

การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านสองรูปแบบที่มีต่อความเร็วและแรง
ของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง

นางสาววีณัส ดอกจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

A COMPARISON OF TWO DIFFERENT RESISTANCE TRAININGS ON VELOCITY AND
FORCE OF AXE KICK IN FEMALE TAEKWONDO ATHLETES

Miss Venus Dokchan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science

Faculty of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านสองรูปแบบที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง
โดย	นางสาววีนัส ดอกจันทร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินทร์ชัย อินทிரากรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชรากรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินทร์ชัย อินทிரากรณ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์)

วินัส ดอกจันทร์ : การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและฟรีโมชันที่มี ต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง .(A COMPARISON OF 2 DIFFERENT RESISTANCE TRAININGS ON VELOCITY AND FORCE OF AXE KICK IN FEMALE TAEKWONDO ATHLETES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ก: ผศ.ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์,164 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาเทควันโดเพศหญิง ชมรมเทควันโดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18- 24 ปี จำนวน 20 คนทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้ความสามารถในการทรงตัวและความอ่อนตัวในท่าอสะโพกแบ่งเป็นกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด 10 คน ทำการฝึกด้วยยางยืด ที่ความหนัก 12 Multiple RM และกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน 10 คน ฝึกด้วยฟรีโมชันใช้ความหนัก 70% ของ 1 RM ทั้งสองกลุ่มฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ทำการทดสอบความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายในกลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ทางเดียวด้วยการวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measures)และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธี LSD วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่าที (Independent t – test) ทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันมีความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบ ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีการพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันสามารถพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิงได้ โดยที่การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดสามารถพัฒนาความเร็วของการเตะเหยียบลงในช่วงเริ่มยกเข้าชู้ นอย่างรวดเร็วและช่วงเตะเหยียบลงของปลายเท้าได้ดีกว่าและยังพัฒนาแรงของการเตะเหยียบลงได้ดีกว่าการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์การกีฬา.....ลายมือชื่อ.....

ปีการศึกษา2555.....ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5478326339 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS : RESISTANCE / VELOCITY / FORCE / AXE KICK / TAEKWONDO

VENUS DOKCHAN : A COMPARISON OF TWO DIFFERENT RESISTANCE TRAININGS ON VELOCITY AND FORCE OF AXE KICK IN FEMALE TAEKWONDO ATHLETES. ADVISOR: ASST. PROF. CHAIPAT LAWSIRIRAT, Ph. D,164 pp.

The purpose of this research was to compare the effects between elastic resistance training with free-motion resistance training on velocity and force in female taekwondo players.

Twenty female taekwondo players from Chulalongkorn Taekwondo Club between 18-24 years of age were purposively selected and divided into two groups of ten subjects using balance ability and flexibility of hip flexion. Both groups were trained for three times a week for 8 weeks. The velocity and force of axe kick were taken before, after 4 and 8 weeks of the training. Mean and standard deviation were presented, One-way analysis of variance with repeated measures was used for test the differences of the mean within groups. If their existed differences, LSD was used. The level of significance was set at .05 throughout the study.

The research demonstrated that after 4 and 8 week of the training, both-groups had significantly improved the velocity and force of axe kick when compared with thepretest. After 4 and 8 week of the training, the elastic resistance training group had higher velocity and force of axe kick than the free-motion resistance training group.

In conclusion,The elastic resistance training and free-motion resistance training can increase speed and force of axe kick in female taekwondo athletes. In addition, the elastic resistance training improve speed and force of axe kick more than the free-motion resistance training.

Field of study :.....Sports Science.....Student's Signature :.....

Academic Year :.....2012.....Advisor's Signature :.....

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่ง กรุณาคอยให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ต่องานวิจัย รวมทั้งการให้ความช่วยเหลือ สอนให้รู้จักแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้งานวิจัยสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร. ชรินทร์ชัย อินทิตราภรณ์ และอาจารย์ ดร. วีรวัดณ์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ กรุณาอนุเคราะห์และให้ความรู้ ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความ สมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อบรมสั่งสอนและให้คำแนะนำทางด้านวิชาการที่เป็นประโยชน์ยิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ รองศาสตราจารย์เจริญ กระบวนรัตน์ โค้ชเชย ยอง ชุก อาจารย์พิเศษ กุศลวงศ์ อาจารย์พงษ์เกษียร บัณฑิตสุวรรณและอาจารย์ยุทธนา วงษ์ บ้านดู่ที่ได้สละเวลาชี้แนะแนวทางการวิจัยและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณนักกีฬาเทควันโดหญิง ชมรมเทควันโดจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งการ เสียสละเวลา การเข้าร่วมการทดลองอย่างสม่ำเสมอและตรงต่อเวลา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์ ตรีการกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องวิชาการ เจ้าหน้าที่ ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและ อุปกรณ์ทางการกีฬาและเจ้าหน้าที่ศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกายคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ ให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือและให้ความช่วยเหลือตลอดการทำงานวิจัย

และสุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ให้อำนาจใจ และความห่วงใย รวมถึงการสนับสนุนที่ดีตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา คุณค่าและประโยชน์ของ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์และผู้อุปการะคุณทุก ท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภูมิ.....	ณ
สารบัญรูป.....	ด
บทที่	
1	บทนำ..... 1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 6
	สมมติฐานของการวิจัย..... 6
	ขอบเขตของการวิจัย..... 6
	คำจำกัดความของการวิจัย..... 7
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9
	สมรรถภาพกล้ามเนื้อ..... 10
	ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อกับการฝึกกีฬา..... 11
	- ลำดับการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิต..... 13
	- ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อกับความสำเร็จทางการกีฬา..... 13
	- การทำงานของกล้ามเนื้อ..... 15
	ปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ของการฝึกแรงต้าน 16
	การฝึกแรงต้านด้วยยางยืด..... 21

บทที่	หน้า
- ชีวกลศาสตร์ของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด.....	23
- การกำหนดโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด.....	24
การฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน.....	27
การฝึกความเร็วในกีฬาเทควันโด.....	28
กีฬาเทควันโด.....	30
- ทำตะเหยียบลง.....	31
งานวิจัยในประเทศ.....	33
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	35
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	38
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	41
ขั้นตอนการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44
การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	46
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	107
สรุปผลการวิจัย.....	107
อภิปรายผลการวิจัย.....	110
ข้อเสนอแนะ.....	114
รายการอ้างอิง.....	115
ภาคผนวก.....	120
ภาคผนวก ก ทำตะเหยียบลง.....	121
ภาคผนวก ข โปรแกรมการฝึก.....	123

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ค ทำฝึก	126
ภาคผนวก ง วิธีการหา 1RM และ Multiple RM.....	133
ภาคผนวก จ การทดสอบการทรงตัวและการทดสอบความอ่อนตัวทางอวัยวะ	
การเลือกช่วงของการเตะเพื่อนำมาวิเคราะห์แรง.....	136
ภาคผนวก ฉ ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อ.....	140
ภาคผนวก ช รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา	
ใบรับรองการผ่านจริยธรรมการวิจัย.....	145
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	164

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อ..... 14
2	ประเภทของการออกกำลังกายและชนิดการทำงานกล้ามเนื้อ..... 15
3	ปริมาณแรงต้านและความหนักของการออกกำลังกาย แรงต้านด้วยยางยืด..... 26
4	ค่าความหนักของยางยืด ขนาดและค่านิจของยางยืดที่ใช้..... 42
5	โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดเป็นเวลา 8 สัปดาห์..... 43
6	โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันเป็นเวลา 8 สัปดาห์..... 44
7	รูปแบบการวิจัย..... 46
8	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ของอายุและน้ำหนัก ก่อนการทดลองของ 2 กลุ่ม..... 49
9	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ของการทรงตัว ท่าอสะโพกในขาถนัดและขาไม่ถนัดก่อนการทดลองระหว่าง กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม 50
10	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ของความอ่อนตัวท่าอสะโพกในขาถนัดและขาไม่ถนัด ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม 51
11	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัด..... 52
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการเตะ เหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึก แรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัดช่วงแทงเข้า..... 53
13	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็ว ของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลัง การทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัดช่วงแทงเข้า..... 54

ตารางที่	หน้า
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการ ตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัดช่วงตะเข้..... 55
15	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็ว ของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลัง การทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัดช่วงตะเข้..... 56
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะ เหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัดช่วงตะลง..... 57
17	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็ว ของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการ ทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัดช่วงตะลง..... 58
18	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วและแรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัด..... 59
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะ เหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้า..... 60
20	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็ว ของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการ ทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้า..... 61
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะ เหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงตะเข้..... 62
22	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็ว ของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการ ทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงตะเข้..... 63

ตารางที่	หน้า
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะ เหี่ยยบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงตะลง..... 64
24	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็ว ของการตะเหี่ยยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการ ทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงตะลง..... 65
25	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแรงของการตะเหี่ยยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด..... 66
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านแรงของการตะเหี่ยย บลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัด..... 67
27	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านแรง ของการตะเหี่ยยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลัง การทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัด..... 68
28	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านแรงของการตะ เหี่ยยบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัด..... 69
29	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านแรง ของการตะเหี่ยยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลัง การทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัด..... 70
30	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วของการตะเหี่ยยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึก แรงต้านด้วยฟรีโมชันในขาถนัด..... 71
31	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะ เหี่ยยบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขาถนัดช่วงแทงเข้า..... 72

ตารางที่	หน้า
41	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาไม่ถนัดช่วงเตะขึ้น..... 82
42	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาไม่ถนัดช่วงเตะลง..... 83
43	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาไม่ถนัดช่วงเตะลง.....84
44	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่น..... 85
45	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านแรงของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาถนัด..... 86
46	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD แรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาถนัด..... 87
47	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านแรงของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาไม่ถนัด..... 88
48	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านแรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาไม่ถนัด..... 89
49	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการทดลองของความเร็วในการตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาถนัด..... 90

ตารางที่	หน้า
50	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของความเร็วในการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด และกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาถนัด..... 91
51	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของความเร็วในการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาถนัด..... 92
52	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการทดลองของความเร็วในการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาไม่ถนัด..... 93
53	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของความเร็วการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาไม่ถนัด..... 94
54	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของความเร็วการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาไม่ถนัด..... 95
55	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการทดลองของแรง การเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาถนัดและไม่ถนัด..... 96
56	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของแรงในการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาถนัดและไม่ถนัด..... 97
57	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของแรงในการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาไม่ถนัด..... 98
58	การสรุปผลการวิจัยของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด..... 108
59	การสรุปผลการวิจัยของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชัน..... 109
60	การสรุปผลการเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและฟริโมชัน..... 110

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ท่าเตะเหยียบลง.....	3
2	ประเภทการเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ.....	18
3	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมอร์และ แรงตึงที่เกิดโดยเส้นใยกล้ามเนื้อ.....	19
4	ความสัมพันธ์ของแรงและความเร็วในการหดตัว.....	20
5	อุปกรณ์ฝึกแรงต้านฟรีโมชัน.....	42

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทควันโดเป็นศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวด้วยมือเปล่าแขนงหนึ่งซึ่งมีต้นกำเนิดจากประเทศเกาหลี และแพร่หลายกว่า 200 ประเทศทั่วโลกในปัจจุบัน (World Taekwondo Federation [WTF], 2011) ซึ่งมีผู้สนใจฝึกกีฬาชนิดนี้กว่า 80 ล้านคน (Kukkiwon World taekwondo, 2012) รวมทั้งประเทศไทยที่ได้นำกีฬาเทควันโดมาเป็นวิชากีฬาเสริมในโรงเรียนและมหาวิทยาลัยทั่วประเทศ จากการสร้างผลงานต่างๆ ของนักกีฬาไทยในเวทีการแข่งขัน ระดับโลก เช่น โอลิมปิก เกมการแข่งขันเทควันโดชิงแชมป์โลกยิ่งทำให้กีฬาเทควันโดได้รับความนิยมเป็นอย่างมากซึ่งกีฬาชนิดนี้ได้รับการสนับสนุนมาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการจัดการแข่งขันกีฬาเทควันโดชิงแชมป์ประเทศไทย กีฬามหาวิทยาลัย กีฬาแห่งชาติ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบัน บันสมาคมเทควันโดแห่งประเทศไทยมีสโมสรสมาชิกที่ทำการเปิดศูนย์กีฬาเทควันโดทั้งหมด 110 แห่งทั่วประเทศ (สมาคมเทควันโดแห่งประเทศไทย, 2554) ทำให้เห็นว่าประชาชนคนไทยได้ให้ความสนใจหันมาฝึกกีฬาเทควันโดเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งสมาพันธ์เทควันโดโลกได้มีการพัฒนาทั้งกติกาการต่อสู้ เทคนิคการต่อสู้ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขันมาอย่างต่อเนื่อง

ในปี 2011 สมาพันธ์เทควันโดโลกได้มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์จากเกราะธรรมดามาใช้เกราะไฟฟ้าในการแข่งขันเพื่อให้เกิดความทันสมัยและความเที่ยงตรงในการให้คะแนนและมีการเปลี่ยนแปลงกติกาการให้คะแนนเพื่อให้เกิดความยุติธรรมโดยมีตำแหน่งการให้คะแนน คือลำตัวและศีรษะโดยการเตะเข้าที่ลำตัวเป็นการให้คะแนนโดยระบบเซ็นเซอร์ที่รับแรงกระแทกทำให้เกิดคะแนน ส่วนการให้คะแนนการเตะที่ศีรษะจะเป็นการให้คะแนนซึ่งเกิดจากดุลยพินิจของกรรมการ (WTF, 2011) นอกจากนี้จุดประสงค์หนึ่งของการเปลี่ยนกติกาการให้คะแนนคือ เพื่อให้เกิดความหลากหลายในการใช้ท่าเตะของนักกีฬา โดยใช้การให้ค่าของคะแนนที่สูงขึ้นมาเป็นแรงจูงใจในการใช้เทคนิคขั้นสูงของนักกีฬาแต่ละคนซึ่งท่าเตะของกีฬาเทควันโดที่ใช้ในการแข่งขันมีหลายรูปแบบ

โดยแบ่งท่าเตะออกเป็น 2 ประเภทคือท่าไม่หมุนตัวเตะ (Valid kick) ได้แก่ท่าเตะเฉียง (Roundhouse kick) ท่าเตะเหยียบลง (Axe kick) และท่าหมุนตัวเตะได้แก่ท่าเตะกลับหลัง (Back kick) ท่ากลับหลังเตะวัด (Swingback kick) และท่าหมุนตัวเตะเฉียง (Turning round kick)ซึ่งมีการให้คะแนน ท่าไม่หมุนตัวเตะเข้าบริเวณลำตัวได้ 1 คะแนนท่าไม่หมุนตัวเตะเข้าบริเวณศีรษะได้ 2 คะแนนท่าที่หมุนเตะเข้าบริเวณลำตัวได้ 3 คะแนนและท่าหมุนเตะเข้าบริเวณศีรษะได้ 4 คะแนน และการชกซึ่งทำได้เฉพาะที่ลำตัวจะได้เพียง 1 คะแนนเท่านั้น

จากสถิติการให้คะแนนทำให้เทควันโดเป็นกีฬาที่เน้นการใช้ขาในการทำคะแนนเป็นหลัก โดยการทำคะแนนในกีฬาเทควันโด 98 เปอร์เซ็นต์ได้มาจากการ ใช้ขาเตะ และการได้แต้มของ นักกีฬา 57 เปอร์เซ็นต์เกิดขึ้นจากการที่นักกีฬาเป็นฝ่ายโจมตีหรือฝ่ายบุก (Kazemi et. al., 2006) จากการเปลี่ยนสถิติการให้คะแนนจะเห็นได้ว่าการทำคะแนนที่ศีรษะจะได้รับคะแนนที่สูง ขึ้น มากกว่าการทำคะแนนที่ลำตัว ทำให้นักกีฬา มุ่งเน้นการทำคะแนนบริเวณ ศีรษะ (Koh, Watkinson, and Yoon, 2004) ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงเลือกศึกษาท่าเตะเหยียบลง (Axe-kick) เนื่องจากท่าเตะนี้เป็นหนึ่งในทักษะหลักที่นักกีฬานิยมใช้ในการโจมตีเพื่อ ทำคะแนนในการแข่งขัน โดยมีเป้าหมายเพื่อทำคะแนนบริเวณ ศีรษะ นอกจากจะได้รับคะแนนที่มีค่าสูง อาจทำให้นักกีฬา ชนคู่ต่อสู้แบบฉับพลัน เพราะการเตะเหยียบลงที่กระทำบริเวณศีรษะในลักษณะกระแทกลง อาจ ทำให้คู่ต่อสู้หมดสติหรือได้รับบาดเจ็บที่รุนแรง นอกจากนี้ วูและคณะ (Woo et.al., 2012) กล่าวว่าท่าเตะเหยียบลงเป็นเทคนิคท่าเตะที่ทำคะแนนในการแข่งขันมากที่สุด เพราะท่าเตะนี้ไม่มีการ หมุนตัวหรือกลับหลังในระหว่างใช้เทคนิค ทำให้นักกีฬาเกิดความมั่นใจมากกว่าการใช้ท่าที่ต้อง หมุนตัวเตะจากทางด้านหลัง ซึ่งแองเจลูซิสและคณะ (Aggeloussis et.al., 2007) ได้ทำการ วิเคราะห์ลำดับการเคลื่อนไหวของท่าเตะเหยียบลง (Axe kick) ของกีฬาเทควันโดซึ่งเริ่มจากช่วง แขนงเข้าขึ้นด้านบน (Knee raising) ซึ่งต้องพยายามให้เข้าชิดหน้าอกมากที่สุด ช่วง เตะขึ้นหรือช่วง เหยียดปลายเท้าขึ้นเหนือเป้าหมาย (Leg straight up) ซึ่งทำให้ในลักษณะที่ต่อเนื่อง จากการแขนง เข้าขึ้นด้านบน และช่วงเตะเหยียบลง (Leg straight pull down)ทำการออกแรงลากขาเตะลงใน ลักษณะเข้าเหยียดตรง ซึ่งเป็นท่าเตะ ที่เคลื่อนไหวในระนาบแนวตั้ง และมีมุมของการเคลื่อนไหว ระหว่างสะโพกกับขาหลักที่ยื่นกว้าง



รูปที่ 1 ท่าเตะเหยียบลง

ที่มา : http://www.martialartsvohra.com/html/axe_kick.html (Tony Vohra, 2008)

ดังนั้นนักกีฬาจึงจำเป็นต้องเน้นให้การเตะมีความรวดเร็ว รุนแรงและแม่นยำ เพื่อให้เกิดการโจมตีที่มีประสิทธิภาพและต้องมีการเคลื่อนไหวเพื่อเปลี่ยนทิศทาง เพื่อทำคะแนน หลบหลีกหรือตอบโต้คู่ต่อสู้อยู่เสมอ โดยการเตะให้เร็ว แรง แม่นยำและพร้อมเสมอสำหรับการต่อสู้ขึ้นอยู่กับ การฝึกซ้อม พื้นฐานของท่าเตะที่ดีและสมรรถภาพทางกายที่ ต้องการความแข็งแรงของร่างกาย ส่วนล่างโดยเริ่มตั้งแต่สะโพกจนถึงปลายเท้า ซึ่งประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวดังกล่าวเกิดจาก สมรรถภาพด้านพลังกล้ามเนื้อขา (Power) ซึ่งหมายถึงความสามารถของกล้ามเนื้อขาในการออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว (Baechle and Earle, 2000) รวมถึงการมีความสามารถในการทรงตัว มีความอ่อนตัวหรือยืดหยุ่นสูงของกล้ามเนื้อต้นขา

พลังกล้ามเนื้อขา เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเตะและส่งผลต่อการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วของนักเทควันโด ซึ่งพลังกล้ามเนื้อขาที่เกิดจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่สามารถเอาชนะแรงต้านได้โดยใช้ความเร็ว เมื่อความเร็วและความแข็งแรงผสมผสานกันจะทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อ นักกีฬาเทควันโดจึงควรมีสมรรถภาพด้านพลังกล้ามเนื้อขาที่สูง เพื่อที่ทำให้ออกอาวุธได้แรงและเร็ว การโจมตีและตั้งรับจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการได้รูปแบบการฝึกที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพพลังกล้ามเนื้อขาของนักเทควันโดได้เป็นอย่างดี

รูปแบบการฝึกของนักกีฬาเทควันโดเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านพลังกล้ามเนื้อขาามีหลายวิธี เช่น การฝึกแรงต้านโดยใช้เครื่องออกกำลังกาย (Weight machine) การฝึกโดยใช้น้ำหนักของร่างกาย (Body Weight) และการฝึกแบบพลัยโอเมตริก เป็นต้นแต่อย่างไรก็ตามวิธีการฝึกดังกล่าว

ข้างต้นมีข้อจำกัด เนื่องจากเป็นวิธีการฝึกที่อาศัยแรงต้านจากแรงโน้มถ่วงเป็นหลัก ซึ่งเป็นแรงในแนวตั้ง ทำให้การออกกำลังกายในท่านอนหรือท่าทางที่มีการออกแรงในแนวตั้งฉากกับแรงโน้มถ่วงของโลกไม่มีประสิทธิภาพ เพราะไม่มีแรงต้านในการเคลื่อนที่ จึงมีการออกแบบและพัฒนาการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic resistance training) และการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่น (Freemotion resistance training) เพื่อลดข้อจำกัดนี้ลง

การฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic Resistance training) ได้รับความนิยมน้อยกว่าหลายในปัจจุบัน เนื่องจากการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดสร้างแรงต้านโดยอาศัยความหนืด (Viscosity) ภายในยางยืดเป็นหลักจึงทำให้สามารถฝึกนักกีฬาได้หลากหลายท่าทางและฝึกได้เหมือนกับท่าทางที่นักกีฬาต้องใช้จริงในการแข่งขัน โดยการปรับตำแหน่งของยางยืดให้เหมาะสมกับท่านั้นๆ แมคมาสเตอร์และคณะ (McMaster, Cronin and McGuigan, 2010) อธิบายการเกิดแรงต้านของยางยืดโดยใช้คุณสมบัติการต้านทานการเสียรูปภายใต้แรงกระทำในช่วงยืดหยุ่นของยางยืด (Stiffness Properties) เนื่องจากคุณสมบัตินี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด (stress-strain relationship) ของวัสดุต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ยางยืดมีคุณสมบัติการคืนรูป (Elastic Property) โดยยางยืดสามารถคืนกลับมาสู่รูปเดิม (ความยาวเดิม) เมื่อปลดแรงกระทำออก ดังนั้นเมื่อนักกีฬาฝึกโดยการยืดยางยืดออก คุณสมบัติการคืนรูปของยางยืดจะพยายามดึงยางยืดให้กลับเข้าสู่ความยาวเดิม ทำให้เกิดแรงต้านที่นักกีฬาต้องพยายามเอาชนะแรงนั้นก่อนให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ จาก การศึกษาของจาคุเบียก และ ซอนเดอร์ส (Jakubiak and Saunders, 2008) พบว่าการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดสามารถเพิ่มความเร็วของท่าหมุนตัวเตะเฉียง (Turning round kick) ในนักกีฬาเทควันโดได้ถึง 7% เนื่องจากการวิจัยใช้เวลาการฝึกแบบระยะสั้นเพียง 4 สัปดาห์ ทำให้ความเร็วของการเตะที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อมากกว่าการปรับเปลี่ยนทางโครงสร้างของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้มาคายา (Makaya, 2007) กล่าวว่าวิธีการฝึกแบบแรงต้านด้วยยางยืดสามารถฝึกได้ทุกมุมการเคลื่อนไหว ตามลักษณะธรรมชาติของมนุษย์และยังสามารถจัดระเบียบร่างกายในการปฏิบัติทักษะได้ถูกต้องในระหว่างการฝึกได้อย่างสอดคล้อง ทำให้นักกีฬามีการพัฒนาการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะในท่ายืนซึ่งสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวจริงในกีฬาเทควันโด

นอกจากการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด ยังมีกรฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่ใช้ระบบรอกในการทำงานร่วมกับแผ่นน้ำหนักเพื่อสร้างแรงต้านของการเคลื่อนไหวได้ทุกระนาบ นอกจากนี้ แขนอิสระ (Free Arm) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเครื่องฟรีโมชันยังช่วยในการปรับระดับความกว้างของมุมข้อต่อ ทำให้สามารถออกแบบท่าฝึกที่มีลักษณะ ที่คล้ายกับการเคลื่อนไหวจริงในภารกิจกีฬา แต่อย่างไรก็ตามการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันสามารถสร้างแรงต้านที่สูงในช่วงเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวเท่านั้น แต่เมื่อมุมข้อ งการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นแรงต้านจะลดลง (Freemotion fitness, 2008) สเปนเนวิน (Spennewyn, 2008) ได้ทำการวิจัยโดยเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยเครื่องออกกำลังกาย (Fixed resistance) กับการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่ส่งผลต่อความแข็งแรงและการทรงตัว เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันสามารถเพิ่มความแข็งแรงและการทรงตัวได้มากกว่าการฝึกแรงต้านด้วยเครื่องออกกำลังกาย นอกจากนี้รั้งสฤษฏี จำเริญ (2552) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนซึ่งเป็นการฝึกเสริมโดยใช้การฝึกด้วยฟรีโมชัน เพื่อเพิ่มความเร็วของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดชาย เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่านักกีฬาเทควันโดชายมีความเร็วของท่าเตะเหยียบลงของเพิ่มขึ้นโดยมีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหรือเวลาที่ใช้ในการเตะลดลง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำ ให้เห็นว่า ท่าเตะเหยียบลง (Axe kick) เป็นท่าเตะที่มีความสำคัญอย่างมากต่อวงการกีฬาเทควันโด ซึ่งเป็นท่าเตะที่ให้ค่าของคะแนนที่สูงอีกทั้ง รูปแบบการฝึกเพื่อพัฒนาท่าเตะนี้ยังไม่ได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวาง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง โดยศึกษาความเร็ว ที่เกิดจากการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยแบ่งการวิเคราะห์หรือออกเป็น 3 ช่วงตามลำดับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของท่าเตะเหยียบ ลง ได้แก่ ช่วงแทงเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลงในขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัดและศึกษาแรงของการเตะในช่วงที่เท้าปะทะเป้าหมายที่ระดับศีรษะในขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัด ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นการเพิ่มทางเลือกรูปแบบการฝึกกล้ามเนื้อเพื่อก่อให้เกิดการ พัฒนาขีดความสามารถของนักกีฬาอย่างเต็มประสิทธิภาพและใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน มีผลต่อการพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงของนักกีฬาเทควันโดหญิงไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด และการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักกีฬาเทควันโดเพศหญิงชมรมเทควันโดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-24 ปี

2. ตัวแปรที่ทำการศึกษา มีดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variable) ประกอบด้วย

- โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ ซึ่งฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ วันละ 60 นาที กำหนดความหนักของการฝึกด้วยยางยืดโดยใช้วิธีการ Multiple RM (ภาคผนวก ง) โดยเลือกสีของยางยืดที่สามารถทำได้ 12 ครั้งในแต่ละท่าฝึก

- โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ ซึ่งฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ วันละ 60 นาที กำหนดให้ใช้ความหนัก 70% ของความแข็งแรงสูงสุด (% 1RM) ในแต่ละท่าฝึก

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือความเร็วของการเตะเหยียบลงและแรงของการเตะเหยียบลง

3. การวัดความเร็วของการเตะเหยียบลงโดยใช้ชุดอุปกรณ์ Motion Analysis ประกอบด้วย กล้องความเร็วสูง 200 เฮิร์ต จำนวน 3 ตัว อุปกรณ์ระบุตำแหน่งการเคลื่อนไหวของ

ข้อต่อที่บริเวณข้อต่อ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ สะโพก หัวเข่า ข้อเท้าและปลายนิ้วเท้าและโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล DMAS7

5. การวัดแรงของการเตะเหยียบลง โดยการนำค่าจุดศูนย์กลางมวลของแต่ละส่วนของร่างกายที่ได้ชุดอุปกรณ์ Motion Analysis ในแกน X และแกน Y รวมกับมวลของขา จากนั้นทำการคำนวณโดยใช้สูตรนิวตัน $F = ma$

6. การวัดความสามารถการทรงตัวในท่าองสะโพกโดยใช้แบบทดสอบ One leg stance test (Abrams, 2010)

7. การวัดความอ่อนตัวในท่าองสะโพก (Luttgen and Hamilton, 1997) โดยใช้อุปกรณ์ Goniometer เพื่อวัดความสามารถในการเคลื่อนไหวเพื่อเพิ่มมุมข้อต่อของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (กลุ่มกล้ามเนื้อ Hamstring)

คำจำกัดความของการวิจัย

การฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic resistance training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อในลักษณะหนึ่งที่เป็นรูปแบบของฝึกแบบมีแรงต้าน โดยใช้อุปกรณ์ยางยืดมาเป็นแรงต้านภายนอก

ยางยืด (Elastic band) หมายถึง วัสดุโพลีเมอร์ประเภทยางที่มีความยาวประกอขึ้นเป็นเส้นซึ่งมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นสูง สำหรับใช้ในการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน โดยยางยืดที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นยางยืดชนิดแผ่น (Elastic band) ทั้งหมด 4 สี ได้แก่ สีเขียว สีฟ้า สีน้ำเงิน และสีเทา ซึ่งแต่สีมีความหนักในระดับที่ต่างกัน

การฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่น (Freemotion resistance training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อรูปแบบหนึ่งที่เป็นลักษณะการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ฟรีโมชั่นซึ่งใช้แรงต้านจากแผ่นน้ำหนัก โดยใช้ระบบรอกช่วยให้สร้างแรงได้หลายระนาบและมุมของการเคลื่อนไหว

ท่าเตะเหยียบลง (Axe kick) หมายถึง ท่าเตะหนึ่งในทักษะของกีฬาเทควันโด ซึ่งปฏิบัติการเตะโดยใช้เท้าข้างใดข้างหนึ่ง จากนั้นทำการงอเข่าขึ้นในลักษณะแทงเข่าขึ้นด้านหน้า จากนั้นเหยียดเข่าออกในลักษณะต่อเนื่องจากการงอเข่าแล้วเหวี่ยงขึ้นเหนือศีรษะให้ขาเหยียดตรงและเตะเหยียบลงที่ความสูงระดับศีรษะของคู่ต่อสู้

ความเร็วในการเตะ เหยียบลง (Velocity) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่สามารถออกแรงเคลื่อนที่จุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งโดยใช้เวลาน้อยที่สุด โดยในงานวิจัยนี้

ทำการศึกษาความเร็วของการเตะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง

1. ความเร็วช่วงเตะขึ้น (Upward velocity) ศึกษาความเร็วสูงสุดของปลายเท้า โดยเริ่มจากเท้าอยู่ที่พื้น (V_1) ไปสู่จุดที่ความเร็วมีค่าเท่ากับศูนย์ (V_2)
2. ความเร็วช่วงเตะลง (Downward velocity) ศึกษาความเร็วสูงสุด ของปลายเท้า โดยเริ่มจากจุดสูงสุดของเท้าจนถึงฝ่าเท้ากระทบเป้าหมาย (V_3)

แรงในการเตะเหยียบลง (Force) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อภายในร่างกายที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอวัยวะและมีการส่งผ่านมากระทำต่อวัตถุภายนอก ซึ่งเป็น ค่าที่เป็นแสดงถึงความแข็งแรงภายในกล้ามเนื้อ (internal strength)

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาสสมดุลของขาหลักที่ใช้ในการยืนในขณะที่นักกีฬาทำการเตะเหยียบลงโดยไม่เสียสมดุลและไม่เสียทิศทาง

ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถเคลื่อนไหวในลักษณะการเพิ่มมุมของข้อต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสนใจความอ่อนตัวหรือมุมการเคลื่อนไหวที่นักกีฬาสามารถทำได้ในท่าองสะโพก (Hip Flexion Straight leg)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้รูปแบบการฝึกที่สามารถนำไปใช้ในการ เพิ่มประสิทธิภาพการเตะของนักกีฬา โดยที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับท่าเตะที่หลากหลายในกีฬาเทควันโด
2. เป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอนนักกีฬาเทควันโด ตลอดจนผู้ที่สนใจได้นำไปฝึกเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกีฬาอื่นๆได้เช่นกัน
3. เป็นแนวทางในการทำวิจัย เพื่อศึกษาค้นคว้ารูปแบบการฝึกหรือเทคนิคในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง จึงได้ทำการรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาค้นคว้างานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. สมรรถภาพกล้ามเนื้อ
2. ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อกับการฝึกกีฬา
 - 2.1 ลำดับการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิต
 - 2.2 ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อกับความสำเร็จทางการกีฬา
 - 2.3 การทำงานของกล้ามเนื้อ
3. ปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ของการฝึกแรงต้าน
4. การฝึกแรงต้านโดยใช้ยางยืด
 - 4.1 ชีวกลศาสตร์ของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด
 - 4.2 การกำหนดโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด
5. การฝึกแรงต้านโดยใช้ฟรีโมชัน
6. การฝึกความเร็วในกีฬาเทควันโด
7. กีฬาเทควันโด
 - 7.1 ท่าเตะเหยียบลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ
2. งานวิจัยในต่างประเทศ

สมรรถภาพกล้ามเนื้อ

Sharkey and Gaskill (2006) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อไว้ดังนี้

ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อออกแรงได้เต็มที่ใน 1 ครั้ง ซึ่งความแข็งแรงเป็นสมรรถภาพพื้นฐานของกิจกรรมทางกายหรือกีฬาทุกชนิด ซึ่งสามารถพัฒนาความแข็งแรงได้ด้วยการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกด้วยแรงต้าน เป็นต้น

ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งได้โดยใช้ระยะเวลาที่น้อยที่สุด

พลังกล้ามเนื้อ (Power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว หาได้จากผลคูณของความเร็วและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยทำให้ร่างกายหรือวัตถุเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็วและรุนแรง เช่น การออกแรงทุ่มน้ำหนัก การออกหมัดในกีฬามวย เป็นต้น และได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ ระหว่าง ความแข็งแรง (strength), งาน (work), พลังกล้ามเนื้อ (power) และความเร็ว (velocity) ไว้ดังนี้

$$\text{Work} = \text{force} \times \text{distance}$$

$$\text{Power} = \text{work} / \text{time}$$

$$\text{Velocity} = \text{distance} / \text{time}$$

ดังนั้น

$$\text{Power} = [\text{force} \times \text{distance}] / \text{time}$$

หรือ

$$\text{Power} = \text{Strength} \times \text{Velocity}$$

ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle Endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการปฏิบัติกิจกรรมได้เป็นระยะเวลานานและซ้ำๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) หมายถึง เวลาของการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นในครั้งแรก เป็นการตอบสนองที่ทำงานอยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ เกิดจากการสั่งการทำงานของระบบประสาท

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกายในขณะที่อยู่กับที่หรือขณะเคลื่อนไหวโดยไม่เสียสมดุลไม่เสียทิศทาง ซึ่งเป็นความสามารถของการประสานการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถยืดตัวออกและหดตัวเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเคลื่อนไหวในลักษณะการเพิ่มมุมของข้อต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง โดยมีการเร่งความเร็ว การลดความเร็วและเปลี่ยนทิศทางโดยไม่เสียการทรงตัว

กรมพลศึกษา (2554) อธิบายถึง กีฬาเทควันโด ซึ่งเป็นกีฬาต่อสู้ที่มีการเคลื่อนที่ของทุกส่วนในร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นการเตะด้วยขา ต่อยด้วยแขน การหลบหลีก ซึ่งอาศัยสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว ความแข็งแรง ความอดทน ความยืดหยุ่นและความคล่องแคล่วว่องไว รวมถึงการใช้พลังงานมาก สมรรถภาพทางกายที่ดีของนักกีฬาเทควันโดมีดังนี้

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ในการฝึกซ้อมและแข่งขันเทควันโด ซึ่งนักกีฬาเทควันโดล้วนต้องการพลังกล้ามเนื้อแขนและขาเป็นปัจจัยหลัก การที่นักกีฬาเทควันโดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากจะทำให้ นักเทควันโดออกอาวุธหรือปฏิบัติทักษะได้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นนักเทควันโดจึงควรให้ความสนใจในเรื่องของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ให้นักกีฬาทำทักษะได้ดียังช่วยลดหรือป้องกันการบาดเจ็บด้วย

ความทนทาน (Muscular Endurance) เมื่อร่างกายนักกีฬาเทควันโดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ช่วยให้การทำงานมีความราบรื่นแล้วนักเทควันโดยังต้องการความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อในเพื่อปฏิบัติทักษะอย่างซ้ำๆและต่อเนื่องยาวนานอย่างมีประสิทธิภาพ

ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นหนึ่งในสมรรถภาพที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาเทควันโดไม่น้อยไปกว่าสมรรถภาพด้านอื่นๆ ซึ่งความอ่อนตัวนี้จะช่วยให้นักกีฬาเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างราบรื่นในระหว่างการออกอาวุธหรือการเตะ ซึ่งต้องใช้ความเร็ว ใช้แรงในการเตะสูงและช่วยลดโอกาสการเกิดการบาดเจ็บจากการฉีกขาดของกล้ามเนื้อและข้อต่อ

ความเร็ว (Speed) เทควันโดเป็นกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ ตลอดเวลา นอกจากความเร็วในการเคลื่อนที่เพื่อหลบหลีก ตอบได้หรือโจมตีโดยใช้การเตะแล้ว ความเร็วในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความสำเร็จของนักเทควันโด

ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อกับการฝึกกีฬา

วันใหม่ ประพันธ์บัณฑิต (2550) กล่าวว่า เส้นใยกล้ามเนื้อของมนุษย์มีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow twitch fiber ; ST หรือ Type I) และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหด

ตัวเร็ว (Fast twitch fiber ; FT หรือ Type II) ซึ่งแบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิด คือ Fast-twitch A (FT-a หรือ Type IIa) และ Fast-twitch B (FT-b หรือ Type IIb) โดยทั่วไปในร่างกายมนุษย์จะมีเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิดปนกัน พันธุกรรมเป็นตัวกำหนดเปอร์เซ็นต์การกระจายตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิด

Scott and Edward (2009) การที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเส้นใยแต่ละชนิดทำงานสัมพันธ์กับระบบพลังงานทั้ง 3 ระบบ ดังแสดงในตารางที่ 1 เส้นใยชนิดหดตัวช้า (ST) จะมีความอดทนมากกว่าความเร็ว แต่มีการหดตัวช้ากว่าเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว (FT) เนื่องจากมีหลอดเลือดแดงเล็กจำนวนมากไปหล่อเลี้ยงโดยใช้ออกซิเจน มีปริมาณไมโทคอนเดรียอยู่อย่างหนาแน่น และมีปริมาณไมโอโกลบินมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ทำให้นักกีฬาที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มากจะทนต่อการเกิดกรดแลคติกมาก หรือมีเลตเตทเทรชโฮลด์ (Lactate Threshold) สูงกว่า และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก

สำหรับเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วทั้งสองชนิด ได้แก่ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดผสม (FT Type IIa หรือ Fast Oxidative glycolytic) เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่บรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และคุณสมบัติของการทนทานต่อความล้าอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ากับเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว FT IIb ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อนี้มีแหล่งพลังงานแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน

ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วแบบ FT Type IIb หรือ Fast glycolytic เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีความหนาแน่นของไมโทคอนเดรีย บรรจุอยู่เป็นจำนวนน้อย จึงมีคุณสมบัติการทนทานต่อความเมื่อยล้าได้น้อย อย่างไรก็ตามเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีเอ็นไซม์ไกลโคไลติกในปริมาณที่สูง จึงมีแหล่งพลังงานได้จากระบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy) และยังมีการทำงานของเอ็นไซม์ไมโอซิน-เอทีพีเอส (myosin ATPase) ที่สูงกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดอื่นๆ ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้มีความเร็วการหดตัวสูง เหมาะกับกิจกรรมประเภทแรงระเบิด ทุ่ม พุ่ง ขวาง กระโดด เป็นต้น

Willmore and Costill (1999) กล่าวว่า นักวิ่งมาราธอนระดับโลกมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าอยู่ในกล้ามเนื้ออยู่ 93-99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนนักวิ่งระยะสั้นจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าอยู่แค่ 25 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น จากการสำรวจโดยนักสรีรวิทยาการกีฬา มีการอธิบายว่า พันธุกรรมเป็นตัวกำหนดสัดส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อของบุคคลนั้น ถึงแม้จะมีการฝึกหนักเพียงใด ก็อาจจะเพิ่มเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเส้นใยกล้ามเนื้อได้เพียง 5 เปอร์เซ็นต์ของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว โดยผ่านการฝึกความแข็งแรง

ลำดับการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิต

Power and Dodd (2009) กล่าวว่าการทำงานของกล้ามเนื้ออยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยทำงานขึ้นตรงกับเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor neuron) ในไขสันหลัง โดยที่ปลายแอกซอน (Axon) ของเซลล์ประสาทสั่งการแต่ละเซลล์จะมีการแตกแขนงไปควบคุมการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อหนึ่งกลุ่ม ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 100 เส้นใย หน่วยการควบคุมการทำงานนี้เรียกว่า มอเตอร์ยูนิต (Motor unit) ดังนั้นเมื่อมีคำสั่งส่งมาจากเซลล์ประสาทจะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อในมอเตอร์ยูนิตนั้นเกิดการหดตัวพร้อมกันทั้งกลุ่ม ลักษณะของสัญญาณโดยเฉพาะความถี่จากมอเตอร์นิวรอนจะเป็นตัวคุณสมบัติ ของกล้ามเนื้อโดยออกฤทธิ์ที่ยืน เช่น มอเตอร์นิวรอนควบคุมเส้นใยชนิดหดตัวช้าให้ความถี่สัญญาณ 10-20 ครั้ง/วินาที มีสัญญาณต่อเนื่อง (tonic) ในขณะที่มอเตอร์นิวรอนที่ควบคุมเส้นใยชนิดหดตัวเร็วให้สัญญาณความถี่เป็นช่วงสั้น (phasic) มีความถี่ประมาณ 30-60 ครั้ง/วินาที จากการจัดตัวของมอเตอร์ยูนิตทำให้กล้ามเนื้อที่อยู่ในมอเตอร์ยูนิตเดียวกันมีคุณสมบัติเดียวกัน

คุณสมบัติของมอเตอร์ยูนิตและเส้นใยกล้ามเนื้อในมอเตอร์ยูนิตจะมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1 ในเส้นใยชนิดหดตัวช้า เซลล์ประสาทสั่งการจะมีขนาดเล็ก มีเทรซโฮลด์ต่ำซึ่งถูกกระตุ้นได้ง่ายและจะถูกกระตุ้นบ่อยกว่าชนิดอื่นๆ อีกทั้งเซลล์ประสาทในเส้นใยชนิดหดตัวช้ามีขนาดเล็ก ไวต่อการตอบสนอง แต่การหดตัวเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ให้แรงต่ำ เนื่องจากมีกระบวนการผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเป็นหลัก จึงทำงานในระดับต่ำได้อย่างต่อเนื่อง เป็นเวลานาน ในการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิต จะใช้หลักการของขนาด "Size principle" คือ เซลล์ขนาดเล็กจะถูกระดมให้ออกมาทำงานก่อน ส่วนในเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว จะมีขนาดของเซลล์ประสาทใหญ่ เทรซโฮลด์สูง ซึ่งถูกกระตุ้นได้ยาก โดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว Type IIb จะถูกกระตุ้นยากที่สุด ดังนั้นเมื่อมีการทำงานหนักขึ้น หรือมีการทำงานที่ต้องออกแรงอย่างเต็มที่ ทุกมอเตอร์ยูนิตจะถูกระดมให้ออกมาเป็นจำนวนมาก การพัฒนาความสามารถในการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิต เป็นสิ่งจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนในนักกีฬา

ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อกับความสำเร็จทางการกีฬา

วันใหม่ ประพันธ์บัณฑิต (2550) อธิบายว่าจากความรู้เกี่ยวกับเส้นใยกล้ามเนื้อในแต่ละชนิด ผู้ฝึกสอนสามารถฝึกและแนะนำนักกีฬาที่มีคุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดใดสูงให้ทำการฝึกซ้อมไปในแนวทางที่ถูกต้องและสอดคล้อง เช่นนักกีฬาที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าสูงจะได้เปรียบในด้านกีฬาที่ใช้ความอดทน ส่วนนักกีฬาที่มี เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วสูง จะมี

ลักษณะเด่นในกีฬากอล์ฟที่ใช้แรงระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive activities) ตัวอย่างเช่น ในกอล์ฟเนื้ออ่อนของนักวิ่งระยะสั้นโดนส่วนใหญ่มีเส้นกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว แต่นักกีฬาวัยน้ำกลับมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ามากถึง 60 – 65% ในกล้ามเนื้อแขน ซึ่งสัดส่วนของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ผลต่อการกำหนดความสามารถของนักกีฬา และสามารถส่งให้นักกีฬาประสบความสำเร็จในการแข่งขัน แต่อย่างไรก็ตามสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อไม่ได้เป็นตัวทำนายที่เชื่อถือได้ของความสำเร็จทางการกีฬา หากขาดการฝึกซ้อม สมรรถภาพทางกายด้านอื่นๆ แรงจูงใจ ล้วนมีผลต่อความสำเร็จของนักกีฬาเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Sharkey and Gaskill, 2006)

ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber type)	ST (Type I)	FT (Type IIa)	FT (Type IIb)
ลักษณะหน้าที่การทำงาน			
ความเร็วของการหดตัว (มิลลิวินาที)	50	35	15
ความเร็วในการคลายตัว (มิลลิวินาที)	110	50	50
อัตราการผลิตแรง	ต่ำ	สูง	สูง
การต้านทานต่อความล้า	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
กำลังของมอเตอร์ ๒๒๒๒๒	ต่ำ	สูง	สูง
ลักษณะโครงสร้าง			
สี	แดง	ขาว/แดง	ขาว
ขนาด	เล็ก	กลาง	ใหญ่
จำนวนเส้นใยต่อมอเตอร์นิวรอน	10-180	300-800	300-800
ขนาดของประสาทมอเตอร์นิวรอน	เล็ก	ใหญ่	ใหญ่
ความหนาแน่นของไมโทคอนเดรีย	สูง	สูง	ต่ำ
ปริมาณไมโอโกลบิน	สูง	สูง	ต่ำ
ความหนาแน่นของหลอดเลือดฝอย	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
ลักษณะทางระบบพลังงาน			
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
สมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจน	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความอดทน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
การสะสมครีเอทีนฟอสเฟต	ต่ำ	สูง	สูง
การสะสมกลัยโคเจน	ต่ำ	สูง	สูง

การทำงานของกล้ามเนื้อ

สnyder และ DeGroot (2551) กล่าวถึงชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อไว้ดังนี้

1. การหดตัวแบบไอโซโทนิค (Isotonic contraction) เป็นรูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยจะมีการเพิ่มความตึง (Tension) ภายในกล้ามเนื้อหรือเรียกได้ว่าเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว ดังแสดงในตารางที่ 2 สามารถแบ่งการหดตัวแบบไอโซโทนิคได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 การหดตัวแบบคอนเซนตริก (Concentric contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่กล้ามเนื้อมีความยาวลดลงและจะเกิดการหดตัวลักษณะนี้เมื่อกล้ามเนื้อสามารถสร้างแรงได้มากกว่าแรงต้าน โดยการหดตัวชนิดนี้จะเกิดงานในทางบวก (Positive work) เช่น การยกน้ำหนักในท่าอแซน

1.2 การหดตัวแบบเอ็คเซนตริก (Eccentric contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่กล้ามเนื้อมีความยาวเพิ่มขึ้น และจะเกิดขึ้นเมื่อมีการผ่อนน้ำหนักลงภายใต้การทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น ช่วงผ่อนน้ำหนักลงในท่าอแซนยกน้ำหนัก

2. การหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่กล้ามเนื้อมีความยาวคงที่ แต่มีความตึงภายในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เป็นการหดตัวที่ไม่มีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงมุมของข้อต่อ หรือเรียกได้ว่าเป็นการหดตัวแบบคงที่ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการหดตัวแบบอยู่กับที่ การหดตัวลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อสามารถสร้างแรงได้เท่ากับแรงต้าน เช่น การเอาฝ่ามือดันกำแพง เป็นต้น

3. การหดตัวแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีความเร็วคงที่ตลอดมุมการเคลื่อนไหว และกล้ามเนื้อมีการหดตัวสูงสุดเกิดขึ้นตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ซึ่งการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดนี้จะไม่เกิดขึ้นในการฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกายโดยทั่วไป แต่จะเกิดขึ้นกับเครื่องฝึกและเครื่องมือทดสอบความแข็งแรงที่เฉพาะ เช่น ไบโอดีค (Biodex) หรือการฝึกในน้ำนิ่ง ซึ่งจะมีแรงต้านและความเร็วคงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว

ตารางที่ 2 แสดงการทำงานของกล้ามเนื้อกับการออกกำลังกาย (Scott and Edward, 2009)

การออกกำลังกาย	การทำงานของกล้ามเนื้อ	การเปลี่ยนความยาวของกล้ามเนื้อ
เคลื่อนไหว	คอนเซนตริก	ลดลง
	เอ็คเซนตริก	เพิ่มขึ้น
อยู่กับที่	ไอโซเมตริก	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ของการฝึกแรงต้าน

Harman (2000) กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์และชีวกลศาสตร์ของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเข้าใจการเคลื่อนไหวของมนุษย์ รวมไปถึงการเคลื่อนไหวในทางกีฬา และการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน กายวิภาคศาสตร์เป็นการศึกษาส่วนประกอบต่างๆที่ทำให้เกิดการ ทำงานหรือหมายถึงอวัยวะต่างๆที่ทำงานร่วมกันจนเกิดเป็นการเคลื่อนไหวของมนุษย์ ส่วนชีวกลศาสตร์สนใจศึกษากลไกการเคลื่อนไหวที่เกิดจากการทำงานของอวัยวะต่างๆ ซึ่งความรู้จาก 2 ศาสตร์นี้ทำให้การออกแบบโปรแกรมการฝึกแบบมีแรงต้านนั้นมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งกระดูกทำงานได้โดยอาศัยกล้ามเนื้อหดตัวเพื่อออกแรงดึงต้านกับกระดูกเพื่อให้กระดูกนั้นหมุนรอบๆข้อต่อซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่และเกิดแรง ซึ่งแรงจะส่งผ่านผิวหนังไปสู่อวัยวะ ดล้อมภายนอก แบ่งออกเป็นกระดูกแกนกลาง (Axial skeleton) ได้แก่ กระโหลก กระดูกสันหลัง กระดูกหน้าอก กระดูกซี่โครง เป็นต้น และกระดูกระยางค์ส่วนปลาย (Appendicular skeleton) ได้แก่ กระดูกหัวไหล่ กระดูกเชิงกราน กระดูกแขนขา เป็นต้น การเชื่อมต่อของกล้ามเนื้อมี 2 ตำแหน่งคือ จุดเกาะต้น (Origin) ซึ่งอยู่ใกล้กับแกนกลางของร่างกาย และจุดเกาะปลาย (Insertion) ซึ่งจะอยู่ส่วนปลายไกลจากแกนกลางของร่างกาย การรู้ตำแหน่งจุดเกาะของกล้ามเนื้อ จะทำให้เข้าใจการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ ปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ของความแข็งแรงในมนุษย์มีดังนี้

1. การควบคุมระบบประสาท (Neural Control)

การควบคุมระบบประสาทมีผลต่อแรงภายนอกสูงสุดของกล้ามเนื้อซึ่งเกิดจากการรวบรวมจำนวนมอเตอร์ยูนิตมาใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อได้มากน้อยเพียงไรและอัตราการกระตุ้นของมอเตอร์ยูนิตในกล้ามเนื้อ โดยทั่วไปกล้ามเนื้อจะสร้างแรงได้มากขึ้นเมื่อมีจำนวนมอเตอร์ยูนิตจำนวนมากมาช่วยในการหดตัว รวมทั้งขนาดของมอเตอร์ยูนิตที่มีขนาดใหญ่และสามารถกระตุ้นให้เกิดการทำงานได้อย่างรวดเร็วจะทำให้กล้ามเนื้อสร้างแรงได้มาก

นฤมล ลีลาญวัฒน์ (2553) กล่าวว่า กล้ามเนื้อที่ถูกยืดแล้วทำให้หดตัวทันทีจะได้แรงที่มากกว่าให้ยืดกล้ามเนื้อแล้วหยุดไว้ โดยมีการใช้ในทางกีฬาและการออกกำลังกาย เมื่อจะกระโดดหรือจะขว้างสิ่งใดก็ตามการโยกหรือแกว่งตัวไปข้างหลังก่อนที่จะเริ่มมีการเคลื่อนไหวไปข้างหน้า จะได้แรงมากกว่า ในนักกีฬาที่เช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น นักกีฬาขว้างน้ำหนัก เมื่อทำการลดระดับบาร์ลงสู่ตำแหน่งเริ่มต้นต้องรีบยกบาร์ขึ้นทันที จะสามารถทำให้ยกน้ำหนักได้มา ซึ่งอธิบายได้ว่า เนื่องจากการยืดของ Muscle spindle ในกล้ามเนื้อ และจะส่งพลังประสาทขึ้นไป

เร่งเซลล์ประสาทยนต์ (Motor unit) ในไขสันหลัง แต่ถ้าวานไป พลังประสาทที่เร่งเซลล์ประสาทยนต์ของไขสันหลังจะหมดไปตัวรับความรู้สึกที่เรียกว่า กอลจิทนดอน ออร์แกน (Golgi tendon organ) ที่อยู่ใต้อาคนของกล้ามเนื้อหลายจะมีผลต่อแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ เพราะมีบทบาทช่วยในการป้องกัน ถ้าความตึงของเอ็นมีมากระดับหนึ่ง กอลจิทนดอน ออร์แกนจะถูกกระตุ้นและส่งพลังประสาทกลับไปยังไขสันหลัง เพื่อยับยั้งการทำงานของเซลล์ประสาทยนต์ ทำให้กล้ามเนื้อที่มีความตึงน้อยลง ซึ่งถ้าตัวรับความรู้สึกนี้มีความไวต่อความตึง แรงที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้น

Page and Ellenbecker (2003) กล่าวว่าความสัมพันธ์ของความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อกับแรงหดตัว (Elasticity – Force Relationships) ความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อมีผลต่อ อแรงในการหดตัว เมื่อใดที่กล้ามเนื้อถูกยืดทันทีทันใดจะเกิดการหดคืนกลับ (Elastic recoil) หากเกิดร่วมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อเองจะยิ่งทำให้แรงที่ได้มากขึ้นลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะของวงจรเหยียดสั้น (Stretch – Shortening Cycle ; SSC) โดยอาศัยการกระตุ้นรีเฟล็กซ์ผ่านความยืดหยุ่นกล้ามเนื้อ และเอ็นกล้ามเนื้อทำให้เกิดการสร้างแรงได้กล้ามเนื้อได้มากขึ้นไปอีก

2. พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ (Muscle Cross-sectional area)

การสร้างแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดของมัดกล้ามเนื้อมากกว่า ปริมาตรของกล้ามเนื้อตัวอย่างเช่น นักกีฬา 2 คน มีเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากัน ความสูงต่างกัน ความกว้างของกล้ามเนื้อต้นแขน เท่ากัน มีพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อบริเวณต้นแขนเท่ากัน ดังนั้น นักกีฬาที่สูงกว่า (ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่า) ทำให้มัดกล้ามเนื้อมีความยาวมากกว่าจะมีปริมาตรของกล้ามเนื้อที่มากกว่า นักกีฬาที่สูงกว่าจะมีความสามารถน้อยในการยกน้ำหนักหรือเร่งความเร็วของร่างกายตนเอง เห็นได้จากกีฬาโยนน้ำหนัก จะเห็นได้ว่านักกีฬาโยนน้ำหนักจะมีรูปร่างไม่สูง

3. การเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Arrangement of Muscle fibers)

การเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อมีผลต่อความแข็งแรงของมนุษย์ โดยมีการจำแนกการเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ ดังแสดงในรูปที่ 2

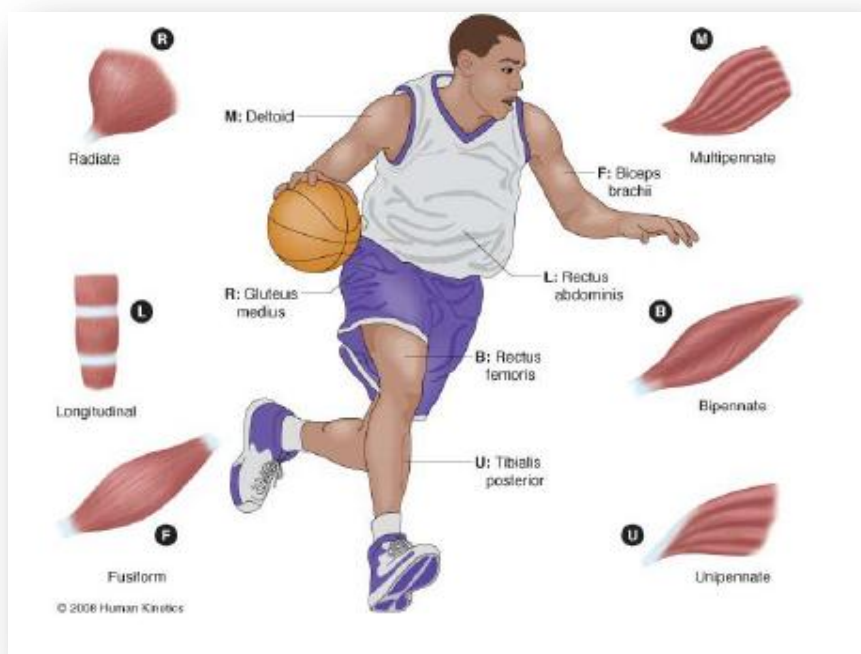
3.1 การเรียงตัวแบบตามยาว (Longitudinal) เรียงตัวจากบนลงล่าง เช่น กล้ามเนื้อหน้าท้อง (Rectus Abdominis)

3.2 การเรียงตัวแบบกระสวย (Fusiform) เรียงตัวแนวยาว ตรงกลางจะโป่ง เช่น กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Bicep Brachii)

3.3 การเรียงตัวแบบขนนกครึ่งซี่ (Penniform) เรียงตัวจากจุดที่เกาะออกไปทางด้านข้างเพียงด้านเดียวเหมือนขนนกครึ่งซี่ เช่น กล้ามเนื้อด้านหลังขาที่อ่อนล่าง (Tibialis posterior)

3.4 การเรียงตัวของแบบ ขนนก (Bipennate) เรียงตัวแนวเฉียงแยกจากแกนไปทางด้านข้างคล้ายขนนก เช่น กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Rectus Femoris)

3.5 การเรียงตัวของแบบ ขนนกหลายอันซ้อนกัน (Multipennate) เรียงตัวคล้ายขนนกหลายอันมาวางซ้อนกัน เช่น กล้ามเนื้อหัวไหล่ (Deltoid)

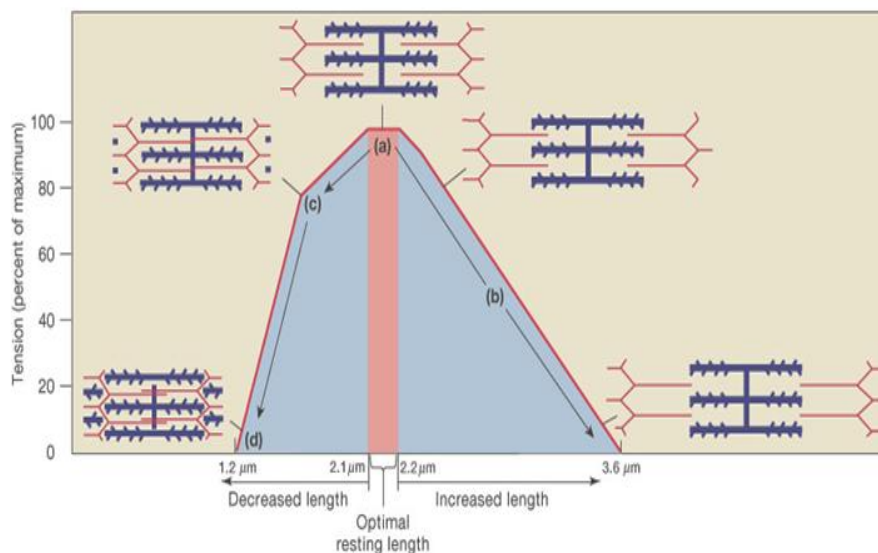


รูปที่ 2 แสดงประเภทการเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Harman, 2000)

การเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อแบบขนนก (Pennate Muscle) คือมุมระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อกับเส้นสมมติระหว่างจุดเกาะต้นและจุดเกาะปลายของกล้ามเนื้อ ถ้ามีค่าเท่ากับศูนย์จะสามารถสร้างแรงได้มาก ซึ่งกล้ามเนื้อส่วนมากของมนุษย์มีการเรียงตัวแบบขนนก ซึ่งการเรียงตัวลักษณะนี้สามารถเพิ่มแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วได้มากที่สุด

4. ความยาวของกล้ามเนื้อ (Muscle Length) ความยาวของกล้ามเนื้อในขณะที่ถูกกระตุ้นให้หดตัวนั้น จะเป็นตัวกำหนดขนาดของแรงได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมอร์ (Sarcomere) และแรงตึงที่เกิดโดยเส้นใยกล้ามเนื้อ ดังแสดงในรูปภาพที่ 3 ความยาวของซาร์โคเมอร์ ได้ถูกนำมาอธิบายโดยการเขียนกราฟที่มีความสัมพันธ์กับความตึงแบบไฮโซเมตริกของเส้นใยกล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus) ของกบเมื่อซาร์โคเมอร์มีความยาวในขณะพักคือ 2-2.2 ไมครอน ความตึงแบบไฮโซเมตริกจะมีค่าสูงสุดที่จุด a แต่เมื่อความยาวเพิ่มขึ้นมากกว่า 2.2 (จุด b) ไมครอนหรือลดลงกว่า 2.1 ไมครอน (จุด c และ d) ความตึงใน

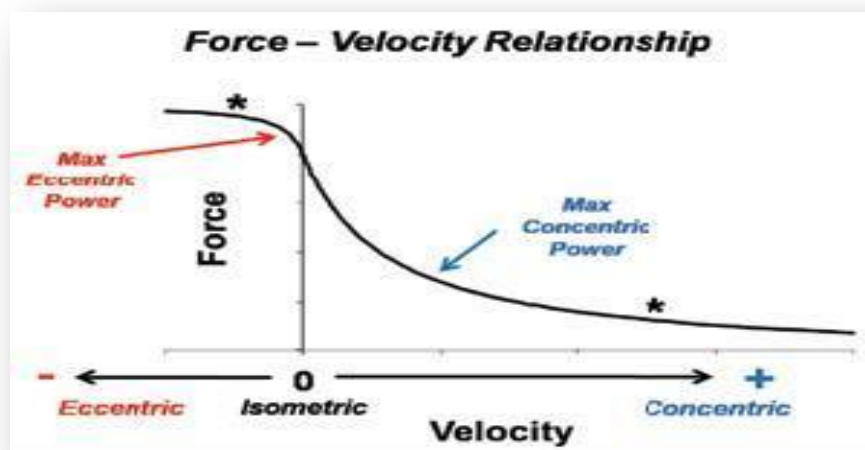
กล้ามเนื้อจะลดลง เนื่องจากการทับซ้อนกันจากที่ซาร์โคเมอร์สั้นลงหรือจากการที่เส้นใยแอกตินและไมโอซินอยู่ห่างกันเกินไป จะไปรบกวนการสร้าง Myosin-actin links ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยงแอกตินกับไมโอซิน ทำให้ได้การหดตัวของกล้ามเนื้อต่ำกว่าที่จุด a ที่มีการทับซ้อนกันเต็มที่ ความยาวของกล้ามเนื้อในขณะที่พักทำให้เกิดแรงในกล้ามเนื้อได้มากที่สุด



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมอร์และแรงดึงที่เกิดโดยเส้นใยกล้ามเนื้อ

ที่มา : http://faculty.pasadena.edu/dkwon/chapt_11/textmostly/slide44.html

นอกจากนี้ นฤมล สลีลาวัฒน์ (2553) กล่าวเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ปัจจัยที่มีต่อแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความเร็วของการหดสั้นมีผลต่อแรงของการหดตัว เมื่อยกน้ำหนักที่มีขนาดเบาให้เคลื่อนที่ด้วยวิธีการหดตัวแบบคอนเซนตริกดังแสดงในรูปที่ 4 จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วมากกว่าและใช้แรงน้อยกว่าการยกน้ำหนักที่มีขนาดหนักกว่า ความสัมพันธ์ระหว่างแรงของกล้ามเนื้อแลความเร็วการหดสั้น อธิบายได้โดยวัดความสัมพันธ์ที่แปรผกผันกันระหว่างแรงและความเร็วของการเหยียดเข้า



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของแรงและความเร็วในการหดตัว

ที่มา : <http://www.kevineeld.com/2012/dissecting-muscle-function-force-production>

(Neeld, 2007)

Page and Ellenbecker (2003) กล่าวว่าความสัมพันธ์ของแรงและความเร็วในการหดตัว (Force – Velocity Relationships) เป็นลักษณะผกผันซึ่งกันและกัน กล่าวคือเมื่อความเร็วในการหดตัวเพิ่มขึ้น แรงที่เกิดขึ้นจะลดลงและเมื่อความเร็วในการหดตัวสูงสุด แรงที่เกิดขึ้นจะต่ำสุด ปัจจุบันที่ 2 คือระบบคานคนที่มีแขนขาสั้น จะมีการได้เปรียบทางเชิงกลในการยกน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากมีแรงของความต้านทาน (Resistance arm) สั้นกว่า ตัวอย่างเช่น ถ้าคนสองมีกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าที่มีแรงเท่ากันคือ 200 ปอนด์ และกล้ามเนื้อที่ไปเกาะกับกระดูกซึ่งห่างจากข้อต่อด้วยระยะทางเท่ากัน 0.125 ฟุต แต่คนหนึ่งมีแขนยาว 1.2 ฟุตและอีกคนหนึ่งมีแขนยาวหนึ่งฟุต คนที่มีแขนยาวเพียง 1 ฟุตจะสามารถยกน้ำหนักได้ 25 ปอนด์ ส่วนคนที่มีแขนที่ยาวกว่าคือ 1.2 ฟุต จะยกน้ำหนักได้เพียง 20.83 ปอนด์ เป็นต้น

เพศก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อแรงของการหดตัวในกล้ามเนื้อ โดยในช่วงอายุไม่เกิน 10 – 12 ปีนั้น เด็กผู้ชายจะแข็งแรงกว่าเด็กผู้หญิงเพียงเล็กน้อย และความแตกต่างนี้จะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มจนถึงวัยหนุ่มสาว ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างระหว่างเพศทางสรีรวิทยาและกายภาพ รวมทั้งขนบธรรมเนียมประเพณี ทำให้เด็กผู้ชายมีการออกกำลังกายมากกว่าเด็กผู้หญิง และเนื่องจากมีฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ซึ่งจะช่วยให้ขนาดของกระดูกและกล้ามเนื้อโตขึ้น ความแตกต่างทางกายภาพของชายและหญิง จะเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 12– 18 ปี สำหรับชายจะยังเพิ่มขึ้นตามอายุ แต่สำหรับเพศหญิงนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปมาก ผู้ชายในวัยนักศึกษาจะมีพลังมากกว่า

ผู้หญิง 2 เท่า โดยเฉพาะที่บริเวณแขน แต่บริเวณนั้นจะมีมากกว่าผู้หญิงเพียง 1 ใน 3 โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ความแข็งแรงสัมบูรณ์ (absolute strength) หมายถึงแรงทั้งหมดที่กล้ามเนื้อสามารถทำได้และความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative strength) เป็นแรงที่คิดต่อน้ำหนักของร่างกาย

สุดท้ายคือปัจจัยด้านอายุ ซึ่งความเจริญเติบโตของร่างกายและการใช้งานของกล้ามเนื้อจะมีส่วนอย่างมากในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เมื่อเด็กมีร่างกายเจริญเติบโตขึ้นแรงของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นโดยรวดเร็ว การเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อได้สัดส่วนโดยตรงกับขนาดของกล้ามเนื้อ แต่เมื่อร่างกายโตเต็มที่แล้ว แรงของกล้ามเนื้อจะสามารถเพิ่มได้จากการฝึกชนิดที่มีความหนักเกินเท่านั้น มิฉะนั้นกล้ามเนื้อจะค่อยๆเสื่อมลงตามอายุและแรงของกล้ามเนื้อจะค่อยๆลดลง เช่นเดียวกับอวัยวะอื่นๆในร่างกาย การฝึกแบบความหนักเกิน (Overload training) จะสามารถเพิ่มพลังของร่างกายให้มากกว่าที่เป็นอยู่และการเปลี่ยนแปลงของพลังกล้ามเนื้อตามอายุนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ โดยพลังงานสูงสุดจะอยู่ที่อายุระหว่าง 20 – 30 ปี และค่อยๆลดลงอย่างช้าๆจนเมื่อมีอายุ 65 ปี ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะลดลงประมาณ 20%

การฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืด (Elastic resistance training)

เจริญ กระบวนรัตน์ (2550) กล่าวว่ายางยืดเป็นแนวคิดที่ถูกนำมาประยุกต์ดัดแปลงใช้เป็นอุปกรณ์ออกกำลังกายเพื่อช่วยพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อซึ่งสามารถพกพาหรือนำติดตัวไปใช้ในการออกกำลังกายนอกสถานที่นอกจากนี้ยางยืดจะทำให้เกิดปฏิกิริยาสะท้อนกลับภายในกล้ามเนื้อจากการพยายามเอาชนะแรงหดกลับของยางยืด ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้คือ สเตตซ์รีเฟล็กซ์ (Stretch Reflex) ที่ช่วยในกระบวนการกระตุ้นระบบประสาทส่วนที่รับความรู้สึก (Sensory nerve) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อและข้อต่อ ให้เกิดการรับรู้และมีการตอบสนองต่อการถูกยืดออก เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพ ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อและกระดูก

อีกทั้งยางยืดยังสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการออกกำลังกายประเภทแรงต้าน (Resistance) ที่ช่วยในการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้มากมายหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการช่วยบำบัดรักษาฟื้นฟูและใช้ในการเสริมสร้างสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย ลดไขมันในร่างกายทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงมีความตึงตัว จึงเกิดรูปร่างทรวดทรง ที่กระชับได้สัดส่วนสวยงามและการออกกำลังกายประเภทแรงต้านจะช่วยกระตุ้นให้

เกิดการสะสมแคลเซียมในกระดูก ทำให้กระดูกมีความหนาแน่น (Bone density) ป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุน กระดูกบางข้อเสื่อม ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่จัดปรับความต้านทานหรือความหนักให้เหมาะสมกับตนเองและวัตถุประสงค์จะช่วยให้บุคคลทุกเพศทุกวัยได้รับการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อและกระดูกช่วยป้องกันและชะลอการเสื่อมสภาพของโครงสร้างร่างกายและระบบ

The American College of Sports Medicine (2005) ได้ทำการวิจัยซึ่งพบว่าการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic Resistant Training) สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้เช่นเดียวกับการออกกำลังกายที่ได้จากเครื่องฝึกออกกำลังกาย ที่มีราคาแพง และอุปกรณ์ การออกกำลังกายเพื่อต้านกับแรงต้านภายนอก ซึ่งปฏิบัติการออกกำลังกายเพียงแค่ 6 สัปดาห์ ด้วยยางยืดจะสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้มากถึง 10 – 30 % ประโยชน์เพิ่มเติมของการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืดประกอบด้วย การเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความอดทน และนอกจากนี้ยังช่วยลดไขมันในร่างกาย ที่จริงแล้วการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยยางยืดยังสามารถพัฒนา ทำให้เกิดความสมดุล ความเร็ว และทำให้การเคลื่อนไหวของร่างกายได้ดีขึ้น

Makaya (2007) ได้กล่าวว่า ยางยืดสามารถใช้ในการเคลื่อนไหวที่ของการเตะจริง เพื่อเพิ่มการเคลื่อนไหวและเพิ่มการสร้างแรงระเบิดโดยปราศจากการเพิ่มแรงที่กระทำต่อข้อต่อ นี้คือข้อได้เปรียบที่สำคัญของผู้ฝึกศิลปะป้องกันตัวที่ได้จากการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืด ซึ่งยางยืดจะรักษาแรงต้านให้คงที่ตลอดการเคลื่อนไหว อีกทั้งการฝึกการเตะโดยใช้ยางยืดยังเป็นฝึกการทรงตัวและความอ่อนตัวในเวลาเดียวกัน

Stoppani (2009) กล่าวถึงลักษณะที่เหมือนกันระหว่างการฝึกแบบมีแรงต้านระหว่างการใช้อย่างยืดกับการใช้อุปกรณ์ฟรีเวท ๆ คือ สามารถสร้างแรงต้านในการฝึกซึ่งสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระตามมุมการเคลื่อนไหว และเปลี่ยนการเคลื่อนไหวได้ตามความเร็วของการเคลื่อนไหวที่ของร่างกาย โดยมีการศึกษาพบว่ากิจกรรมของกล้ามเนื้อและความหนักสูงสุดในกล้ามเนื้อระหว่างการใช้อย่างยืดกับการใช้อุปกรณ์ฟรีเวทมีลักษณะที่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามยังมีการกล่าวถึงความแตกต่างของการฝึกมีแรงต้านของการใช้อย่างยืดและการใช้อุปกรณ์ฟรีเวทไว้ว่า แรงต้านของยางยืดไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก นี่คือการเพิ่มขีดความสามารถในการใช้อย่างยืดเพื่อเพิ่มแบบแผนการเคลื่อนไหวซึ่งเลียนแบบกิจกรรมประจำวันและการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของแ ต่ละกิจกรรม เพราะแรงต้านของอุปกรณ์ฟรีเวทจะขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก สามารถที่จะมีแรงต้านได้ในแนวตั้งเท่านั้น

Stevenson et.al. (2010) กล่าวว่ายางยืดนิยมใช้ในการฝึกความแข็งแรงและใช้ในการฝึกแรงต้าน ซึ่งเหมาะสมการออกกำลังกายแบบ เอ็คเซนตริก การที่นำยางยืดมาใช้ ในการฝึกความแข็งแรง เนื่องจากการสร้างความเร็วตลอดช่วงที่กล้ามเนื้อเพิ่มความยาวขึ้น (Eccentric phase) สามารถ แสดงผลของวงจรเหยียด-สั้น (Stretch-shortening cycle) ที่ดีขึ้น โดยวงจรเหยียด-สั้น คือส่วนประกอบที่แท้จริงของการเคลื่อนไหว ซึ่งประกอบด้วย การเพิ่มความยาวและการหดสั้นของเอ็นและกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนไหวทำให้การเคลื่อนไหวมีความเร็วและสร้างแรงได้มาก

ชีวกลศาสตร์ของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด

การสร้างแรงของยางยืด

McMaster et.al.(2010) อธิบายการเกิดแรงต้านของยางยืดโดยใช้คุณสมบัติการต้านทานการเสียรูปภายใต้แรงกระทำในช่วงยืดหยุ่นของยางยืด (Stiffness Properties) เนื่องจากคุณสมบัตินี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด (stress-strain relationship) ของวัสดุต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ยางยืดมีคุณสมบัติการคืนรูป (Elastic Property) โดยยางยืดสามารถคืนกลับมาสู่รูปเดิม (ความยาวเดิม) เมื่อปลดแรงกระทำออก ดังนั้นเมื่อนักกีฬาฝึกโดยการยืดยางยืดออก คุณสมบัติการคืนรูปของยางยืดจะพยายามดึงยางยืดให้กลับเข้าสู่ความยาวเดิม ทำให้เกิดแรงต้านที่นักกีฬาต้องพยายามเอาชนะแรงนั้น ก่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

การสร้างแรงต้านจากยางยืด มีความสอดคล้องและอธิบายเชิงปริมาณได้โดยแรงสามารถถูกกำหนดโดยการรู้ถึงเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ตัวอย่างเช่น ยางยืด สามารถยืดได้ 100% (2 เท่าของความยาวขณะพัก) ยางยืดแต่ละสีจะให้แรงต้านที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแรงของยางยืดขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงร้อยละจากความยาวขณะพัก ซึ่งคำนึงถึงความยาวขณะพักของยางยืด ตัวอย่างเช่น ยางยืดมีความยาว 1 ฟุตก่อนถูกดึง จากนั้นถูกยืดถึง 2 ฟุต (มีการยืดตัว 100%) จะเกิดแรงเท่ากับกับยางยืดอีก กชิ้นหนึ่งมีระยะพัก 2 ฟุต ถูกยืดไปถึง 4 ฟุต (การยืดตัว 100%) จะมีความหนักที่เท่ากันในยางยืดสีเดียวกัน

Simoneau (2001) แสดงให้เห็นว่าระยะการจับยางยืดที่มีระยะสั้นจะทำให้เพิ่มแรงต้าน เพื่อรักษาชีวกลศาสตร์ที่เหมาะสมในการออกกำลังกาย เราควรบันทึกตำแหน่งเดียวกันของผู้ฝึกในขณะทำการฝึกเพื่อนำไปใช้กับสีในระดับต่อไปของยางยืด

การเสียรูปของยางยืด

วัสดุยางยืด (วัสดุที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นแบบยางธรรมชาติ) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของแรงต้านในขณะที่ถูกยืดออก การเกิดแรงต้านโดยการออกกำลังกายโดยใช้ยางยืด ง่ายต่อการเปรียบเทียบกับ การเคลื่อนไหวของสปริง โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและความยาว สามารถสรุปโดยใช้โครงสร้างของ Robert Hooke (Hooke's law) " $F = k s$ "

เมื่อ F คือแรง (ในกรณีของสารที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นแบบยางธรรมชาติ) ซึ่งเป็นแรงต้านที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความยาว k คือ ค่าคงที่ซึ่งเป็นตัวแทนของ Stiffness ของวัสดุ โดยการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุตามกฎของฮุคอธิบายได้ว่า วัตถุจะมีการต้านทานการเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้แรงดังกล่าว "ขนาดของแรงดังกล่าวแปรผันตรงกับการเสียรูปของวัสดุ" ดังนั้นสารที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นแบบยางธรรมชาติจะยังคงคุณสมบัติเมื่อถูกยืดออกตามลักษณะของการยืดออกเป็นเส้นตรง โดยมีความเครียดและความเค้นเกิดขึ้นที่ภายในลักษณะเส้นตรง การยืดออกซ้ำๆ และการคืนกลับของวัสดุยางยืด คือ วงจรการเสียรูป (Cyclic deformation) ซึ่งเกิดจากความล้าหรือการถูกทำลายที่สะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากการถูกดึงหรือยืดออกซ้ำๆ ทำให้ยางยืดสูญเสียแรงต้าน

Simoneau (2001) ได้ศึกษายางยืดลักษณะแผ่น (band) และแบบท่อ (Tube) จะลดแรงต้านลงประมาณ 5% - 12 % เมื่อถูกยืดออก 100% ของความยาวเดิมครบ 500 ครั้ง

Petterson et al. (2001) กล่าวว่ายางยืดจะสามารถสร้างแรงต้านที่คงที่จากการถูกยืดออกได้ถึง 5,700 ครั้ง ซึ่งยางยืดแบบแบนกับแบบท่อควรได้รับ "การถูกยืดก่อน (Pre-stretched)" โดยทำการยืดตัวยางยืดให้ถึงประมาณ 200% จะทำให้ยางยืดมีการตั้งค่าแรงต้านในตัวยางยืดเองและจะทำให้การสร้างแรงต้านได้ดีกว่ายางยืดที่ไม่ทำถูกยืดก่อนนำไปใช้ในการฝึก

การกำหนดโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด

Page and Ellenbecker (2003) แนะนำถึงวิธีการออกแบบ โปรแกรมของฝึกแรงต้านด้วยยางยืดดังนี้

1. ประเภทของการออกกำลังกาย (Mode of exercise)

ประเภทของการออกกำลังกายเกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการออกกำลังกาย ความแตกต่างของประเภทการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด เช่น การฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง การใช้ยางยืดในกิจกรรมการทรงตัว การฝึกเพื่อพัฒนาระบบหลอดเลือดและหัวใจ หรือการฝึกเกี่ยวกับการทำงานของร่างกายในชีวิตประจำวัน

2. มุมของการเคลื่อนไหว (Range of Motion)

การกำหนดมุมของการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม ทำได้โดยเริ่มจากการเคลื่อนไหวในมุมเล็กๆ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ จากนั้นทำการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวขึ้นเรื่อยๆ ก่อนที่ทำการเคลื่อนไหวที่แบบเต็มมุมของการเคลื่อนไหว

3. ความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed of movement)

การเคลื่อนที่ในการฝึกควรเริ่มจากการเคลื่อนที่อย่างช้าๆ ไปสู่การเคลื่อนที่ที่รวดเร็วขึ้น ขณะทำการฝึกแบบมีแรงต้าน โดยความเร็วของการเคลื่อนที่ที่มีความสัมพันธ์กับชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ มีผลต่อการสร้างแรงในการหดตัวซึ่งการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซนตริกจะสร้างแรงได้มากเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ในการกลับกันการหดตัวแบบคอนเซนตริกแรงที่เกิดจะน้อยเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น

4. ความหนักของการออกกำลังกาย

ความหนัก (แรงต้าน) ต้องมีปริมาณที่เหมาะสมกับตัวบุคคลนั้นเพื่อให้เกิดการกระตุ้นเนื้อเยื่อ เพราะแรงต้านคือตัวกระตุ้นที่มีความสำคัญมากที่สุด ในการเพิ่มความแข็งแรงและความอดทน อย่างไรก็ตามแรงต้านที่มากเกินไปอาจเกิดการบาดเจ็บได้ ในทางตรงกันข้ามแรงต้านที่น้อยเกินไปอาจไม่เพียงพอต่อการเพิ่มความแข็งแรง

ความแข็งแรงมีขั้นตอนในการทดสอบ โดยใช้การทดสอบความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบธรรมดา เช่น ไดนาโมเมตริ (Dynamometry) หรือการหา เปอร์เซ็นต์ของ ความแข็งแรงสูงสุด (Repetition maximums ; % of 1RM)

การกำหนดความหนักของแรงต้านที่เหมาะสมมีหลายวิธี ถึงแม้ว่า เปอร์เซ็นต์ของ ความแข็งแรงสูงสุด คือวิธีที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการฝึกเพื่อสร้างความแข็งแรง แต่ในการฝึกแรงต้านด้วยยี่ดไม่สามารถกำหนดความหนักแบบ 1 RM ได้ ดังนั้นการหาความหนักของการฝึกแรงต้านด้วยยี่ดจะใช้วิธีการ “Multiple RM” ซึ่งเป็นวิธีที่แนะนำในการกำหนดความหนักของแรงต้านในการฝึก ดังแสดงในตารางที่ 3 ความหนักโดยทั่วไปทำ 8-12 ครั้งเพื่อสุขภาพ และ 20-25 ครั้งเพื่อการฟื้นฟู โดยทำจนเกิดความเมื่อยล้าโดยใช้แรงต้านเฉพาะกล้ามเนื้อที่ต้องการฝึกหรือบริหาร เมื่อมีความรู้สึกอ่อนในกล้ามเนื้อรู้สึกล้าจนทำต่อไม่ไหว ร่างกายจะสร้างการเคลื่อนไหวแบบชดเชยโดยการระดมมอเตอร์ยูนิตมาเพิ่มในการออกแรงเพื่อปฏิบัติให้ครบตามจำนวนครั้งให้สมบูรณ์ มีการศึกษาหลายงานพิสูจน์ให้เห็นว่า ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นโดยการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยี่ดที่ความหนัก 8-12 RM

เนื่องจากความหนักของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขนาดของยางยืดที่ใหญ่ขึ้นดีกว่าการใช้ยางยืดขนาดเดิมแล้วลดระยะจับยางยืดให้ระยะห่างสั้นลง การจับยางยืดให้ใกล้กับจุดเริ่มต้น สามารถเพิ่มความแข็งแรงเนื่องจากแรงต้านเพิ่มขึ้นนั้นถูกต้อง แต่สิ่งที่เกิดตามมาคือมุมของการเคลื่อนไหว หรืออาจส่งผลต่อการบาดเจ็บที่ข้อต่อเนื่องจากกล้ามเนื้อออกแรงมากเกินไปในมุมข้อต่อที่เล็กลง

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณแรงต้านและความหนักในการออกกำลังกายแรงต้านด้วยยางยืด

(Page and Ellenbecker, 2003)

เป้าหมายการฝึก	เมตาบอลิซึม (S)	ความหนัก (% 1RM)	ความหนัก (Multiple RM)
ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ	ATP-CP	90	3
	(10 วินาที)	85	6
ความทนทานสูงและความเร็ว	Anaerobic	75	10
	(30 – 90 วินาที)	70	12
ความทนทานต่ำ	Aerobic	60	20
	(มากกว่า 120 วินาที)	55	25

5. ปริมาณ (Volume)

ปริมาณและความหนักสัมพันธ์กันตรงกันข้าม ปริมาณการฝึกที่สูงต้องการความหนักที่ต่ำ และในทางกลับกันปริมาณการฝึกที่ต่ำต้องการความหนักที่สูง ปริมาณของการฝึกหมายถึง จำนวนครั้งทั้งหมดของชุดการฝึกและการทำซ้ำ (Total number of sets and repetition) ที่ความหนักเฉพาะโดยชุดฝึกเดี่ยวเหมาะสำหรับผู้เริ่มฝึก ในทางตรงกันข้ามชุดฝึกที่หลากหลายเพิ่มความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อได้เร็วกว่าชุดฝึกเดี่ยว ซึ่งเหมาะกับผู้มีประสบการณ์ มีความแข็งแรงหรือนักกีฬา ในการฝึกควรทำการเพิ่มปริมาณก่อนเพิ่มความหนัก จะทำให้เนื้อเยื่อมีความสามารถเพียงพอต่อการสร้างเมตาบอลิกเพื่อการทำกิจวัตรประจำวันต่อไป

โดยทั่วไป ความหนักสูงและปริมาณการฝึกที่ต่ำ (6 RM หรือน้อยกว่า) เหมาะสมสำหรับการเพิ่มความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ ตัวอย่างเช่น ใน 1 ชุดฝึกของแรงต้าน 10 – 12 RM ควรทำให้อยู่ภายในช่วง 30 วินาที เพื่อการฝึกระบบพลังงานแอนแอโรบิค ดังแสดงในตารางที่ 3

Albernethy, et.al., (2005) เสนอแนะว่า การฝึกความแข็งแรงจะต้องพิจารณาแบบแผนการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิตและระบบพลังงานที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการฝึก

ด้วย โดย การได้มาซึ่ง พลังกล้ามเนื้อ นั้นจะต้อง เน้นการฝึกกล้ามเนื้อให้เกิดการ ระดม เส้นใย กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (FT IIb) ซึ่งจะต้อง ใช้แรงต้านที่มีความหนักตั้งแต่ 70% ของความแข็งแรง ของการฝึกขึ้นไป

6. ความถี่และระยะเวลาของการออกกำลังกาย

ความถี่ของการฝึกด้วยยางยืด 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์เพื่อพัฒนาความแข็งแรง หรือ ออกการ ฝึกเพียง 1 ครั้งต่อสัปดาห์เพื่อรักษาความแข็งแรงส่วนระยะเวลาของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมี เป็นเวลา 4-6 สัปดาห์ จำเป็นต่อการเพิ่มความแข็งแรง โดยพบว่า การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมี ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นใน 4 สัปดาห์ เนื่องจากการระดมของมอเตอร์ยูนิตในกล้ามเนื้อ และการประสานการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อมากกว่าการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ

การฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน

การฝึกโดยใช้ความต้านทานเพื่อพัฒนาความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนของ กล้ามเนื้อ และเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ มักหมายถึงการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) การฝึก ด้วยน้ำหนักจะมีขอบเขตของการนำมาใช้ในแต่ละบุคคล รวมไปถึงการฝึกเพื่อพัฒนาสุขภาพ พัฒนาประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของนักกีฬา ฟันฟูการบาดเจ็บ ปรับปรุงความสามารถของ ร่างกาย หรือเสริมสร้างร่างกายเพื่อใช้ในการออกแรงเอาชนะแรงต้านทานต่างๆ การฝึก ด้วย น้ำหนักควรได้รับการควบคุมดูแลจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และทักษะเป็นอย่างดี ที่สามารถให้ คำแนะนำรูปแบบวิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง เช่นการเลือกความหนัก การหายใจ เป็นต้น

ธีระศักดิ์ อภาวัฒนาสกุล (2552) กล่าวว่า อุปกรณ์ฝึกด้วยน้ำหนักมีอยู่ 2 ชนิดหลักที่ สำคัญ คือ อุปกรณ์ฝึกชนิดที่เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระและอุปกรณ์ฝึกชนิดเครื่องกลไก

1. อุปกรณ์ฝึกชนิดเคลื่อนไหวอย่างอิสระ เป็นอุปกรณ์ที่ธรรมดาที่สุด คือ บาร์เบลล์และดัมเบลล์ ข้อดีของการฝึกด้วยอุปกรณ์ชนิดนี้คือ สามารถเลือกทำยกได้อย่าง อิสระซึ่งใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน นานกว่าการฝึกด้วยเครื่องชนิดกลไก ข้อเสียคือน้ำหนัก ต้านทานที่มากกระทำต่อกล้ามเนื้อมีความคงที่ ทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้ไม่เท่ากันในแต่ละมุมการ เคลื่อนไหว โดยเฉพาะตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนไหวที่หยุดนิ่งซึ่งเป็นจุดที่กล้ามเนื้อมีความ อ่อนแอมากที่สุด ดังนั้นการ ฝึกด้วยอุปกรณ์ ชนิดเคลื่อนไหวอย่างอิสระจำเป็นต้องใช้ระดับ ความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อสูงกว่าการฝึกด้วยอุปกรณ์ชนิดกลไก

2. อุปกรณ์ฝึกชนิดเครื่องกลไก ซึ่งเป็นอุปกรณ์การฝึกที่เกิดจากการที่ ต้องการความปลอดภัย และสะดวกต่อการเปลี่ยนแผ่นน้ำหนัก สามารถใช้ฝึกกล้ามเนื้ออย่าง หลากหลายและลดความจำเป็นของผู้คอยให้ความช่วยเหลือ ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ใช้การดึงน้ำหนัก จากรอก (Pulleys) โดยมีการใช้กันมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 ซึ่งในปัจจุบันมีการผลิตเครื่องฝึกนี้ออกมา หลายรูปแบบ และยังสามารถฝึกโดยเลียนแบบท่าทางการเคลื่อนไหวที่ สามารถทำได้ด้วยบาร์ เบลล์และดัมเบลอีกด้วย

นอกจากนี้การฝึกแรงต้านที่สามารถสร้างแรงต้าน ได้หลายระนาบการเคลื่อนไหว ได้ นอกจากที่ยืดแล้ว ยังมีการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน ซึ่งการฝึกแรงต้านด้วยวิธีนี้เกิดจากการสร้าง แรงต้านโดยใช้แผ่นเหล็กน้ำหนักซึ่งเหมือนกันอุปกรณ์ออก กำลังกายทั่วไป แต่มีระบบรอก (Pulleys system) เข้ามาช่วยในการออกแรง ซึ่งระบบรอกช่วยสร้างให้สามารถออกแรงได้หลาย ระนาบ หลายมุมข้อต่อ รวมทั้งการเคลื่อนไหวที่คล้ายกับการเคลื่อนไหวจริงในการกีฬา แต่อย่างไร ก็ตามเครื่องฝึกนี้ไม่ได้ออกแบบมาให้มีความเร็วได้เท่ากับการเคลื่อนไหวของการฝึก แต่จุดเด่นคือ การเน้นไปที่การสร้างความปลอดภัยให้กับตัวผู้ฝึก (Freemotionfitness, 2008)

Spennewyn (2008) กล่าวว่า การฝึกแรงต้านเป็นวิธีการฝึกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนา ความแข็งแรงของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้กับทุกคน โดยได้ทำการวิจัย โดยเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยเครื่องแบบ Fixed resistance กับการฝึกแรงต้านด้วย ฟรีโมชัน (Free-from resistance) ที่ส่งผลต่อความแข็งแรงและการทรงตัว เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันสามารถเพิ่มความแข็งแรงและการทรงตัวได้มากกว่าการฝึกแรง ต้านด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบ Fixed resistance

เซลล์ (Sale, 1988) กล่าวว่า การฝึกแรงต้านทำให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาท กล้ามเนื้อได้ เนื่องจากกล้ามเนื้อมีการประสานการทำงานภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) และเพิ่มการประสานการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อ (Intermuscular coordination) ได้ดีขึ้น

การฝึกความเร็วในกีฬาเทควันโด

Bompa and Carrera (2005) ได้กล่าวถึงการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของการฝึกพลัง กล้ามเนื้อ ในด้าน StartingPower (พลังกล้ามเนื้อในการเริ่มต้นเคลื่อนที่) คือปัจจัยหลักและการ กำหนดความสามารถในกีฬาที่การแสดงออกของความเร็วต้นกำหนดประสิทธิภาพของการ

เคลื่อนที่นั้นๆ (มวย , คาราเต้ , ฟันดาบ) ความสามารถของนักกีฬาที่จะระดมจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็วมาใช้ในการเริ่มต้นของการเคลื่อนที่แบบแรงระเบิดเป็นลักษณะพื้นฐานทางสรีรวิทยาที่จำเป็นต่อการแสดงความสามารถ ในกีฬามวยหรือกีฬาต่อสู้ ทักษะการบุกที่มีความเร็วและมีพลังในช่วงเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวช่วยป้องกันฝ่ายตรงข้ามจากการใช้ทักษะการป้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ การยืดหยุ่น เป็นส่วนประกอบในการตอบสนองของกล้ามเนื้อ มีความสำคัญในการส่งการเคลื่อนไหวได้รวดเร็วและมีพลังมากในช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ ดังนั้นความเฉพาะของการฝึกพลังกล้ามเนื้อคือ สเตเรทซิริเฟล็กซ์ ของกล้ามเนื้อ และพลังที่มากจากเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว

วุฒิพงษ์และอารี ปรมัตถากร (2532) ได้กล่าวถึงความเร็วของการเคลื่อนไหวขึ้นอยู่กับการทำงานของระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท โดยเฉพาะระบบประสาทซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วเป็นส่วนใหญ่

ความเร็วแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษกับเคลื่อนไหวธรรมดาต่างๆ ดังนั้นการฝึกการเคลื่อนไหวที่อาศัยความชำนาญพิเศษ เพื่อเพิ่มความเร็วจึงเป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายกว่า โดยการฝึกในช่วงแรกจะเริ่มจากการฝึกซ้ำๆ แล้วค่อยๆ เพิ่มความเร็ว ส่วนความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนไหวแบบธรรมดา เช่นการวิ่ง ต้องลดระยะเวลาของการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อนั้น

หลักการฝึกความเร็ว

1. ลักษณะทั่วไปของความเร็ว

ความเร็ว คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวและคลายตัวได้เต็มที่และรวดเร็ว ความเร็วเป็นการกระทำที่รวดเร็วและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในกีฬาหลายประเภท แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1.1 ความเร็วในการวิ่ง ต้องทำการวิ่งอย่างเต็มที่ โดยการวิ่งจะทำได้ดีแค่ไหน ต้องขึ้นอยู่กับความถี่ของการเคลื่อนไหว (จำนวนก้าวที่ชอยเท้าในการวิ่ง) และระยะทาง

1.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่ เป็นความเร็วที่เกิดโดยทำการเคลื่อนไหวที่มีรูปแบบ เช่น การกระโดด การตี การขว้าง การเตะ เป็นต้น

1.3 ความเร็วในการตัดสินใจ เป็นความเร็วที่เกิดเนื่องจากระบบประสาทที่ได้การฝึกฝน โดยมีการตอบสนองจากสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นได้อย่างรวดเร็ว

2. หลักเบื้องต้นของความเร็ว

2.1 จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อมีการแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวและเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง โดยเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดงจะมีการทำงานที่เกี่ยวข้องกับความทนทานและหนัก ส่วนกล้ามเนื้อสีขาวมีการทำงานที่ไวต่อการกระตุ้น ทำงานในลักษณะที่หดตัวอย่างรวดเร็ว

2.2 ระบบประสาท มีผลต่อความเร็ว เพราะช่วยให้เกิดการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว จึงจะทำให้สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว

2.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีความจำเป็นต่อนักกีฬาประเภทที่ต้องอาศัยความเร็วในการเคลื่อนที่ และต้องเคลื่อนไหวในการเอาชนะแรงต้านทานสูง คือน้ำหนักตัว ในกีฬาบางประเภทที่ไม่ต้องการเทคนิคมาก ผลการแข่งขันเกือบจะขึ้นอยู่กับสมรรถภาพทางกายเพียงอย่างเดียว แต่สำหรับกีฬาที่ใช้ทักษะและเทคนิคที่สูงการมีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะช่วยให้ให้นักกีฬาผู้นั้นสามารถปฏิบัติตามเทคนิคที่ได้ฝึกมาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพจึงอาจกล่าวได้ว่าการฝึกสมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักกีฬาทุกประเภท

การพัฒนาความเร็วและความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

สนธยา สี่ละมาต (2551) กล่าวว่าความเร็วเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะหดตัวซ้ำๆ ติดต่อกันได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเคลื่อนร่างกายไปสู่อีกตำแหน่งหนึ่ง ซึ่งถือว่าสมรรถภาพทางกลไกพื้นฐานที่สำคัญทางการกีฬาเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะการแข่งขันที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความเร็ว มีดังนี้

1. เวลาปฏิกริยาเป็นเวลาดังแต่เริ่มมีการกระตุ้นจากภายนอกและนักกีฬาได้รับรู้ จนกระทั่งนักกีฬามีการตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้น เช่นการออกตัวได้เร็วของนักวิ่ง ซึ่งเวลาปฏิกริยาของแต่ละคนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระบบประสาท

2. ความสามารถในการเอาชนะแรงต้านภายนอก พลังกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว โดยแรงต้านภายนอกที่มีผลต่อทำให้นักกีฬาเคลื่อนไหวได้ช้าลง เช่น แรงดึงดูดของโลก อุปสรรคที่สวมใส่ น้ำ ลม คู่แข่งขัน ดังนั้นนอกจากการฝึกซ้ำๆหลายๆเที่ยวควรที่มีการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ เพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้นานขึ้นและไม่สูญเสียความเร็วในการเคลื่อนที่

3. เทคนิค ความสามารถด้านความเร็วและเวลาปฏิกริยาหลายครั้งที่เกิดจากเทคนิค หรือทักษะ เนื่องจากการเคลื่อนที่ไหวโดยมีการจัดตำแหน่งของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้เกิดความรวดเร็ว เช่น การรักษาตำแหน่งจุดศูนย์ เป็นต้น

4. สมรรถนะและความตั้งใจ การเคลื่อนไหวร่างกายอย่างรวดเร็วถูกกำหนดโดยความสามารถในการเคลื่อนไหว (Mobility) ลักษณะของกระบวนการทางระบบประสาท สมรรถนะที่ตั้งมั่น นักกีฬาจึงควรได้รับการฝึกฝนพัฒนาทักษะด้านจิตวิทยา

5. ความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นและความสามารถในการคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonist) และกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonist) เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว รวมถึงความยืดหยุ่นของข้อต่อเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มระยะของมุมข้อต่อ

กีฬาเทควันโด

World Taekwondo Federation (2010) ได้อธิบาย เทควันโดเป็นศิลปะการต่อสู้ด้วยมือเปล่าที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศเกาหลีซึ่ง “เท” หมายถึงการใช้เท้า “ควัน” หมายถึงการใช้มือ “โด” หมายถึงวิถีทาง ศิลปะ สติปัญญา ดังนั้น เทควันโด คือ ศิลปะการป้องกันตัวที่ใช้ มือและเท้าอย่างมีสติปัญญา เทควันโดเป็นการต่อสู้ที่นำส่วนต่างๆ ของร่างกายเตะมาเป็นอาวุธไม่ว่าจะเป็นมือ เท้า เข่า ศอก ศีรษะ ซึ่งจุดเด่นของกีฬาเทควันโด คือการมีลีลาท่าเตะที่หลากหลาย สวยงาม รวดเร็วทั้งการโจมตีและตั้งรับ

รูปแบบการฝึกเทควันโดมีทั้งหมด 3 รูปแบบได้แก่

1. การฝึกพุมเซ่ (Poomsae) คือการฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ เป็นเพลงมวยรำรำ ซึ่งมีทั้งทักษะการโจมตี และการป้องกัน โดยแต่ละสายจะมีชุดท่ารำที่แตกต่างกันออกไป เมื่อลำดับชั้นสายสูงขึ้นชุดท่ารำจะมีความยากเพิ่มขึ้นและมีจำนวนมากขึ้น การรำพุมเซ่เป็นการให้นักกีฬาฝึกสมาธิ ความจำ และฝึกการมีจินตนาการถึงการต่อสู้ที่มีหลากหลายทิศทาง ซึ่งมีทั้งท่าทางการโจมตี การรับ

2. การฝึกเคียวูกิ (Kyoruki) เป็นการเข้าคู่ฝึกการต่อสู้โดยมีการฝึกแบบกำหนดท่าทางรุก รับไว้แล้วที่เรียกว่า Step Sparring และการต่อสู้แบบอิสระแต่มีกติกาเป็นตัวควบคุม ในปัจจุบันเป็นการแข่งขันประเภทต่อสู้ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก

3. การฝึกเคียวักปา (Kyeakpa) เป็นการทดสอบอาวุธในร่างกายโดยการจำลองวัตถุต่างๆ เช่น แผ่นไม้ อีฐู กระเบื้อง ซึ่งถือว่าการฝึกขั้นสูงเพื่อทดสอบเทคนิคของการใช้อาวุธในร่างกาย โดยเกิดจากองค์ประกอบด้านความแข็งแรง ความกล้าหาญ การตัดสินใจและเทคนิคต่างๆ

การเตะเหยียบลง (Axe Kick)

ท่าเตะเหยียบลง (Axe-kick) เป็นหนึ่งในทักษะหลักที่นักกีฬานิยมใช้ในการทำคะแนนในการแข่งขัน เพื่อทำคะแนนบริเวณใบหน้า แต่ในปัจจุบันทักษะนี้มีการปรับเปลี่ยน โดยทำการงอเข่าก่อนเหวี่ยงขาขึ้นเหนือศีรษะ แล้วทำการเตะเหยียบลง ซึ่งสามารถใช้ทักษะนี้ได้ ทั้งในลักษณะการรับและการรุก

Tsai et.al. (2005) กล่าวว่า การใช้ท่าเตะทำให้นักกีฬามีเปอร์เซ็นต์ของการประสบความสำเร็จในระหว่างการแข่งขันค่อนข้างสูง ท่าเตะเหยียบลงของเทควันโดพบเห็นได้บ่อยในการแข่งขัน เป็นท่าเตะที่อยู่ในแนวตั้ง ใช้ในการโจมตีคู่ต่อสู้บริเวณใบหน้าหรือบริเวณไหล่ปล้ำ

รังสฤษฏ์ จำเริญ (2552) กล่าวว่า ท่าเตะเหยียบลง คือทักษะท่าเตะชนิดหนึ่งในกีฬาเทควันโด ที่นักกีฬานิยมใช้ในการทำแต้มระหว่างการแข่งขัน เพราะท่านี้มักใช้ในการโจมตีคู่ต่อสู้โดยแทงเข่าขึ้นตรงมาด้านหน้าของลำตัวและเหยียดขาไปที่บริเวณศีรษะของคู่ต่อสู้ ซึ่งทำให้ได้คะแนนที่มากกว่าการเตะที่เกราะของคู่ต่อสู้ นักกีฬาเทควันโดควรนำท่าเตะนี้ไปใช้ในการแข่งขัน ซึ่งทำให้เกิดโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการแข่งขันมากกว่าการใช้ท่าเตะเฉียงเพียงท่าเดียว

Woo et.al. (2012) กล่าวว่าท่าเตะเหยียบลงเป็นเทคนิคท่าเตะที่ใช้ในการทำคะแนนระหว่างการแข่งขันมากที่สุด เพราะท่าเตะนี้ไม่มีการหมุนตัวหรือกลับหลังในระหว่างใช้เทคนิค ทำให้นักกีฬาเกิดความมั่นใจมากกว่าการใช้ท่าที่ต้องกับตัวเตะจากทางด้านหลัง

Aggeloussis et.al. (2007) กล่าวว่า ท่าเตะเหยียบลง (Naeryo chagi หรือ Axe kick) คือท่าเตะหนึ่งในกีฬาเทควันโดที่มีการเคลื่อนไหวในแนวตั้ง ซึ่งมักใช้ท่านี้ในการโจมตีคู่ต่อสู้บริเวณใบหน้า และไหล่ปล้ำ โดยมีการวิเคราะห์ลำดับการเคลื่อนไหวของท่าเตะเหยียบลง (Axe kick) ของกีฬาเทควันโด

1. ช่วงแทงเข่าขึ้นด้านบน (Knee raising) โดยเริ่มจากทำยืนเตรียมต่อสู้หรือยืนตั้งการ์ด จากนั้นแทงเข่าขึ้นด้านหน้า โดยให้เข่าชิดสะโพกกับหน้าอกมากที่สุด

2. ช่วงเตะขึ้นหรือ ช่วงเหยียดปลายเท้าขึ้นเหนือเป้าหมาย (Leg straight up) เป็นขั้นตอนที่ทำการเหยียดขาท่อนล่างต่อเนื่องจากการแทงเข่าในขั้นตอนแรก โดยให้เท้ามีความสูงในระดับเหนือเป้าหมาย

3. ช่วงเตะลง (Leg straight pull down) ขั้นตอนนี้ทำการออกแรงเตะเหยียบลงไปที่เป้าหมายอย่างรวดเร็ว

งานวิจัยในประเทศ

จตุพลยอด อัญมณีวงศ์ (2550) ศึกษาเรื่องผลเชิงเปรียบเทียบของการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกความมั่นคงของลำตัวร่วมกับการฝึกเทควันโดที่มีผลต่อเวลาตอบสนองการเคลื่อนไหวในท่าหมุนตัวเตะเฉียงของผู้เล่นกีฬาทควันโด มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกความมั่นคงของลำตัวร่วมกับการฝึกเทควันโดระยะเวลาฝึก 6 สัปดาห์ที่มีต่อเวลาตอบสนองการเคลื่อนไหวในท่าหมุนตัวเตะเฉียงของกีฬาทควันโดกลุ่มตัวอย่างคือผู้เล่นจากสโมสรเทควันโดyimจำนวน 30 คนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆละ 10 คนทำการฝึกตามโปรแกรมดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 โปรแกรมการฝึกเทควันโดอย่างเดียวกลุ่มทดลองที่ 2 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการฝึกเทควันโดและกลุ่มทดลองที่ 3 โปรแกรมการฝึกความมั่นคงของลำตัวร่วมกับการฝึกเทควันโดผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ทำการฝึกโปรแกรม ความมั่นคงของลำตัวร่วมกับการฝึกเทควันโดมีผลต่อค่าเวลาตอบสนองการเคลื่อนไหวที่ลดลงได้มากที่สุดซึ่งควรให้ความสนใจในการฝึกแบบนี้เพื่อให้ได้ผลที่ดีขึ้นมากกว่า

รังสฤษฎ์ จำเริญ (2552) ศึกษาเรื่องผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความเร็วในการเตะเหยียบลงของนักกีฬาทควันโดในมหาวิทยาลัย การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความเร็วในการเตะเหยียบลงของนักกีฬาทควันโดในระดับมหาวิทยาลัยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาทควันโดชายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18 - 24 ปี โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 20 คน จากนั้นจัดกลุ่มกำหนดให้มีความเร็วในการเตะเหยียบลงที่ใกล้เคียงกันกลุ่มละ 10 คนสองกลุ่มกลุ่มควบคุมฝึกโปรแกรมการฝึกตามโปรแกรมปกติกลุ่มทดลองฝึกโปรแกรมการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนในการเตะเหยียบลงควบคู่กับโปรแกรมตามปกติใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ๆละ 2 วันทำการทดสอบความเร็วในการเตะเหยียบลงก่อนการทดลองหลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทดสอบค่า "ที" วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำถ้าพบความแตกต่างให้เปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการทดสอบของแอลเอสดี โดยทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05ผลการวิจัยพบว่าความเร็วในการเตะเหยียบลงของนักกีฬาทควันโดชายเพิ่มขึ้น โดยมีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหรือเวลาที่ใช้ในการเตะลดลง

ภาณุ กุศลวงศ์ (2552) ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกความรวดเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวที่มีต่อเวลาตอบสนองของการเตะเฉียงในกีฬาทควันโด กลุ่มตัวอย่างเป็น

นักเรียนชายที่เรียนวิชาเทควันโด ระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ของโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย จำนวน 45คน แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 15 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุมฝึกทักษะเตะเฉียงเพียงอย่างเดียวกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกความรวดเร็วกับการเตะเฉียง กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกความคล่องแคล่วว่องไวกับการเตะเฉียง ทั้ง 3 กลุ่มทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำถ้าพบความแตกต่างให้เปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการทดสอบของแอลเอสดี โดยทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกความรวดเร็วกับการเตะเฉียง ซึ่งเกิดจากผลของการที่ฝึกปฏิบัติอย่างรวดเร็วและแรงสอดคล้องกับการเตะเฉียง ทำให้มีการตอบสนองอย่างฉับพลันทำให้มีเวลาในการตอบสนองดีกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกความคล่องแคล่วว่องไวและกลุ่มควบคุม

งานวิจัยในต่างประเทศ

Jakubiak and Saunders (2008) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับผลของการฝึกแบบมีแรงต้าน ด้วยยางยืดที่มีผลในการเพิ่มความเร็วยุทธศาสตร์ในนักกีฬาเทควันโดโอลิมปิก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบมีแรงต้านด้วยยางยืดที่มีผลต่อการเพิ่มความเร็วยุทธศาสตร์ของนักกีฬาเทควันโดโอลิมปิก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทควันโดโอลิมปิกชาย 12 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 6 คนทำการฝึกทักษะเทควันโดเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลองจำนวน 6 คน ทำการฝึกทักษะเทควันโดควบคู่กับการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืด (Elastic resistance training) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ในแต่ละวันฝึก 3 เซต เซตละ 6 ครั้ง ซึ่งในแต่ละเซตมีการเพิ่มความหนักเริ่มจาก 78 นิวตันต่อ 100% ของความยาวที่ยืดออกได้, 108 นิวตันต่อ 100% ของความยาวที่ยืดออกได้ และ 157 นิวตันต่อ 100% ของความยาวที่ยืดออกได้ ทำการพักระหว่างเซต เซตละ 1 นาที มีการบันทึกผลระดับความรู้สึกทุกครั้งในแต่ละเซต (RPE 6-20) และทำการทดสอบความเร็วยุทธศาสตร์โดยจับเวลาเตะในแต่ละครั้ง ในขาข้างที่ถนัด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้งผลปรากฏว่ากลุ่มที่ทำการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืด มีความเร็วในการเตะเพิ่มขึ้น 7% จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เห็นว่าการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืดในระยะเวลาสั้น (4 สัปดาห์) มีผลในการพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อมากกว่าการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกล้ามเนื้อ ทำให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อเกิดการหดตัวได้รวดเร็วขึ้น อีกทั้งยางยืดเป็นการฝึกที่ง่าย ปลอดภัยในขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว มีการเคลื่อนที่ได้ตามลักษณะเฉพาะเจาะจงของแต่ละกีฬา

Escamilla et al. (2010) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับผลของโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพของนักกีฬาเบสบอลวัยรุ่นใน 4 สัปดาห์ที่มีต่อความเร็วในการขว้างบอล การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพของนักกีฬาเบสบอลวัยรุ่นใน 4 สัปดาห์ที่มีต่อความเร็วสูงสุดในการขว้างบอล ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเบสบอลจำนวน 34 คน อายุระหว่าง 11-15 ปี สุ่มนักกีฬาแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 17 คนและกลุ่มควบคุมจำนวน 17 คน โดยกลุ่มทดลองทำการฝึกทั้งหมด 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง โปรแกรมการฝึกประกอบ ด้วยการอบอุ่นร่างกายแบบเฉพาะของกีฬา การฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืด โปรแกรมการฝึกขว้างและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การทดสอบความเร็วในการขว้างบอลจะทำการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง 4 สัปดาห์ทั้ง 2 กลุ่ม ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ทำการฝึกแบบมีแรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วในการขว้างบอลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โปรแกรมการฝึกในระยะสั้นเพียง 4 สัปดาห์นักกีฬาเบสบอล

บอล ด้วยการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืด ทำให้ประสิทธิภาพในการขว้างลูกเบสบอลได้เร็วขึ้น ในนักกีฬาเบสบอลวัยรุ่น ซึ่งทำให้ผู้ที่เล่นตำแหน่งพิชเชอร์ (Pitchers) มีเวลาในการเหยียดไม่ได้ น้อยลง และช่วยให้นักกีฬาลดเวลาในการวิ่งไปอีกจุดหนึ่ง

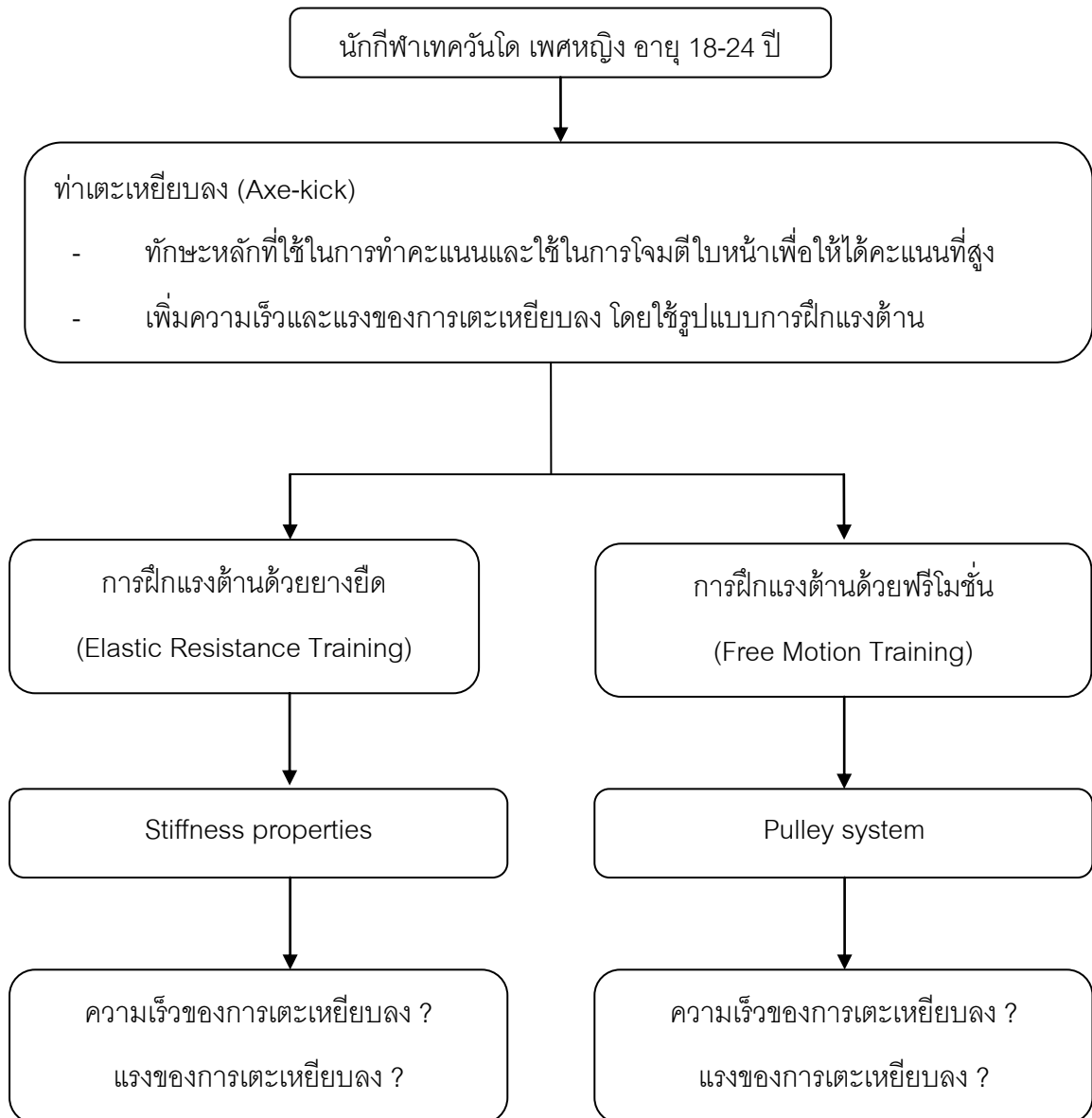
Woo Mei Teng et.al. (2008) ศึกษาเรื่องผลของโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักที่มีผลต่อและไอโซคิเนติกพีคทอร์กและพลังแบบอนากาศนิยมของนักกีฬาเทควันโดอายุ 13-16 ปีการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก 12 สัปดาห์ ความหนัก 50% ของ 1RM ในนักกีฬาเทควันโดชายอายุ 13-16 ปีที่มีต่อไอโซคิเนติกพีคทอร์กและความสามารถในการแสดงออกทางด้านอนากาศนิยม กลุ่มทดลองมีจำนวน 12 คน เข้าร่วมฝึกโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักและฝึกทักษะทางเทควันโดสัปดาห์ละ 2 วัน กลุ่มทดลองมีจำนวน 11 คน ทำการฝึกทักษะเทควันโดเพียงอย่างเดียว การทดสอบความสามารถในการแสดงออกทางด้านอนากาศนิยมใช้การทดสอบโดยวินเกจท์ แอนแอโรบิคเทส และใช้อุปกรณ์ไอโซคิเนติก ไดนามิเมตรในการวัดความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยม ซึ่งโปรแกรมการฝึกทำการฝึกทั้งหมด 12 สัปดาห์ ประกอบด้วย การอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 15 นาทีแรก ช่วงฝึกด้วยน้ำหนักประกอบด้วยท่าดังนี้ half squat , bench press , knee extension , leg curl , lateral pull ฝึก 3 เซต เซตละ 10 ครั้ง ความหนักที่ 50% ของ 1RM ส่วนในท่า hip abduction และ hipadduction ใช้การฝึกโดยยางยืด เริ่มจากสี่ของยางที่สามารถทำได้ 10 ครั้งและเพิ่มความหนักขึ้นตามความสามารถของแต่ละคนในการทดลองมีทั้งหมด 4 สี่ เรียงจากความหนักน้อยที่สุดไปหาความหนักมากที่สุด คือ สี่เขียว สี่ชมพู สี่ม่วง และสี่เงินผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและความสามารถในการแสดงด้านอนากาศนิยมสูงสุดของกลุ่มทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น 9% และ 10% ส่วนความสามารถใน 2 ด้านของกลุ่มควบคุมมีค่าลดลงจากช่วงสัปดาห์ที่ 6 ถึงสัปดาห์ที่ 12 มีค่า 11.5% และ 16% และพลังกล้ามเนื้อในกาหุบสะโพกของกลุ่มทดลองมี ค่าเพิ่มขึ้น 32% ในกลุ่มควบคุมพลังกล้ามเนื้อการงอสะโพกลดลงถึง 22% และพลังกล้ามเนื้อในการกางสะโพกลดลง 34%

Spennwyn (2008) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยเครื่องที่จำกัดการเคลื่อนไหวกับการฝึกแรงต้านด้วยเครื่องที่มีการเคลื่อนไหวอิสระที่มีต่อ ความแข็งแรงและความสามารถในการทรงตัว กลุ่มตัวอย่างเป็นคนที่ไม่เคยได้รับการฝึกจำนวน 30 คนกลุ่มละ 10 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกแรงต้านด้วยเครื่องที่จำกัดการเคลื่อนไหว กลุ่มที่ 2 ฝึกแรงต้านด้วยเครื่องที่มีการเคลื่อนไหวอิสระ กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม โดยทั้ง 3 กลุ่มทำการฝึกทั้งหมด 16 สัปดาห์ ใช้ความหนักที่ 8-12 ครั้งของความแข็งแรงสูงสุด ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ฝึกแรง

ต้านด้วยด้วยเครื่องมีการเคลื่อนไหวอิสระมีความแข็งแรงและความสามารถในการทรงตัวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยเครื่องที่จำกัดการเคลื่อนไหว

Topal et.al.(2011) ศึกษาผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีต่อแรงของการเตะของกีฬาเทควันโด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทควันโด 24 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีความหนัก 7.25 กิโลกรัม และกลุ่มที่ 2 ฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีความหนัก 14.5 กิโลกรัมและกลุ่มควบคุม ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์สัปดาห์ละ 3 วัน ซึ่งฝึกในท่าเตะเฉียง (Roundhouse kick)ท่าเตะกลับตัว (turning kick) และท่าหมุนตัวเตะเฉียง (downward kick) ทำการทดสอบแรงของการเตะโดยใช้เซ็นเซอร์วัดแรงของการเตะ เตะทั้งหมด 3 ครั้งโดยเลือกค่าที่สูงที่สุดพบว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีความหนัก 14.5 กิโลกรัมมีแรงของการเตะมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1และกลุ่มควบคุมใน สรุปว่าการฝึกยางยืดสามารถเพิ่มแรงของการเตะได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิงซึ่งมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเทควันโดเพศหญิง ชมรมเทควันโดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีอายุระหว่าง 18- 24 ปี ซึ่งสมัครใจในการเข้าร่วมการทดลอง แบ่งกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์การทรงตัว และความอ่อนตัวใน ท่างอสะโพก (ภาคผนวก จ) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มให้ 2 กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยการทรงตัว และความอ่อนตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยใช้การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยการคำนวณ (Montgomery and Runger, 1999) ซึ่งมีการกำหนดระดับความเชื่อ มั่นเท่ากับ 95% ($\alpha=.05$) อำนาจการทดสอบ (power of test) = .95 และ effect size = 1.20 โดยทำการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว (One-tailed) มีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{สูตรคำนวณ } n = \left[\frac{(Z_\alpha + Z_\beta)\sigma}{\Delta} \right]^2$$

α = type I error ซึ่งผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นค่า Z_α จากการเปิดตาราง one-tailed = 1.645

β = type II error ซึ่งผู้วิจัยกำหนดความคลาดเคลื่อน 5 % หรือ $\beta = 0.05$

ดังนั้น Power = $1 - \beta = 95\%$ และค่า Z_{β} จากการเปิดตาราง = 1.645

$$\text{Effect size} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{SD} = 1.20$$

$$n = \left[\frac{(1.645 + 1.645)1}{1.20} \right]^2$$

$$= 8.32 \approx 8 \text{ คน}$$

ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 8 คน รวมทั้งหมด 16 คน โดยผู้วิจัยจัดให้มีกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 คน เพื่อป้องกันการถอนตัวกลางคัน (Dropout) ระหว่างการทดลอง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน แบ่งออกเป็นดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและฝึกทักษะเทควันโด จำนวน 10 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชันและฝึกทักษะเทควันโด จำนวน 10 คน

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอน การวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย ทำการประสานงานติดต่อและขออนุญาตกับหัวหน้าผู้ฝึกสอนของท่าน เพื่อ ตกลงในเรื่องของช่วงเวลา ตามแผนดำเนินการวิจัย หลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่พักผ่อนกับโปรแกรมการแข่งขัน และลดผลกระทบที่เกิดจากเข้าร่วมให้น้อยที่สุด

เกณฑ์การคัดเลือกเข้ากลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทควันโดเพศหญิง ชมรมเทควันโดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีอายุระหว่าง 18- 24 ปี
2. มีประสบการณ์ในการแข่งขันภายในประเทศไม่ต่ำกว่า 2 ปี
3. กลุ่มตัวอย่างไม่มีการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับขา

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยจนทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้
2. เข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 17 ครั้ง จากการฝึกทั้งหมด 24 ครั้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

- 1.1 แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป
- 1.2 แบบยินยอมของประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Informed consent)
- 1.3 การทดสอบความสามารถของการทรงตัวใช้ แบบทดสอบ One leg stance test

(Abrams, 2010)

- 1.4 เครื่องมือวัดมุมข้อต่อ Goniometer เครื่องหมายการค้า JAMAR รุ่น E-Z read

ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความเร็วของการเตะ

- 2.1 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion analysis) ประเทศสหรัฐอเมริกา

ประกอบด้วย

- 2.1.1 กล้องความเร็วสูง 200 เฮิร์ต จำนวน 3 ตัว

- 2.1.2 โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว DMAS 7

2.1.3 อุปกรณ์ระบุตำแหน่งการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Reflexive markers) โดยทำการติดที่บริเวณข้อต่อ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ สะโพกติดที่กระดูก Pelvis ข้อเข่าติดด้านข้างกระดูก Patella หรือเรียกว่า Lateral condyle ข้อเท้าติดเหนือกระดูก Lateral malleolus และปลายเท้าติดที่กระดูก Phalanges

- 2.2 เป้าเตะเทควันโด 2 ชั้น เครื่องหมายการค้า Adidas ประเทศเกาหลี

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบแรงของการเตะ ประกอบด้วย

3.1 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion analysis) ประกอบด้วย กล้องตรวจจับความเร็วสูง 200 เฮิร์ต จำนวน 4 ตัว และโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว DMAS 7 ประเทศสหรัฐอเมริกา

- 3.2 วัดแรงของการเตะด้วยการคำนวณโดยใช้สูตรนิวตัน $F = ma$

4. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 4.1 ยางยืด เครื่องหมายการค้า Sanctband ชนิดแผ่น ประเทศมาเลเซีย

ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าความหนักของยางยืด ขนาดและค่านิจของยางยืดแต่ละสีที่ใช้

สี ยางยืด	ความหนักเมื่อถูกยืด		ขนาด [กว้าง(ซม) x ยาว(ม) x หนา(มม)]	ค่านิจ (นิวตัน/เมตร)
	ออก (กิโลกรัม)			
	100 %	300 %		
สีเขียว	2.6	4.5	15x1.5x 0.25	50.0
สีฟ้า	3.2	5.5	15x1.5x 0.30	65.4
สีม่วง	4.2	7.7	15x1.5x 0.40	72.3
สีเทา	5.2	9.2	15x1.5x 0.45	78.4

4.2 อุปกรณ์ฝึกแรงต้านฟรีโมชัน เครื่องหมายการค้า Freemotion รุ่น Freemotion EXT Dual Cable Cross ประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 5 อุปกรณ์ฝึกแรงต้านฟรีโมชัน

ที่มา : http://www.freemotionfitness.com/webapp/wcs/stores/servlet/Category_1_10001_10002_10009_Y

4.3 โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน มีขั้นตอนการสร้างโปรแกรมดังนี้

4.3.1 ศึกษาโปรแกรมการฝึกจากหลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.3.2 เสนอโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านตรวจสอบเพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มทดลอง โดยสร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC) ซึ่งค่าที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.80 (Cox and Vargus, 1996)

4.3.3 นำโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งโปรแกรมการฝึกมีดังนี้
ก) โปรแกรมการฝึกสำหรับกลุ่มฝึกแรงต้านโดยใช้ยางยืดโดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ครั้งละ 60 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

1. การอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 20 นาที
2. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด ความหนักใช้วิธีการ Multiple RM (ภาคผนวก ง) โดยเลือกสีของยางยืดที่สามารถทำได้ 12 ครั้งในแต่ละท่าฝึก (Page and Ellenbecher, 2003) ซึ่งท่าฝึกประกอบด้วย(ตารางที่ 5)

3.การคลายอุ่นและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5-10 นาที
ตารางที่ 5 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ท่าที่ใช้ในการฝึก	จำนวนชุดการฝึก (ชุด)	จำนวนครั้งการฝึก (ครั้ง)	ระยะเวลาพัก (นาที)
High kick	3	12	3
Knee raise	3	12	3
Downward kick	3	12	3

ข) โปรแกรมการฝึกสำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ใช้โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยเครื่องฟรีโมชัน โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ครั้งละ 60 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ใช้ความหนัก 70% ของความแข็งแรงสูงสุด (% 1RM) (ภาคผนวก ง) มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

1. การอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 20 นาที
2. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยแรงต้านด้วยน้ำหนักของร่างกาย 70% ของความแข็งแรงสูงสุด (% 1RM) ของท่าฝึกในแต่ละท่าฝึก (ตารางที่ 6)
3. การคลายอุ่นและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5-10 นาที

ตารางที่ 6 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยเครื่องมือชิ้นเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ท่าที่ใช้ในการฝึก	จำนวนชุดการฝึก (ชุด)	จำนวนครั้งการฝึก (ครั้ง)	ระยะเวลาพัก (นาที)
High kick	3	70% ของ 1RM	3
Knee raise	3	70% ของ 1RM	3
Downward kick	3	70% ของ 1RM	3

ขั้นตอนการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการออกแบบการทดลองที่มีการจัดกลุ่มไว้สำหรับเปรียบเทียบ ประกอบด้วย

1. การทดสอบความสามารถในทรงตัวท่าอสะโพก (Abrams, 2010) ผู้ทดสอบนำแขนไขว่กันและประสานกันไว้ที่หน้าอก ตะหวัดทั้ง 2 ข้าง งอเข่ายกขาอีกข้างหนึ่งขึ้น เขย่งปลายเท้าขึ้น ค้างไว้ให้นานที่สุด ทดสอบ 2 ข้างโดยทำสลับซ้ายขวา ให้ครบข้างละ 3 ครั้ง (ภาคผนวก จ)

2. ทดสอบความอ่อนตัวในท่าอสะโพก (Luttgen and Hamilton, 1997) ทดสอบด้วยอุปกรณ์โกนิโอมิเตอร์ (Goniometer) โดยให้ผู้ทดสอบนอนยกขาขึ้นให้ชิดหน้าอกมากที่สุด โดยไม่ยกสะโพกขึ้น ขาที่ยกขึ้นเหยียดตรง ทดสอบทั้ง 2 ข้างโดยทำสลับซ้ายขวา ให้ครบข้างละ 3 ครั้ง (ภาคผนวก จ)

3. ทดสอบความเร็วของการเตะเหยียบลงด้วยอุปกรณ์ Motion analysis และกล้องตรวจจับความเร็ว 4 ตัว โดยให้ผู้ทดสอบทำการติด Reflexive marker ที่ข้อต่อ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ สะโพก เข่า ข้อเท้าและปลายเท้า โดยให้เครื่องบันทึกความเร็วของการเตะ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ทำการทดสอบในขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัด ข้างละ 3 ครั้ง ทำการกรองข้อมูลโดยใช้ Butterworth filter (ความถี่ 300 เฮิร์ต , Cutoff เท่ากับ 30) โดยศึกษาความเร็วออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงความเร็วสูงสุดช่วงเตะขึ้นและช่วงความเร็วสูงสุดช่วงเตะลง โดยทั้ง 2 ช่วงศึกษาความเร็วที่ข้อเข่าและปลายเท้า

- ความเร็วช่วงเตะขึ้น : เริ่มต้นเมื่อเท้าอยู่ที่พื้นไปสู่จุดที่ความเร็วมีค่าเท่า กับศูนย์สนใจศึกษาความเร็วที่เข่าและปลายเท้า

- ความเร็วช่วงเตะลง : เริ่มจากจุดสูงสุดเมื่อฝ่าเท้ากระทบเป้าหมาย สนใจศึกษาความเร็วสูงสุดที่ปลายเท้า

4. ทดสอบแรงของการเตะเหยียบลงขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัด ข้างละ 3 ครั้ง โดยใช้สูตรนิวตัน $F = ma$ จากนั้นใช้หลักการรวมแรง

4.1 ค่าความเร่ง ได้จากขั้นตอนดังนี้

4.1.1 ค่ามวลของขาในแต่ละส่วนได้จาก (Richards, 2008)

มวลของต้นขา = น้ำหนักตัว x สัดส่วนมวลของต้นขา (มีค่า 0.096)

มวลของแข้ง = น้ำหนักตัว x สัดส่วนมวลของแข้ง (มีค่า 0.045)

มวลของเท้า = น้ำหนักตัว x สัดส่วนมวลของเท้า (มีค่า 0.014)

มวลรวมของขา = น้ำหนักตัว x สัดส่วนมวลของขาหนึ่งข้าง (มีค่า 0.155)

4.1.2 ค่าจุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity ; CG) ของแต่ละส่วนของขาได้แก่ ช่วงสะโพกถึงหัวเข่า (Thigh) ช่วงหัวเข่าถึงข้อเท้า (Shank) และ ข้อเท้าถึงปลายเท้า (Foot) จากอุปกรณ์ Motion analysis ซึ่งทำการกรองข้อมูลโดยใช้ Butterworth filter (ความถี่ 300 เฮิรตซ์, Cutoff 30) โดยเลือกเฟรมก่อนที่เท้าจะกระทบไปจากนั้นนำค่าจุดศูนย์กลางถ่วงคูณกับมวลของแต่ละส่วน ดังนี้

$$CG_x = \frac{\text{มวล}_x \text{ ต้นขา} + \text{มวล}_x \text{ แข้ง} + \text{มวล}_x \text{ เท้า}}{\text{มวลรวมของขา}}$$

$$CG_y = \frac{\text{มวล}_y \text{ ต้นขา} + \text{มวล}_y \text{ แข้ง} + \text{มวล}_y \text{ เท้า}}{\text{มวลรวมของขา}}$$

4.1.3 ทำการหาความเร่งโดยกำหนดให้จุดที่ปลายเท้าสูงสุด (ความเร็วเท่ากับศูนย์) เป็นจุดอ้างอิงที่ 1 (CG_{x_1}, CG_{y_1}) และจุดก่อนเท้ากระทบไปเป็นจุดอ้างอิงที่ 2 (CG_{x_2}, CG_{y_2}) ซึ่งจะได้ความเร่งในแต่ละแกน ดังแสดงในสูตร

$$a_x = \frac{CG_{x_2} - CG_{x_1}}{\Delta t^2} \dots \dots \dots \text{ได้ความเร่งในแนวแกน } x$$

$$a_y = \frac{CG_{y_2} - CG_{y_1}}{\Delta t^2} \dots \dots \dots \text{ได้ความเร่งในแนวแกน } y$$

4.2 ทำการคำนวณแรงลัพธ์ จากแรงในแนวแกน x และ แกน y ดังแสดงในสูตร

$$\Sigma F_x = ma_x \dots \dots \dots \text{ได้แรงในแนวแกน } x$$

$$\Sigma F_y = ma_y + mg \dots \dots \dots \text{ได้แรงในแนวแกน } y$$

$$\boxed{\Sigma F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}}$$

ตารางที่ 7 แสดงรูปแบบการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง	การฝึก 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	การฝึก 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง
กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด	O ₁	X	O ₃	X	O ₅
กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน	O ₂	+	O ₄	+	O ₆

หมายเหตุ O₁ และ O₂ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

O₃ และ O₄ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ (Post-test after 4 week)

O₅ และ O₆ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

X หมายถึง การฝึกแรงต้านด้วยยางยืด 8 สัปดาห์

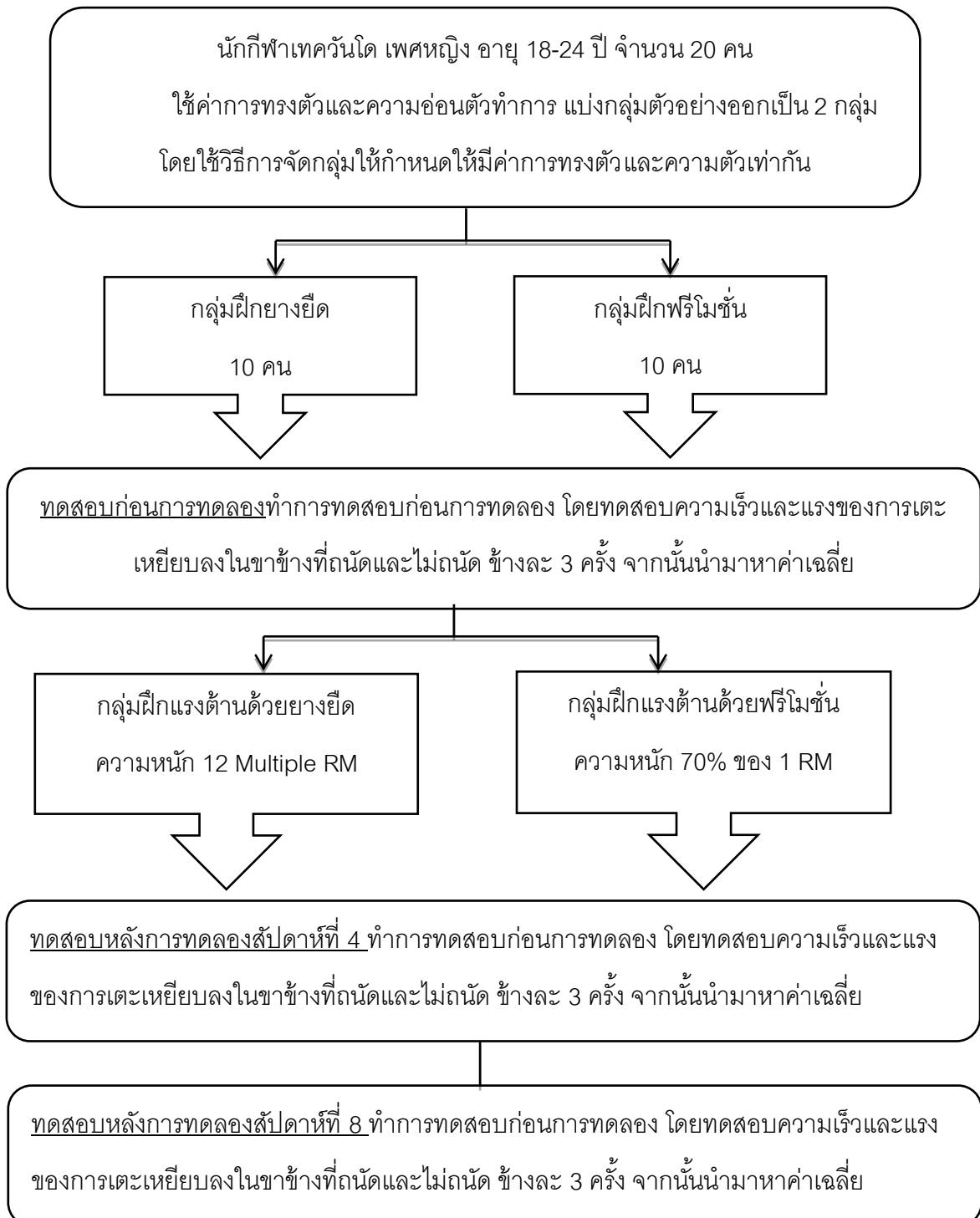
+ หมายถึง การฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน 8 สัปดาห์

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายใน กลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วยการวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ LSD
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม โดยการทดสอบค่าที่ (Independent t – test)
4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขั้นตอนการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล การทรงตัว ท่าอสะโพก และความอ่อนตัวท่าอสะโพก เพื่อนำข้อมูลไปทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มแบ่งเป็นกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงของทั้ง 2 กลุ่มทดลอง โดยเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน เหลือกลุ่มตัวอย่าง 18 คน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีการสูญหายจากการวิจัย (Drop out) จำนวน 2 คน และนำผลการวิเคราะห์เสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ แบ่งการนำเสนอข้อมูลออกเป็น

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านข้อมูลพื้นฐานการทรงตัวท่าอสะโพกและความอ่อนตัวท่าอสะโพกก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance repeated measures) ด้านความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ค่าที (Independent t – test) ด้านความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

ตอนที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อมูลพื้นฐานการทรงตัวท่าอ
สะโพกและความอ่อนตัวท่าอสะโพกก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ของอายุและน้ำหนัก ก่อนการ
ทดลองของ 2 กลุ่ม

ข้อมูลพื้นฐาน	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน		t	p-value
	(N = 9)		(N = 9)			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
อายุ (ปี)	20.55	0.52	20.00	0.70	1.89	.077
น้ำหนัก (กก.)	53.88	7.09	53.88	6.75	.000	1.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 แสดงอายุและน้ำหนัก ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มก่อนการทดลอง โดย
กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน มีอายุเฉลี่ย 20.55 ปี และ 20.00 ปี
ตามลำดับ และมีน้ำหนักเฉลี่ย 53.88 กิโลกรัมและ 53.88 กิโลกรัม ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยอายุ และน้ำหนัก กก่อนการทดลอง พบว่าอายุและ
น้ำหนักของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test)ของการทรงตัวท่าองสะโพกในขา
ถนัดและขาไม่ถนัดก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

การทรงตัว (วินาที)	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด (N = 9)		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชั่น (N = 9)		t	p-value
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
	ขาถนัด	5.21	0.50	4.97		
ขาไม่ถนัด	4.78	0.56	4.64	0.67	0.47	.647

* p < .05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มฝึกแรงต้านยางยืด มีค่าเฉลี่ยการทรง
ตัวของขาถนัด 5.21 วินาทีและค่าเฉลี่ยการทรงตัวของขาไม่ถนัด 4.78 วินาที และกลุ่มฝึกแรงต้าน
ด้วยฟรีโมชั่นมีค่าเฉลี่ยการทรงตัวของขาถนัด 4.97 วินาที และค่าเฉลี่ยการทรงตัวของขาไม่ถนัด 4.64
วินาที

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ย การทรงตัว ท่าองสะโพกระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วย
ยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่นก่อนการทดลอง พบว่าการทรงตัวท่าองสะโพกของขาถนัด
และขาไม่ถนัดทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ของความอ่อนตัวทางอตะโพกในชาถนัดและชาไม่ถนัดก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

ความอ่อนตัว (องศา)	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชั่น		t	p-value
	(N = 9)		(N = 9)			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ชาถนัด	92.74	2.76	93.99	6.97	-5.03	0.622
ชาไม่ถนัด	88.55	3.51	88.55	5.19	.000	1.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มฝึกแรงต้านยางยืด มีค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวทางอตะโพกของชาถนัด 92.74 องศา และค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวทางอตะโพกของชาไม่ถนัด 88.55 องศา และกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่นมีค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวทางอตะโพกของชาถนัด 93.99 องศา และค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวทางอตะโพกของชาไม่ถนัด 88.55 องศา

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวทางอตะโพกระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มก่อนการทดลอง พบว่าความอ่อนตัวทางอตะโพกของชาถนัดและชาไม่ถนัดทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance repeated measures) ด้านความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันถ้าพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธี LSD

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาถนัด

ความเร็ว (เมตร/ วินาที)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ช่วงแทงเข้า	4.93	1.14	6.31	0.31	6.82	0.62
ช่วงเตะขึ้น	7.86	1.64	8.60	0.86	9.84	0.30
ช่วงเตะลง	4.37	1.83	4.73	1.79	5.83	1.53

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของขาถนัดในช่วง แแทงเข้า มีค่า 4.93 เมตรต่อวินาที 6.31 เมตรต่อวินาที และ 6.82 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 7.86 เมตรต่อวินาที 8.60 เมตรต่อวินาทีและ 9.84 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะลง มีค่า 4.37 เมตรต่อวินาที 4.73 เมตรต่อวินาทีและ 5.83 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงแต้นด้วยยางยืดในขนาดช่วงแขน

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	5.747	8	.718		
ภายในบุคคล	14.457	24	.602		
ระหว่างการทดลองที่เหลือ	17.385	2	8.692	15.966	.000*
รวม	20.205	32	.631		

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วง แขนเข้าก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงแต้นด้วยยางยืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขนาดช่วงแทงเข้า

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	4.93	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	4.93	-	1.389*	1.899*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	6.31	-	-	.510*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	6.82	-	-	-

จากตารางที่ 13 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเหยียบลงในขนาดช่วงแทงเข้าของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็ว ช่วงแทงเข้ามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็ว ช่วงแทงเข้ามากกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขนาดช่วงเตะขึ้น

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	16.164	8	2.021		
ภายในบุคคล	30.276	18	1.682		
ระหว่างการทำทดลองที่เหลือ	18.088	2	9.044	11.872	.001*
รวม	46.440	26	1.786		

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วง เตะขึ้นก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี การ LSD ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขนาดช่วงเตะขึ้น

การทดลอง	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	ก่อนการทดลอง		สัปดาห์ที่ 4		สัปดาห์ที่ 8
		7.86	8.60	9.84	
ก่อนการทดลอง	7.86	-	.738	1.983*	
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	8.60		-	1.246*	
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	9.84			-	

จากตารางที่ 15 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็วในการตะเหยียบลงในขนาดช่วงเตะขึ้นของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงเตะขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 มีความเร็วช่วงเตะขึ้นไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขนาดช่วงตะลง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	61.581	8	7.698		
ภายในบุคคล	71.513	24	2.979		
ระหว่างทดลอง ที่เหลือ	10.436	2	5.218	8.406	.003*
รวม	133.094	32	4.159		

* $p < .05$

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วง ตะลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี การ LSD ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขนาดช่วงเตะลง

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	4.37	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	4.37	-	.351	1.460*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	4.73	-	-	1.100*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	5.83	-	-	-

จากตารางที่ 17 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเหยียบลงในขนาดช่วงเตะลงของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงเตะลงมากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 มีความเร็ว ช่วงเตะลงไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัด

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ช่วงแทงเข้า	4.84	1.06	6.27	0.26	7.23	0.36
ช่วงเตะขึ้น	7.57	1.70	9.15	0.92	10.63	0.42
ช่วงเตะลง	4.42	1.28	5.13	1.36	6.12	0.90

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลองหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของขาไม่ถนัดในช่วง แทงเข้า มีค่า 4.84 เมตรต่อวินาที 6.27 เมตรต่อวินาที และ 7.23 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 7.57 เมตรต่อวินาที 9.15 เมตรต่อวินาทีและ 10.63 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วง เตะลงมีค่า 4.42 เมตรต่อวินาที 5.13 เมตรต่อวินาทีและ 6.12 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้า

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	5.228	8	.653		
ภายในบุคคล	31.729	18	1.762		
ระหว่างการทำทดลอง ที่เหลือ	26.131	2	13.066	37.347	.000*
รวม	5.598	16	.350		
รวม	36.957	26	1.421		

* $p < .05$

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย ความเร็วของการตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้าก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลงในขาไม้ถนัดช่วงแทงเข้า

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	4.84	สัปดาห์ที่ 4 6.27	สัปดาห์ที่ 8 7.23
ก่อนการทดลอง	4.84	-	1.432*	2.394*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	6.27		-	.962*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	7.23			-

จากตารางที่ 20 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการตะเหยียบลงในขาไม้ถนัดช่วงแทงเข้าของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงแทงเข้ามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็ว ช่วงแทงเข้า มากกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงแต้นด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงเตะขึ้น

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	13.143	8	1.643		
ภายในบุคคล	60.663	18	3.366		
ระหว่างการทำทดลองที่เหลือ	42.120	2	21.060	18.230	.000*
รวม	73.806	26	2.838		

* $p < .05$

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเหยียบลง ขาไม่ถนัดช่วงเตะขึ้นก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงแต้นด้วยยางยืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงเตะขึ้น

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	7.57	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	7.57	-	1.578*	3.059*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	9.15		-	1.481*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	10.63			-

จากตารางที่ 22 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการเหยียบลงในขาไม่ถนัดช่วงเตะขึ้นของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงเตะขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็ว ช่วงเตะขึ้นมากกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงเตะลง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	28.600	8	3.575		
ภายในบุคคล	34.742	24	1.447		
ระหว่างการทำทดลองที่เหลือ	11.303	2	5.651	14.723	.000*
รวม	63.342	32	1.979		

* $p < .05$

จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลง ขาไม่ถนัดช่วงเตะลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัดช่วงตะลง

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	4.42	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	4.42	-	.712*	1.582*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.13	-	-	.870*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	6.12	-	-	-

จากตารางที่ 24 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดช่วงตะลงของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงตะลงมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงตะลง มากกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด

แรง (นิวตัน)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ขาถนัด	1,382.18	155.37	1,414.72	108.51	2,347.75	159.11
ขาไม่ถนัด	1,148.62	186.49	1,178.41	150.14	1,944.68	317.19

จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของขาถนัดมีค่า 1,382.18 นิวตัน 1,414.72 นิวตัน และ 2,347.75 นิวตันตามลำดับ แรงการตะเหยียบลงของขาไม่ถนัดมีค่า 1,148.62 นิวตัน 1,178.41 นิวตัน และ 1,944.68 นิวตันตามลำดับ

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ด้านแรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืดในขนาด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	295,026.485	8	36,878.311		
ภายในบุคคล	489,873.888	24	20,411.412		
ระหว่างการทำทดลอง ที่เหลือ	5,411,752.672	2	2,705,876.336	222.195	.000*
รวม	784,900.373	32	24,528.136		

* $p < .05$

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย แรงของการตะเหยียบลงในขนาดก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านแรงของการตะเขี่ยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขนาด

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	1,382.18	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	1,382.18	-	32.539	965.566*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	1,414.72	-	-	933.027*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	2,347.75	-	-	-

จากตารางที่ 27 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยด้านแรงของการตะเขี่ยบลงในขนาดของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีแรงของการตะเขี่ยบลงมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แรงของการตะเขี่ยบลง ไม่แตกต่างกัน หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ด้านแรงของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	477,075.875	8	59,634.484		
ภายในบุคคล	3,618,945.356	24	150,789.389		
ระหว่างการทำทดลองที่เหลือ	3,665,312.112	2	1,832,656.056	37.286	.000*
รวม	4,096,003.231	32	128,000.101		

* $p < .05$

จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย แรงของการเตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านแรงของการตะเขี่ยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดในขาไม่ถนัด

การทดลอง	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	ก่อนการทดลอง		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	
		1,148.62	1,178.41	1,944.68	
ก่อนการทดลอง	1,148.62	-	29.79	796.06*	
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	1,178.41		-	766.27*	
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	1,944.68			-	

จากตารางที่ 29 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงของการตะเขี่ยบลงในขาไม่ถนัดของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แรงของการตะเขี่ยบลงมากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 แรงของการตะเขี่ยบลง ไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วย ฟรีโมชันใน ภาณัด

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ช่วงแทงเข้า	5.08	0.96	5.52	0.59	6.13	0.76
ช่วงเตะขึ้น	7.67	.85	8.01	.20	8.73	1.18
ช่วงเตะลง	3.22	.493	3.81	.400	5.14	.396

จากตารางที่ 30 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วย ฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ในภาณัดช่วงแทงเข้ามีค่า 5.08 เมตรต่อวินาที 5.52 เมตรต่อวินาที และ 6.13 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วง เตะขึ้น มีค่า 7.67 เมตรต่อวินาที 8.66 เมตรต่อวินาทีและ 8.73 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วง เตะลงมีค่า 3.22 เมตรต่อวินาที 4.03 เมตรต่อวินาทีและ 5.14 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโม่ชั้นในขนาดช่วงแทงเช่า

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	8.200	8	1.025		
ภายในบุคคล	11.830	18	.657		
ระหว่างการทำทดลอง ที่เหลือ	5.082	2	2.541	6.026	.011*
รวม	20.030	26	.770		

* $p < .05$

จากตารางที่ 31 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วงแทงเช่าขึ้นก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโม่ชั้นในแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโม่ชั้นในขนาดช่วงแทงเข่า

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	5.08	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	5.08	-	.440	1.03*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.52		-	.590*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	6.11			-

จากตารางที่ 32 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการเตะเหยียบลงในขนาดช่วงแทงเข่าของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วย ฟิโม่ชั้น พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วแทงเข่าขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ความเร็ว ช่วงแทงเข่าไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชั่นในขนาดช่วงเตะขึ้น

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	10.885	8	3.022		
ภายในบุคคล	14.236	18	.790		
ระหว่างการทำทดลองที่เหลือ	5.949	2	2.974	6.461	.008*
รวม	25.121	26	.966		

* $p < .05$

จากตารางที่ 33 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วง เตะขึ้นก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่ จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขนาดช่วงเตะขึ้น

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	7.67	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	7.67	-	.342	1.068*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	8.01	-	-	.726*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	8.73	-	-	-

จากตารางที่ 34 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการเตะเหยียบลงในขนาดช่วงเตะขึ้นของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงเตะขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 มีความเร็วช่วงเตะลงไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชั่นในขนาดช่วงตะลง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	32.809	8	4.101		
ภายในบุคคล	77.397	24	3.224		
ระหว่างการทดลอง ที่เหลือ	17.470	2	8.735	18.715	.000*
รวม	110.206	32	3.443		

* $p < .05$

จากตารางที่ 35 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วง ตะลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่ จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชั่นในขนาดช่วงตะลง

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	3.22	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	3.22	-	.591	1.923*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	3.81	-	-	1.332*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	5.14	-	-	-

จากตารางที่ 36 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการตะเหยียบลงในขนาดช่วงตะลงของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชั่น พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็วช่วงตะลง มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 มีความเร็วช่วงตะลงไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วย ฟรีโมชันใน ขาไม่ถนัด

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ช่วงแทงเข้า	5.16	0.70	5.60	0.62	6.54	0.44
ช่วงเตะขึ้น	7.48	.358	8.55	.263	9.55	.056
ช่วงเตะลง	3.83	1.07	3.93	1.09	4.99	1.16

จากตารางที่ 37 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วย ฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของขาไม่ถนัดช่วง แแทงเข้า มีค่า 5.16 เมตรต่อวินาที 5.60 เมตรต่อวินาที และ 6.54 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ความเร็วช่วง เตะขึ้นมีค่า 7.48 เมตรต่อวินาที 8.85 เมตรต่อวินาทีและ 9.55 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วง เตะลง มีค่า 3.83 เมตรต่อวินาที 3.93 เมตรต่อวินาทีและ 4.99 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโม่ชั้นในขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้า

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	2.459	8	.307		
ภายในบุคคล	15.290	18	.849		
ระหว่างการทดลอง ที่เหลือ	8.993	2	4.496	11.424	.001*
รวม	17.740	26	.682		

* $p < .05$

จากตารางที่ 38 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย ความเร็ว การตะเหยียบลงในขา ไม่ถนัดช่วงแทงเข้าก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโม่ชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธี LSD ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลงในขาไม้ถนัดช่วงแทงเข้าของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโรมันในขาไม้ถนัดช่วงแทงเข้า

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	5.16	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	5.16	-	.450	1.386*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.60		-	.936*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	6.54			-

จากตารางที่ 39 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการตะเหยียบลงในขาไม้ถนัดช่วงแทงเข้าของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโรมัน พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็ว ช่วงเข้าขึ้น มากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ความเร็วช่วงแทงเข้าไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโม่ชั้นในขาไม่ถนัดช่วงตะเข้

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	26.727	8	3.341		
ภายในบุคคล	31.885	18	1.771		
ระหว่างการทดลองที่เหลือ	19.914	2	9.957	13.308	.000*
รวม	58.612	26	2.254		

* $p < .05$

จากตารางที่ 40 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย ความเร็วของการตะเหยียบลงในขา ไม่ถนัดช่วงตะเข้ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโม่ชั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโรมันในขาไม่ถนัดช่วงเตะขึ้น

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	7.48	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	7.48	-	1.074	2.063*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	8.55	-	-	.989*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	9.55	-	-	-

จากตารางที่ 41 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ของการตะเหยียบลงขาไม่ถนัดช่วงเตะขึ้นของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโรมัน พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็ว ช่วงเตะขึ้น มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 มีความเร็วช่วงเตะลงไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำด้านความเร็วของการตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาไม่ถนัดช่วงเตะลง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	26.584	8	3.323		
ภายในบุคคล	29.806	24	1.241		
ระหว่างการทดลอง ที่เหลือ	7.406	2	3.703	18.391	.000*
ที่เหลือ	3.222	16	.201		
รวม	56.390	32	1.762		

* $p < .05$

จากตารางที่ 42 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย ความเร็วของการตะเหยียบลงในขา ไม่ถนัดช่วงเตะลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านความเร็วของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชันในขาไม่ถนัดช่วงตะลง

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	3.83	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	3.83	-	.098	1.157*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	3.93	-	-	1.059*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	4.99	-	-	-

จากตารางที่ 43 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความเร็ว ในขาไม่ถนัดช่วงตะลงของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชัน พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีความเร็ว ช่วงตะลงมากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 มีความเร็ว ช่วงตะลง ไม่แตกต่างจากก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 44 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

แรง (นิวตัน)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4		หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ขาถนัด	1,348.55	138.16	1,360.25	199.99	1,988.93	172.62
ขาไม่ถนัด	1,107.22	292.77	1,163.08	206.41	1,654.35	514.20

จากตารางที่ 44 แสดงให้เห็นกลุ่ม ฝึกแรงต้านด้วย ฟรีโมชัน มีค่าเฉลี่ย แรงของการตะเหยียบลงก่อนการทดลองหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของขาถนัด มีค่า 1,348.55 นิวตัน 1,360.25 นิวตัน และ 1,988.93 นิวตันตามลำดับ แรงการตะเหยียบลงของขาไม่ถนัดมีค่า 1,107.22 นิวตัน 1,163.08 นิวตัน และ 1,654.35 นิวตันตามลำดับ

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ด้านแรงของการตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชันในขาถนัด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	226,881.684	8	28,360.210		
ภายในบุคคล	711,088.822	24	29,628.700		
ระหว่างการทดลอง ที่เหลือ	2,416,324.558	2	1,208,162.279	39.922	.000*
รวม	937,970.506	32	29,311.578		

* $p < .05$

จากตารางที่ 45 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย แรงของการตะเหยียบลงในขาถนัดก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD แรงของการตะเขี่ยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่ม ฝึกแรงต้านด้วยฟิโรมิชั่นในขนาด

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	1,348.55	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	1,348.55	-	11.700	640.372*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	1,360.25	-	-	628.672*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	1,988.93	-	-	-

จากตารางที่ 46 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงของการตะเขี่ยบลง ในขนาดของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟิโรมิชั่น พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีแรงของการตะเขี่ยบลง มากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 แรงของการตะเขี่ยบลง ไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ด้านแรงของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาไม่ถนัด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างบุคคล	895,107.921	8	111,888.490		
ภายในบุคคล	3,141,869.481	24	130,911.228		
ระหว่างการทดลอง ที่เหลือ	1,631,434.207	2	815,717.104	5.809	.013*
รวม	4,036,977.402	32	126,155.543		

* $p < .05$

จากตารางที่ 47 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย แรงของการเตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ด้านแรงของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยพรีโมชั่นในขาไม่ถนัด

การทดลอง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	หลังการทดลอง
	\bar{X}	1,107.22	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อนการทดลอง	1,107.22	-	55.85	547.12*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4	1,163.08	-	-	491.26*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8	1,654.35	-	-	-

จากตารางที่ 48 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงของการเตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วย พรีโมชั่น พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แรงของการเตะเหยียบลงมากกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 แรงของการเตะเหยียบลง ไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ค่าที (Independent t – test) ด้านความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

ตารางที่ 49 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการทดลอง ของความเร็วในการเตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขาค้น

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ก่อนการทดลอง				t	p-value
	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ช่วงแทงเข้า	4.93	1.14	5.08	0.96	-0.303	.766
ช่วงเตะขึ้น	7.86	1.64	7.67	1.23	.274	.788
ช่วงเตะลง	4.37	1.83	3.22	1.47	1.467	.162

* p < .05

จากตารางที่ 49 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วก่อนการทดลองของขาค้นช่วงแทงเข้ามีค่า 4.93 เมตรต่อวินาทีและ 5.08 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 7.86 เมตรต่อวินาทีและ 7.67 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วงเตะลงมีค่า 4.37 เมตรต่อวินาทีและ 3.22 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าก่อนการทดลองของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน มีค่าความความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาค้นช่วงแทงเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 50 การวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของความเร็ว ในการตะเหยีย ยบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขนาดนี้

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4				t	p-value
	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ช่วงแพงเข้า	6.31	0.31	5.52	0.59	.052	.003*
ช่วงเตะขึ้น	8.60	0.86	8.01	1.10	.611	.779
ช่วงเตะลง	4.73	1.79	3.81	1.49	.889	.387

* $p < .05$

จากตารางที่ 50 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของขนาดช่วง แพงเข้ามีค่า 6.31 เมตรต่อวินาทีและ 5.52 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 8.60 เมตรต่อวินาทีและ 8.73 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วงเตะลงมีค่า มีค่า 4.73 เมตรต่อวินาทีและ 4.03 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วง แพงเข้ามากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน แต่ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 51 การวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของความเร็ว ในการตะเหยีย ยบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่ม ฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขนาดนี้

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8				t	p-value
	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ช่วงแทงเข้า	6.82	0.62	6.11	0.76	2.083	.048*
ช่วงเตะขึ้น	9.84	0.30	8.73	1.18	2.903	.010*
ช่วงเตะลง	5.83	1.53	5.14	1.18	1.065	.030*

* $p < .05$

จากตารางที่ 51 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของขนาดช่วง แทงเข้ามีค่า 6.82 เมตรต่อวินาทีและ 6.13 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 9.84 เมตรต่อวินาทีและ 8.73 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วงเตะลงมีค่า มีค่า 5.83 เมตรต่อวินาทีและ 5.14 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึก แรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วของการตะเหยียบลงในขนาดช่วง แทงเข้า และช่วงเตะขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน แต่ช่วงเตะลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 52 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการทดลอง ของความเร็ว ในการ เตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขาไม่ถนัด

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ก่อนการทดลอง				t	p-value
	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ช่วงแทงเข้า	4.84	1.06	5.16	0.70	-.743	-.743
ช่วงเตะขึ้น	7.57	1.70	7.48	1.27	.130	.898
ช่วงเตะลง	4.42	1.28	3.83	1.07	1.061	.304

* $p < .05$

จากตารางที่ 52 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วก่อนการทดลองของขาไม่ถนัดช่วง แขนงเข้า มีค่า 4.84 เมตรต่อวินาทีและ 5.16 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 7.57 เมตรต่อวินาทีและ 7.48 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วงเตะลงมีค่า 4.42 เมตรต่อวินาทีและ 3.83 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าก่อนการทดลองของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน มีค่าความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดช่วง แขนงเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 53 การวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของ ความเร็วการตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน ในขาไม่ถนัด

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4				t	P
	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ช่วงแทงเข้า	6.27	0.26	5.60	0.62	0.053	.010*
ช่วงเตะขึ้น	9.15	0.92	8.55	1.21	0.127	.569
ช่วงเตะลง	5.13	1.36	3.93	1.09	2.063	.056

* $p < .05$

จากตารางที่ 53 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของขาไม่ถนัดช่วง แทงเข้ามีค่า 6.27 เมตรต่อวินาทีและ 5.60 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 9.15 เมตรต่อวินาทีและ 8.85 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วงเตะลงมีค่า มีค่า 5.13 เมตรต่อวินาทีและ 3.93 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วของการตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้ามากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน แต่ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 54 การวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของ ความเร็วการตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด และกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน ในขาไม่ถนัด

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8				t	p-value
	กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ช่วงแทงเข้า	7.23	0.36	6.54	0.44	3,571	.003*
ช่วงเตะขึ้น	10.63	0.42	9.55	0.13	2.357	.031*
ช่วงเตะลง	6.12	0.77	4.99	1.16	2.413	.028*

* $p < .05$

จากตารางที่ 54 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันมีค่าเฉลี่ยความเร็วหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้ามีค่า 7.23 เมตรต่อวินาทีและ 6.54 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วช่วงเตะขึ้นมีค่า 10.63 เมตรต่อวินาทีและ 9.55 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ และความเร็วช่วงเตะลงมีค่า มีค่า 6.12 เมตรต่อวินาทีและ 4.99 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วของการตะเหยียบลงของขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้า ช่วงเตะขึ้น และช่วงเตะลงมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 55 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการทดลองของแรงการตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขาถนัดและไมถนัด

แรง (นิวตัน)	ก่อนการทดลอง				t	P
	กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ขาถนัด	1,382.18	155.37	1,348.55	138.16	-4.85	.643
ขาไมถนัด	1,148.62	138.16	1,107.22	292.77	2.236	.056

* $p < .05$

จากตารางที่ 55 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในขาถนัดมีค่า 1,382.18 นิวตัน และ 1,348.55 นิวตันตามลำดับ ค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในขาไมถนัดมีค่า 1,148.62 นิวตัน และ 1,107.22 นิวตันตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าก่อนการทดลองของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน มีค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในขาถนัดและขาไมถนัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 56 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของแรงในการตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันใน ชาถนัดและไม่ถนัด

แรง (นิ้วตัน)	หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4				t	P
	กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ชาถนัด	1,414.72	108.51	1,360.25	199.99	-0.718	.483
ชาไม่ถนัด	1,178.41	199.99	1,163.08	206.41	-2.058	.056

* $p < .05$

จากตารางที่ 56 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในชาถนัดมีค่า 1,414.72 นิ้วตัน และ 1,360.25 นิ้วตันตามลำดับ ค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในชาไม่ถนัดมีค่า 1,178.41 นิ้วตันและ 1,163.08 นิ้วตันตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน มีค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในชาถนัดและชาไม่ถนัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 57 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของแรงในการตะเหยียบลง ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขา ไม้ถนัด

แรง (นิ้วตัน)	หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8				t	P
	กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด		กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ขาถนัด	2,347.75	159.11	1,988.93	172.62	-4.585	.000*
ขาไม่ถนัด	1,944.68	152.62	1,654.35	514.20	-1.851	.083

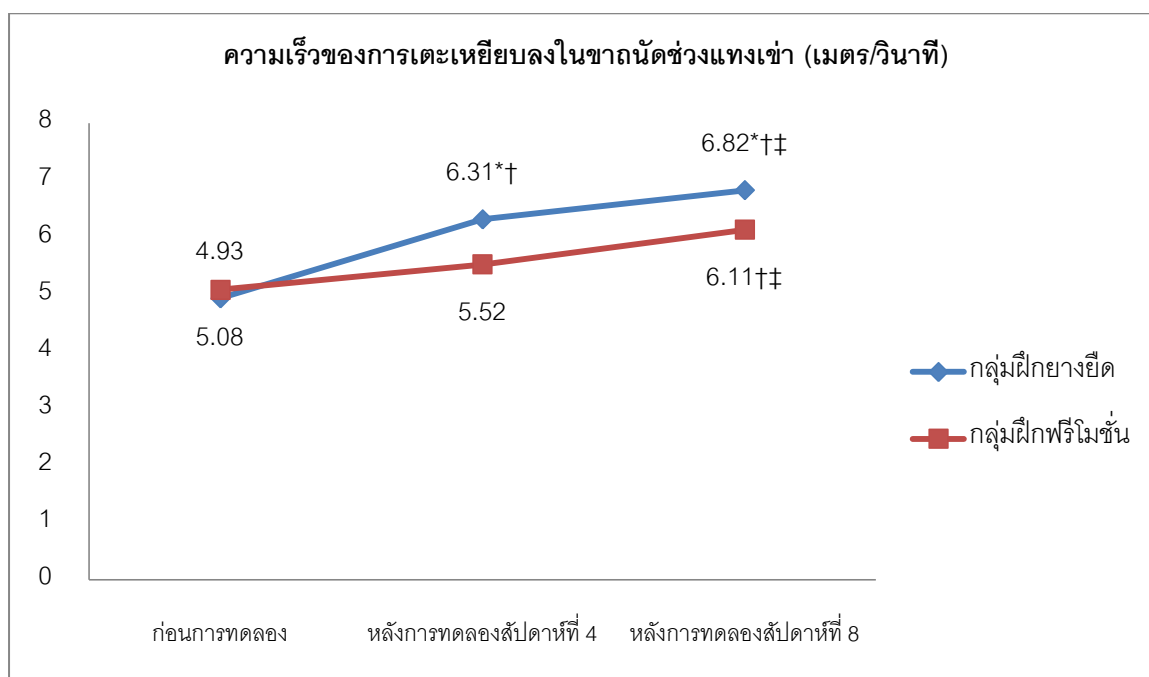
* $p < .05$

จากตารางที่ 57 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในขาถนัดมีค่า 2,347.75 นิ้วตัน และ 1,988.93 นิ้วตันตามลำดับ ค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดมีค่า 1,944.68 นิ้วตันและ 1,654.35 นิ้วตันตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีค่าเฉลี่ยแรงของการตะเหยียบลงในขาถนัดมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แรงของการตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วและแรง ของการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

แผนภูมิที่ 1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขนาดช่วงแทงเข้า

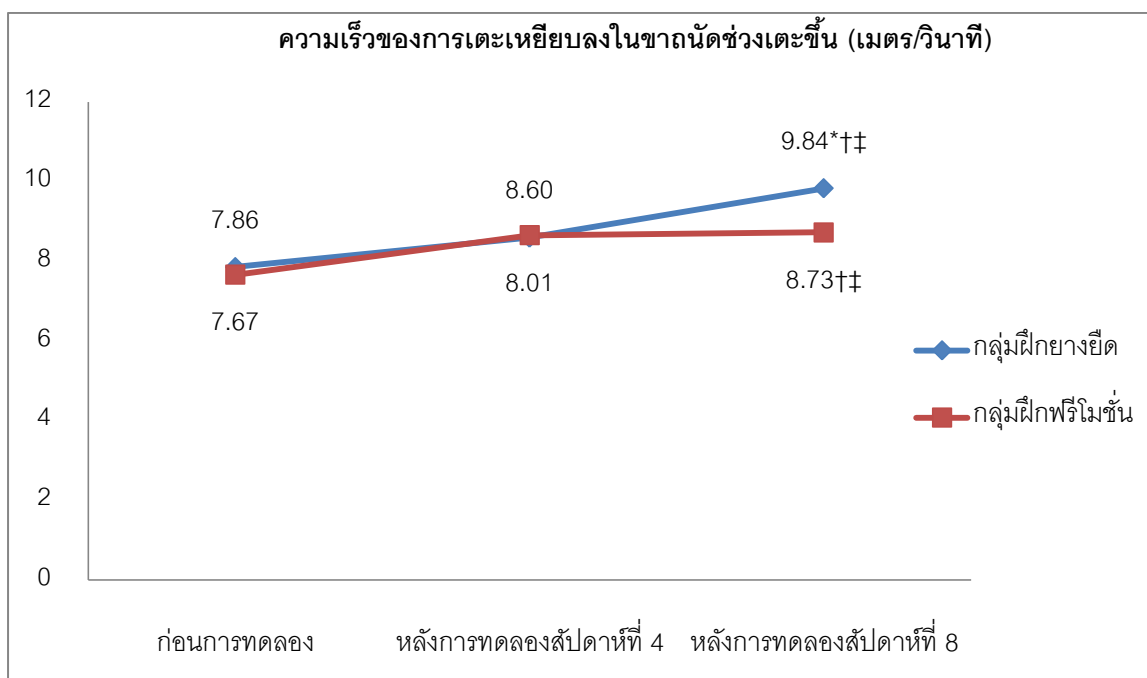


* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลงในขานัดช่วงเตะขึ้น (เมตร/วินาที) ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขานัดช่วงเตะขึ้น

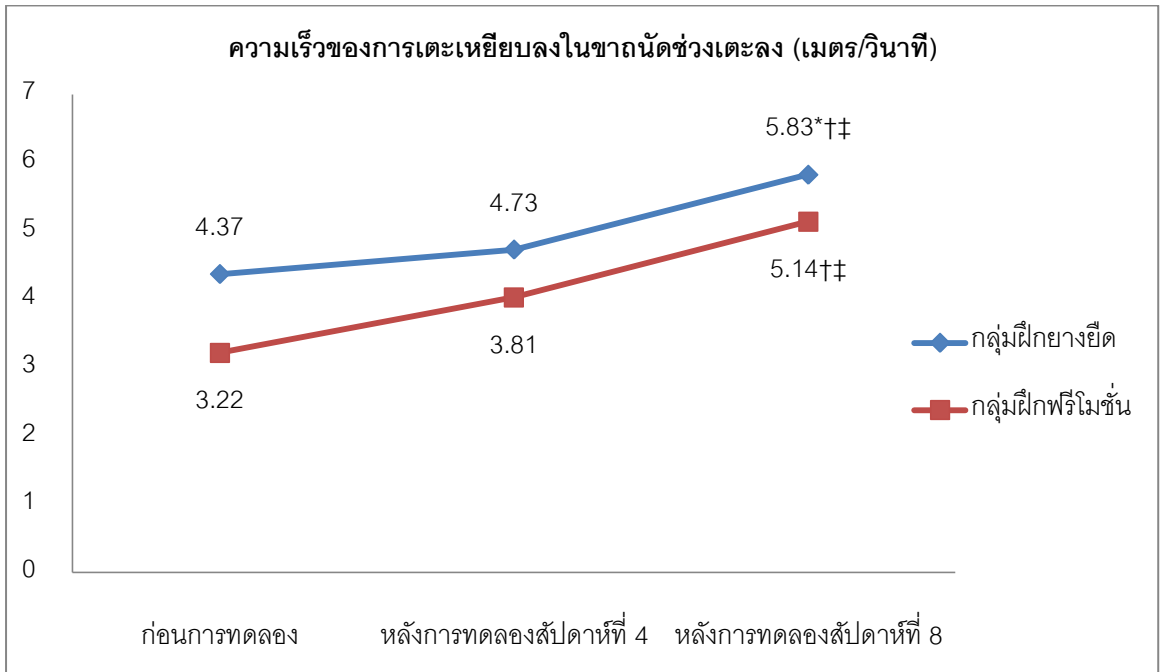


* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลงในขานัดช่วงเตะลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขานัดช่วงเตะลง

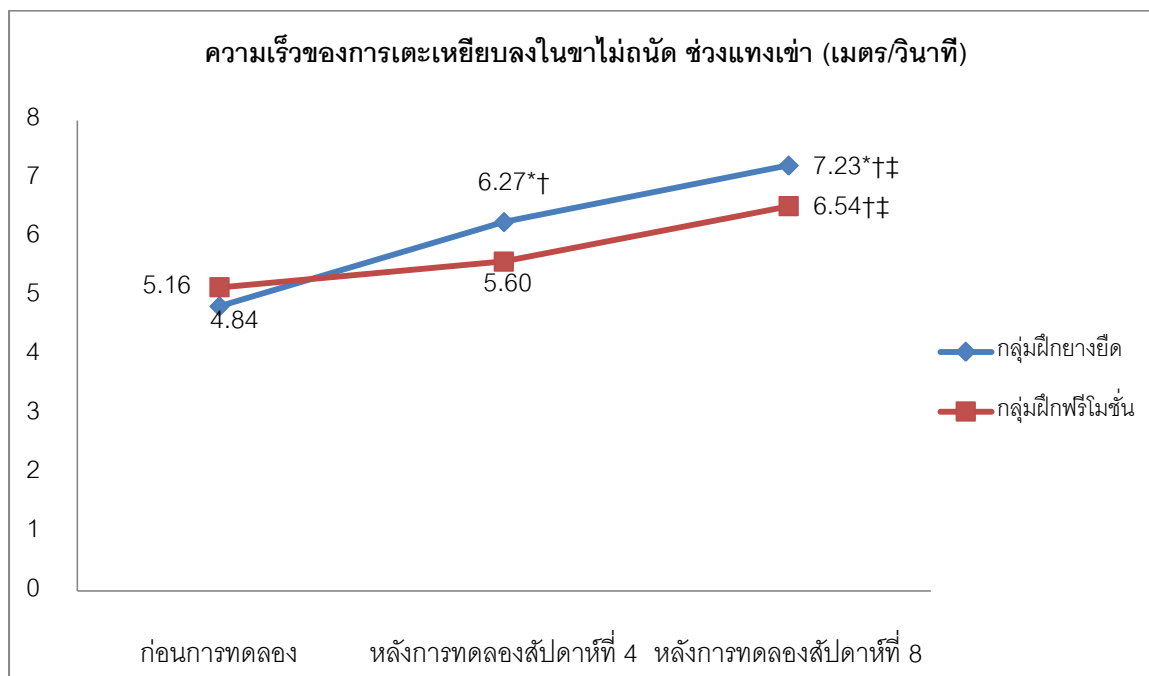


* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาไม่ถนัดช่วงแทงเข้า

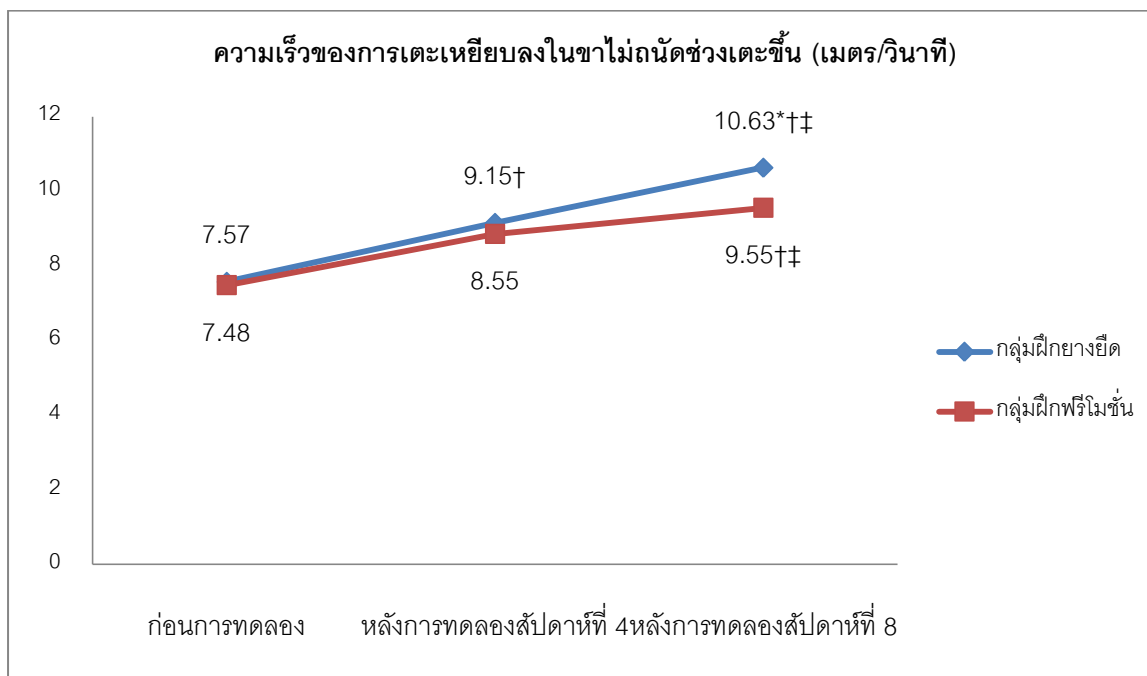


* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาไม้ถนัดช่วงเตะขึ้น (เมตร/วินาที) สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นในขาไม้ถนัดช่วงเตะขึ้น

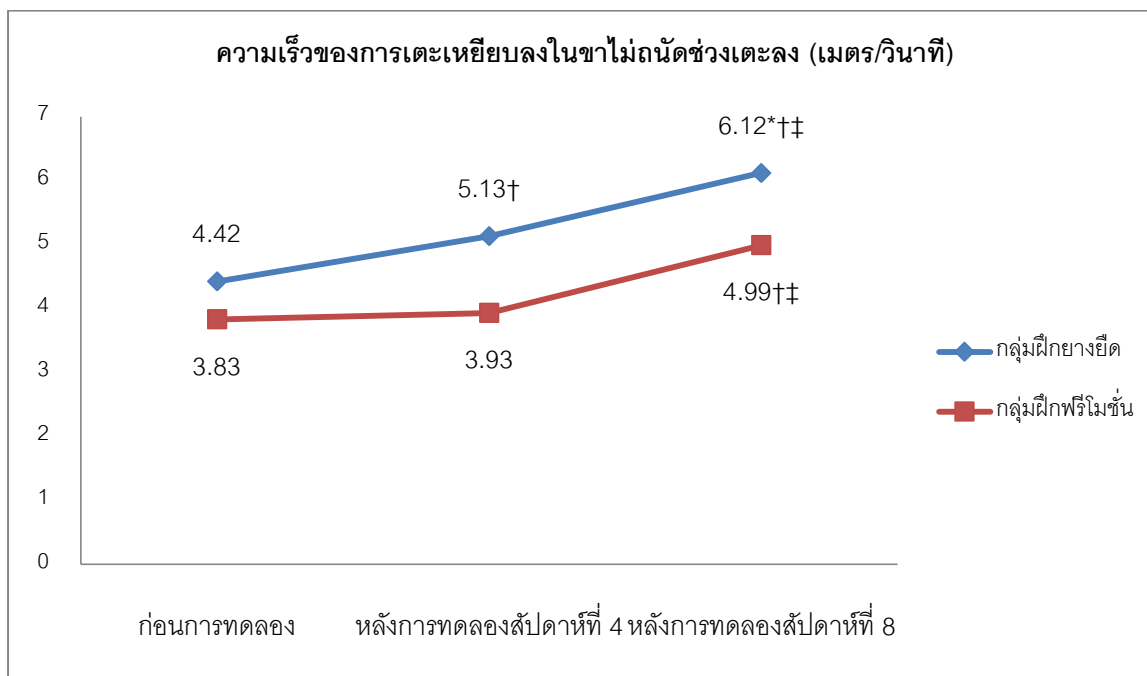


* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วของการตะเขี่ยบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันในขาไม่ถนัดช่วงเตะลง

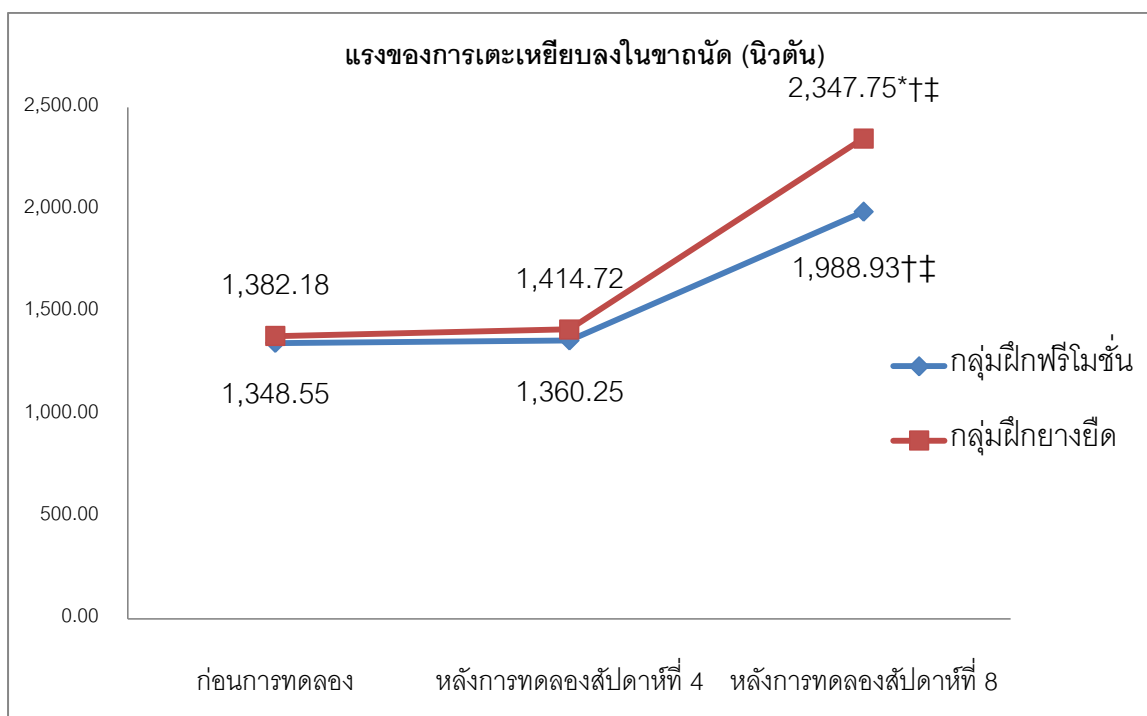


* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟริโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแรงการเตะเหยียบลงในขาถนัด (นิวตัน) ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันในขาถนัด

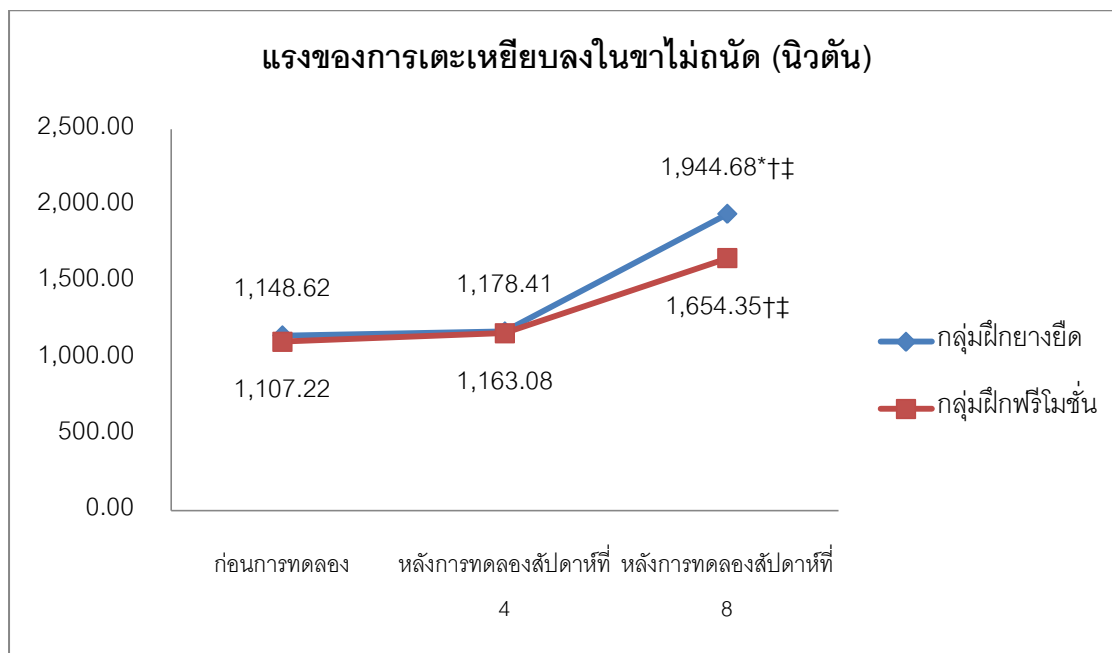


* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแรงการเตะเหยียบลง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและกลุ่มฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชันในขาไม่ถนัด



* มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีค่าเฉลี่ยมากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

‡ มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหลังทดลองสัปดาห์ที่ 4 ในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟ्रीโมชันและที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟ्रीโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. การฝึกแรงต้านด้วยยางยืด กำหนดความหนักที่ 12 Multiple RM ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ซึ่งมีผลต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง ดังนี้ (ตารางที่ 58)

1.1 ความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาถนัด จากการศึกษาวิจัยพบว่า ความเร็วในช่วงแรกเข้ามีการพัฒนาความเร็วที่ดีขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความเร็วช่วงเตะขึ้นและ ช่วงเตะลงมีการพัฒนาความเร็วที่ดีขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญ

1.2 ความเร็วของการเตะเหยียบลงในขา ไม่ถนัดจากการศึกษาวิจัยพบว่า ความเร็วในช่วงแรกเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลงมีการพัฒนาความเร็วที่ดีขึ้น หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 แรงของการเตะเหยียบลง จากการศึกษาพบว่า แรงของการเตะเหยียบลงในขา ถนัดและขาไม่ถนัดมีการพัฒนาแรงของการเตะได้ดีขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8

ตารางที่ 58 แสดงการสรุปผลการวิจัยของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด

	ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8
ขาถนัด	ความเร็ว (เมตร/วินาที)			
	ช่วงแทงเข้า	-	เพิ่ม	เพิ่ม
	ช่วงเตะขึ้น	-	-	เพิ่ม
	ช่วงเตะลง	-	-	เพิ่ม
	แรง (นิวตัน)	-	-	เพิ่ม
ขาไม่ถนัด	ความเร็ว(เมตร/วินาที)			
	ช่วงแทงเข้า	-	เพิ่ม	เพิ่ม
	ช่วงเตะขึ้น	-	เพิ่ม	เพิ่ม
	ช่วงเตะลง	-	เพิ่ม	เพิ่ม
	แรง (นิวตัน)	-	-	เพิ่ม

2. การฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันกำหนดความหนักที่ 70% ของความแข็งแรงสูงสุด ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งมีผลต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิงดังนี้ (ตารางที่ 61)

2.1 ความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาถนัดจากการศึกษาวิจัยพบว่าความเร็วในช่วงแทงเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลง มีการพัฒนาความเร็วที่ดีขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดความเร็วในช่วงแทงเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลงมีการพัฒนาความเร็วที่ดีขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 แรงของการเตะเหยียบลง จากการศึกษพบว่า แรงของการเตะเหยียบลงในขาถนัดและขาไม่ถนัดมีการพัฒนาแรงของการเตะได้ดีขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 59 แสดงการสรุปผลการวิจัยของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

	ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8
ขาถนัด	ความเร็ว (เมตร/วินาที)			
	ช่วงแทงเข้า	-	-	เพิ่ม
	ช่วงเตะขึ้น	-	-	เพิ่ม
	ช่วงเตะลง	-	-	เพิ่ม
	แรง (นิวตัน)	-	-	เพิ่ม
ขาไม่ถนัด	ความเร็ว (เมตร/วินาที)			
	ช่วงแทงเข้า	-	-	เพิ่ม
	ช่วงเตะขึ้น	-	-	เพิ่ม
	ช่วงเตะลง	-	-	เพิ่ม
	แรง (นิวตัน)	-	-	เพิ่ม

3. การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน พบว่า

3.1 ความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาถนัดของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด มีความเร็วในช่วงแทงเข้ามากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วในช่วงเตะขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ความเร็วของการเตะเหยียบลงในขาไม่ถนัดของกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด มีความเร็วในช่วงแทงเข้ามากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วในช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลงมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 แรงของการเหยียบลงในขาถนัดและขาไม่ถนัด พบว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีแรงของการเตะเหยียบลงมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 60 แสดงการสรุปผลการวิจัยของการเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้าน ด้วยยางยืดและ การฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน

	ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8
ชาถนัด	ความเร็ว (เมตร/วินาที)			
	ช่วงแทงเข้า		ยางยืด > ฟรีโมชัน	ยางยืด > ฟรีโมชัน
	ช่วงเตะขึ้น		-	ยางยืด > ฟรีโมชัน
	ช่วงเตะลง		-	ยางยืด > ฟรีโมชัน
	แรง (นิวตัน)		-	ยางยืด > ฟรีโมชัน
ขาไม่ถนัด	ความเร็ว (เมตร/วินาที)			
	ช่วงแทงเข้า		ยางยืด > ฟรีโมชัน	ยางยืด > ฟรีโมชัน
	ช่วงเตะขึ้น		-	ยางยืด > ฟรีโมชัน
	ช่วงเตะลง		-	ยางยืด > ฟรีโมชัน
	แรง (นิวตัน)		-	ยางยืด > ฟรีโมชัน

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่มีต่อ

ความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง

การพัฒนาความเร็วใน การเตะเหยียบลง ของขาข้างที่ถนัดและขา ข้างที่ไม่ถนัด ในช่วงแทงเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลงที่ดีขึ้นหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 และการเพิ่มขึ้นของแรงในการเตะเหยียบลงของขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัดหลัง การทดลองสัปดาห์ที่ 8 (ตารางที่ 58 และตารางที่ 59) แสดงว่า การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่ กำหนดความหนัก 12 Multiple RM และการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่ความหนัก 70% ของความ แข็งแรงสูงสุด เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน สามารถพัฒนาความเร็วของการเตะเหยียบลง ในนักกีฬาเทควันโดหญิงได้ เนื่องจากการฝึกแรงต้านทั้งสองรูปแบบทำให้เกิดการปรับตัวของระบบ ประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular adaptation) เซลล์ (Sale, 1988) กล่าวว่าการฝึกแรงต้านทำให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากกล้ามเนื้อมีการประสานการทำงาน ภายในกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน (Intramuscular coordination) ได้ดีขึ้น โดยการทำงานของกล้ามเนื้อ จะอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทซึ่งขึ้นตรงกับเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor neuron) ใน ไขสันหลัง โดยหน่วยการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ นี้เรียกว่ามอเตอร์ยูนิต (Motor unit) ซึ่ง

หลักการการทำงานของมอเตอร์ยูนิตจะใช้หลักของขนาด (Size principle) ในการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิต กล่าวคือในเส้นใยชนิดหดตัวช้า มอเตอร์ยูนิตจะมีขนาดเล็ก และมีขีดจำกัดต่อการถูกกระตุ้น (Threshold) ต่ำจึงทำให้มอเตอร์ยูนิต ถูกกระตุ้นได้ง่าย เมื่อมอเตอร์ยูนิตทำงานจะส่งการให้กล้ามเนื้อมัดนั้นเริ่มมีการหดตัวอย่างช้าๆ ซึ่งในการหดตัวอย่างช้าๆของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้านี้จะใช้ระบบพลังงานแบบ ใช้ออกซิเจนเป็นหลัก และนอกจากนี้แรงที่เกิดขึ้นในการหดตัวจะต่ำส่วนในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว มอเตอร์ยูนิตจะมีขนาดใหญ่ ซึ่งมีขีดจำกัดต่อการถูกกระตุ้นที่สูงทำให้มอเตอร์ยูนิตถูกกระตุ้นได้ยาก โดยเฉพาะมอเตอร์ยูนิตในเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว FT IIb จะถูกกระตุ้น ยากที่สุด แต่จะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวได้เร็วและให้แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่สูง จากหลักการของขนาดดังกล่าว การฝึกความแข็งแรงจะต้องพิจารณาแบบแผนการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิตและระบบพลังงานที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการฝึก โดยการได้มาซึ่ง พลังกล้ามเนื้อ นั้นจะต้อง เน้นการฝึกกล้ามเนื้อให้เกิดการ ระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (FT IIb) โดยเน้นให้ใช้แรงต้านที่มีความหนักตั้งแต่ 70% ของความแข็งแรง สูงสุดขึ้นไป (Albernethy, et.al, 2005) ดังนั้นเมื่อกล้ามเนื้อได้รับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับ สูงและฝึกในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นลักษณะการฝึกที่ออกแรงเพื่อเอาชนะแรงต้านที่มีความหนักสูง ึ่งด้วยจังหวะการปฏิบัติที่รวดเร็ว จึงทำให้ การหดตัวของกล้ามเนื้อโดยใช้มอเตอร์ยูนิตขนาดเล็ก ไม่เพียงพอสู่การเอาชนะแรงต้าน จากยางยืดและฟรีโมชัน เซลล์ประสาทสั่งการ จึงมีการระดมมอเตอร์ยูนิตขนาดใหญ่ออกมาเพื่อช่วยในการหดตัว และเอาชนะแรงต้านนั้น ทำให้กล้ามเนื้อของนักกีฬาเทควันโดที่ได้รับการฝึก ในรูปแบบดังกล่าว มีการพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงที่ดีขึ้น ซึ่ง สอดคล้องกับ จากคูเบียก และ ซอนเดอร์ (Jakubiak and Saunders, 2008) ซึ่งทำการทดลองการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่ง สามารถเพิ่มความเร็ว ในท่าหมุนตัวเตะเฉียง (Turning round kick) ของนักกีฬาเทควันโดได้ถึง 7% และรังสฤษฏี จำเริญ (2552) ทำการศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยฟรีโมชัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ซึ่งสามารถเพิ่มความเร็วของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดได้เช่นกัน

นอกจากนี้การฝึกแรงต้านทำให้เกิดการเพิ่มการประสานการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อ (Intermuscular coordination) ได้ดีขึ้น ซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นส่งผลให้กล้ามเนื้อหลายมัดที่มีหน้าที่ในกา รเคลื่อนไหวที่แตกต่างกันสามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องและสมดุลกัน ก่อ ให้เกิดการปฏิบัติทักษะท่าเตะที่ถูกต้องและช่วย

สนับสนุนให้เกิดความต่อเนื่องของการเคลื่อนไหวร่างกายแต่ละส่วนเพื่อส่งต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงที่มีประสิทธิภาพ

2. การเปรียบเทียบระหว่างผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง

จากผลการเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านระหว่างการฝึกด้วยยางยืดและการฝึกด้วยฟรีโมชัน ดังแสดงในตารางที่ 60 พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีความเร็วช่วงแทงเข้าของขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัดมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกแรงต้านมีความเร็วในช่วงแทงเข้า ช่วงเตะขึ้นและช่วงเตะลงมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน นอกจากนี้หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีแรงของการเตะเหยียบลงมากกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชัน ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการของยางยืดและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ดังนี้

1. จากสมการ $F = kx$ เมื่อ F คือ แรงที่เกิดขึ้นภายในยางยืดที่พยายามดึงกลับไปสู่ความยาวตั้งต้น k คือค่าคงตัวของยางยืดที่เป็นค่าคงที่ และ x คือระยะที่ยืดออกจากความยาวตั้งต้นของยางยืด จากสมการดังกล่าวสามารถอธิบายกลไกการสร้างแรงต้านของยางยืดได้ว่ายางยืดจะมีแรงต้านเพิ่มขึ้นเมื่อถูกยืดออก (McMaster et.al., 2010) จากหลักการดังกล่าวการฝึกด้วยยางยืด จึงสามารถนำมาใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของ ท่าเตะเหยียบลง ได้ เนื่องจากท่าเตะเหยียบลงเป็นท่าเตะที่มีมุมการเคลื่อนไหวที่กว้าง โดย นักกีฬาต้อง ออกแรงเหยียดขาให้สูงเหนือศีรษะของคู่ต่อสู้ ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหลัง (Hamstring) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Glutes maximus) มีการทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) จากการเหยียดออกของกล้ามเนื้อ อย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เกิดรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch Reflex) เมื่อรีเฟล็กซ์นี้ทำงานจะมีผลไปกระตุ้นส่วนประกอบยืดหยุ่นที่ติดกับเส้นใยกล้ามเนื้อ (Series elastic component) ให้มีการยืดตัวออก เป็นผลให้เกิด การสร้าง พลังงานของเส้นใยกล้ามเนื้อและเก็บสะสมไว้ในรูปพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จากนั้นพลังงานนี้จะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อกกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบหดสั้น (Concentric contraction) อย่างรวดเร็ว โดยเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนจากการหดตัวแบบเหยียดออกมาเป็นการหดตัวแบบหดสั้นจะทำให้เกิด ระยะเวลาดูดซับแรง (Amortization) ถ้ากล้ามเนื้อใช้เวลาในระยะนี้นาน จะทำให้พลังงานที่สะสมจากการเหยียดออกของกล้ามเนื้อสูญหายไป ส่งผลให้ ความเร็วและแรงของการหดตัวในกล้ามเนื้อ ลดลง ดังนั้น การฝึกด้วยยางยืด นอกจากช่วยให้กล้ามเนื้อมีการ ทำงานแบบเหยียดออกที่ รวดเร็ว ยางยืดยังมี แรงกระชาก กลับที่

พยายามจะดึงยางยืดคืนรูปสู่ความยาวเดิม ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดการเหยียดออกและตามด้วยการหดสั้นได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงพัฒนาขึ้น (Bompa and Carrera, 2005) ; (Stevenson, 2010)

ในขณะที่การฝึกแรงต้านด้วย ฟรีโมชันใช้ระบบรอก ทำงานเพื่อยก แผ่นน้ำหนักในการฝึก ทำให้การสร้างแรงต้านของฟรีโมชันมีความคงที่ และมีความหนักมากในช่วงเริ่มต้นของการออกกำลังกายเพื่อเคลื่อนที่ ทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้ไม่เท่ากันในแต่ละมุมการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนไหวที่หยุดนิ่งซึ่งเป็นจุดที่กล้ามเนื้อมีความอ่อนแอมากที่สุด ดังนั้นการฝึกด้วยฟรีโมชันสามารถทำให้กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก มีการทำงานแบบเหยียดออกและตามด้วยการหดตัวแบบสั้นลง ทำให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัว (Tension) เพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงที่ดีขึ้น ทำให้นักกีฬามีความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงของการเตะเหยียบลงที่ดีขึ้น (นฤมล ลีลาวัฒน์, 2553) ; (สนธยาและดุจเดือน , 2551) ; (Scott and Edward, 2009) ; (Page and Ellenbecker , 2003)

2. จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน " $F = ma$ " เมื่อ F คือแรง m คือมวลของขาที่ติดกับยางยืดและมวลของขาที่ติดกับสายเคเบิลฟรีโมชัน และ a คือความเร่ง ขาที่ติดกับยางยืดและมวลของขาที่ติดกับสายเคเบิลฟรีโมชัน สามารถอธิบายถึงการเร่งความเร็วในขณะที่ทำการฝึกด้วยยางยืดและฟรีโมชัน โดยในอุปกรณ์ฟรีโมชันสายพานที่คล้องกับระบบรอกภายในตัวเครื่อง ทำให้เกิดความหนืดหรือแรงเสียดทาน (Friction ; f) ในขณะที่ทำการฝึก ซึ่งอุปกรณ์พวกเครื่องกล (Machine) จำเป็นต้องมีเพื่อช่วยในการรักษาความมั่นคงของการเคลื่อนที่เมื่อมีการลากสายเคเบิลผ่านรอกและทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ตัวผู้ฝึก (Freemotion fitness, 2008) แต่การฝึกด้วยยางยืดจะไม่เกิดแรงเสียดทาน เพราะยางยืดเป็นอุปกรณ์อิสระที่ไม่ต้องติดตั้งกับเครื่องมือใดๆ และยางยืดยังมีมวลน้อยกว่าฟรีโมชัน เนื่องจากตัวยางยืดมีน้ำหนักเบา กว่าสายเคเบิลของเครื่อง ทำให้ยางยืดและฟรีโมชันมีการสร้างความเร็วในขณะที่ฝึกที่แตกต่างกัน ดังสมการ

$$F = ma \dots \dots \dots \text{ยางยืด}$$

$$F - f = ma \dots \dots \dots \text{ฟรีโมชัน}$$

จากสมการข้างต้นแสดงว่า ถ้าสมมติให้แรงที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากัน แต่การที่ยางยืดมีมวลของยางที่น้อยกว่ามวลของฟรีโมชัน อีกทั้งการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันทำให้เกิดแรงเสียดทานขณะเคลื่อนไหว จึงทำให้การฝึกด้วยฟรีโมชันไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เท่าความเร็วที่เกิดขึ้น ตาม

การเตะจริงซึ่งต้องการความเร็วสูงในการเคลื่อนที่ ส่งผลให้การฝึกด้วยยางยืดมีความเร่งที่มากกว่า การฝึกด้วยฟรีโมชัน (Makaya, 2007) ; (Pettersen et al., 2001) ; (Stoppani, 2009)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้าน ด้วยฟรีโมชัน ทำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานแบบเหยียดออกและตามด้วยการทำงานแบบหดสั้นได้เช่นเดียวกัน แต่ยางยืดมีมวลที่น้อยกว่ามวลของฟรีโมชันและยางยืดยังทำให้เกิดแรงกระชากกลับที่มากกว่าแรงกระชากกลับของฟรีโมชันเนื่องจากมีแรงดึงกลับความยาวตั้งต้น การที่ยางยืดมีมวลน้อยและมีแรงกระชากกลับในขณะที่ฝึกทำให้นักกีฬาสามารถเร่งความเร็วในการฝึกเตะได้ดีกว่าการฝึกด้วยฟรีโมชัน ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) ภายในกล้ามเนื้อ จึงทำให้การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดจะทำให้กล้ามเนื้อได้รับการฝึกปฏิบัติที่ซ้ำๆ ด้วยความเร็ว ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีการปรับตัวและเปลี่ยนทางระบบประสาทกล้ามเนื้อที่มากกว่า ทำให้การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดสามารถพัฒนาความเร็วได้ดีกว่าการฝึกแรงต้านด้วยฟรี

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกที่สร้างขึ้น มีความลักษณะท่าฝึกที่เฉพาะเจาะจงกับนักกีฬาเทควันโด สามารถนำโปรแกรมการฝึกนี้ไปใช้ในการฝึกจริง
2. โปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านทั้ง 2 รูปแบบนั้นต้องอาศัยความแข็งแรงและเชี่ยวชาญในการปฏิบัติทักษะ จึงไม่เหมาะกับนักกีฬาที่ไม่เคยได้รับการฝึกความแข็งแรงมาก่อน และควรมีผู้ดูแล ควบคุมขณะทำการฝึก เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความอ่อนตัวและความสามารถในการทรงตัวก่อนการทดลองและหลังการทดลอง
2. ควรมีการศึกษาการใช้รูปแบบการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชันกับท่าเตะอื่นๆ โดยทดลองใช้กับท่าเตะอื่นๆ ในกีฬาเทควันโด
3. ควรให้มีการฝึกเพื่อปรับสภาพกล้ามเนื้อและร่างเป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการทดลอง เพื่อให้เกิดความเคยชินและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ
4. ควรศึกษาวิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ถูกใช้ในขณะทำการเตะท่าเตะเหยียดลง รวมถึงวิเคราะห์ กล้ามเนื้อในขณะที่เตะเหยียดลงโดยขณะที่ทำการฝึกยางยืดและในขณะที่ทำการฝึกฟรีโมชัน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมพลศึกษา . (2554). **ฐานข้อมูลองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา** . [ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://sportscience.dpe.go.th/web/main/sportdata.jspsport=9&knowledge=4&id=87>. [25มิถุนายน 2555]
- จตุพลยอด อัญมณีวงศ์. (2552). **ผลเชิงเปรียบเทียบของการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกความมั่นคงของลำตัวร่วมกับการฝึกเทควันโดที่มีผลต่อเวลาตอบสนองของการเคลื่อนไหวในท่าหมุนตัวเตะเฉียงของผู้เล่นกีฬาเทควันโด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2550). **ยางยืดชีวิตพิชิตโรค**. กรุงเทพฯ : บริษัท แกรนด์สปอร์ต กรุ๊ป จำกัด.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์.(2540). **สรีรวิทยาของมนุษย์ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:บุญศิริการพิมพ์.
- ธีระศักดิ์ อาภา วัฒนาศกุล . (2552). **หลักวิทยาศาสตร์ในการกีฬา** .พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นฤมล ลีลาวัฒน์. (2553). **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**.พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น : โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภาณุ กุศลวงศ์. (2552). **ผลของการฝึกความรวดเร็วกับทักษะการเตะเฉียงและการฝึกความคล่องแคล่วว่องไวกับทักษะการเตะเฉียงที่มีต่อเวลาตอบสนองของการเตะเฉียงในกีฬาเทควันโด** . วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัย , สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รังษฤษฎ์ จำเริญ. (2552). **ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความเร็วในการเตะเหยียบลงของนักกีฬาเทควันโดในมหาวิทยาลัย** .วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัย , สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชา หลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันใหม่ ประพันธ์บัณฑิต . (2550). **ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ** . **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา7** (ธันวาคม 2550) : 159 – 170.
- วุฒิพงษ์ และ อารี ปรมัตถากร . (2532). **วิทยาศาสตร์การกีฬา** . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

- สมาคมเทควันโดแห่งประเทศไทย . (2554). **ประวัติสมาคมเทควันโดแห่งประเทศไทยและ
ข่าวสารสมาคม** . [ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.taekwondo-thai.com/news.php>
[12 มิถุนายน 2555]
- สนธยา สีละมาต และดุจเดือน สีละมาต . (2551). **การฝึกด้วยน้ำหนักการประยุกต์กายวิภาค
ศาสตร์และสรีรวิทยาสู่เทคนิคปฏิบัติ** .กรุงเทพฯ ฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Abrams, B. (2010). One leg standing balance. **Mobile Physical Therapy**. [Online] .
Available from : [www.mobile-pt.com/files/OCTOBER2010NEWSLETTER
COLORfinal.pdf](http://www.mobile-pt.com/files/OCTOBER2010NEWSLETTER%20COLORfinal.pdf) [2012, May16]
- Abernethy, Bruce., et. al. (2005). **The Biophysical Foundations of Human Movement**.
Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Aggeloussis, N., Gourgoulis, V., Sertsov, M., Giannakou, E.andMavromatis, G. (2007) .
Repeatability of electromyographic waveforms during the NaeryoChagi in
taekwondo. **Journal of Sports Science and Medicine**, 6(CSSI-2): 6-9
- American college of sports medicine.(2005). Selecting and effectively using rubber
band resistance exercise. **ACSM's Consumer Information Committee**_[Online].
Available from : [http://www.acsm.org/docs/brochures/selecting-and-effectively-
using-rubber-band-resistance-exercise.pdf](http://www.acsm.org/docs/brochures/selecting-and-effectively-using-rubber-band-resistance-exercise.pdf) [2012, March23]
- Baechle, T.R., and Earle, R.W.(2000). **Essentials of strength training and conditioning**.
Champaign,IL : Human Kinetics.
- Bompa, T.O., and Carrera, M.C. (2005). **Periodization Training for Sports**. 2nd edition.
Champaign, Illinois : Human Kinetic
- Cox, R.C., and Vargus, J.S. (1966).A comparison of item selection technique for norm-
referenced and criterion-referenced test. **Paper Presented at the annual meeting
of the national council on measurement in education**.

- Escamilla, F., Fleisig, S.G., and Yamashiro, K. (2010). Effects of a 4-week youth baseball conditioning program on throwing velocity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 24(12) :3247– 3254.
- Falco, C., Estevan, I., and Vieten, M. (2011). KINEMATICAL ANALYSIS OF FIVE DIFFERENT KICKS IN TAEKWONDO. **Portuguese Journal of Sport Sciences**, 11(2) : 219-222.
- Griffiths, I.W. (2006). **Principles of biomechanics & motion analysis**. Philadelphia : Lippincott Williams and Wilkins.
- Harman, E. (2000). The Biomechanics of Resistance Exercise. **Essentials of strength training and conditioning**. Champaign, IL : Human Kinetics.
- Jakubiak, N., and Saunders, H. (2008). The feasibility and efficacy of elastic resistance training for improving the velocity of the olympic taekwondo turning kick. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 22(4) :1994-1997.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., and White, A.R. (2006). A profile of Olympic taekwondo competitors. **Journal of Sports Science and Medicine**. CSSI : 114 - 121
- Koh, J.O., Watkinson, E.J., and Yoon, Y.L. (2004). Video analysis of head blows leading to concussion in competition in taekwondo. **Brain injury**. 18(12) : 1287 – 1296
- Luttgen, K., and Hamilton, N. (1997). **Kinesiology Scientific Basis of Human Motion**. 9th ED medison, WI : Brown and Benchmark.
- Makaya, I. (2007). Martial arts conditioning : Elastic resistance band training. **Martial arts Illustrated magazine**. [Online]. Available from : <http://www.martialartsunltd.co.uk>. [2011, August 31]
- McMaster, D.T., Cronin, J., and McGuigan, M.R. (August 2010). Quantification of rubber and chain-based resistance modes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 24(8) : 2056-2064.
- Montgomery, D., and Runger, G. (1999). **Applied statistics and probability for engineers**. United States of America : Quebecor Printing, Fairfield.

- Page, P., and Ellenbecker, T. (2003). **The Scientific and Clinical Application of Elastic Resistance**. Champaign, IL : Human Kinetics.
- Patterson, R.M., Jansen, C.W.S., Hogan, H.A., and Nassif, M.D. (2001). **Material Properties of Thera-Band Tubing**. *Physical therapy*. 81(8) : 1437-45.
- Page, P. (2009). **Top 10 Myths of Elastic resistance**. [Online]. Available from :
:www.hygenicblog.com/2009/05/07/-10-myths-of-elastic-resistance. [2009, May 07]
- Power, W.E, and Dodd, S.L. (2009). **Total fitness and wellness**. 3rd Ed. Pearson Benjamin cumming, San Francisco : Pearson education.
- Richards, J. (2008). **Biomechanics in clinic and research**. United states of America : Churchill livingstoneelsevier
- Scott, K.P., and Edward, T.H. (2009). **Exercise physiology : theory and application to fitness and performance**. Boston, Mass : McGraw hill.
- Simoneau, G.G., Bereda, S.M., Sobush, D.C., and Starsky, A.J. (2001). Biomechanics of Elastic Resistance in Therapeutic Exercise Programs. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 31(1) : 16-2
- Sharkey, B.J., and Gaskill, S.E. (2006). **Sport physiology for coaches**. Champaign, Illinois : Human Kinetic.
- Spennewyn K.C. (January 2008). Strength outcomes in fixed versus free-form resistance equipment. *Journal of Strength and Conditioning Research* .22(1) : 75-81
- Stevenson, M.W., Warpeha, J.M., Dietz, C.C., Giveanz, R.M., and Erdman, A.G. (2010). Acute effects of elastic bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power and force production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11) : 2944 – 2954.
- Stoppani, J. (2009). **Elastic Resistance VS Free Weights**. [Online]. Available from:
http://www.bodylastics.com/articles/elastic_resistance_vs_free_weights/ [2011, September 14]

- Tony, V. (2008). Introductory Article to Prepare for Axe Kick. **Taekwondo and Korean martial arts magazine**. [Online]. Available from: http://www.martialartsvohra.com/html/axe_kick.html [2012, March 2]
- Topal, V., Ramazanoglu, N., Yilmaz, S., Camliguney, A.F., Kaya, F. (September 2011). The effect of resistance training with elastic bands on strike force at taekwondo. **American International journal of contemporary research**. 1(2) :140-144
- Tsai, Y.J., Gu, G.H., Lee, C.J., Huang, C.F., and Tsai, C.L. (2005). The biomechanical analysis of the taekwondo front-leg axe kick. **Proceedings of the ISBS**. Beijing, China : 437- 440.
- Wilmore, H.J., and Costill, L.D. (1999). **Physiology of Sport and Exercise**. 2nd edition. Champaign, Illinois : Human Kinetic
- Woo, J.H., Ko, J.Y., Choi, E.Y., Her, J.G., and O'Sullivan, D.M., (September 2012). Development and evaluation of a novel taekwondo chest protector to improve mobility when performing axe kicks. **Biology of sport**. 30 : 51-55.
- Woo Mei Teng., Chen CheeKeong., Asok Kumar Ghosh., and Visvanathan Thimurayan. (2008). Effects of a resistance training program on isokinetic peak torque and anaerobic power of 13-16 years old taekwondo athletes. **International Journal of Sports Science and Engineering**, 2(2) : 111 – 121
- World Taekwondo Federation. **Introduction and Members of WTF**. [Online]. 2010. Available from: http://www.wtf.org/wtf_eng/site/about_wtf/intro.html [2012, June 12]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ทักษะการเตะเหยียบลง(Axe kick)



วิธีการเตะเหยียบลง

1. เริ่มจากท่ายืนการ์ดเพื่อเตรียมความพร้อมในการเตะ
2. งอเข่าขึ้นด้านหน้าในลักษณะพับขาแทงเข่า
3. เหยียดขาขึ้นเหนือศีรษะในลักษณะเหยียดเข่าตามให้สูงและเหยียดตรง
4. เหยียดสะโพก พร้อมกดปลายเท้าลงสู่พื้น
5. กลับมายืนการ์ดเพื่อเตรียมความพร้อม

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด

โปรแกรมการฝึกสำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ใช้โปรแกรมการฝึกแรงต้านโดยใช้ยางยืด โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ครั้งละ 60 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

1. การอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 20 นาที
 - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) 10 นาที
 - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) 10 นาที

2. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด ความหนักใช้วิธีการ Multiple RM โดยเลือกสีของยางยืดที่สามารถทำได้ 12 ครั้งในแต่ละท่าฝึก (Page and Ellenbecher, 2003)(ตารางที่ 5)ท่าฝึกประกอบด้วย

ตารางที่ 5 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ท่าที่ใช้ในการฝึก	จำนวนชุดการฝึก (ชุด)	จำนวนครั้งการฝึก (ครั้ง)	ระยะเวลาพัก (นาที)
ช่วงเตะขึ้น			
- High kick	3	12	3
- Knee raise	3	12	3
ช่วงเตะลง			
- Downward kick	3	12	3

3. การคลายอุ่นและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5-10 นาที

โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน

- โปรแกรมการฝึกสำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ใช้โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน รุ่นอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ครั้งละ 40 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ ใช้ความหนัก 70% ของความแข็งแรงสูงสุด (% 1RM) มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

1. การอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 20 นาที

- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) 10 นาที
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) 10 นาที

2. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน ใช้ความหนัก 70% ของความแข็งแรงสูงสุด (% 1RM) ของท่าฝึกในแต่ละท่าฝึก (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน รุ่นอิเล็กทรอนิกส์เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ท่าที่ใช้ในการฝึก	จำนวนชุดการฝึก (ชุด)	จำนวนครั้งการฝึก (ครั้ง)	ระยะเวลาพัก (นาที)
ช่วงเตะขึ้น			
- High kick	3	70% ของ 1RM	3
- Knee raise	3	70% ของ 1RM	3
ช่วงเตะลง			
- Downward kick	3	70% ของ 1RM	3

3. การคลายอุ่นและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5-10 นาที

ภาคผนวก ค

ท่าฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic resistance training)

ขั้นตอนการฝึกท่า High kick

1. นำปลายของยางยืดด้านหนึ่งผูกกับอุปกรณ์ที่ไม่เคลื่อนที่ และผูกปลายของยางยืดอีกด้านหนึ่งไว้ที่บริเวณข้อเท้าของผู้ฝึก
2. เริ่มจากทำยืนตั้งการ์ด จากนั้นทำการเตะขาในลักษณะเหยียดเข้าตึงและตรงให้ได้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ (งอได้เล็กน้อยเพื่อป้องกันการบาดเจ็บ) ปฏิบัติด้วยความเร็วเต็มที่
3. เมื่อถึงจุดสูงสุดของการเตะ ให้ผ่อนขากลับในลักษณะเหยียดเข้าตรงโดยไม่ให้ปลายเท้ากระทบพื้น แล้วกลับเข้าสู่ท่ายืนการ์ด

หมายเหตุ

- ยางยืดมีความยาวเริ่มต้น 1.5 เมตร จะทำการวัดปลายทั้ง 2 ข้างของยางยืดเพื่อเป็นระยะสำหรับผูกข้อเท้า ข้างละ 2.5 เมตร
- ในการฝึกไม่ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละครั้งที่เตะออกไปให้ปฏิบัติด้วยความเร็วสูงสุดของ
- ทำการฝึกทีละข้าง เมื่อครบ 3 ชุดฝึกจึงเปลี่ยนข้าง



ท่าฝึก High kick กับยางยืด

ท่าฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic resistance training)

ขั้นตอนการฝึก Knee raise

1. นำปลายของยางยืดด้านหนึ่งผูกกับอุปกรณ์ที่ไม่เคลื่อนที่ และผูกปลายของยางยืดอีกด้านหนึ่งไว้ที่บริเวณข้อเท้าของผู้ฝึก
2. เริ่มจากทำยืนตั้งการ์ด จากนั้นทำการออกแรงแทงเข้าด้วยความเร็วให้มีความสูงระดับหน้าอก
3. แล้ววกกลับเข้าสู่ท่ายืนการ์ด

หมายเหตุ

- ในการฝึกไม่ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละครั้งที่เตะออกไปให้ปฏิบัติด้วยความเร็วสูงสุดของ
- ทำการฝึกทีละข้าง เมื่อครบ 3 ชุดฝึกจึงเปลี่ยนข้าง



ท่าฝึก Knee raise กับยางยืด

ท่าฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic resistance training)

ขั้นตอนการฝึก Downward kick

1. นำปลายของยางยืดด้านหนึ่งผูกกับอุปกรณ์ที่ไม่เคลื่อนที่ โดยอยู่สูงระดับศีรษะของผู้ร่วมวิจัย และผูกปลายของยางยืดอีกด้านหนึ่งไว้ที่บริเวณข้อเท้าของผู้ฝึก
2. นำเท้าข้างที่ฝึกพักไว้กับบาร์พักเท้า เมื่อผู้ร่วมวิจัยพร้อมจะนำบาร์พักเท้าออก
3. ผู้ร่วมวิจัยออกแรงเตะกดลงในลักษณะขาตั้ง และทำการยั้งเท้าไม่ให้กระทบกับพื้น

หมายเหตุ

- ในการฝึกไม่ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละครั้งที่เตะออกไปให้ปฏิบัติด้วยความเร็วสูงสุดของ
- ทำการฝึกทีละข้าง เมื่อครบ 3 ชุดฝึกจึงเปลี่ยนข้าง



ท่าฝึก Downward kick กับยางยืด

ท่าฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน (Free motion training)

ขั้นตอนการฝึก High kick

1. นำปลายของอุปกรณ์ฟรีโมชันด้านหนึ่งยึดกับข้อเท้า
2. เริ่มจากทำยืนตั้งการ์ด จากนั้นทำการเตะขาในลักษณะเหยียดเข่าตึงและตรงให้ได้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้(งอเข่าได้เล็กน้อยเพื่อป้องกันการบาดเจ็บ) ปฏิบัติด้วยความเร็วเต็มที่
3. เมื่อถึงจุดสูงสุดของการเตะ ให้ผ่อนขากลับในลักษณะเหยียดเข่าตรงโดยไม่ให้ปลายเท้ากระแทกกับพื้น แล้ววกกลับเข้าสู่ท่ายืนการ์ด

หมายเหตุ

- ในการฝึกไม่ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละครั้งที่เตะออกไปให้ปฏิบัติด้วยความเร็วสูงสุดของ
- ทำการฝึกทีละข้าง เมื่อครบ 3 ชุดฝึกจึงเปลี่ยนข้าง



ท่าฝึก High kick กับอุปกรณ์ฟรีโมชัน

ท่าฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชั่น (Free motion training)

ขั้นตอนการฝึก Knee raise

1. นำปลายของอุปกรณ์ฟรีโมชั่นด้านหนึ่งยึดกับข้อเท้า
2. เริ่มจากทำยืนตั้งการ์ด จากนั้นทำการออกแรงแทงเข้าให้มีความสูงระดับหน้าอก
3. แล้วกลับเข้าสู่ท่ายืนการ์ด

หมายเหตุ

- ในการฝึกไม่ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละครั้งที่เตะออกไปให้ปฏิบัติด้วยความเร็วสูงสุดของ
- ทำการฝึกทีละข้าง เมื่อครบ 3 ชุดฝึกจึงเปลี่ยนข้าง



ท่าฝึก Knee raise กับอุปกรณ์ฟรีโมชั่น

ท่าฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชั่น (Free motion training)

ขั้นตอนการฝึก Downward kick

1. นำปลายของอุปกรณ์ฟรีโมชั่นด้านหนึ่งยึดกับข้อเท้า โดยให้สูงระดับศีรษะของผู้ร่วมวิจัย

2. นำเท้าข้างที่ฝึกพักไว้กับบาร์พักเท้า เมื่อผู้ร่วมวิจัยพร้อมจะนำบาร์พักเท้าออก

3. ผู้ร่วมวิจัยออกแรงเตะกดลงในลักษณะขาตั้ง และทำการยั้งเท้าไม่ให้กระแทกกับพื้น

หมายเหตุ

- ในการฝึกไม่ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละครั้งที่เตะออกไปให้ปฏิบัติด้วยความเร็วสูงสุดของ
- ทำการฝึกที่ละข้าง เมื่อครบ 3 ชุดฝึกจึงเปลี่ยนข้าง



ท่าฝึก Downward kick กับอุปกรณ์ฟรีโมชั่น

ภาคผนวก ง

วิธีการหา ความแข็งแรงสูงสุด (One-repetition maximum, 1RM)

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหาความแข็งแรงสูงสุด ในลักษณะของท่าฝึกทั้ง 3 ท่า ได้แก่ High kick , Knee raise และ Downward kick ด้วยน้ำหนักที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ 1 ครั้ง โดยในขณะออกแรงยก ผู้รับการทดสอบต้องไม่มีความเมื่อยล้าที่กล้ามเนื้อขา โดยปฏิบัติที่ละท่าฝึกทิ้งระยะเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง จึงเริ่มหาน้ำหนักของอีกท่าหนึ่ง
2. ก่อนทำการทดสอบให้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย จากนั้นทำการใช้อุปกรณ์ฟ्रीโมชันในท่าฝึกนั้น ฝึกด้วยน้ำหนักเบา 5-10 ครั้ง
3. พัก 3 นาที จากนั้นให้ผู้รับการทดสอบเลือกน้ำหนักที่สามารถยกได้เพียงครั้งเดียว
3. พัก 3 นาที ถ้ายังสามารถยกน้ำหนักที่เลือกได้มากกว่า 3 -5 ครั้ง จะทำการเพิ่มน้ำหนักที่เหมาะสมอีกประมาณ 10-20% .ให้ยกได้ประมาณ 2-3 ครั้ง
4. ถ้ายังสามารถยกได้มากกว่า 3 ครั้ง ให้นำจำนวนครั้งที่ยกได้ไปเทียบกับตารางประมาณค่าความแข็งแรงสูงสุดและน้ำหนักที่ใช้ในการฝึก

วิธีการหา Multiple RM

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหา Multiple RM ในลักษณะของท่าฝึกทั้ง 3 ท่า ได้แก่ High kick , Knee raise และ Downward kick โดยในขณะออกแรงยก ผู้รับการทดสอบต้องไม่มี ความเมื่อยล้าที่กล้ามเนื้อขา โดยปฏิบัติที่ละท่าฝึกทีละระยะเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง จึงเริ่มหา น้ำหนักของอีกท่าหนึ่งซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการฝึกเพื่อพัฒนาความเร็ว จึงทำการเลือกความหนัก ของการฝึกของ multiple RM ที่ 12 ครั้งเพื่อให้สอดคล้องโปรแกรมการฝึกที่เน้นความเร็ว

ตารางที่ 3 แสดงความหนักในการออกกำลังกาย (Page and Ellenbecker, 2003)

เป้าหมายการฝึก	เมตาบอลิซึม (S)	ความหนัก (% 1RM)	ความหนัก (Multiple RM)
ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ	ATP-CP 10 วินาที	90	3
		85	6
ความทนทานสูงและ ความเร็ว	Anaerobic 30 – 90 วินาที	75	10
		70	12
ความทนทานต่ำ	Aerobic มากกว่า 120 วินาที	60	20
		55	25

2. ทำการเลือกสีของยางให้สามารถปฏิบัติท่าฝึกนั้นได้ 12 ครั้ง ให้นำหนักได้จากช่วงของ น้ำหนักในยาแต่ละสี

3. ก่อนทำการทดสอบให้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย จากนั้นทำการใช้อุปกรณ์ยางยืดสีส้มฝึกในท่าฝึกนั้น 5-10 ครั้ง

4. แต่ละครั้งที่ปฏิบัติท่าฝึกต้องปฏิบัติอย่างรวดเร็วและเต็มความสามารถ และใน 1 ชุดฝึกต้องใช้เวลาในการปฏิบัติ 12 ครั้ง ให้ไม่เกิน 90 วินาที

3. พัก 3 นาที ถ้าผู้ทดสอบสามารถใช้อย่างที่เลือกทำได้มากกว่า 12 ครั้งให้เปลี่ยนยาง เป็นอีกสีหนึ่งที่มีความหนักมากกว่า

ภาคผนวก จ

การทดสอบการทรงตัวในท่าอสะโพก

ด้วยวิธีการ One leg stance test

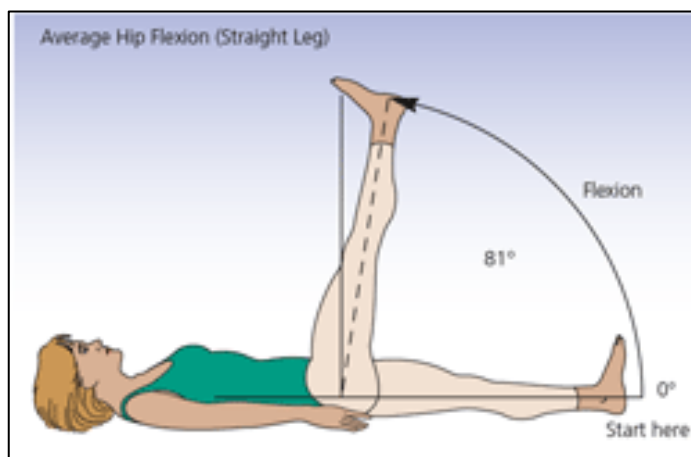
- ให้ผู้ทดสอบนำแขนไขว่กันและประสานกันไว้ที่หน้าอก ตะขั่วไหล่ทั้ง 2 ข้าง
- ยกขาอีกข้างหนึ่งขึ้น ลืมตา
- เริ่มจับเวลาเมื่อเขย่งปลาเท้าขึ้น ค้างไว้ให้นานที่สุด
- ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ในขาทั้ง 2 ข้าง จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย



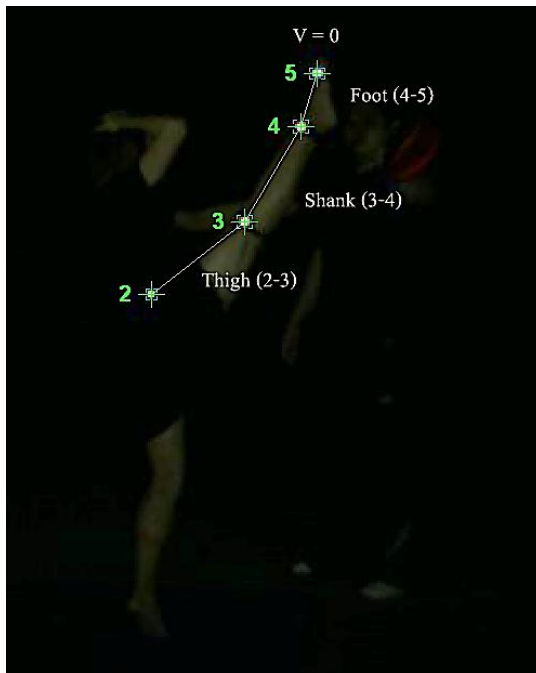
การวัดความอ่อนตัวของสะโพก ในท่า Hip flexion straight leg ด้วยอุปกรณ์ Goniometer

วิธีการวัด

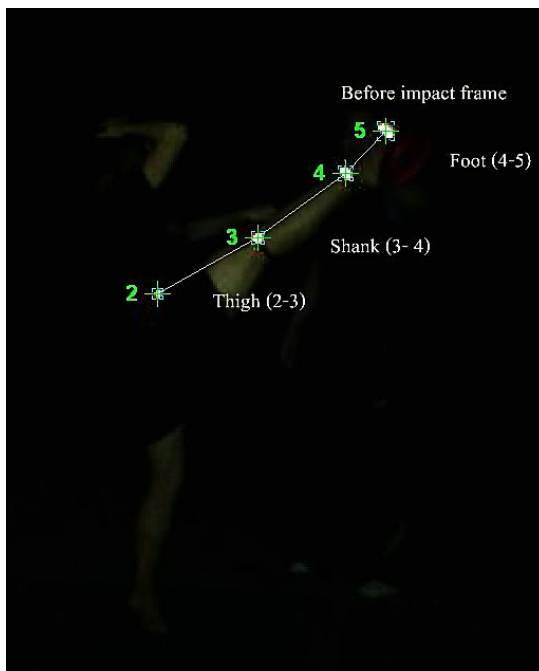
ให้ผู้ทดสอบนอนยกขาขึ้นให้ชิดหน้าอกมากที่สุด โดยไม่ยกสะโพกขึ้น ขาที่ยกขึ้นเหยียดตรง จากนั้นใช้ Goniometer วัดมุมระหว่างแกนของร่างกายที่อยู่นิ่งกับแกนของร่างกายที่เคลื่อนที่ (ขาข้างที่ยกขึ้น) เพื่อดูความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังต้นขา (Hamstring) ทำการวัด 3 ครั้งในแต่ละข้าง จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยยอมรับการคลาดเคลื่อนในแต่ละครั้งของการวัดได้ไม่เกิน ± 5



การเลือกช่วงของการเตะเพื่อนำมาวิเคราะห์แรง



จุดปลายเท้าสูงสุด (ความเร็วเท่ากับศูนย์)
กำหนดเป็นจุดอ้างอิงที่ 1 (CG_{x_1}, CG_{y_1})



จุดก่อนเท้ากระทบเป้า กำหนดเป็นจุดอ้างอิงที่ 2
(CG_{x_2}, CG_{y_2})

ภาคผนวก ฉ

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching)



ทำยืดกล้ามเนื้อคอ



ทำยืดกล้ามเนื้อหัวไหล่



ทำยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง



ทำยืดกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง



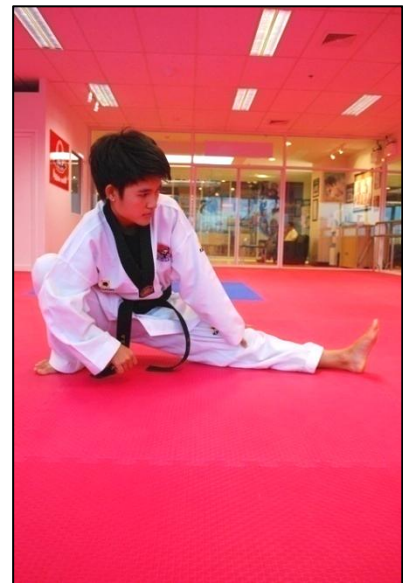
ทำยืดกล้ามเนื้อหน้าท้อง



ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า



ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน



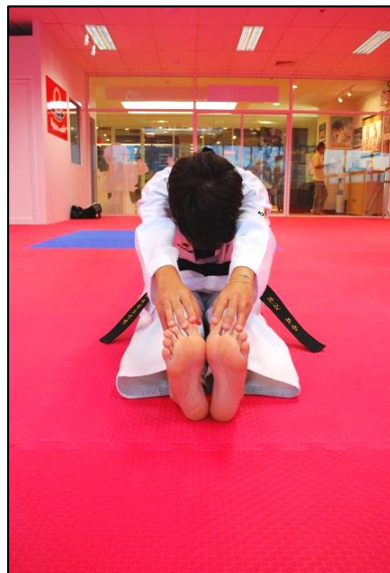
ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง



ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง



ทำยืดกล้ามเนื้อต้นด้านโนและหลังส่วนล่าง



ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาส่วนหลังและหลังส่วนล่าง



ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและด้านหลัง

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Stretching)



ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและสะโพกแบบเคลื่อนไหวที่

- ตะขาขึ้นในลักษณะขาเหยียดตรง โดยเตะขึ้นให้มีความสูงมากที่สุด
- ห้ามทำในลักษณะกระแทก
- ปฏิบัติข้างละ 10 ครั้ง



ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อสะโพก

- ตะขาขึ้นในลักษณะเหยียดขาตรง เฉียงไปทางหัวไหล่ด้านตรงข้ามกับขาที่เตะ โดยเตะขึ้นให้มีความสูงมากที่สุด
- ห้ามทำในลักษณะกระแทก
- ปฏิบัติข้างละ 10 ครั้ง



ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อสะโพกและรอบขาข้อต่อสะโพก

- ตะขาขึ้นในลักษณะเหยียดขาตรง จากนั้นเหวี่ยงขาออกด้านนอกในลักษณะครึ่งวงกลม โดยเตะขึ้นให้มีความสูงมากที่สุด
- ห้ามทำในลักษณะกระแทกปฏิบัติข้างละ 10 ครั้ง

ภาคผนวก ช

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. รองศาสตราจารย์เจริญ กระบวนรัตน์ | ภาคีชาวพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. โค้ชเซ ยอง ชุก | โค้ชกีฬาเทควันโดทีมชาติไทย
การกีฬาแห่งประเทศไทย |
| 3. อาจารย์พิษณุ กุศลวงศ์ | หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้
สุขศึกษาและพลศึกษา
โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย |
| 4. อาจารย์พงษ์เกษียร บัวสุวรรณ | หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้
สุขศึกษาและพลศึกษา
โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม |
| 5. อาจารย์ยุทธนา วงษ์บ้านดู่ | หัวหน้ากลุ่มมาตรฐานการกีฬา
กรมพลศึกษา |

แบบประเมินเนื้อหาของโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน

เรียนท่านผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเนื้อหาของโปรแกรมการฝึกในแต่ละข้อถึงความสอดคล้องของโปรแกรมการฝึกมีความเหมาะสมเพียงใด

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	หมายเหตุ
	เหมาะสม	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เหมาะสม		
	1	0	-1		
โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด					
1. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด 8 สัปดาห์	5			1	
2. ความถี่ของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด 3 วันต่อสัปดาห์	5			1	
3. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) 5 นาที - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) 5 นาที	1	1	3	0.2	
4. ความหนักของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Intensity) - ใช้วิธีการ "Multiple RM" เลือกสีของยางยืดที่สามารถทำได้ 12 ครั้ง ในแต่ละท่าฝึก	4	1		0.8	

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	หมายเหตุ
	เหมาะสม	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เหมาะสม		
	1	0	-1		
5. ท่าที่ใช้ในการฝึก - แบ่งท่าฝึกออกเป็น 2 ช่วง คือช่วง เตะขึ้นและช่วงเตะลง - ช่วงเตะขึ้นฝึก High kick และท่า Knee raise - ช่วงเตะลงฝึก Downward kick	3	2		0.6	
6. จำนวนครั้งต่อชุดการฝึก 12 ครั้ง	5			1	
7. จำนวนชุดการฝึก 3 ชุด	5			1	
7. ระยะเวลาในการพักต่อชุด 1 นาที	3	1	1	0.6	
8. การคลายอุ่น (Cool down) 5-10 นาที	5			1	
อุปกรณ์ยางยืด					
1. ยางยืดยาว 1.5 เมตร กว้าง 5 นิ้ว	5			1	
2. ยางยืดที่ใช้เป็นแบบแผ่น (Band)	4		1	0.8	
3. สีของยางยืดและความหนักของยาง ยืด(ตารางที่ 4 หน้า)	5			1	
โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน					
1. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกแรง ต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน 8 สัปดาห์	5			1	
2. ความถี่ของการฝึกแรงต้านด้วย อุปกรณ์ฟรีโมชัน 3 วันต่อสัปดาห์	5			1	

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	หมายเหตุ
	เหมาะสม	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เหมาะสม		
	1	0	-1		
3. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกแรง ต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน 8 สัปดาห์	5			1	
4. ความถี่ของการฝึกแรงต้านด้วย อุปกรณ์ฟรีโมชัน 3 วันต่อสัปดาห์	5			1	
5. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วย อุปกรณ์ฟรีโมชันมีการยืดเหยียด กล้ามเนื้อ - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) 5 นาที - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Static stretching) 5 นาที	2		3	0.4	
4. ความหนักของการฝึกแรงต้านด้วย อุปกรณ์ฟรีโมชัน(Intensity) ใช้ความ หนัก 70% ของ 1RM ของแต่ละท่าฝึก	5			1	
5. ท่าที่ใช้ในการฝึก - แบ่งท่าฝึกออกเป็น 2 ช่วง คือช่วง เตะขึ้นและช่วงเตะลง - ช่วงเตะขึ้นใช้ท่าฝึก High kick และ ท่า Knee raise - ช่วงเตะลงใช้ท่าฝึก Downward kick	4		1	0.8	
6. จำนวนครั้งต่อชุดการฝึก 12 ครั้ง	5			1	
7. จำนวนชุดการฝึก 3 ชุด	5			1	
8. ระยะเวลาในการพักต่อชุด 1 นาที	4		1	0.8	
9. การคลายอุ่น (Cool down) 5-10 นาที	5			1	

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	หมายเหตุ
	เหมาะสม	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เหมาะสม		
	1	0	-1		
การทดสอบความสามารถในการทรงตัว					
ใช้แบบทดสอบ "One leg stance test"	5			1	
การทดสอบความเร็วของการเตะเหยียบลง					
1. ใช้อุปกรณ์ Motion analysis และ กล้องตรวจจับความเร็ว 20 เฮอร์ตซ์ 4 ตัว โดยให้ผู้ทดสอบทำการติด Reflexive marker ที่ข้อต่อ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ข้อ ต่อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้าและปลายเท้า	5			1	
2. แบ่งการวัดความเร็วออกเป็น 2 ช่วง - ความเร็วช่วงเตะขึ้น(Upward speed) - ความเร็วช่วงเตะลง(Downward speed)	5			1	
การทดสอบแรงของการเตะเหยียบลง					
อุปกรณ์วัดแรง I-Scan โดยทำการติด แผ่น I-Scan ไว้ที่ด้านหลังของเป้าเตะ เทควันโด ยี่ห้อ Adidas	5			1	
รวม	110	5	10	0.88	

ภาคผนวก ซ



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุคที่ 1 โทร.0-2218-8147

ที่ จว ๑๖๖๕

วันที่ 27 ธันวาคม 2555

เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. ใบรับรองผลการพิจารณา
 2. เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
 3. หนังสือแสดงความยินยอม
 4. แบบสอบถาม

ตามที่ นางสาววิรัช ดอกจันทร์ นิสิตระดับมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เสนอ โครงการวิจัยที่ 138.1/55 เรื่อง ผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีต่อ ความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง (EFFECTS OF ELASTIC RESISTANCE TRAINING ON VELOCITY AND FORCE OF AXE KICK IN FEMALE TAEKWONDO ATHLETES) เพื่อให้กรรมการผู้ทบทวนหลักพิจารณาจริยธรรมการวิจัยความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

การนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลัก ได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ รับรองวันที่ 21 ธันวาคม 2555

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

Dr. Pichan
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิชนิธิ ชัยชนะวงศาโรจน์)

กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสถาบัน ชุคที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณบดี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา (ดร.ศ. ชัยวัฒน์ ชัยวัฒน์)

วันที่รับ

1. ใบรับรองผลการพิจารณา

2. เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

3. หนังสือแสดงความยินยอม

4. แบบสอบถาม

วันที่รับ

[Signature]

1. ใบรับรอง

เห็นสมควร / 1. ใบรับรอง

1. ใบรับรอง / 1. ใบรับรอง

[Signature]

28 ต.ค. 55

คณบดี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

[Signature]

28 ต.ค. 55

AF 01-12



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. 180/2555


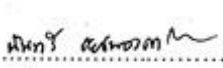
ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 138.1/55 : ผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีต่อความเร็วและแรงของการเคลื่อนไหวแบบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง

ผู้วิจัยหลัก : นางสาววิมล ดอกจันทร์

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ลงนาม.....  ลงนาม..... 
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ปริดา ทันประคินฐ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
ประธาน กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 21 ธันวาคม 2555

วันหมดอายุ : 20 ธันวาคม 2556

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย
- 4) แบบสอบถาม



เลขที่โครงการวิจัย 138.1 / 55
วันที่รับรอง 21 S.A. 2555
วันหมดอายุ 20 S.A. 2556

เงื่อนไข

1. ขั้วพิมพ์รับรองว่าเป็นการพิจารณาจริยธรรม หากดำเนินการกับข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี นับเบรจรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง ในนักกีฬา
เทควันโดหญิง (EFFECTS OF ELASTIC RESISTANCE TRAINING ON VELOCITY
AND FORCE OF AXE KICK IN FEMALE TAEKWONDO ATHLETES)

ชื่อผู้วิจัย นางสาววิมล ดอกจันทร์ ตำแหน่ง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา แผนกวิชาสรีรวิทยาการกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อ 201/314 หมู่ 11 ตำบลนางพญาใหญ่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

โทรศัพท์ที่ทำงาน 02-218-1060 โทรศัพท์มือถือ 084-554-7711 E-mail : mashi_venus@hotmail.com

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควร
ทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่าง
ละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไมชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบ
ลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง โดยการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและ โปรแกรมการฝึกแรง
ต้านด้วยอุปกรณ์ฟรี โมชัน โดยการศึกษาด้วยยางยืดเป็นรูปแบบการฝึกอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าอุปกรณ์ยางยืดมา
ประยุกต์ใช้กับท่าเตะของกีฬาเทควันโด โค ซึ่งอุปกรณ์ยางยืดสามารถสร้างแรงต้านได้ทุกทิศทางของการ
เคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้สอดคล้องกับการเตะในกีฬาเทควันโด ส่วนการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรี โมชันจะ
ใช้น้ำหนักจากแผ่นเหล็กในการสร้างแรงต้าน ซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถสร้างแรงต้านได้ทุกทิศทางเช่นเดียวกับยาง
ยืดผู้วิจัยจึงสนใจนำอุปกรณ์ฝึกทั้ง 2 รูปแบบนี้มาช่วยในการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่ง
ก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถของนักกีฬา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วย
อุปกรณ์ฟรี โมชันที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง

กลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย นักกีฬาเทควันโดเพศหญิง ชมรมเทควันโดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำนวน 20 คน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้ากลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion criteria)

1. มีอายุระหว่าง 18- 24 ปี
2. มีประสบการณ์ในการแข่งขันภายในประเทศไม่ต่ำกว่า 2 ปี
3. ไม่มีการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้อง



เลขที่โครงการวิจัย 138.1/55
21 S.A. 2555
วันที่รับของ
20 S.A. 2556
วันหมดอายุ

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยจนทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ เช่น เจ็บป่วย ประสบอุบัติเหตุ
 2. เข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 17 ครั้ง จากการฝึกทั้งหมด 24 ครั้ง
- การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยทำการชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลรวมทั้งประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย ทำการประสานงานติดต่อกับและขออนุญาตกับหัวหน้าผู้ฝึกสอนของท่าน เพื่อตกลงในเรื่องของช่วงเวลาตามแผนดำเนินการวิจัย หลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่พักผ่อนของท่าม เพื่อตกลงในเรื่องของช่วงเวลาตามแผนดำเนินการวิจัย หลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่พักผ่อนของท่าม โปรแกรมการแข่งขัน และลดผลกระทบที่เกิดจากการเข้าร่วมให้น้อยที่สุด และขอความร่วมมือในการวิจัยจากท่าน เมื่อท่านยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้ท่านลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
2. ผู้วิจัยขอความร่วมมือท่านให้ปฏิบัติตามเงื่อนไขของการวิจัยในแต่ละกลุ่มอย่างเคร่งครัด โดยกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม
 - 2.1 ต้องทำการฝึกตามโปรแกรมของผู้วิจัยตามขั้นตอน ตามวันและเวลาและสถานที่ที่กำหนด ก่อนทำการฝึกซ้อมเทควันโดตามปกติ
 - 2.2 ต้องไม่ทำการฝึกใดๆที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับผู้วิจัยนอกจากเวลาการฝึกที่กำหนด
3. ผู้วิจัยทำการแบ่งกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยวิธีการแบบเจาะจง โดยมีกระบวนการจัดกลุ่มและรูปแบบการฝึกดังนี้
 - กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแรงดันด้วยยางยืดและฝึกทักษะเทควันโด จำนวน 10 คน
 - กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแรงดันด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชันและฝึกทักษะเทควันโด จำนวน 10 คน

โดยการแบ่งกลุ่มใช้เกณฑ์ความสามารถในการทรงตัวและความอ่อนตัวในท่างอสะโพกทำการแบ่งกลุ่ม โดยแบ่งให้มีค่าการทรงตัวและความอ่อนตัวในท่างอสะโพกเท่ากัน โดยมีวิธีการวัดดังนี้

 - ทดสอบความสามารถในการทรงตัว ด้วยการทดสอบ One leg stance test ให้ผู้ทดสอบนำแขนไขว้กันและประสานกันไว้ที่หน้าอก และหัวไหล่ทั้ง 2 ข้าง งอเข่าขาอีกข้างหนึ่งขึ้น เข่งปลายเท้าขึ้น ลิมิตค้างไว้ 30 วินาทีทดสอบทั้ง 2 ข้างโดยทำสลับซ้ายขวา ให้ครบข้างละ 3 ครั้ง
 - ทดสอบความอ่อนตัวในท่างอสะโพก ด้วยอุปกรณ์โกนิโอมิเตอร์ (Goniometer) โดยให้ผู้ทดสอบนอนหงายขึ้นให้ชิดหน้าอกมากที่สุด โดยไม่ยกสะโพกขึ้น ขาที่อกขึ้นเหยียดตรง ทดสอบทั้ง 2 ข้างโดยทำสลับซ้ายขวา ให้ครบข้างละ 3 ครั้ง

เลขที่โครงการวิจัย 138-1/55
วันที่รับขอ 21 S.A. 2555
วันหมดอายุ 20 S.A. 2556



4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยวัดความเร็วและแรงของการเตะ ซึ่งจะทำการทดสอบในวันจันทร์และวันพุธ เวลา 17.00 – 19.00 น. ณ ศูนย์ทดสอบวิจัยและทดสอบวัสดุอุปกรณ์ทางการกีฬา (TRECS) ห้อง 2107 อาคารจุฬาพัฒน์ 8 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ซึ่งได้รับการอนุญาตจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยเวลาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละคนนั้นจะใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ซึ่งมีวิธีการวัดดังนี้

ก. การทดสอบความเร็วของการเตะเหยียบลง ด้วยอุปกรณ์ Motion analysis และกล้องตรวจจับความเร็ว 4 ตัว โดยให้ผู้ทดสอบทำการติด Reflexive marker ที่ข้อศอก 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ข้อศอกสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้าและปลายเท้า โดยให้เครื่องบันทึกความเร็วของการเตะ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ทำการทดสอบในขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัด ข้างละ 3 ครั้ง โดยแบ่งความเร็วออกเป็น 2 ช่วง

- ความเร็วช่วงเตะขึ้น (Upward speed) ศึกษาความเร็วที่ข้อเข่าและปลายเท้า
- ความเร็วช่วงเตะลง (Downward speed) ศึกษาความเร็วที่ข้อเข่าและปลายเท้า

ข. การทดสอบแรงของการเตะเหยียบลง ด้วยอุปกรณ์วัดแรง I-Scan โดยทำการติดแผ่น I-Scan ไว้ที่ด้านหลังของเป้าเตะเทควันโด อุปกรณ์จะทำการบันทึกค่าของแรงที่เกิดจากการเตะเหยียบลง ทำการทดสอบในขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัด ข้างละ 3 ครั้ง

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

1. โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการฝึกซ้อมด้วยตนเอง โดยทำการฝึกซ้อมก่อนการฝึกซ้อมเทควันโดปกติ บริเวณศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยดำเนินการฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและ โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ได้แก่ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้ง 60 นาที เวลา 17.00 – 18.00 น. ซึ่งโปรแกรมการฝึกซ้อมของแต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็นดังนี้

โปรแกรมการฝึกสำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ใช้โปรแกรมการฝึกแรงต้านโดยใช้ยางยืด โดยทำการฝึก สัปดาห์ละ 3 วัน ครั้งละ 60 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. การอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 20 นาที

- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 10 นาที
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว 10 นาที

ขั้นตอนที่ 2. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด ความหนักใช้วิธีการ Multiple RM โดยเลือกสีของยางยืดที่สามารถทำได้ 12 ครั้งในแต่ละท่าฝึก ทำฝึกประกอบด้วย



เลขที่โครงการวิจัย 138-1/55
21 S.A. 2555
วันที่รับชม
20 S.A. 2556
วันพฤหัสบดี

โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ท่าที่ใช้ในการฝึก	จำนวนชุดการฝึก (ชุด)	จำนวนครั้งการฝึก (ครั้ง)	ระยะเวลาพัก (นาที)
ช่วงตะขึ้น			
- High kick	3	12	3
- Knee raise	3	12	3
ช่วงตะลง			
- Downward kick	3	12	3

ขั้นตอนที่ 3. การคลายอุ่นและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5-10 นาที

โปรแกรมการฝึกสำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ใช้โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน รุ่นอีเอ็กซ์ที โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ครั้งละ 40 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ ใช้ความหนัก 70% ของความแข็งแรงสูงสุด มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. การอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 20 นาที

- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 10 นาที
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว 10 นาที

ขั้นตอนที่ 2. โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรี โมชัน รุ่นอีเอ็กซ์ที ใช้ความหนัก 70% ของความแข็งแรงสูงสุด (% 1RM) ของท่าฝึกในแต่ละท่าฝึก

โปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรี โมชัน รุ่นอีเอ็กซ์ทีเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ท่าที่ใช้ในการฝึก	จำนวนชุดการฝึก (ชุด)	จำนวนครั้งการฝึก (ครั้ง)	ระยะเวลาพัก (นาที)
ช่วงตะขึ้น			
- High kick	3	12	3
- Knee raise	3	12	3
ช่วงตะลง			
- Downward kick	3	12	3

ขั้นตอนที่ 3. การคลายอุ่นและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5-10 นาที

2. ทำการทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยวัดความเร็วและแรงของการเตะซึ่งจะทำการทดสอบในวันจันทร์และวันพุธ เวลา 17.00 – 19.00 น. ณ ศูนย์ทดสอบวิจัยและทดสอบวัสดุอุปกรณ์ทางการกีฬา (TRECS) ห้อง 2107 อาคารจุฬาพัฒน์ 8 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ซึ่งได้รับการอนุญาตจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยเวลาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละคนนั้นจะใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ซึ่งมีวิธีการวัดดังนี้

เลขที่โครงการวิจัย 138.1/55
วันที่รับของ 21 S.A. 2555
วันหมดอายุ 20 S.A. 2556



ก. การทดสอบความเร็วของการเตะเหยียบลง ด้วยอุปกรณ์ Motion analysis และกล้องตรวจจับความเร็ว 4 ตัว โดยให้ผู้ทดสอบทำการติด Reflexive marker ที่ข้อต่อ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ข้อต่อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้าและปลายเท้า โดยให้เครื่องบันทึกความเร็วของการเตะ ทำการทดสอบในขาข้างที่อ่อนแอ และขาข้างที่มั่นคง ข้างละ 3 ครั้ง โดยแบ่งความเร็วออกเป็น 2 ช่วง

- ความเร็วช่วงเตะขึ้น(Upward speed) ศึกษาความเร็วที่ข้อเข่าและปลายเท้า
- ความเร็วช่วงเตะลง(Downward speed) ศึกษาความเร็วที่ข้อเข่าและปลายเท้า

ข. การทดสอบแรงของการเตะเหยียบลง ด้วยอุปกรณ์วัดแรง I-Scan โดยทำการติดแผ่น I-Scan ไว้ที่ด้านหลังของเป้าเตะเทควันโด อุปกรณ์จะทำการบันทึกค่าของแรงที่เกิดจากการเตะเหยียบลง ทำการทดสอบในขาข้างที่อ่อนแอและขาข้างที่มั่นคง ข้างละ 3 ครั้ง

3. ระยะเวลาที่ท่านอยู่ในการวิจัย รวมระยะเวลาการทดสอบและระยะเวลาในการฝึกทั้งสิ้นเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลการวิจัยทำให้ทราบถึงผลของการฝึกแรงด้านตัวข้างยึดที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลง ในนักกีฬาเทควันโดหญิง จากผลที่ได้ทำให้ได้รูปแบบการฝึกที่มีผลต่อแรงและความเร็วในการเตะเพิ่มขึ้น เพื่อไปใช้ในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาเทควันโด เป็นแนวทางในการเลือกใช้อุปกรณ์การฝึกที่เหมาะสมกับการเคลื่อนไหวของกีฬาเทควันโด อีกทั้งเป็นแนวทางในการทำวิจัย เพื่อคัดลอกความรู้หรือให้เกิดความรู้ใหม่ การพิทักษ์สิทธิ์ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยทำการแนะนำคำอธิบายวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขั้นตอนการทดสอบและโปรแกรมการฝึก ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย รวมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ ซึ่งการตอบรับ การปฏิเสธ หรือการถอนตัวในงานวิจัยครั้งนี้ไม่มีผลต่อท่าน อีกทั้งความเสี่ยงของการฝึกแรงด้านตัวข้างยึดและการฝึกแรงด้านตัวอุปกรณ์ฟรีโมชัน ในท่าฝึก Downward kick และท่าฝึก High kick ในขณะที่ทำการเหวี่ยงขาขึ้นด้านบนอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บที่บริเวณกล้ามเนื้อด้านหลังต้นขาได้ ซึ่งอาจเกิดจากอบอุ่นร่างกายไม่เพียงพอ การปฏิบัติผิดท่า เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยจะช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดในขณะที่ทำการทดสอบและขณะทำการฝึกเพื่อไม่ให้เกิดการบาดเจ็บตลอดจนถึงการให้ความช่วยเหลือเบื้องต้น เช่น ให้หยุดพักทันที หรือทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น รวมทั้งการนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบท่าน ให้ได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม

ผู้วิจัยจะมอบของที่ระลึกเป็นสื่อกีฬาที่มีราคา 500 บาท โดยจะทำการมอบให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยหลังจากสิ้นสุดการทดลอง

หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

เลขที่โครงการวิจัย 138-1/55
วันที่รับตอบ 21 S.A. 2555
วันหมดอายุ 20 S.A. 2556



ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับหากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

การเข้าร่วมเป็นกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวออกจากกรวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยพหลโยธิน 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147

E-mail: eccu@chula.ac.th

เลขที่โครงการวิจัย 138.1/55

วันที่รับรอง 21 S.A. 2555

วันหมดอายุ 20 S.A. 2556



หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย "ผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงใน นักกีฬาทควัน โคหญิง "

(EFFECTS OF ELASTIC RESISTANCE TRAINING ON VELOCITY AND FORCE OF AXE KICK IN FEMALE TAEKWONDO ATHLETES.)

ชื่อผู้วิจัย นางสาววิมล ดอกจันทร์

ตำแหน่ง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ หล่อศิริรัตน์

สถานที่ติดต่อ 201/314 หมู่ 11 ตำบลบางพลีใหญ่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

โทรศัพท์ที่ทำงาน 02-218-1060

โทรศัพท์มือถือ 084-554-7711

E-mail : mashi_venus@hotmail.com



เลขที่โครงการวิจัย 138.1/55

วันรับรอง 21 S.A. 2555

วันหมดอายุ 20 S.A. 2556

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยงอันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมการฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดหรือโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ฟรีโมชัน ซึ่งจะทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์การทรงตัวและการย่อตัวในท่างอสะโพก โดยฝึกซ้อมสัปดาห์ละ 3 วัน คือวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ใช้เวลาในการฝึกครั้งละ 60 นาที เวลา 17.00-18.00 ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทำการทดสอบก่อนการทดลอง การทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

และการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ รายละเอียดการทดสอบประกอบด้วย ความเร็วและแรงของการเตะ เทียบลง โดยแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบจะใช้เวลาครั้งละ 60 นาที

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบต่อการศึกษาหรือการเป็นนักกีฬาในชมรมของข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน 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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นางสาววินัส คอกจันทร์)



วิจัยหลัก

เลขที่โครงการวิจัย 138.1/55
วันที่รับรอง 21 ส.ค. 2555
วันหมดอายุ 20 ส.ค. 2556

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

แบบคัดเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัย



เลขที่โครงการวิจัย

138.1/55

21 S.A. 2555

วันที่รับรอง

20 S.A. 2556

ทั้งหมดอายุ

แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

รหัสผู้เข้าร่วม เลขที่

อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ตอนที่ 2 : ข้อมูลสุขภาพร่างกาย

ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

 ใช่ ไม่ ระบุ.....

ท่านป่วยเป็นโรคหัวใจหรือแพทย์บอกว่ามีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ เช่น แน่นหน้าอก หรือไม่

 ใช่ ไม่ ระบุ.....

ท่านป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่

 ใช่ ไม่ ระบุ.....

ท่านเคยได้รับการผ่าตัดที่บริเวณสะโพก เข่า ข้อเท้า เท้า หรือไม่

 ใช่ ไม่ ระบุ.....

ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บรุนแรงหรือไม่

 ใช่ ไม่ ระบุ.....

แบบสอบถามด้านกีฬาเทควันโด

ท่านมีประสบการณ์ด้านการแข่งขันกีฬาเทควันโดภายในประเทศไม่ต่ำกว่า 2 ปี

 ใช่ ไม่

โดยเฉลี่ย ท่านทำการฝึกซ้อมกีฬาเทควันโด กี่วัน/สัปดาห์

 น้อยกว่า 1 วัน/สัปดาห์ 1 วัน/สัปดาห์ 2-3 วัน/สัปดาห์ มากกว่า 3 วัน/สัปดาห์

การทดสอบเพื่อเข้ากลุ่มทดลอง

เลขที่โครงการวิจัย 138.1/55
วันที่รับรอง 21 ส.ค. 2555
วันหมดอายุ 20 ส.ค. 2556

79

	การทรงตัว	
	ขาข้างถนัด	ขาข้างไม่ถนัด
ครั้งที่ 1		
ครั้งที่ 2		
ครั้งที่ 3		
ค่าเฉลี่ย		

	ความอ่อนตัว	
	ขาข้างถนัด	ขาข้างไม่ถนัด
ครั้งที่ 1		
ครั้งที่ 2		
ครั้งที่ 3		
ค่าเฉลี่ย		

ผลการคัดเลือก

- ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัย
- สามารถเข้าร่วมการวิจัย โดยจัดให้อยู่ในกลุ่มทดลอง ERT
โดยจัดให้อยู่ในกลุ่มทดลอง FMT

.....
(นางสาววินิต ดอกจันทร์)

ผู้คัดเลือก

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : นางสาววินัส ดอกจันทร์
 เกิด : 12 เมษายน 2532
 สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 201/314 หมู่ 11 ตำบลบางพลีใหญ่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
 รหัสไปรษณีย์ 10540

ประวัติการศึกษา

- ปีการศึกษา 2554 : เข้าศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิต แผนกวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ปีการศึกษา 2553 : สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เกียรตินิยมอันดับ 1 เอกศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา
- ปีการศึกษา 2550 : สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชวินิตบางแก้ว

ประวัติการทำงาน

ครูผู้สอนกีฬาเทควันโด

- จิ๋วอุทัยมเทควันโด สาขาเซ็นทรัลบางนา ปี พ.ศ. 2548 จนถึงปัจจุบัน
- จิ๋วอุทัยมเทควันโด สาขาเซ็นทรัลพระราม 9 พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบัน
- โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม