ามเนื้อ และในบุคคลต่างๆ ก็ยังมีการกระจายของใยกล้ามเนื้อแตกต่างกันไปด้วย แต่อาจกล่าวได้ว่านักกีฬาที่ต้องอาศัยความอดทน มีเส้น-ใยชนิดหดตัวช้ามากกว่า ส่วนนักกีฬาที่ไม่ต้องการความอดทน จะมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมากกว่า

ความสำคัญของความอ่อนตัว และการฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว

ความอ่อนตัว เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพทางกาย ซึ่งฟอกซ์ (Fox,1987) กล่าวว่า ไม่เพียงเฉพาะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทนเท่านั้น ที่จำเป็นสำหรับการฝึกเพื่อสมรรถภาพทางกาย ความอ่อนตัวก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพราะความอ่อนตัวมีผลเกี่ยวเนื่องกับร่างกายดังนี้

1. เป็นภาวะปกติของช่วงกว้างของการเคลื่อนไหว
2. เป็นมูลเหตุของข้อจำกัดการเคลื่อนไหว
3. เป็นวิธีที่สามารถเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว

ซิงค์ (Singh, 1984) ได้จำแนกประเภทของความอ่อนตัวไว้ดังนี้

1.ความอ่อนตัวที่ตนเองไม่ได้กระทำ(Passive flexibility) เป็นความสามารถในการเคลื่อน-ไหวโดยอาศัยความช่วยเหลือจากแรงภายนอก

2.ความอ่อนตัวที่ตนเองเป็นผู้กระทำ(Active flexibility) เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวที่ร่างกายอยู่กับที่

3.ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่(Dynamic flexibility) เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวในขณะที่ร่างกายกำลังเคลื่อนไหวอยู่ ความอ่อนตัวชนิดนี้มีลักษณะพิเศษสำหรับการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬามากที่สุด

ความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวข้อต่อได้เต็มช่วง การเคลื่อนไหวโดยไม่มีความรู้สึดผิดปกติ (Bandy, 2001) จากนิยามจะเห็นว่าความอ่อน-ตัวหรือความยืดหยุ่นมีความสัมพันธ์กับช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่สามารถทำได้ กล่าวคือ หากข้อต่อใดมีช่วงการเคลื่อนไหวมาก ก็แสดงว่า มีความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่นดี ดังนั้น จึงใช้มุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of motion) เป็นดัชนีชี้วัด ความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่น (Flexibility) ของร่างกาย

ความอ่อนตัวเป็นองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพทางกาย มีความสำคัญต่อกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายของมนุษย์ ช่วยลดป้องกันการบาดเจ็บฉีกขาดที่เป็นอันตรายต่อกล้ามเนื้อ ผ่อนคลายความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อและเพิ่มความสามารถทางทักษะของนักกีฬา ทำให้บุคคลทำกิจวัตรประจำวันหรือเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกาย หรือการเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) กล่าวว่า การฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นประจำสม่ำเสมอจะช่วยลดความต้านทานที่เกิดขึ้นภายในข้อต่อ มีผลทำให้เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อมากขึ้นก่อให้เกิดการประสานงานกันเป็นอย่างดีระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรงทำงาน (Agonistic or contracting) กับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงกันข้าม (Antagonistic or relaxing muscles) ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กลมกลืนกันของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงความเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับ ดินติแมน วาร์ด และเทลเลซ (Dintiman, Ward and Tellez 1998) รายงานว่า การฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นประจำจะช่วยเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวให้มากขึ้น สามารถพัฒนาการเล่น และความสามารถด้านความเร็ว และช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ราตรี (2539) อธิบายเกี่ยวกับกลไกทางสรีรวิทยาการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ Stretch reflex เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ Receptor 2 ตัว muscle spindle ซึ่งไวต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวของ muscle fiber ในกล้ามเนื้อ และ Golgi Tendon Organ (GTO) ซึ่งจะป้องกันการเปลี่ยนแปลงความตึงตัว เมื่อมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

จะทำให้เกิดแรงตึงตัวไปกระตุ้นการทำงานของ Golgi tendon organ และ Muscle spindle ก็จะส่งความถี่ของกระแสประสาท (Impulse) ผ่านเส้นประสาทชนิด Ib (type A) นำสัญญาณเข้าสู่ไขสันหลังโดยตรงและนำไปที่ Spinocerebellar tract ไปสู่สมองส่วน Cerebellum ส่งสัญญาณไปที่ไขสันหลังกระตุ้น Inhibitory interneurons ให้ส่งสัญญาณผ่านไปทางเส้นประสาทชนิด Ia afferent น้อยลงทำให้กล้ามเนื้อมัดที่ Golgi tendon organ ถูกกระตุ้นอยู่ได้รับกระแสประสาทจาก Ia afferent ลดลง กล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะคลายตัว

เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) กล่าวว่า ความอ่อนตัว หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานของข้อต่อเพื่อการเคลื่อนไหวให้ได้มุมกว้างที่สุด โดยปกติมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อแต่ละส่วนของร่างกาย โดยธรรมชาติจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของเอ็น ผังผืดเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) และกล้ามเนื้อที่อยู่รอบข้อต่อส่วนนั้น ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่จำกัดระยะทางการเคลื่อนไหวของข้อต่อเรียกว่า ตำแหน่งสิ้นสุดการเคลื่อนไหว (End position) และเมื่อกล้ามเนื้อถูกแรงกระทำให้เคลื่อนไหวมากกว่าระยะทางการเคลื่อนไหวปกติก็จะนำไปสู่สาเหตุของการบาดเจ็บได้ง่าย การฝึกความอ่อนตัวด้วยวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching exercise) เพื่อเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อทีละเล็กทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำ จะสามารถช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของนักกีฬาได้

เทคนิคการยืดกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว มีวิวัฒนาการมานานแล้ว วิธีที่ใช้กันมาในอดีต คือ การยืดแบบกระแทก (Ballistic stretching) อย่างที่เห็นกันอยู่ทั่วไปในการเตรียมตัวอบอุ่นร่างกายของนักกีฬา ก่อนลงแข่งขัน วิธีนี้ผู้กระทำจะทำการเคลื่อนไหวข้อไปจนรู้สึกตึงกล้ามเนื้อที่จะยืด แล้วจึงเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ตรงช่วงที่ตึงนี้ เช่น การยืดกล้ามเนื้อหลัง ผู้กระทำจะยืนก้มตัวจนสุดขณะที่เข่าเหยียดตรงแล้วก้ม โยกตัวขึ้นลงในช่วงที่ตึงสั้น ๆ ที่ก้มตัวนั้น วิธีนี้ก็สามารถเพิ่มความอ่อนตัวได้ดี แต่มีข้อเสียที่ว่าอาจเกิดการฉีกขาดหรือยืดเกินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ และเอ็นได้ง่าย จึงมีผู้เสนอวิธีการยืดเหยียดแบบใหม่ เรียกว่า การยืดค้างชั่วขณะ (Static stretching) การยืดแบบค้างชั่วขณะเป็นวิธีที่ได้ผลดี นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน และไม่เสี่ยงต่อการยืดเกินจนเกิดการฉีกขาด มีหลักการง่าย ๆ คล้ายวิธีแรก เพียงแต่ยืดค้างไว้ประมาณ 6-10 วินาทีในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว และแต่ละท่าที่ยืดควรทำซ้ำกัน 3-4 ครั้ง เทคนิคการยืดกล้ามเนื้ออีกวิธีหนึ่งซึ่งนักกายภาพบำบัดนิยมใช้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาข้อติด (Joint stiffness) เรียกว่า การยืดเหยียดแบบพีเอ็น-เอฟ และต่อมาได้นำมาใช้ในนักกีฬาได้ผลดีเช่นเดียวกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) (Prentice, 1983 อ้างอิงในวิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม, 2537) หลักการทำโดยให้ผู้ช่วยเป็นผู้จัดท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อให้ของนักกีฬาจนถึงช่วงที่ตึงพอดีแล้วจึงให้นักกีฬาออกแรงเกร็งต้านในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนไหวแรก ประมาณ 10 วินาที แล้วจึงผ่อนคลาย ขณะที่ผู้ช่วยจะยืดข้อที่ตึงนั้นต่อไปอีกเล็กน้อย พิสัยการเคลื่อนไหวของข้อจะเพิ่มขึ้นได้จากการที่กล้ามเนื้อผ่อนคลายจาก

ความตึงตัวเดิม ทั้ง 3 วิธีดังกล่าวนี้ เพรนทิซ (Prentice, 1983) พบว่าการใช้วิธีพีเอ็นเอฟ จะได้ผลที่ดีที่สุดในการเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อ แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ต้องอาศัยผู้ช่วยเป็นผู้ทำให้ สำหรับนักกีฬาทั่วไปนั้นยังนิยมใช้วิธียืดค้างชั่วขณะมากที่สุด

บีเคิล (Baechle, 1994) ได้แบ่งการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟออกเป็น 3 วิธี คือ

1. เกร็งกล้ามเนื้อ - ผ่อนคลาย (Hold - relax)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ช่วยออกแรงยืดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของผู้ช่วยโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

2. กล้ามเนื้อหดตัว - ผ่อนคลาย (Contract - relax)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ช่วยออกแรงยืดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ต้านแรงของผู้ช่วยโดยให้เกิดการเคลื่อนที่จนถึงสุดช่วงของการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

3. เกร็งกล้ามเนื้อ - ผ่อนคลายพร้อมกับกล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัว (Hold - relax with agonist contraction)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ช่วยออกแรงยืดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของผู้ช่วยโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อพร้อมกับออกแรงให้กล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction)ทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้น ในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นไปอีกแล้วค้างไว้ 30 วินาที

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ (PNF stretching) เป็นวิธีที่ทำให้เกิดการพัฒนาความอ่อนตัวได้มากที่สุด ดังนั้นจึงมักนำมาใช้ในขั้นตอนของการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความหมายและความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ

บลูมฟิลด์ แอคแลนด์ และเอลเลียทท์ (Bloomfield, Ackland and Elliott, 1994) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อเป็นผลคูณของความแข็งแรงและความเร็ว เป็นการใช้แรงอย่างเต็มที่ภายในหนึ่งหน่วยเวลา พลังกล้ามเนื้อเป็นสิ่งสำคัญต่อการแสดงความสามารถของทักษะกีฬาต่าง ๆ ซึ่งลักษณะพิเศษของพลังกล้ามเนื้อมีสามประการ คือ พลังนั้นมาจากการหดตัวแบบความยาวกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) มาจากการใช้วงจรเหยียดสั้น (Stretch shortening cycle) และมาจากความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (Elasticity)

โอ'เช (O'Shea, 2000) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อหมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ข้อได้เปรียบของการมีพลังกล้ามเนื้อก็คือ ความสามารถในการเร่งความเร็ว นักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อสูงก็จะสามารถวิ่งเร็วกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ดังนั้นเมื่อนักกีฬามีองค์ประกอบทางด้านความสามารถอื่นเท่ากันหมดแล้ว พลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะเป็นผู้ชนะ พลังกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

สมิทไบลเซอร์ (Schmidtbleicher,2000) พลังเป็นความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ที่จะสร้างให้เกิดแรงสูงสุดที่สามารถทำได้ในเวลาที่กำหนด ซึ่งเวลาจะขึ้นอยู่กับแรงต้านหรือน้ำหนัก กีฬาบางชนิดต้องกระทำต่อแรงต้านทานด้วยความเร็วสูงสุด เท่าที่จะทำได้เมื่อเริ่มต้นเคลื่อนไหว เช่น การทุ่มน้ำหนัก การพุ่งแหลน การฝึกประสาทกล้ามเนื้อ โดยการทำให้กล้ามเนื้อทำงานพร้อมเพรียงกัน ก็สามารถสร้างความแข็งแรงได้ โดยที่ไม่ต้องฝึกระบบกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวแบบวงจรเหยียดสั้น โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งการหดตัวแบบความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดออกและหดสั้น ซึ่งวงจรเหยียดสั้นมี สองประเภท คือ วงจรเหยียดสั้นแบบยาว เช่น การกระโดดชู๊ตลูกบาสเกตบอล การกระโดดบล็อกลูกวอลเลย์บอล โดยจะใช้มุมของสะโพก เข่า และข้อเท้าที่กว้างและใช้เวลามากกว่า 250 มิลลิวินาที และวงจรเหยียดสั้น เช่น ระยะที่เท้าสัมผัสพื้นในการวิ่งเร็วหรือเร่งความเร็ว การกระโดดสูงหรือการกระโดดไกล โดยใช้มุมที่แคบกว่า ใช้เวลาอย่างน้อย 100-250 มิลลิวินาที

วิค และคณะ (Wilk and others, 1993) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ คือ การเพิ่มศักยภาพของนักกีฬา โดยมีพื้นฐานอยู่ที่ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำการหดตัวให้เกิดแรงสูงสุดภายในระยะเวลาสั้นที่สุด นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญ คือ ความแข็งแรง และความเร็วที่ส่งผลให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อ ยังมีปัจจัยเสริมอีก 3 ประการ คือ การอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อม การประสานงานกันดีระหว่างประสาทกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหว และประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อจะช่วยเพิ่มความแคล่วคล่องว่องไว ถ้าพลังกล้ามเนื้อไม่ดี การควบคุมแรงเฉื่อยของร่างกายจะเป็นไปได้ไม่ดี ดังตัวอย่าง ในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วย่อมต้องการพลังของกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก เพื่อทำให้ร่างกายหยุดหรือทำให้ร่างกายเปลี่ยนทิศทาง และในการพุ่งตัวออกไปข้างหน้าหรือการเร่งความเร็วซึ่งขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งย่อมต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วด้วย สอดคล้องกับ นิวตันและแครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) การทำงานเป็นแรงระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นสิ่งจำเป็นในขณะที่มีการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ได้แก่ การทุ่ม การพุ่ง การขว้าง การกระโดด และการตี นอกจากนั้นยังเป็นสิ่งจำเป็นในขณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วหรือในขณะที่มีการเร่งความเร็วที่เกิดขึ้นในกีฬาต่าง ๆ เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล รักบี้ฟุตบอล และยิมนาสติก เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนไหวต่างนั้นจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาแต่ละคน ในการฝึกเพื่อพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวนั้นจำเป็นต้องพัฒนาในส่วนของพลังของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควบคู่กันไปโดยมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐาน การฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริก เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

สุนันท์ นวลจันทร์ (2545) ทำการศึกษาผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทที่มีต่อความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการว่าน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชาย จำนวน 45 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม ฝึกตามโปรแกรมฝึกว่ายน้ำ, กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และฝึกตามโปรแกรมฝึกว่ายน้ำ และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทและฝึกตามโปรแกรมฝึกว่ายน้ำ โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการฝึกพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร

ปณิธาน หงส์ทอง (2547) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้กับแบบพีเอ็นเอฟที่มีต่อการพัฒนาความอ่อนตัวของนักกีฬายิมนาสติก กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬายิมนาสติกอายุ 7-10 ปี จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้ และกลุ่มที่ 2 ฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ โดยทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึก 8 สัปดาห์ ผลที่ได้พบว่า หลังการฝึก กลุ่มที่ฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟมีความอ่อนตัวมากกว่ากลุ่มที่ฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรรัชนี วีระพงศ์ (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ในช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงแบบคงที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือแบบมุมคงที่หลังจากทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่บริเวณข้อมือเป็นเวลา 10 วินาที โดยกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชายจำนวน 18 คน อายุเฉลี่ย 18.75 ± 1.73 ปีเข้ารับการทดสอบ ผู้เข้ารับการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละคนถูกสุ่มให้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่บริเวณข้อมือ ผู้เข้ารับการทดสอบกลุ่มที่ 2 ไม่ได้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ผลการทดลองพบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่เป็นเวลา 10 วินาที ไม่มีผลต่อการเพิ่มหรือลด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือแบบมุมคงที่

งานวิจัยต่างประเทศ

คอร์นีเลียส และแฮนด์ (Cornelius and Hands, 1992) ศึกษาผลของการอบอุ่นร่างกายด้วยการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟที่มีการดัดแปลงที่มีผลต่อความอ่อนตัวของข้อต่อสะโพกแบบฉับพลันงานวิจัยนี้มีผู้เข้าร่วมงานวิจัย 54 คน โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยผู้เข้าร่วมวิจัยถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการอบอุ่นร่างกายแบบมีผู้ช่วย (Passive warm - up) ในอ่างน้ำวนซึ่งเป็นน้ำอุ่นอุณหภูมิ 106 - 110 องศาฟาเรนไฮต์เป็นเวลา 20 นาที กลุ่มที่ 2 ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยตนเอง (Active warm - up) บนจักรยานวัดงาน (Stationary cycling) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยกลุ่มนี้ต้องปั่นจักรยานวัดงานในท่าขาเหยียดตรง งอเข่าเล็กน้อยเป็นเวลา 20 นาที และอัตราการเต้นของหัวใจของผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีอัตราระหว่าง 105 - 115 ครั้งต่อนาที และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมคือไม่มีการทำการอบอุ่นร่างกาย การวัดผลทำโดยการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อบริเวณสะโพกข้างที่ถนัดหลังจากการทำการอบอุ่นร่างกาย ผลการศึกษาพบว่า องศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อบริเวณสะโพก

ของกลุ่มที่ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟที่มีการดัดแปลงและมีผู้ช่วย และกลุ่มที่ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟที่มีการดัดแปลงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาของ สก็อต และคณะ (Scott et al., 2001) ได้ศึกษาถึงระยะเวลาที่คงไว้ของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อต้นขาหลังจากการยืดด้วยวิธีพีเอ็นเอฟ(PNF) โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดีวัยรุ่นเพศ ชาย จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ทำการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธีพีเอ็นเอฟ(PNF stretching) และกลุ่มทดลองที่ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ ทั้ง 2 กลุ่ม ทำการทดสอบหลังการทดลอง 0, 2, 4, 6, 8, 16 และ 32 นาที ผลการทดลองพบว่า การยืดเหยียดด้วยพีเอ็นเอฟ(PNF) มีผลต่อการเพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อต้นขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากการยืดเป็นเวลา 6 นาที

เบิร์ก และคณะ (Burke et al., 2001) ศึกษาถึงผลของการแช่น้ำอุ่น หรือน้ำเย็น และการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟที่มีการดัดแปลงต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเพศหญิง และเพศชายทั้งหมด 45 คน อายุระหว่าง 18 - 25 ปี ถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ผู้เข้าร่วมงานวิจัยแช่ในน้ำอุ่น อุณหภูมิเฉลี่ย 44 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยเครื่องออกกำลังกายทันที กลุ่มที่ 2 ผู้เข้าร่วมการวิจัยแช่ในน้ำเย็น อุณหภูมิเฉลี่ย 8 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยเครื่องออกกำลังกายทันที และกลุ่มที่ 3 ยืนนิ่งเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยเครื่องออกกำลังกาย ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการทดสอบเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน การวัดผลทำโดยวัดความอ่อนตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังในวันแรก และวันสุดท้ายของการวิจัย ผลการวิจัยพบว่าความอ่อนตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ดังนั้น Burke และคณะ จึงสรุปว่าการแช่น้ำอุ่นและน้ำเย็นไม่มีผลต่อการเพิ่มความอ่อนตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

ยัง และเอลเลียต (Young and Elliott, 2001) ได้ศึกษาถึงผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static Stretching), ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทหรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ(PNF) และการหดตัวสูงสุด(Maximum voluntary contraction) ที่มีผลต่อพลังระเบิด(Explosive force production) และการกระโดด(Jump performance) โดยทำการศึกษาในกล้ามเนื้อช่วงล่างของร่างกาย(Lower body musculature) ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ

กลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชาย จำนวน 14 คน โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 14 คน ผู้เข้าร่วมการวิจัยถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มทำการฝึกแบบต่าง ๆ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static stretching) กลุ่มที่ 2 ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทหรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ กลุ่มที่ 3 ฝึกการหดตัวสูงสุด และกลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่ไม่ได้ทำการฝึกรูปแบบใด ๆ หลังจากการฝึกต่าง ๆ ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะถูกทดสอบความสามารถในการกระโดด 2 ครั้งเพื่อหาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อช่วงล่าง ผลการวิจัยพบว่า Drop jump performance ของผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ทำการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ Drop jump performance ของผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มที่ทำการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท และกลุ่มที่ฝึกการหดตัวสูงสุดไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยัง และเอลเลียต (Young and Elliott, 2001)จึงให้คำแนะนำว่าในนักกีฬาที่ต้องใช้พลังระเบิดจากกล้ามเนื้อช่วงล่างของร่างกาย ควรทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทหรือพีเอ็นเอฟ เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีนี้จะไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการแสดงทักษะของนักกีฬา ในขณะที่หากใช้การฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้จะส่งผลในทางลบต่อการใช้พลังระเบิดจากกล้ามเนื้อช่วงล่างของร่างกายของนักกีฬาได้

โรแลนด์ มาร์จินสัน และลี(Rowlands Marginson and Lee, 2003) ทำการศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการทำการหดตัวแบบความยาวคงที่ (Isometric contraction) ในระหว่างการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทหรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ (PNF) บริเวณสะโพกที่มีผลต่อความอ่อนตัวที่เพิ่มขึ้นในระยะยาว โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนทำการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อซึ่งเริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5 นาที การทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้เป็นเวลา 5 นาที และการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็น-เอฟแบบการยืดกล้ามเนื้อค้างไว้-ผ่อนคลาย พร้อมด้วยกล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัว ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยเพศหญิงอายุเฉลี่ย 20.0 ± 1.3 ปี จำนวนทั้งสิ้น 43 คน ผู้เข้าร่วมวิจัยถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกการหดตัวแบบความยาวคงที่เป็นเวลา 5 วินาที ในระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ กลุ่มที่ 2 ฝึกการหดตัวแบบความยาวคงที่ เป็นเวลา 10 วินาที ในระหว่างการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม คือไม่ได้ฝึกการหดตัวแบบความยาวคงที่ในระหว่างการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการยืด-เหยียดกล้ามเนื้อ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีการวัดผลก่อนฝึก สัปดาห์ที่ 3 หลังจากทำการฝึก และวัดครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 6 ของการฝึก ผลการศึกษาพบว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ 1

และกลุ่มที่ 2 มีความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่มีการทำการหดตัวแบบความยาวคงที่ในระหว่างการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟที่ระยะเวลานานกว่า จะมีความอ่อนตัวมากกว่า

ซาคัส และคณะ (Zakas et al., 2003) ได้ทำการศึกษาผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อระหว่างการอบอุ่นร่างกายที่มีผลต่อความอ่อนตัวในนักกีฬาแฮนด์บอลเยาวชน โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีต่อรยางค์ส่วนล่าง คือข้อต่อส่วนล่าง และความอ่อนตัวของลำตัวในนักกีฬาแฮนด์บอล โดยทำการทดสอบโดยมีกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองทำการอบอุ่นร่างกายและทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เป็นเวลา 20 นาที และกลุ่มควบคุมทำการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว และวัดผลด้วยเครื่องวัดมุมข้อต่อ ผลการวิจัยพบว่าการความอ่อนตัวของร่างกายเป็นผลมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หรือมาจากการฝึกความอ่อนตัว

เชียร์ (Shrier, 2004) ได้ศึกษาถึงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแสดงทักษะทางกีฬา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาหลักฐานสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อช่วยพัฒนาความสามารถในการแสดงทักษะทางกีฬา โดย เชียร์ (Shrier, 2004) ได้ศึกษางานวิจัยต่างๆที่ผ่านมาจำนวน 23 งานวิจัย และพบว่า งานวิจัยจำนวน 22 งานวิจัยกล่าวว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบฉับพลัน (ภายใน 60 นาที)ไม่มีผลในการเพิ่มความสามารถในการแสดงทักษะทางกีฬาในด้าน แรง การกระโดดสูง แต่มีผลต่อความเร็ว ส่วนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบทั่วไป (ทำเป็นประจำต่อเนื่องเป็นสัปดาห์) สามารถช่วยเพิ่มแรง การกระโดดสูง ความเร็วได้

ชูแบค ฮูเปอร์ และซาลิสเบอรี่ (Schuback, Hooper and Salidbury, 2004) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟที่กระทำด้วยตนเองกับการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟโดยนักกายภาพต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) โดยมีอาสาสมัคร สุขภาพดี เพศชายจำนวน 21 คน และเพศหญิงจำนวน 21 คน อายุ 20-55 ปี แบ่งเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1.กลุ่มที่ต้องยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟด้วยตนเอง, 2.กลุ่มที่ทำการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟโดยนักกายภาพ และ 3.กลุ่มควบคุม สำหรับการทดลอง กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ทำการยืดเหยียดเป็นเวลา 2 นาที (15 วินาที contraction และ 15 วินาที relaxation แล้วพัก 15 วินาที) ยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งหมด 4 เซต ส่วนกลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ภายหลังการทดลองทำการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้องอสะโพก พบว่าช่วงการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ

งอสะโพกมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเป็น 9.6 องศา และ 12.6 องศาในกลุ่มที่1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ แต่ไม่ถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อย่างไรก็ตาม ผลจากการยืดเหยียดของทั้ง 2 กลุ่ม มีช่วงการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้องอสะโพกมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ กล่าวได้ว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟที่กระทำด้วยตนเองกับการยืด-เหยียดแบบพีเอ็นเอฟโดยนักกายภาพ ส่งผลให้เกิดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring flexibility)

ซาคัส และคณะ (Zakas et al., 2005) ได้ทำการศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นทันทีหลังจากการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในระยะเวลาต่าง ๆ ที่มีผลต่อพิสัยการเคลื่อนไหวในหญิงสูงอายุ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาพิสัยการเคลื่อนไหวบริเวณลำตัวในหญิงสูงอายุที่เกิดขึ้นแบบฉับพลันหลังจากการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบครั้งเดียว และแบบเป็นเซต กลุ่มตัวอย่างเป็นหญิงสูงอายุ อายุระหว่าง 65-85 ปี ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เป็นเวลา 60 วินาที แบบที่ 2 ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 2 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที และแบบที่ 3 ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 4 ครั้ง ครั้งละ 15 วินาที หลังจากนั้นวัดการเคลื่อนที่ของสะโพก หัวเข่า ข้อเท้า และลำตัวด้วยเครื่องวัดมุมข้อต่อ ผลการทดลองพบว่าพิสัยการเคลื่อนไหวที่วัดได้จากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่แบบที่ 1 คือการทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เป็นเวลา 60 วินาที และแบบที่ 2 ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 2 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที ไม่มีความแตกต่างกัน

ยุคตาเซอ และคายา (Yuktasir and Kaya, 2007) ได้ศึกษาถึงผลระยะยาวที่ได้จากการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static stretching) และฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทหรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ (PNF) ที่มีต่อพิสัยการเคลื่อนที่ (Range of motion) และการกระโดด (Jump performance) ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยเพศชายจำนวน 28 คน อายุเฉลี่ย 21.82 ± 1.90 ปี ผู้เข้าร่วมการวิจัยถูกสุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 มีจำนวน 10 คน ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้แบบมีผู้ช่วย (Passive static stretching) กลุ่มที่ 2 จำนวน 9 คน ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทหรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ (PNF) และผู้เข้าร่วมงานวิจัย 9 คนที่เหลือถูกจัดอยู่ในกลุ่มสุดท้ายซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม คือไม่มีการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การวิจัยใช้เวลา 6 อาทิตย์ ฝึกการยืดเหยียด 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง ผลการวิจัยพบว่าพิสัยการเคลื่อนที่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในกลุ่มที่ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

แบบหยุดนิ่งค้างไว้แบบมีผู้ช่วยและกลุ่มที่ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ แต่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้แบบมีผู้ช่วยและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟไม่มีผลต่อการกระโดด

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ จะเห็นว่าได้มีการศึกษาถึง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟในหลายรูปแบบ มีทั้งการปรับประยุกต์วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ แต่ยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ และยังมีหลายงานวิจัยที่ให้ผลขัดแย้งกันในส่วนของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลจากงานวิจัยเหล่านี้ เป็นกรอบแนวความคิดและปฏิบัติของงานวิจัย รวมถึงการนำไปใช้ในการสนับสนุนผลการวิจัยครั้งนี้ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 ที่มีอายุ 18 – 22 ปี เป็นอาสาสมัคร (Voluntary sample) จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์

ข้อพิจารณาทางจริยธรรม

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลักของ The International Conference on Harmonization-Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยโครงการวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ รับรอง ณ วันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2551

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. นิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 เพศชาย และหญิง อายุระหว่าง 18 – 22 ปี ซึ่งได้รับการฝึกทักษะทางการกีฬาพื้นฐานตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์การกีฬา

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ได้เข้าร่วมโครงการวิจัยอื่นในระหว่างเข้าร่วมการทดลองนี้

3. ผู้เข้าร่วมวิจัย มีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรค หรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมที่จะออกกำลังกาย โดยประเมินจากแบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q) ต้องตอบว่า “ไม่เคย” ทุกข้อ จึงจะสามารถผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักกีฬามหาวิทยาลัย

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
    1.1 เครื่องวัดมุมข้อต่อ (Goniometer)
    1.2 เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทม์เมอร์ SW – 300 (Newtest powertimer sw - 300)
    1.3 เครื่องยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (ST 500 ยี่ห้อ Marathon)
    1.4 ผ้าขนหนู ขนาด 24 x 45 นิ้ว
    1.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก
    1.6 เครื่องวัดส่วนสูง

2. รูปแบบของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
    2.1 รูปแบบของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้
        2.1.1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ
        2.1.2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด
        2.1.3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ
        2.1.4 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

3. ท่าที่ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ทั้งหมด 3 ท่าคือ
    3.1 ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก
    3.2 ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า
    3.3 ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีขั้นตอนดังนี้

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ ใช้เทคนิค Hold-Relax; **ฮอลคอมบ์**(Holcomb, 2000)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ช่วยออกแรงยืดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของผู้ช่วยโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

ปฏิบัติซ้ำ 3 ชุด ลำดับในการยืดเหยียด คือ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ ใช้เทคนิค Hold-Relax; **ฮอลคอมบ์**(Holcomb, 2000)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดกล้ามเนื้อด้วยตนเองจนถึงจุดที่รู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้ฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของตนเอง หรืออุปกรณ์โดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้ฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะเดียวกันให้ออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

ปฏิบัติซ้ำ 3 ชุด ลำดับในการยืดเหยียด คือ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนก่อนการทดลอง

1. อาสาสมัครทำการตอบแบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q) เป็นระยะเวลา 10 นาที เพื่อคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคประจำตัวที่จะส่งผลต่อการออกกำลังกาย ชั่งน้ำหนักและส่วนสูง

2. คัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน

3. อธิบายเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายวิธีการปฏิบัติ และการเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนทราบ

4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการทดสอบความอ่อนตัว และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

ขั้นตอนการทดลอง

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนได้รับการสุ่มแบบครอสโอเวอร์ (Crossover) เพื่อทำการทดสอบยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (1.พีเอ็นเอฟ 2.พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด 3.พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ และ4.พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ) โดยแต่ละรูปแบบจะใช้ระยะเวลาการทดสอบห่างกัน 1 สัปดาห์ ทั้งนี้ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟจะกระทำการยืดเหยียดโดยผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยที่ก่อนการทดลองได้รับคำอธิบาย พร้อมทั้งมีความรู้ความเข้าใจตรงกัน และมีทักษะในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเป็นอย่างดี

2. ก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งเหยาะ ๆ บนลู่วิ่ง 10 นาที

3. ทำการยืดเหยียดข้างซ้ายของร่างกายก่อน แล้วตามด้วยข้างขวา ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งหมด 3 ชุด

4. ทำการวัดผลทันทีหลังจากยืดเหยียดเสร็จสิ้น การวัดผลประกอบไปด้วย

4.1 ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ โดยการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of motion)

- ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก
- ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า
- ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

4.2 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา โดยการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump)

5. ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับการทดสอบ ทั้งหมด 4 ครั้ง โดยการทดสอบแต่ละครั้งใช้เวลา 30 นาที (วิ่งเหยาะ ๆ บนลู่วิ่ง 10 นาที จัดกระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 15 นาที ทดสอบความอ่อนตัว และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา 5 นาที)

6. เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ และคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความอ่อนตัว

2. วิเคราะห์ความแตกต่างแบบคู่ (t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อน และหลังการทดลองของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความอ่อนตัว

3. วิเคราะห์ผลของความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance หรือ ANOVA) ถ้าพบความแตกต่างอย่างน้อยเพียง 1 คู่จะทำการทดสอบความแตกต่างแบบรายคู่ (Post hoc test) ด้วยวิธีตูกี เอ (Tukey a)

4. กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลของผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ ประยุกต์ ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ หลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วนำผลมาวิเคราะห์เสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมงานวิจัย

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลัง-ระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความอ่อนตัวก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ทั้ง 4 รูปแบบ

ตอนที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มตามวิธีของตูกีเอ (Tukey a) กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่ 4 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความอ่อน-ตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมงานวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมงานวิจัย

คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	**กลุ่มตัวอย่าง 30 คน**		**กลุ่มตัวอย่างเพศชาย 15 คน**		**กลุ่มตัวอย่างเพศหญิง 15 คน**	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
อายุ (ปี)	20.30	1.34	20.13	1.36	20.47	1.36
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	58.90	11.42	67.20	10.67	50.60	2.99
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	167.77	8.26	174.67	4.08	160.87	4.76
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อเมตร^2)	20.74	2.25	19.56	1.00	21.93	2.55

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมงานวิจัย จำนวน 30 คน (ชาย 15 คน และหญิง 15 คน) อายุเฉลี่ย 20.30 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 58.90 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 167.77 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.74 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความอ่อนตัวก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	**พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว)**					
	ก่อนการยืดเหยียด		**หลังการยืดเหยียด**		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	43.43	9.82	47.06	10.24	-6.682	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	43.43	9.82	48.22	10.32	-8.638	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	43.43	9.82	49.02	10.69	-9.057	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	43.43	9.82	49.07	11.01	-9.495	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน เท่ากับ 43.43 วัตต์/น้ำหนักตัว และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 49.07 วัตต์/น้ำหนักตัว รองลงมาคือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 49.02 วัตต์/น้ำหนักตัว พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 48.22 วัตต์/น้ำหนักตัว และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 47.06 วัตต์/น้ำหนักตัว ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	47.79	10.49	52.02	10.42	-5.399	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	47.79	10.49	53.00	10.99	-7.025	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	47.79	10.49	53.40	11.46	-6.613	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	47.79	10.49	54.68	11.46	-7.261	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน เท่ากับ 47.79 วัตต์/น้ำหนักตัว และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 54.68 วัตต์/น้ำหนักตัว รองลงมาคือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 53.40 วัตต์/น้ำหนักตัว พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 53.00 วัตต์/น้ำหนักตัว และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 52.02 วัตต์/น้ำหนักตัว ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	39.06	7.00	42.10	7.48	-4.057	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	39.06	7.00	43.41	7.09	-5.229	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	39.06	7.00	44.60	8.00	-6.009	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	39.06	7.00	43.46	7.22	-7.517	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน เท่ากับ 39.06 วัตต์/น้ำหนักตัว และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 44.60 วัตต์/น้ำหนักตัว รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 43.46 วัตต์/น้ำหนักตัว พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 43.41 วัตต์/น้ำหนักตัว และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 42.10 วัตต์/น้ำหนักตัว ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (องศา)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	87.00	14.70	102.27	14.57	-7.718	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	87.00	14.70	104.73	16.87	-7.456	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	87.00	14.70	106.20	15.35	-8.809	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	87.00	14.70	108.93	16.42	-9.158	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน เท่ากับ 87.00 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 108.93 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 106.20 องศา ,พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 104.73 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 102.27 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (องศา)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	81.47	15.60	97.87	11.85	-5.544	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	81.47	15.60	98.67	14.20	-5.064	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	81.47	15.60	98.60	12.83	-5.516	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	81.47	15.60	99.87	11.46	-6.118	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน เท่ากับ 81.47 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 99.87 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 98.67 องศา ,พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 98.60 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 97.87 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (องศา)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	92.53	11.78	106.67	16.07	-5.240	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	92.53	11.78	110.80	17.58	-5.304	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	92.53	11.78	113.80	14.12	-6.928	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	92.53	11.78	118.00	15.85	-7.082	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน เท่ากับ 92.53 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 118.00 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 113.80 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 110.80 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 106.67 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (องศา)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	129.53	8.22	136.57	6.13	-6.896	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	129.53	8.22	133.43	6.44	-4.867	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	129.53	8.22	134.70	6.47	-5.679	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	129.53	8.22	133.87	5.99	-4.965	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน เท่ากับ 129.53 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 136.57 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 134.70 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 133.87 องศา และพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 133.43 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (องศา)				t	p
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด			
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	125.60	9.42	134.27	6.45	-6.301	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	125.60	9.42	130.40	7.36	-3.409	.004*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	125.60	9.42	130.87	6.85	-3.312	.005*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	125.60	9.42	130.33	5.85	-3.134	.007*

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน เท่ากับ 125.60 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 134.27 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 130.87 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 130.40 องศา และพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 130.33 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (องศา)				t	p
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด			
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	133.47	4.22	138.87	4.98	-3.784	.002*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	133.47	4.22	136.47	3.48	-4.002	.001*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	133.47	4.22	138.53	2.88	-5.342	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	133.47	4.22	137.40	3.68	-4.261	.001*

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน เท่ากับ 133.47 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 138.87 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 138.53 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 137.40 องศา และพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 136.47 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า (องศา)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	101.20	7.25	110.27	6.42	-7.657	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	101.20	7.25	110.30	5.33	-7.779	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	101.20	7.25	111.47	6.41	-8.425	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	101.20	7.25	110.87	7.06	-7.528	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน เท่ากับ 101.20 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 111.47 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 110.87 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 110.30 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 110.27 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า (องศา)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	100.80	8.29	109.40	7.71	-4.558	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	100.80	8.29	108.93	6.39	-4.488	.001*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	100.80	8.29	110.67	6.78	-5.236	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	100.80	8.29	109.60	8.66	-4.480	.001*

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน เท่ากับ 100.80 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 110.67 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 109.60 องศา พีเอ็นเอฟ เท่ากับ 109.40 องศา และพีเอ็นเอฟ ประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 108.93 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าก่อนการยืดเหยียด และหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า(องศา)					
	ก่อนการยืดเหยียด		หลังการยืดเหยียด		t	p
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
พีเอ็นเอฟ	101.60	6.30	111.13	4.93	-6.402	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	101.60	6.30	111.67	3.75	-6.708	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	101.60	6.30	112.27	6.156	-6.644	.000*
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	101.60	6.30	112.13	4.98	-6.223	.000*

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน เท่ากับ 101.60 องศา และหลังการยืดเหยียดค่าเฉลี่ยมีค่าสูงสุดจากพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 112.27 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 112.13 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียดเท่ากับ 111.67 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 111.13 องศา ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าเพิ่มขึ้นทุกครั้งหลังการยืดเหยียดทั้ง 4 รูปแบบ

เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วย ค่า ที พบว่า ค่า ที เป็นลบ สามารถบอกได้ว่าแต่ละครั้งของการทดสอบนั้น หลังการยืดเหยียดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการยืดเหยียด และมีค่าเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มตามวิธีของตูกี ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	**พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว)**	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	47.06	10.24
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	48.22	10.32
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	49.02	10.69
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	49.07	11.01

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน ค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 49.07 วัตต์/น้ำหนักตัว รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 49.02 วัตต์/น้ำหนักตัว พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 48.22 วัตต์/น้ำหนักตัว และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 47.06 วัตต์/น้ำหนักตัว ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	78.518	26.173	.234
ภายในบุคคล	116	12958.902	111.715	
ทั้งหมด	119	13037.420		

* $p < .05$ ($F_{3, 116} = 2.68$)

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .234 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.68 แสดงว่าค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	52.02	10.42
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	53.00	10.99
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	53.40	11.46
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	54.68	11.46

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน ค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 54.68 วัตต์/น้ำหนักตัว รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 53.40 วัตต์/น้ำหนักตัว พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 53.00 วัตต์/น้ำหนักตัว และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 52.02 วัตต์/น้ำหนักตัว ตามลำดับ

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบในเพศชาย

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	54.340	18.113	.147
ภายในบุคคล	56	6889.225	123.022	
ทั้งหมด	59	6943.565		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .147 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	42.10	7.48
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	43.41	7.09
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	44.60	8.00
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	43.46	7.22

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน ค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 44.60 วัตต์/น้ำหนักตัว รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 43.46 วัตต์/น้ำหนักตัว พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 43.41 วัตต์/น้ำหนักตัว และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 42.10 วัตต์/น้ำหนักตัว ตามลำดับ

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศหญิง

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	46.866	15.622	.281
ภายในบุคคล	56	3114.897	55.623	
ทั้งหมด	59	3161.764		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .281 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	102.27	14.57
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	104.73	16.87
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	106.20	15.35
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	108.93	16.42

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบเท่ากับ 108.93 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 106.20 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 104.73 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 102.27 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	699.467	233.156	.931
ภายในบุคคล	116	29060.400	250.521	
ทั้งหมด	119	29759.867		

* $p < .05$ ($F_{3, 116} = 2.68$)

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .931 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.68 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	97.87	11.85
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	98.67	14.20
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	98.60	12.83
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	99.87	11.46

จากตารางที่ 22 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบเท่ากับ 99.87 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 98.67 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 98.60 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 97.87 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศชาย

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	30.850	10.283	.978
ภายในบุคคล	56	8930.400	159.471	
ทั้งหมด	59	8961.250		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .978 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	106.67	16.06
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	110.80	17.57
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	113.80	14.12
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	118.00	15.84

จากตารางที่ 24 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบเท่ากับ 118.00 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบเท่ากับ 113.80 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 110.80 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 106.67 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศหญิง

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	1030.850	343.617	1.351
ภายในบุคคล	56	14246.133	254.395	
ทั้งหมด	59	15276.983		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 1.351 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	136.57	6.13
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	133.43	6.44
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	134.70	6.47
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	133.87	5.99

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 136.57 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 134.70 องศา ,พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 133.87 องศา และพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 133.43 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	173.092	57.697	1.471
ภายในบุคคล	116	4550.500	39.228	
ทั้งหมด	119	4723.592		

* $p < .05$ ($F_{3, 116} = 2.68$)

จากตารางที่ 27 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 1.471 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.68 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	134.27	6.45
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	130.40	7.36
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	130.87	6.85
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	130.33	5.85

จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 134.27 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 130.87 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 130.40 องศา และพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 130.33 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศชาย

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	159.333	53.111	1.200
ภายในบุคคล	56	2477.600	44.243	
ทั้งหมด	59	2636.933		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 1.200 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	138.87	4.98
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	136.47	3.48
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	138.53	2.88
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	137.40	3.68

จากตารางที่ 30 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 138.87 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 138.53 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 137.40 องศา และพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 136.47 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศหญิง

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	54.183	18.061	1.229
ภายในบุคคล	56	822.800	14.693	
ทั้งหมด	59	876.983		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 31 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 1.229 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า(องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	110.27	6.42
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	110.30	5.33
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	111.47	6.41
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	110.87	7.06

จากตารางที่ 32 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 30 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 111.47 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 110.87 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 110.30 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 110.27 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	28.825	9.608	.239
ภายในบุคคล	116	4657.100	40.147	
ทั้งหมด	119	4685.925		

* $p < .05$ ($F_{3, 116} = 2.68$)

จากตารางที่ 33 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .239 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.68 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า(องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	109.40	7.71
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	108.93	6.39
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	110.67	6.78
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	109.60	8.66

จากตารางที่ 34 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าสูงสุดหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 110.67 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 109.60 องศา ,พีเอ็นเอฟ เท่ากับ 109.40 องศา และพีเอ็นเอฟ ประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด เท่ากับ 108.93 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศชาย

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	24.183	8.061	.146
ภายในบุคคล	56	3095.467	55.276	
ทั้งหมด	59	3119.650		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 35 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .146 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 36 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)

รูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า(องศา)	
	Mean	S.D.
พีเอ็นเอฟ	111.13	4.92
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด	111.67	3.75
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ	112.27	6.15
พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ	112.13	4.98

จากตารางที่ 36 แสดงให้เห็นว่าความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบ ของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าสูงสุดหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 112.27 องศา รองลงมา คือ พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ เท่ากับ 112.13 องศา พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียดเท่ากับ 111.67 องศา และพีเอ็นเอฟ เท่ากับ 111.13 องศา ตามลำดับ

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ ในเพศหญิง

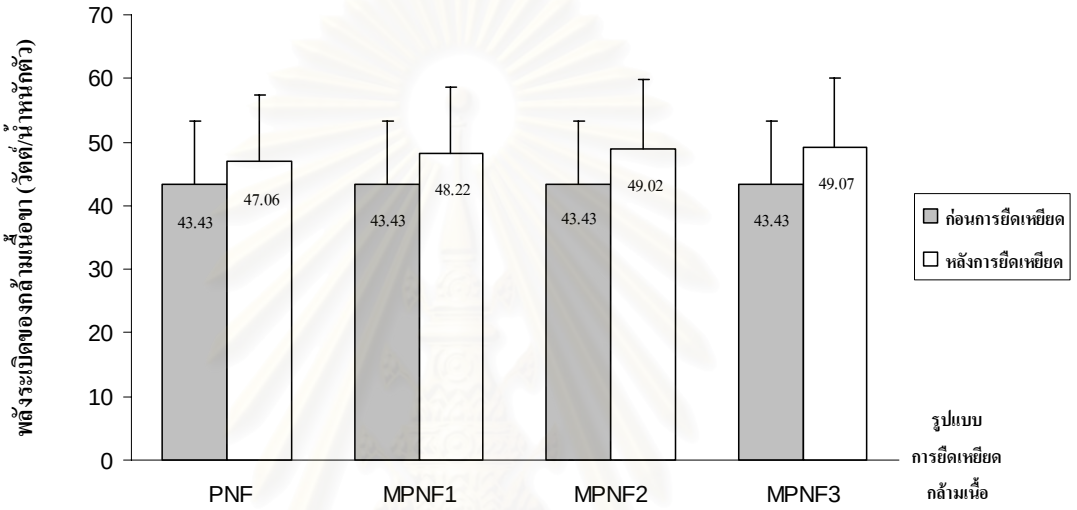
แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	11.867	3.956	.156
ภายในบุคคล	56	1415.733	25.281	
ทั้งหมด	59	1427.600		

* $p < .05$ ($F_{3, 56} = 2.78$)

จากตารางที่ 37 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ .156 น้อยกว่าค่าเอฟจากตารางซึ่งเท่ากับ 2.78 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 4 รูปแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความอ่อนตัวหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ

แผนภูมิที่ 1 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

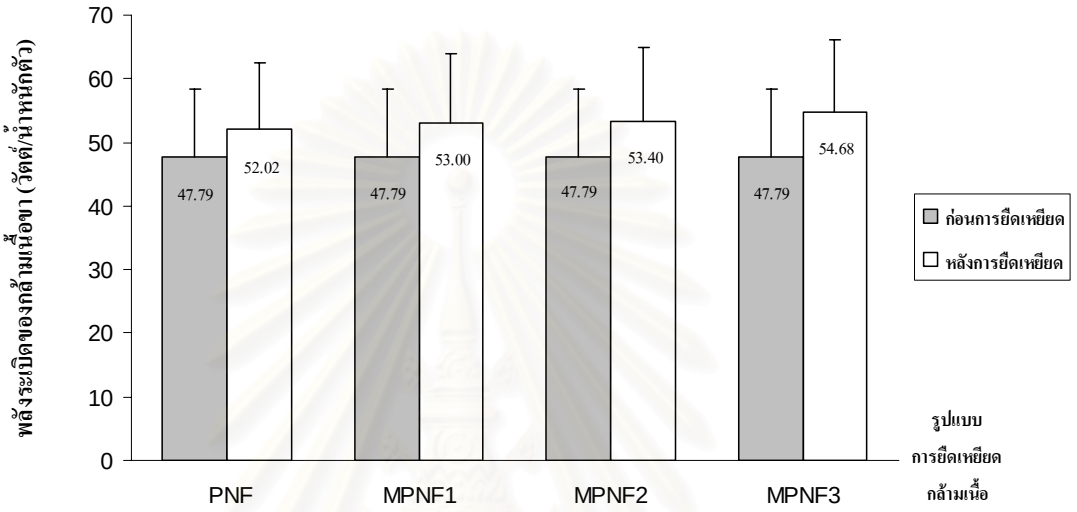
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 2 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

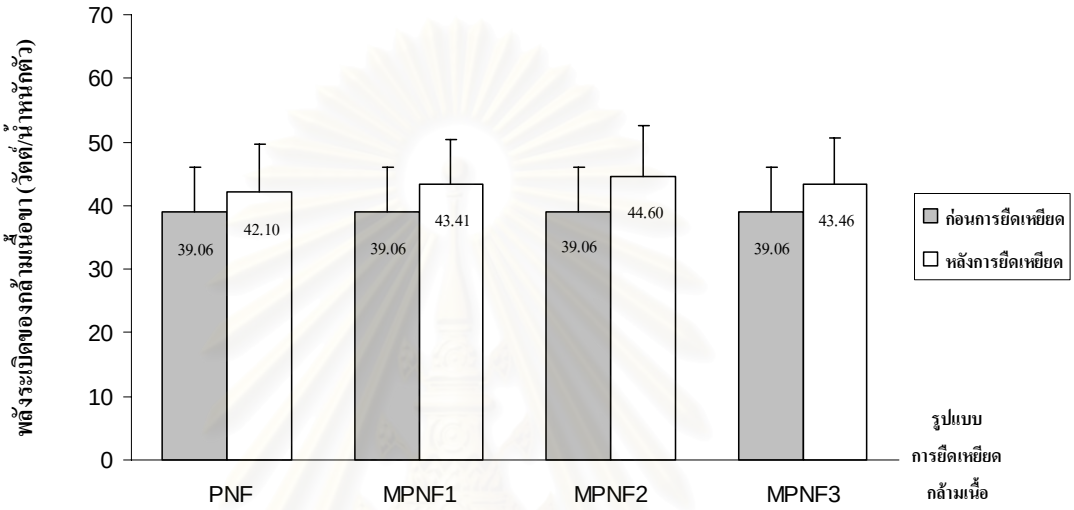
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 3 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

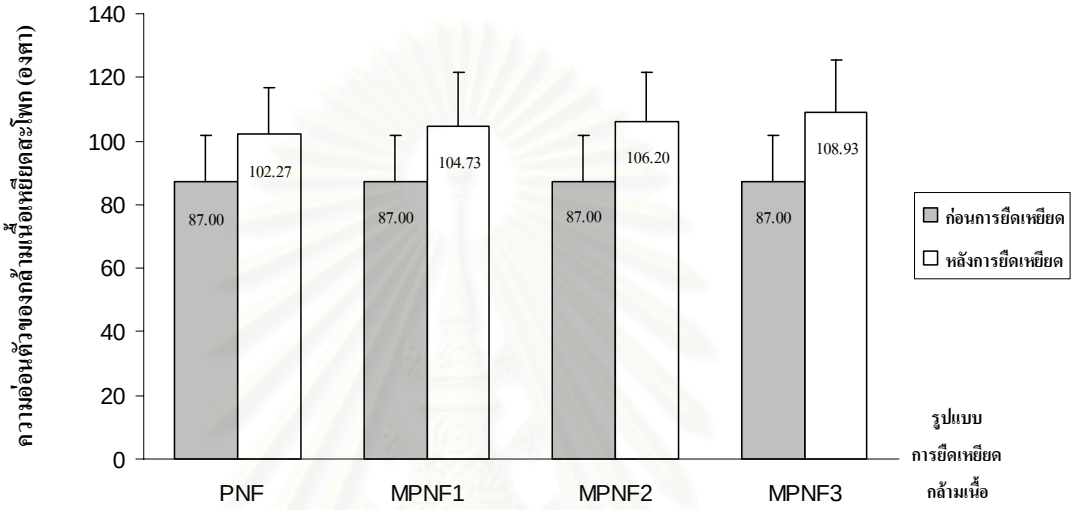
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

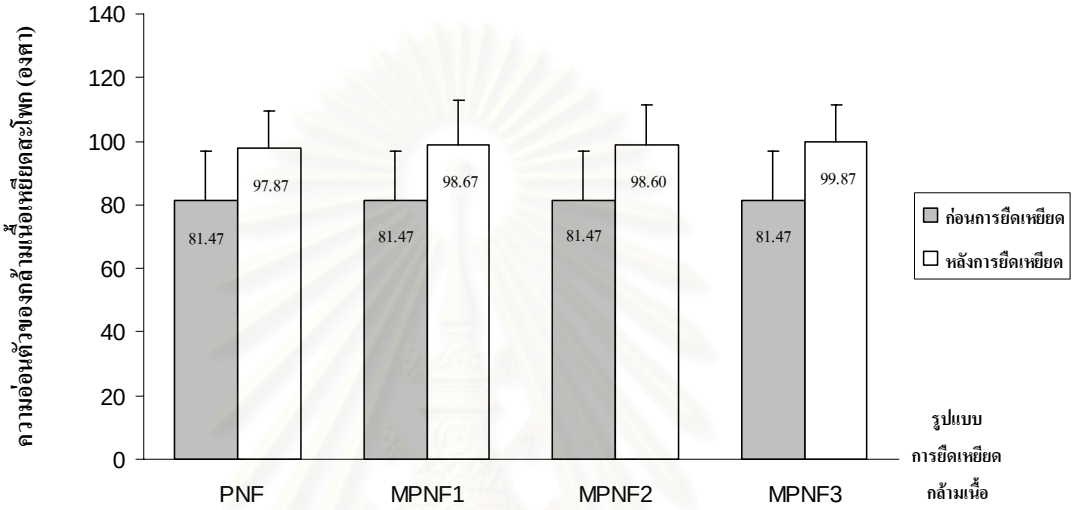
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 5 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

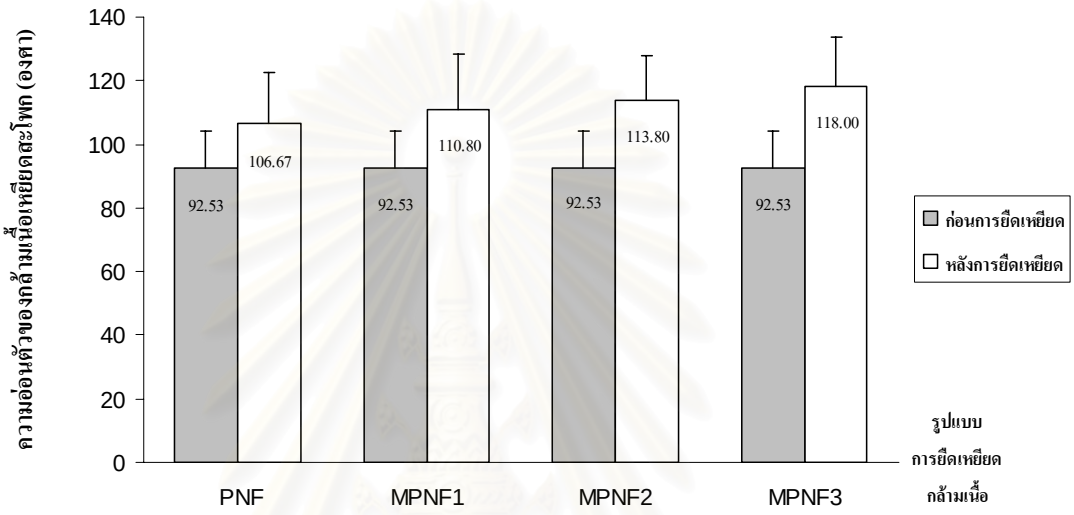
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 6 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

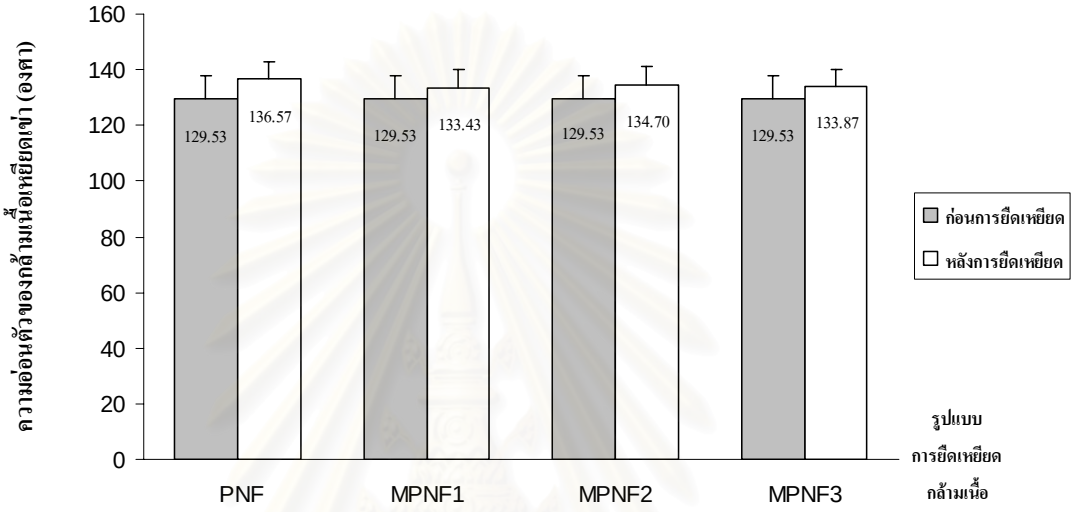
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 7 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

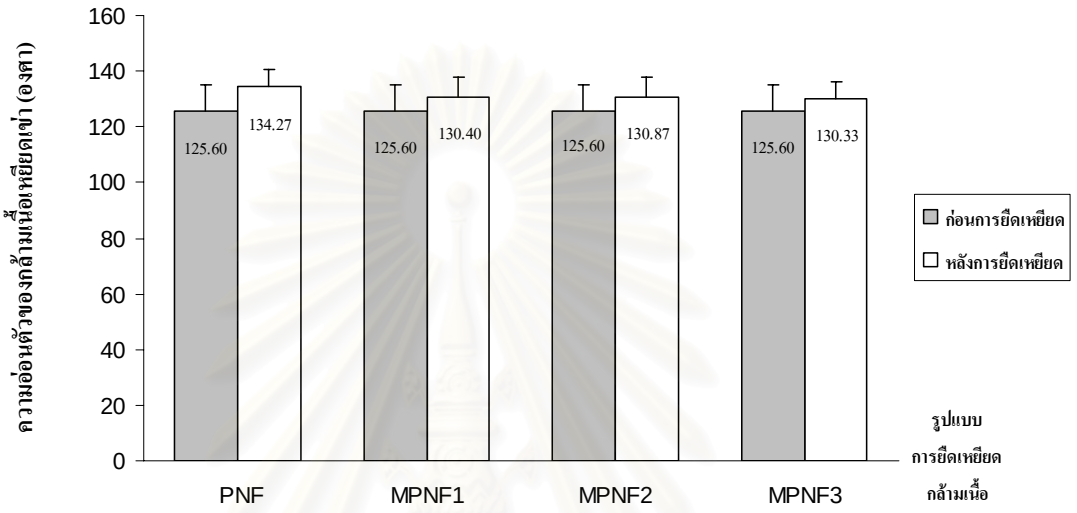
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 8 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

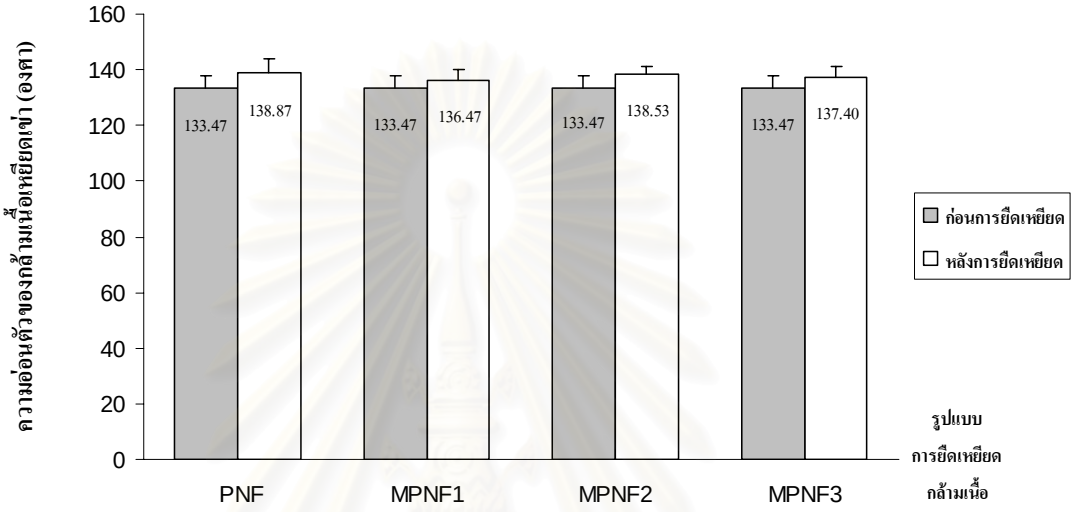
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 9 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

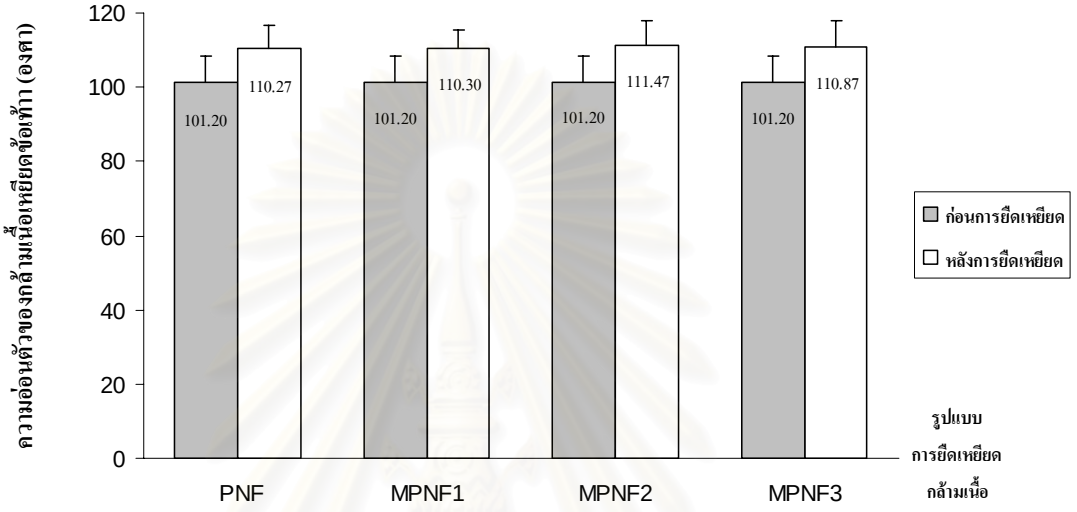
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 10 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ (N=30)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

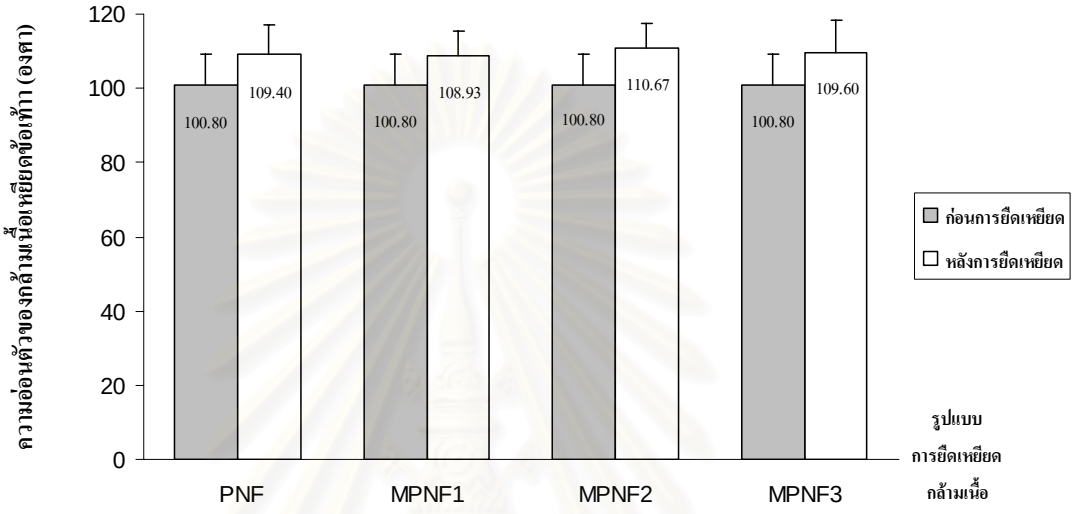
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 11 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศชาย (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

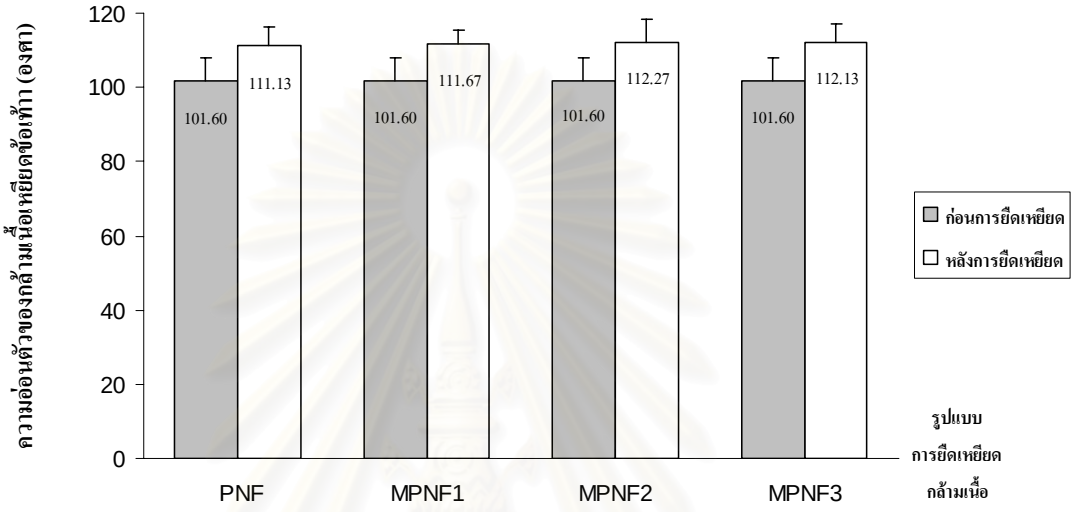
MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 12 กราฟค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างก่อนและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อของความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ เพศหญิง (N=15)



PNF การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

MPNF1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

MPNF2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

MPNF3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นนิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 อายุ 18 - 22 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ ก่อนการทดลองทำการทดสอบความอ่อนตัว และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังจากนั้นทำการสุ่มแบบครอสโอเวอร์ (Crossover) เพื่อทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบโดยใช้เทคนิคเกร็งกล้ามเนื้อ - ผ่อนคลาย (Hold - Relax) ได้แก่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ ซึ่งจะกระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 3 ส่วน คือ กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อใช้ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทุกครั้งทำการทดสอบความอ่อนตัว โดยวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of motion) และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา โดยทดสอบการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump) การทดสอบทุกครั้งใช้สถานที่เดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกัน

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดสอบค่าที(t-test) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีทดสอบตูกี เอ (Tukey a) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลฉับพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบที่มีต่อความอ่อนตัว

1.1 ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

ผู้เข้าร่วมการวิจัย 30 คน (ชาย 15 คน, หญิง 15 คน)

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

ผู้เข้าร่วมการวิจัย 30 คน (ชาย 15 คน, หญิง 15 คน)

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 **ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า**

ผู้เข้าร่วมการวิจัย 30 คน (ชาย 15 คน, หญิง 15 คน)

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองทั้งในเพศชายและหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในเพศชายและหญิง

2. **ผลฉับพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ**

ผู้เข้าร่วมการวิจัย 30 คน (ชาย 15 คน, หญิง 15 คน)

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศชาย 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพศหญิง 15 คน

-หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

-ผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ผลฉับพลันต่อพลัง-กล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองทั้งในเพศชายและหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในเพศชายและหญิง

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานของการวิจัย การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟและการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟและการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวและพลังของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในเพศชายและหญิง จึงเป็นไปตามสมมติฐาน และยังพบว่า ผลฉับพลันต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ หลังการยืด-

เหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์มีค่ามากกว่าก่อนการทดลองทั้งในเพศชายและหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลฉับพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบที่มีต่อความอ่อนตัว

จากผลการวิจัยนี้ซึ่งใช้เทคนิคเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรง - ผ่อนคลาย (Hold-Relax) แสดงให้เห็นว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบ สามารถเพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียด-สะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟอาศัยรีเฟล็กซ์ที่เกิดขึ้นในขณะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อมาใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นการทำงานของตัวรับความรู้สึก (Receptor) 2 ตัว คือ มัสเซิล สปินเดิล (Muscle spindle) ในกล้ามเนื้อ และกอลจิ เทนดอน ออร์แกน (Golgi tendon organs) ในเอ็นกล้ามเนื้อ หากมีการเปลี่ยนแปลงความยาวกล้ามเนื้อหรือความตึงของกล้ามเนื้อ จะเป็นการกระตุ้นการทำงานของตัวรับความรู้สึก และมีผลให้ยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อมัดที่มีการหดตัวอยู่ (ราตรี สุดทรวง ,2539) จึงเป็นผลให้มุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อเพิ่มขึ้นได้ ส่วนงานวิจัยของ ชูแบค ฮูเปอร์ และ ซาลิดบิวรี่ (Schuback, Hooper and Salidbury, 2004) รายงานว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพี-เอ็นเอฟที่กระทำด้วยตนเองกับการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟโดยนักกายภาพซึ่งใช้เทคนิคเกร็งกล้ามเนื้อ - ผ่อนคลายพร้อมกับกล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัว (Hold – relax with agonist contraction method) ส่งผลให้ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring flexibility) เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ฮับเล่ย์ และโคเซ่ย์ (Hubley and Kozey, 1991) ซึ่งกล่าวว่า การยืดเหยียดแบบพีเอ็น-เอฟสามารถเพิ่มมุมของการเคลื่อนไหวได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ ฮอลคอมบ์ (Holcomb, 2000) รายงานว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟเป็นวิธีการยืดที่มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูงวิธีหนึ่งในการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ เช่นเดียวกับ และอนันต์ อัตชู (2538) กล่าวถึงประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อว่าช่วยเพิ่มการกระตุ้นปลายประสาทบริเวณข้อต่อที่เป็นตัวกำหนดช่วงและทิศทางในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ โดยเฉพาะปลายประสาทที่พันอยู่รอบ ๆ ใยกล้ามเนื้อ (Spindle) และปลายประสาทที่อยู่บริเวณเอ็นที่ยึดระหว่างกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งจะมีผลในการเปลี่ยนแปลงความยาวและความตึงตัวของกล้ามเนื้อ พร้อมทั้งป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมากเกินไป

2. ผลฉับพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 รูปแบบที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

จากผลการวิจัยนี้ซึ่งใช้เทคนิคเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรง - ผ่อนคลาย(Hold – Relax) แสดงให้เห็นว่า การยืดเหยียดแบบพีเอนเอ็ฟประยุกต์สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้ และมีความสัมพันธ์กับผล

จากการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ จากผลการวิจัยเป็นไปได้ว่า การยืดเหยียดแบบพีเอนเอ็ฟทั้ง 4 รูปแบบที่ทำให้พลังกล้ามเนื้อ หรือพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นได้นั้น เป็นผลจากการคลายตัวของกล้ามเนื้อ การหดเกร็งของกล้ามเนื้อจึงลดลง ทำให้มีการเคลื่อนไหวสะดวก และคล่องตัวขึ้น สอดคล้องกับไกล์เกอร์ (Geiger, 2004) ซึ่งได้อธิบายว่า การยืดเหยียดแบบพีเอนเอ็ฟช่วยเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการสะสมและปลดปล่อยพลังงานศักย์ยืดหยุ่น (Elastic energy) ของเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกับ วิลสัน (Wilson et al, 1992) พบว่า ความอ่อนตัวที่เพิ่มขึ้นจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพทางกาย (Performance) อันเนื่องมาจากความยืดหยุ่นของเอ็นกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการสะสมพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ซึ่งจะสามารถใช้เป็นประโยชน์ได้ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวงจรเหยียด-สั้น (Stretch-shorten cycle) ของกล้ามเนื้อ ฟาล์วเลอ และลีส์ (Fowler and Lees, 1998) ให้ความเห็นว่า ชนิดและความเร็วของกล้ามเนื้อในการหดตัว มุมการเคลื่อนไหว และความเร็วในการเคลื่อนที่ของข้อต่อ สามารถส่งผลต่อพลังระเบิดที่เกิดขึ้น รวมถึงหากมีการเคลื่อนไหวอย่างประสานกันดีของข้อต่อและกล้ามเนื้อ จะช่วยให้มีการถ่ายโยงพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและแสดงทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการศึกษาครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟเป็นการยืดเหยียดที่ทำให้การหดเกร็งของกล้ามเนื้อลดลง ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทำให้มีการทำงานประสานกันดีระหว่างข้อต่อและกล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหว ดังนั้น จึงเกิดการถ่ายโยงแรงจากกล้ามเนื้อและข้อต่ออย่างราบเรียบตั้งแต่กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า ตลอดจนกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า เกิดเป็นแรงปฏิกิริยา และสามารถกระทำการกระโดดในแนวดิ่งได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากการวิจัยผู้วิจัยสรุปผลการศึกษาได้ว่า ผลฉับพลันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อหลังการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ไม่แตกต่างกันทั้งในเพศชายและหญิง นั่นแสดงให้เห็นว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอ็ฟประยุกต์เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอ็ฟ ยัง และเอลเลียต (Young and Elliott, 2001) แนะนำว่า นักกีฬาที่ต้องใช้พลังระเบิดจากกล้ามเนื้อช่วงล่างของร่างกาย ควรกระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท หรือพีเอ็นเอฟ เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยวิธีนี้จะไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการแสดงทักษะของนักกีฬา รวมถึงช่วยลดการเกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อในนักกีฬาได้ ดังนั้น การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์สามารถใช้แทนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟได้ โดยมีรูปแบบของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ อันได้แก่ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ

พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบนี้เป็นการยืดเหยียดที่ทำได้ง่ายด้วยตนเอง ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้ช่วย และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของนักกีฬา หรือผู้ที่ออกกำลังกายที่จะนำมาใช้ หรือฝึกด้วยตนเองอย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มความอ่อนตัว และพลังของกล้ามเนื้อก่อนการออกกำลังกาย หรือก่อนการแข่งขันต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1.การนำแบบฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อไปใช้นั้นผู้ฝึกควรมีความรู้ความเข้าใจในการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟเป็นอย่างดี

2.การยืดเหยียดกล้ามเนื้อผู้ฝึกควรจัดตำแหน่งร่างกายของผู้เข้ารับการฝึกให้เหมาะสม เสียก่อนไม่เช่นนั้นจะไม่เกิดผล

3.การยืดเหยียดกล้ามเนื้อผู้ฝึกควรสื่อสารกับผู้เข้ารับการฝึกถึงความรู้สึกตึงของกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดผลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรนำการทดสอบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบประยุกต์ทั้ง 3 รูปแบบ ไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในระดับอื่น ๆ เช่น นักกีฬาในระดับสูงต่อไป

2.ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการทดสอบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบประยุกต์เพื่อให้ได้แบบฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนักกีฬาประเภทต่าง ๆ

3.ควรมีการศึกษาผลของการทดสอบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบประยุกต์ทั้ง 3 รูปแบบในส่วนอื่นของร่างกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เจริญ กระบวนรัตน์. **เทคนิคการฝึกความเร็ว**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. **การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ชูศักดิ์ เวชแพทย์และกันยา ปาละวิวัธน์. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. ธรรกมลการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร, 2536.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และ ดรุณวรรณ จักรพันธุ์. เวชศาสตร์การกีฬา1 (Sports Medicine I). ใน **เอกสารประกอบการสอน**, หน้า 27-32. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ประวิตร เจนวรรธนะกุล. **กายภาพบำบัดทางการกีฬา**. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ปณิธาน หงษ์ทอง. **การเปรียบเทียบผลของการฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้กับแบบพีเอ็นเอฟที่มีต่อการพัฒนาความอ่อนตัวของนักกีฬายิมนาสติก**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการกีฬา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

พัฒนา นันทขว้าง. **ผลของการเตรียมร่างกายแบบอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไปและตามด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อกับการเตรียมร่างกายแบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและตามด้วยการอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไปที่มีต่อความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนสูงสุด**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

พรพล พิมพาพร. **ผลของการพักการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการเดินบนลู่กลระหว่างเซตที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือดระหว่างการฝึกด้วยแรงต้าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล, 2547.

พรรัชนี วีระพงศ์. **การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ในช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงแบบคงที่**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะกายภาพบำบัด. มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 2549.

ราตรี สุดทรวง. **ประสาทวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สถานที่สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2539.

วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม และคณะ. **กีฬาเวชศาสตร์ (Sports Medicine)**. กรุงเทพมหานคร: พี.บีฟอเรนบุคส์ เซ็นเตอร์, 2537.

สุนันท์ นวลจันทร์. **ผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และแบบกระตุ้นระบบประสาทที่มีต่อความอ่อนตัวความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการว่าน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

อนันต์ อัตชู. **หลักการฝึกกีฬา**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2538.

ภาษาอังกฤษ

Asmussen, E., and Mazin, B. A central nervous component in local muscular fatigue. **Europ J appi Physiology**. 38(1978): 9-15.

Baechle TR. Essentials of strength training and conditioning. **Champaign, IL: Human** Kinetics, 1994.

Bandy, W.D., and Irion, J.M. The effect of time of static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. **Physical Therapy in Sport**. 74(1994): 845-52.

Bandy, W.D.. Stretching activities for increasing muscle flexibility. **Therapeutic exercise**. 2001: 37-62.

Bloomfield, J., Ackland, T.R., and Elliott, B.C. **Applied anatomy and biomechanics in sport**. Melbourne ; Blackwell Scientific Publications, 1994.

Burke, D.G., et al. Effects of Hot or Cold Water Immersion and Modified Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Flexibility Exercise on Hamstring Length. **Journal of Athletic Training**. 36(2001): 16–19.

Cornelius, W.L., and Hands, M.R. The Effect of a Warm-up Acute Hip Joint Flexibility Using a Modified PNF Stretching Technique. **Journal of Athletic Training**, 1992.

Dintiman, G., Ward, B., and Tellez, T. **Sports speed. 2nd ed**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

Ferber, R., Osternig, L.R., and Gravelle, D.C. 2002. Effects of PNF stretch techniques on knee fiexor muscle EMG activity in older adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 12(2002): 391-397.

Fowler, N., Lees, A. A Comparison of the Kinetic and Kinematic Characteristics of Plyometric Drop-Jump and Pendulum Exercises. **Journal of Applied Biomechanics**. 14(1998): 260-275.

Fox., Edward, L., Timothy, E. Kirby, and Roberts Fox. **Bases of Fitness**. New York : Macmillan Publishing, 1987.

Frederick, A., and Frederick, C. **Stretch to win**. United Graphics, 2006.

Garrett, W.E. Jr. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. **Med Sci Sports Exerc**. 22(1990): 436–443.

Geiger, D. Leaps & bounds: jump higher, get stronger and increase your explosive energy with plyometrics. **Muscle and Fitness** (April 2004): 74-80.

Hedrick, A., and Anderson, J.C. The vertical jump: A review of the literature and a term case study. **National strength and conditioning Association Journal** (February1996): 7-12.

Holcomb, W.R. Stretching and warm-up. In: T. Baechle & R. Earle (Eds.) **Essentials of Strength Training and Conditioning 2nd ed**. Human Kinetics. 2000: 321-342.

Kurz, Thomas. Stretch Yourself. **Taekwondo Times**, 2000.

Kofotolis, N.D. and Kellis, E.. Cross-training effect of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programme on knee musculature. **Physical Therapy in Sport**. 8(2007): 109-116.

Marek, S. M., et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. **Journal of Athletic Training**. 2005 : 94-103.

Nelson, A.G., Allen, J.D., Cornwell, A., and Kokkonen, J. Inhibition of Maximal Voluntary Isometric Torque Production by Acute Stretching Is Joint-Angle Specific. **Research**

Quarterly for Exercise and Sport 2001 by the American Alliance for Health. 72(2001): 68-70.

Newton, R.U., and Kraemer, W.J. Developing explosive muscular power : Implications for a mixed methods training strategy, **National Strength and Conditioning Association Journal** (October 1994): 20-31.

O'Shea, P. **Quantum strength fitness II**. Oregon: Patrick'books, 2000.

Prentice, W.E. **Rehabilitation techniques in sports medicine**. St Louis : Times Mirror/Mosby, 1983

Prentice, W.E. **Rehabilitation techniques**. 3rd ed. Boston: McGraw-Hill, 1999.

Robergs, R.A., and S.O.Roberts. **Exercise Physiology**. 840 p. Mosby St. Louis, 1997.

Rowlands, A.V., Marginson, V., and Lee, J. Chronic Flexibility Gains: Effect of Isometric Contraction Duration During Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Techniques. **Research Quarterly for Exercise and Sport 2003 by the American Alliance for Health**. 74(2003): 47-51.

Safran, M.R., Seaber, A.V., and Garrett, W.E. Jr. Warm-up and muscular injury prevention: an update. **Sports Med**. 8(1989): 239–249.

Schmidtbleicher, D. Training for power events. In P.V.Komi(ed), **Strength and power in sport**. London : Blackwell Scientific. 2000: 381-395.

Schuback, B., Hooper, J., and Salisbury, L. A comparison of a self-stretch incorporation proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF-technique on hamstring flexibility. **Physiotherapy**. 90(2004): 151-157.

Scott, G., Spernoga. Timothy L. Uhl, Brent L. Arnold and Bruce M. Gansneder. Duration of Maintained Hamstring Flexibility After a One-Time, Modified Hold-Relax Stretching Protocol. **J Athl Train**. 36(2001): 44-48.

Shrier, I. Does Stretching Improve Performance? A Systematic and Critical Review of the Literature. **Clin J Sport Med**, 2004

Sharman, M.J., Cresswell, A.G., and Riek, S. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Mechanisms and Clinical Implications. **Sports Med**. 36(2006): 929-939.

Singh, Hardayal. **Sport Training, General Theory & Methods**. Patiala: Phulkian Press, 1984.

Umberger, R. **Mechanics of the vertical jump and two-joint muscle : Implications for training. National Strength and Conditioning Association Journal** (October 1998): 70-74.

Weineck, J. **Functional anatomy in sport. 2nd ed.** St. Louis : Mosby-Year Book, 1990.

Wilk, K.E., Voight, M.L., et al. Strecth-shortening drills for the upper extremities: theory and Clinical application. **Journal of orthopedic & sports physical therapy** (May 1993): 25-39.

Wilson, G.J., Elliott, B.C., and Wood, G.A. Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 24(1992): 116-123.

Yuktasir, B., and Kaya, F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercise on range of motion and jump performance. **Journal of Bodtwork and Movement Therapy**, 2007.

Young, W., and Elliott, S. Acute Effects of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, and Maximal Voluntary Contraction on Explosive Force Production and Jumping Performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport 2001 by the American Alliance for Health, Physical Education**. 72(2001): 273-279.

Zakas, A., Balaska, P., Grammatikopoulou, M.G., Zakas, N., and Vergou, A. Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. 9(2005): 270–276.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ ใช้เทคนิค Hold – Relax ; **ฮอลคอมบ์** (Holcomb, 2000)

ขั้นตอน: ขั้นที่ 1 ให้ผู้ช่วยออกแรงยืดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของผู้ช่วยโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่ผู้ช่วยออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

ปฏิบัติซ้ำ 3 ชุด ลำดับในการยืดเหยียด คือ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก, ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด ใช้เทคนิค Hold – Relax; **ฮอลคอมบ์** (Holcomb, 2000)

ขั้นตอน: ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดกล้ามเนื้อด้วยตนเองกับเครื่องยืดเหยียดจนถึงจุดที่รู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้ฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของตนเองกับเครื่องยืดเหยียดโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้ฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะเดียวกันให้ออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

ปฏิบัติซ้ำ 3 ชุด ลำดับในการยืดเหยียด คือ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก, ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

อุปกรณ์: เครื่องยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (ST 500 ยี่ห้อ Marathon)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ ใช้เทคนิค Hold – Relax ; **ฮอลคอมบ์** (Holcomb, 2000)

ขั้นตอน: ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดกล้ามเนื้อด้วยตนเองโดยใช้ผ้าขนหนูจนถึงจุดที่รู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้ฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของตนเองโดยใช้ผ้าขนหนูไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้ฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะเดียวกันให้ออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

ปฏิบัติซ้ำ 3 ชุด ลำดับในการยืดเหยียด คือ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก, ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

อุปกรณ์: ผ้าขนหนูขนาด 24 x 45 นิ้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ ใช้เทคนิค Hold – Relax ; **ฮอลคอมบ์** (Holcomb, 2000)

ขั้นตอน: ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดกล้ามเนื้อด้วยตนเองจนถึงจุดที่รู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้ฝึกเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงของตนเอง โดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้ฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะเดียวกันให้ออกแรงเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

ปฏิบัติซ้ำ 3 ชุด ลำดับในการยืดเหยียด คือ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก, ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

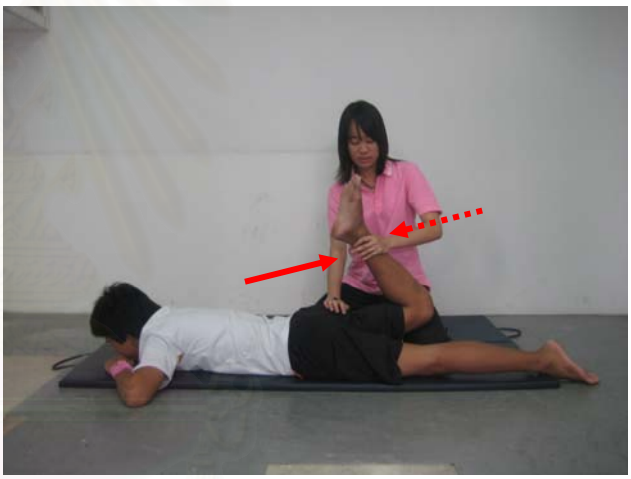
ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า



ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

ภาพการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

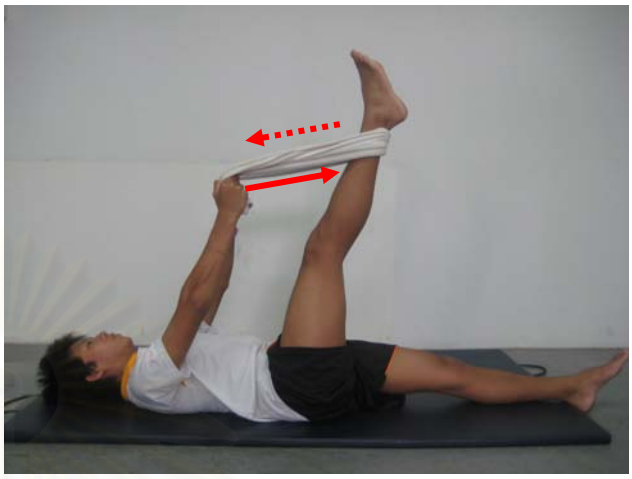
ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

สถาบันวิทย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก



ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

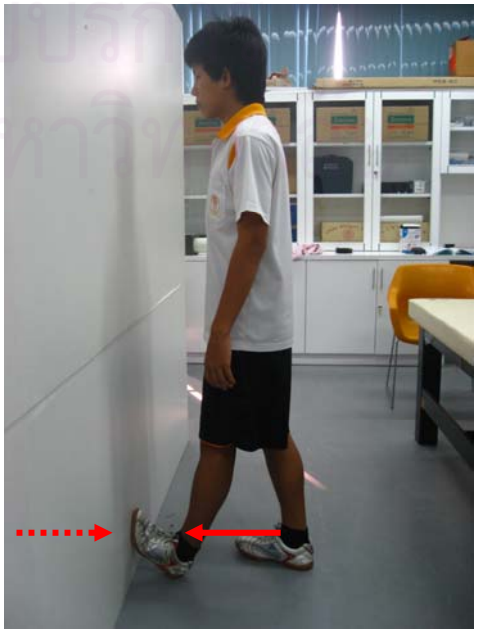
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบ

แบบทดสอบ มี 2 วิธีได้แก่

1. การวัดความอ่อนตัวหรือช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of motion)
2. การทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา โดยการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump)

เครื่องวัดมุมข้อต่อ (Goniometer)

เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW – 300 (Newtest powertimer sw - 300)

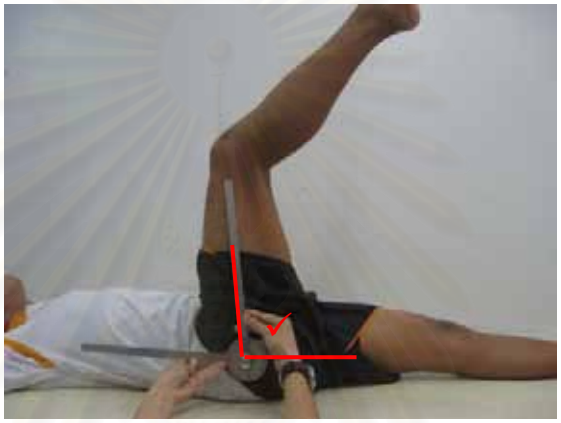
1.การวัดความอ่อนตัวหรือช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of motion)

วัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

1. ตั้งเครื่องวัดมุมข้อต่อ (Goniometer) โดยให้แกนด้านหนึ่งขนานกับแนวระดับ และจุดหมุนของเครื่องตรงกับข้อต่อหรือจุดหมุนของร่างกาย

2. ผู้รับการทดสอบนอนหงายยกขาให้มีความกว้างของมุมระหว่างขาทั้งสองข้างมากที่สุด (ระวังไม่ให้มีการบิดสะโพกช่วย)

3. อ่านความกว้างของมุมจากขาที่ยกขึ้นเทียบกับขาข้างที่วางราบ



วัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก

วัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

1. ตั้งเครื่องวัดมุมข้อต่อ (Goniometer) โดยให้แกนด้านหนึ่งขนานกับแนวระดับ และจุดหมุนของเครื่องตรงกับข้อต่อหรือจุดหมุนของร่างกาย

2. ผู้รับการทดสอบนอนคว่ำงอเข่าให้มีความกว้างของมุมระหว่างขาทั้งสองข้างมากที่สุด

3. อ่านความกว้างของมุมจากขาข้างที่งอเข่าเทียบกับขาข้างที่วางราบ

วัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

วัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

1. ตั้งเครื่องวัดมุมข้อต่อ (Goniometer) โดยให้แกนด้านหนึ่งขนานกับแนวระดับ และจุดหมุนของเครื่องตรงกับข้อต่อหรือจุดหมุนของร่างกาย
2. ผู้รับการทดสอบนั่งเหยียดขาตรงกระดกปลายเท้าให้ได้มากที่สุด
3. อ่านความกว้างของมุมจากการกระดกข้อเท้าเทียบกับแนวราบ

วัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การทดสอบพลังของกล้ามเนื้อขา

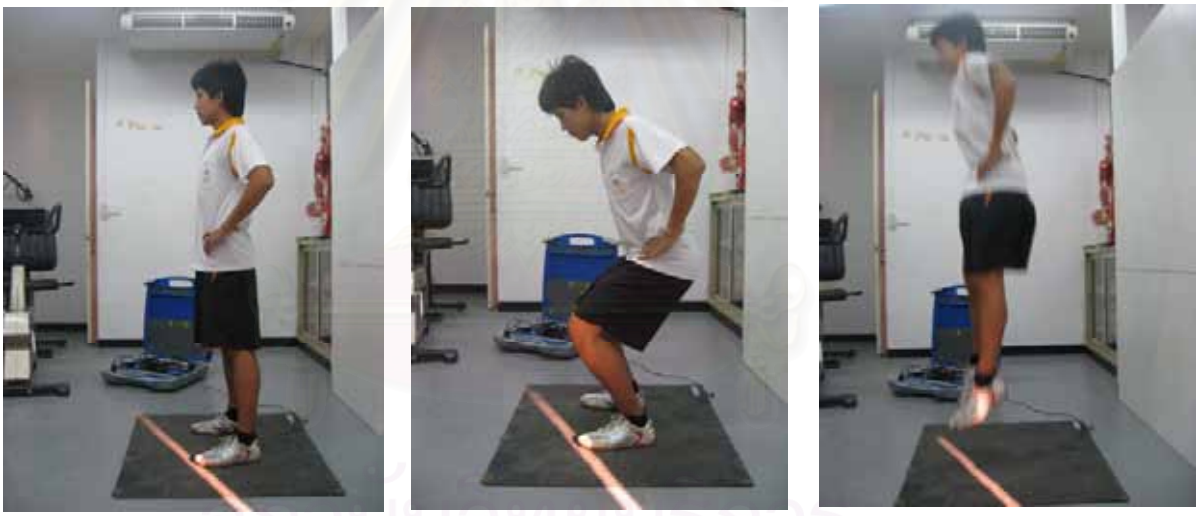
2.1 ให้ผู้รับการทดสอบเข้ามายืนบนแผ่นยาง ยืนตรงโดยแยกเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่ มือเท้าเอวไว้ ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติ

2.2 เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณจากตัวเครื่อง ย่อตัวลงให้เข่าเป็นมุมประมาณ 90 องศา มือเท้าเอวไว้หลังตรง เท้าทั้งสองข้างแนบกับพื้น รักษาสมดุลของร่างกายไว้ไม่ให้เสียการทรงตัว

2.3 จากนั้นออกแรงกระโดดให้สูงสุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ใช้มือช่วยให้เท้าเอวไว้ตลอดช่วงการทดสอบ

2.4 ขณะที่ผู้รับการทดสอบลงสู่พื้นนั้นให้เท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับแผ่นทดสอบพร้อมกัน ไม่ควรใช้เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสกับแผ่นยางเพียงอย่างเดียว

2.5 รักษาสมดุลของร่างกายไม่ให้เสียการทรงตัว เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณอีกครั้งให้ผู้รับการทดสอบเดินออกจากแผ่นยางเป็นอันเสร็จสิ้นการทดสอบ



ภาพการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อขา

ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (PAR-Q)

ชื่อ..... นามสกุล..... อายุ.....ปี เดือน.....

แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับบุคคลที่มีอายุระหว่าง 15 – 69 ปี มีคำถามจำนวนทั้งสิ้น 7 ข้อ

ใช่	ไม่	กรุณาทำเครื่องหมายถูกหน้าข้อที่เกิดขึ้น
❍	❍	1. แพทย์เคยพูดถึงปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวกับหัวใจ หรือเคยได้รับคำแนะนำจากแพทย์ในเรื่องดังกล่าวหรือไม่?
❍	❍	2. คุณเคยเจ็บหน้าอกขณะออกกำลังกายหรือไม่?
❍	❍	3. ใน 1 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยเจ็บหน้าอก แม้ไม่ได้ออกกำลังกายหรือไม่?
❍	❍	4. คุณเคยเสียการทรงตัว เพราะสาเหตุมาจากการเวียนศีรษะ หรือเคยหมดสติหรือไม่?
❍	❍	5. คุณเคยมีปัญหาเรื่องข้อกระดูก (เช่น ปวดหลัง, ปวดเข่า, ปวดสะโพก) หรือไม่? ถ้าเคยมีปัญหาดังกล่าว สาเหตุมาจากการออกกำลังกายหรือไม่?
❍	❍	6. แพทย์เคยให้ยาที่ใช้สำหรับลดความดัน หรือ ยาที่เกี่ยวข้องกับการรักษาอาการโรคหัวใจหรือไม่?
❍	❍	7. คุณทราบเหตุผลอื่น ๆ ที่จะทำให้คุณไม่ควรออกกำลังกายหรือไม่?

หมายเหตุ : PAR-Q หรือ Physical Activity Readiness Questionnaire (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ปี ค.ศ. 2002) โดยสถาบันสรีรวิทยาการออกกำลังกายประเทศแคนาดา (Canadian Society for Exercise Physiology)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูล

ชื่อ ..... เลขที่.....

PRE-TEST วันที่.....

POWER	FLEXIBILITY		
Static Jump	Hip	Knee	Ankle

PNF Stretching (ยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ) วันที่.....

POWER	FLEXIBILITY		
Static Jump	Hip	Knee	Ankle

MPNF1 Stretching (พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด) วันที่.....

POWER	FLEXIBILITY		
Static Jump	Hip	Knee	Ankle

MPNF2 Stretching (พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ) วันที่.....

POWER	FLEXIBILITY		
Static Jump	Hip	Knee	Ankle

MPNF3 Stretching (พีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ) วันที่.....

POWER	FLEXIBILITY		
Static Jump	Hip	Knee	Ankle

ภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่หนังสือรับ 02565
วันที่ - 9 ต.ค. 2551 เวลา 15.39 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-8147

ที่ จว ๖๙๘/51 **วันที่** ๘ ตุลาคม 2551

เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ใบรับรองผลการพิจารณา
2. ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3. ใบยินยอมของประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ตามที่ นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ นิสิตระดับมหาบัณฑิต สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เสนอแก้ไขโครงการวิจัยที่ 085.1/51 เรื่อง ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ (THE ACUTE EFFECTS OF MODIFIED PNF STRETCHING ON FLEXIBILITY AND MUSCULAR POWER) เพื่อให้กรรมการผู้ทบทวนหลัก พิจารณาจริยธรรมการวิจัยความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

การนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลัก ได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้รับรองวันที่ 3 ตุลาคม 2551

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศ์โรจน์)
กรรมการและเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรียน กรณีเข้าเสนอรองปรึงชี้แจงแก้ไขโครงการ

เพื่อโปรด
☒ ทราบและดำเนินการต่อไป
○ พิจารณา
○ ตามเห็น
○ อนุมัติ

ลงชื่อ _____
- 9 ต.ค. 2551

เรียนคณบดี
เพื่อโปรดทราบ
เห็นควรให้ดำเนินการต่อไป

AF 01-11

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ชั้น 4 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-8147 โทรสาร: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 095/2551

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 085.1/51 : ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ นิสิตระดับมหาบัณฑิต

หน่วยงาน : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทวี ชัยชนะวงศ์โรจน์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 3 ตุลาคม 2551 **วันหมดอายุ** : 2 ตุลาคม 2552

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
5) เอกสารประชาสัมพันธ์

เลขที่โครงการวิจัย 085.1/51
วันที่รับรอง - 3 ต.ค. 2551
วันหมดอายุ - 2 ต.ค. 2552

เงื่อนไข

1. หากใบรับรองหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1 เดือน
2. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
3. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย, ใบยินยอม, และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราของคณะกรรมการฯ เท่านั้น แล้วส่งสำเนาใบแรกที่ใช้ เอกสารดังกล่าวมาที่คณะกรรมการฯ
4. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรง (SAE) ต้องรายงานคณะกรรมการฯ ภายใน 5 วันทำการ
5. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการฯ พิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
6. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-11) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น
7. โครงการวิจัยเกิน 1 ปี ส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัยทุกปีก่อนใบรับรองหมดอายุ เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว ให้ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 6

ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการวิจัย **ผลกับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ**

เลขที่ ประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้าซึ่งได้ลงนามที่ด้านล่างของหนังสือเล่มนี้ **ได้รับคำอธิบายอย่างชัดเจนจนเป็นที่พอใจจากผู้วิจัย** ชื่อ นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญที่ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลขโทรศัพท์สำหรับติดต่อ 081-972-2245 ถึงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัย ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้แล้ว

ข้าพเจ้าเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ด้วย**ความสมัครใจ** และ**ข้าพเจ้ามีสิทธิ** จะถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อไรก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ แก่ข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ได้ระบุไว้ และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้าจะเก็บรักษาเป็นความลับ

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแล้ว

.....	.....
สถานที่ / วันที่	( )
	ลงนามผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
.....	.....
สถานที่ / วันที่	(นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ)
	ลงนามผู้วิจัยหลัก
.....	.....
สถานที่ / วันที่	( )
	พยาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขที่โครงการวิจัย 095.1/51
วันที่รับรอง - 3 ต.ค. 2551
วันหมดอายุ - 2 ต.ค. 2552

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient/ Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย 70 รีเจ้นท์คอร์ท ถนนเพชรบุรี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-9722245 **อีเมลล์** nuna102@hotmail.com

(1) เรียน ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน

ท่านเป็นหนึ่งในผู้รักการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน ที่ได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

(2) โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาถึง ผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ

(3) วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันระหว่างการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์และการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

(4) รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. ลักษณะของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย คือ นิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18 – 22 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน

2. วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ทำโดยการรับสมัครอาสาสมัครโดยการติดประกาศเชิญชวนเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างงานวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. นิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18 – 22 ปี

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องไม่ใช่นักกีฬา

เลขที่โครงการวิจัย 065.1/51

วันที่รับรอง - 3 ต.ค. 2551

วันหมดอายุ - 2 ต.ค. 2552

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องไม่ได้เข้าร่วมโครงการวิจัยอื่น ในระหว่างเข้าร่วมการทดลอง

4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคหรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมที่จะออกกำลังกาย โดยประเมินจากแบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q) ต้องตอบว่า "ไม่เคย" ทุกข้อ จึงจะสามารถผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการทดลองต่อ

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนจะได้รับการกระตุ้นและจูงใจให้มีการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพตามวิธีดำเนินการวิจัยอย่างสม่ำเสมอ
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิบัติตามวิธีดำเนินงานวิจัย ตลอดระยะเวลาการฝึก 4 สัปดาห์
3. ในการออกกำลังกายทุกครั้ง ผู้เข้าร่วมวิจัยแต่งกายด้วยชุดที่สะดวกในการออกกำลังกาย และอยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน เช่น สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ
4. อาสาสมัครมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ทั้งก่อนและหลังจากการทดลอง เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น

(5) กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มีอายุ 18 – 22 ปี เป็นอาสาสมัคร (Voluntary sample) จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1.1) เครื่องวัดองศาของข้อต่อ(Goniometer) ใช้วัดพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

1.2) เครื่อง นิว เทสต์ (New Test) ใช้ทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ

1.3) นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล

1.4) แบบบันทึกข้อมูล

เลขที่โครงการวิจัย 095.1/51
วันที่รับรอง - 3 ต.ค. 2551
วันหมดอายุ - 2 ต.ค. 2552

2. รูปแบบของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

2.1) ยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ (PNF)

2.2) ยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด (MPNF1 Stretching)

2.3) ยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ (MPNF2 Stretching)

2.4) ยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ (MPNF3 Stretching)

ท่าที่ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 3 ท่า คือ

1. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก
2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า
3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. อาสาสมัครทำการตอบแบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q) เป็นระยะเวลา 10 นาที เพื่อคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีสุขภาพแข็งแรง ปราศจากโรคประจำตัวที่จะส่งผลต่อการออกกำลังกาย และวัดน้ำหนักกับส่วนสูง

2. คัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน

3. อธิบายเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายวิธีการปฏิบัติและการเก็บข้อมูลให้อาสาสมัครทุกคน

4. อาสาสมัครทุกคนได้รับการสุ่มแบบครอสโอเวอร์ดีไซน์(crossover design) เพื่อทำการทดสอบยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้ง 4 แบบ โดยแต่ละรูปแบบการทดสอบระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์

5. ก่อนการยืดเหยียดอาสาสมัครทำการอบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งเหยาะ ๆ บนลู่วิ่ง 10 นาที

6. ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อข้างซ้ายของร่างกายก่อนแล้วตามด้วยข้างขวา ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 3 เซต โดยแต่ละเซตประกอบด้วย 6 ท่าของการยืดเหยียด คือ

6.1 ยืดเหยียดข้อเท้าซ้าย	6.2 ยืดเหยียดข้อเท้าขวา
6.3 ยืดเหยียดหัวเข่าซ้าย	6.4 ยืดเหยียดหัวเข่าขวา
6.5 ยืดเหยียดสะโพกซ้าย	6.6 ยืดเหยียดสะโพกขวา

7. การทดสอบถูกแบ่งออกเป็น 4 สัปดาห์ โดยอาสาสมัครแต่ละคนจะถูกสุ่มทำการทดสอบ แต่ละรูปแบบของการยืดเหยียด

8. ทำการวัดผลจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทันทีหลังจากทดสอบยืดเหยียดกล้ามเนื้อเสร็จ

9. ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับการทดสอบ ทั้งหมด 4 ครั้ง โดยการทดสอบแต่ละครั้งใช้เวลา 45 นาที (อบอุ่นร่างกาย 10 นาที, จัดกระทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 15 นาที, ทดสอบ 10 นาที และผ่อนคลายกล้ามเนื้อ 10 นาที)

เลขที่โครงการวิจัย 058.1/51
วันที่รับรอง - 3 ต.ค. 2551
วันหมดอายุ - 2 ต.ค. 2552

10. เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

(6) สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ห้องออกกำลังกายสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารจุฬาพัฒน์ 8

(7) ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลฉับพลันของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่มีต่อความอ่อนตัวและพลังกล้ามเนื้อ

2. สามารถนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และสามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังการออกกำลังกายและเล่นกีฬา

(8) ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับผู้เข้าร่วมวิจัย จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบเพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆ ที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกายให้หยุดการออกกำลังกายทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องรีบแจ้งผู้วิจัยทราบโดยเร็ว เพื่อที่ผู้วิจัยจะทำการส่งต่อ ณ สถานพยาบาล และถ้ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา

(9) การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งการขอออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอันใดต่อกลุ่มตัวอย่างและครอบครัว และเมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย "การเข้าร่วมเป็นกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นโดย**สมัครใจ** และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ"

(10) การเปิดเผยข้อมูล

" ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม "

เลขที่โครงการวิจัย 085.1/51

วันที่รับรอง - 3 ต.ค. 2551

วันหมดอายุ - 2 ต.ค. 2552

(11) ข้อมูลเพิ่มเติม

"หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว" เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่ หากผู้เข้าร่วมการวิจัยมีข้อซักถามประการใด กรุณาติดต่อผู้วิจัย โดยโทรศัพท์ติดต่อที่เบอร์ 081-9722245 อีเมลล์ nuna102@hotmail.com

(12) การจ่ายค่าพาหนะ ค่าชดเชยการเสียเวลา หรือของที่ระลึก

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยมาด้วยความสมัครใจ โดยผู้วิจัยไม่มีค่าตอบแทนให้กับกลุ่มตัวอย่าง

(13) การร้องเรียน

"หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th"

เลขที่โครงการวิจัย 085.1/51
วันที่รับรอง - 3 ต.ค. 2551
วันหมดอายุ - 2 ต.ค. 2552

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเนื้อหาของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

1. ผศ.ดร.ประวิตร เจนวรรธนะกุล	อาจารย์ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์วิทยา ปัทมะรางกูล	อาจารย์สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสมุทรสาคร
3. นางสาวชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล	หัวหน้ากลุ่มวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ
4. นายวิฑูรย์ มิ่งขวัญ	ผู้ฝึกสอนนักกีฬาเทนนิสทีมชาติไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินเนื้อหาของการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และพีเอ็นเอฟประยุกต์

เรียน .....

ขอให้ท่านผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเนื้อหาแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และพีเอ็นเอฟประยุกต์ที่ต้องการวัด ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

+ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมสำหรับการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และพีเอ็นเอฟประยุกต์

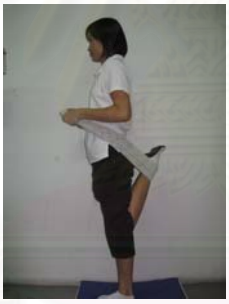
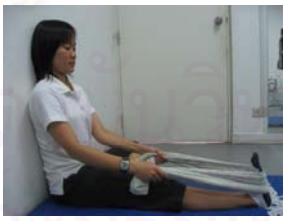
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมสำหรับการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และพีเอ็นเอฟประยุกต์

- 1 หมายถึง ไม่มีความเหมาะสมสำหรับการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ และพีเอ็นเอฟประยุกต์

เนื้อหา	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
	+ 1	0	- 1	ความคิดเห็น
1) การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ มี 3 เทคนิค คือ 1. เทคนิค Hold – Relax 2. เทคนิค Contract - Relax 3. เทคนิค Slow – Reversal – Hold – Relax ผู้วิจัยเลือกวิธีที่ 1 เทคนิค Hold – Relax ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้	.....	.....	.....	....
2) การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟใช้เทคนิค Hold – Relax 1.ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง จนถึงจุดที่เกิดความรู้สึกตึงเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที 2.ผู้เข้าร่วมการทดลองออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อที่ได้รับการยืดเหยียดนั้น ในขณะเดียวกันให้ผู้ฝึกออกแรงต้านไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว ค้างไว้ 6 วินาที 3.ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้ผู้เข้าร่วมการทดลองจนเกิดการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น แล้วกดค้างไว้ 30 วินาที	....	....	....	....
3) ท่าที่ใช้ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 3 ท่า คือ 1. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก 2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง	....	....	....	....

เนื้อหา	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
	+ 1	0	- 1	ความคิดเห็น
4)การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้เครื่องยืดเหยียด ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง	.....	.....	.....	....
5) การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบ ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า	.....	.....	.....	....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหา	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
	+ 1	0	- 1	ความคิดเห็น
ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง	.....	.....	.....	....
6) การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟประยุกต์โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก	.....	.....	.....	....
ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า 	.....	.....	.....	....
ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง 	.....	.....	.....	....
7) การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก	.....	.....	.....	....

เนื้อหา	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
	+ 1	0	- 1	ความคิดเห็น
ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า	.....	.....	.....	.....
ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง	.....	.....	.....	.....
8) ลำดับของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก 2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณน่อง	.....	.....	.....	....
9) จำนวนชุดของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ จำนวน 3 ชุด	.....	.....	.....	.....
10) ระยะเวลาการพักระหว่างครั้งในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 วินาที	.....	.....	.....	.....
11) ก่อนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมีการอบอุ่นร่างกายบนลู่วิ่ง 10 นาที เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของร่างกาย และกล้ามเนื้อ	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ทรงคุณวุฒิ

(.....)

..... / ..... / .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล	:	นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ
เกิดวันที่	:	15 ตุลาคม 2527
สถานที่เกิด	:	จังหวัดพิจิตร
ที่อยู่ปัจจุบัน	:	36 ถนนพระพิจิตร อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000
ประวัติการศึกษา	:	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา (เกียรตินิยมอันดับ 2) สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549
		เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2550

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย