ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา
และสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย

นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SUPPLEMENTAL POWER ENDURANCE TRAINING ON LEGS MUSCULAR POWER ENDURANCE AND ANAEROBIC PERFORMANCE IN MALE BADMINTON ATHLETES

Mr. Gunn Chansrisukot

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
School of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนาคาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย
โดย	นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภพร ทัศนัยนา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชัชชัย โกมารทัต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต : ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย.(EFFECTS OF SUPPLEMENTAL POWER ENDURANCE TRAINING ON LEGS MUSCULAR POWER ENDURANCE AND ANAEROBIC PERFORMANCE IN MALE BADMINTON ATHLETES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 121 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันชายของสโมสรธนบุรีจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี โดยการเลือกแบบเจาะจง แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คนด้วยการสุ่มแบบง่ายโดยใช้วิธีการจับฉลากเข้ากลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ กลุ่มทดลอง ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ โดยฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ คือ วันอังคารและวันศุกร์ ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาโดยใช้เครื่องนิวเทสต์เพาเวอร์ไทมเมอร์ เอสดับเบิลยู-300 ความสามารถในการวิ่ง 30 จุดโดยใช้แบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน พลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้าโดยใช้จักรยานวัดงานโมนาร์ค 894อี ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของแอลเอสดี ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา มีพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด พลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังมีพัฒนาการดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่าการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์มีผลต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชายระดับสโมสรได้จริง

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

ปีการศึกษา 2550 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

4978601039 : MAJOR SPORTS PHYSIOLOGY

KEY WORD: POWER ENDURANCE / ANAEROBIC PERFORMANCE / POWER ENDURANCE TRAINING

GUNN CHANSRISUKOT : EFFECTS OF SUPPLEMENTAL POWER ENDURANCE TRAINING ON LEGS MUSCULAR POWER ENDURANCE AND ANAEROBIC PERFORMANCE IN MALE BADMINTON ATHLETES. THESIS PRINCIPAL ADVISOR : ASSOC. PROF. THANOMWONG KRITPET,Ph.D, 121 pp.

The purpose of this research was to study the effects of supplemental power endurance training on legs muscular power endurance and anaerobic performance in male badminton athletes. Thirty male badminton athletes of Thonburi badminton club (ages 18-22) were purposively selected for this study. Subjects were divided into two groups, and each group consisted of fifteen players, based on simple random sampling. In addition to the regular training program, the experimental group had to undergo the course of the supplemental power endurance training for two days per week (Tuesday and Friday), while the control group only engage in the regular training regimen. The total duration of training was eight weeks. The data of legs muscular power endurance measured by using Newtest Powertimer SW-300, the ability in running 30 stations measured by using badminton specific field test, anaerobic power, anaerobic capacity and fatigue index measured by using Wingate test of both groups were taken before experiment, after the 4th and 8th week. The obtained data were analyzed in terms of means and standard deviations, Analysis of covariance, One-way analysis of variance with repeated measure and multiple comparison by the LSD were also employed for statistical significant ($p < .05$).

Research results indicated that after eight weeks of experiment, legs muscular power endurance, the ability in running 30 stations, anaerobic power, anaerobic capacity and fatigue index in the experimental group were significantly better than the control group at the .05 level. As well as the trend of overall develovment increased among the experimental group as compared to the control group significantly ($p < .05$).

In summary, the supplemental power endurance training in 8 weeks has been truely improved the effects on legs muscular power endurance and anaerobic performance in male badminton athletes at the club level.

Field of Student : Sports Science Student's Signature : Gunn Chansrisukot

Academic Year : 2007 Principal Advisor's Signature : T. Kritpet

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษาและมอบทุนอุดหนุนการศึกษาฯ 72 พรรษา ให้แก่ผู้วิจัยตลอดช่วงระยะเวลาที่ได้ศึกษาในระดับปริญญามหาบัณฑิต

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาที่ดี คำแนะนำต่างๆมากมายและช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความรู้และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นภพร ทัศนัยนา และรองศาสตราจารย์ ชัชชัย โกมารทัต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ในการศึกษาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬารวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กลั่นกรองกระบวนการวิจัยและชี้แนะแนวทางการวิจัยตลอดจนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชินนท์ชัย อินทราภรณ์ รองศาสตราจารย์เทพประสิทธิ์ กุลธวัชวิชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพพันธุ์ กิตุกลและคณาจารย์สถาบันกีฬาแห่งชาติวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา อบรมสั่งสอน ห่วงใยและให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ที่นี่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำความรู้และคำสอนเหล่านั้นมาก่อประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณคมฉาน พรมศริน ผู้ฝึกสอนสโมสรแบดมินตันธนบุรีและนักกีฬาผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่านที่เสียสละเวลาอันมีค่ายิ่งของท่านในการเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างและให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอให้มีสุขภาพพลานามัยทั้งกายและใจ สมบูรณ์ แข็งแรง พร้อมสุขสวัสดิ์ตลอดไป

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คุณพันธ์วดี อินทรมณีและคุณกิตติศักดิ์ ร่มเกษ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำตลอดจนการจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบนักกีฬาและให้ความช่วยเหลือกับผู้วิจัยอย่างดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่เป็นมากกว่าเพื่อนคอยให้ความช่วยเหลือและร่วมฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ รวมถึงเป็นกำลังใจให้กันจนสามารถสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ นายธำรงค์ บุญพรหม และนางสาวพิชญดา นักสำรวจ ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งกับผู้วิจัยมาโดยตลอด และการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรักและกำลังใจจากนายมนทิพย์ จันทร์ศรีสุคต นางนิยดา จันทร์ศรีสุคต ผู้เป็นบิดาและมารดาของผู้วิจัย และนางสาวโสรัจจา จันทร์ศรีสุคต น้องสาวของผู้วิจัย คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญแผนภูมิ		ฎ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	สมมติฐานของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ข้อตกลงเบื้องต้น	5
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย ของนักกีฬาแบดมินตัน	7
	การพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกและชนิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	11
	ความสำคัญของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ	14
	สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ	16
	ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ	20
	กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา	24
	สมรรถภาพอนากาศนิยม	26
	แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ	30
	งานวิจัยในประเทศ	44
	งานวิจัยต่างประเทศ	45

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	49
	กลุ่มตัวอย่าง	49
	รูปแบบการวิจัย	50
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
	ขั้นตอนการวิจัย	51
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	53
	การวิเคราะห์ทางสถิติ	54
4	ผลการวิเคราะข้อมูล	56
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	78
	สรุปผลการวิจัย	78
	อภิปรายผล	80
	ข้อเสนอแนะ	83
รายการอ้างอิง		85
ภาคผนวก		91
	ภาคผนวก ก	92
	ภาคผนวก ข	97
	ภาคผนวก ค	98
	ภาคผนวก ง	100
	ภาคผนวก จ	103
	ภาคผนวก ฉ	105
	ภาคผนวก ช	106
	ภาคผนวก ซ	107
	ภาคผนวก ฌ	109
	ภาคผนวก ญ	116
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์		121

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะและคุณสมบัติหน่วยยนต์.....	18
2	แสดงช่วงการฝึกซ้อม ระยะการฝึกซ้อม และวัตถุประสงค์ของการฝึกซ้อม.....	32
3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการวิเคราะห์ ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และสมรรถภาพอนากาศนิยมก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม.....	57
4	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการวิเคราะห์ ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และสมรรถภาพอนากาศนิยมก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง.....	59
5	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา โดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มทดลอง.....	61
6	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสามารถ ในการวิ่ง 30 จุด โดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มทดลอง.....	62
7	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิก โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มทดลอง.....	63
8	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มทดลอง.....	64
9	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยดัชนีความล้า โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มทดลอง.....	65
10	สรุปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	66

ตารางที่ หน้า

13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม..... 67

14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม..... 69

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	72
2	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	72
3	ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง…….....	73
4	ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	73
5	ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านดัชนีความล้า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทอง.....	74
6	ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	75
7	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	75
8	ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	76
9	ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	76
10	ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	77

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาการกีฬาให้มีความก้าวหน้าเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพราะประเทศใดมีความเจริญก้าวหน้าทางการกีฬา ย่อมแสดงถึงความเจริญของประเทศนั้นด้วย ตัวอย่างเช่น ในด้านธุรกิจ ประเทศใดเมืองใดมีความเจริญทางด้านการกีฬา โดยเฉพาะที่มีนักกีฬาหรือทีมกีฬาที่มีความสามารถสูง ได้รับตำแหน่งและรางวัลต่างๆจะส่งผลให้รายได้ต่อหัวของประชากรและเศรษฐกิจของประเทศ หรือเมืองนั้นๆ มีอัตราสูง (Coates and Humphreys, 2001) เมื่อพิจารณาถึงยุทธศาสตร์การพัฒนากีฬาเพื่อความเป็นเลิศ แผนพัฒนาการกีฬาแห่งชาติฉบับที่ 4 ได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้แบดมินตันเป็นหนึ่งใน 12 กีฬาอาชีพ (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2550) ในปัจจุบันกีฬาแบดมินตันมีการจัดการแข่งขันภายในประเทศขึ้นในแต่ละปีไม่น้อยกว่า 20 รายการ และต่างประเทศหลายรายการ มีนักกีฬาของประเทศไทยที่มีความสามารถติดอันดับโลก เช่น ในประเภทชายเดี่ยว บุญศักดิ์ พลสนะ ที่เคยได้ตำแหน่งอันดับที่ 4 ในการแข่งขันโอลิมปิกเกมครั้งที่ 28 ที่ประเทศกรีซมาแล้ว และได้รับการจัดลำดับให้อยู่ในอันดับที่ 9 ของโลก หรือในประเภทคู่ผสมที่มี สุดเขต ประภากมล และสลารีย์ ทุ่งทองคำ ได้รับการจัดลำดับให้อยู่ในอันดับที่ 7 ของโลก (http://www.worldbadminton.net, 2007) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงศักยภาพและความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันไทย ที่สามารถก้าวขึ้นสู่อันดับต้นๆของโลกได้ เฉกเช่นเดียวกับประเทศในแถบภูมิภาคเดียวกันที่ประสบความสำเร็จ อาทิเช่น จีน เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย

การแข่งขันกีฬาแบดมินตัน สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะกีฬามีความสำคัญมาก ซึ่ง มาโฮเน่ และ ชาร์ป (Mahoney and Sharp, 1995) กล่าวว่าลักษณะของการเคลื่อนที่ของการเล่นแบดมินตันจะต้องใช้ความสามารถในการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว การออกตัวด้วยความเร็วในช่วงเวลาสั้นๆเพื่อเริ่มต้นเคลื่อนที่ ขับเคลื่อนร่างกายไปยังตำแหน่งต่างๆอย่างรวดเร็ว มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ใช้ความคล่องแคล่วว่องไว ใช้พลังในการกระโดดขึ้นตีลูก อาศัยการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อแขนและขา การใช้ตามองลูก มองพื้นที่ว่างในสนามเพื่อที่จะตีลูกกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โอโมเซการ์จ (Omosegaard ,1996) ได้ศึกษาผลของการใช้พลังของกล้ามเนื้อขาในการก้าวเข้าไปตีลูก (Foot work) ของนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติเดนมาร์ก เมื่อก้าวออกจากตำแหน่งกลางสนาม พบว่าในทุกๆก้าว ต้องใช้ความสามารถในการใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา 85-100 % ของความแข็งแรงสูงสุด และยังศึกษาถึงจำนวนครั้งของการก้าวขาและการกระโดดขึ้นตีลูกในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ที่ใช้เวลาในการเล่นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง พบว่า นักกีฬาจะต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อขาในการก้าวและการกระโดดถึง 1800 ครั้ง ดังนั้นไม่เพียงแต่ฝึกพลังของกล้ามเนื้อแล้วจะทำให้นักกีฬาประสบความสำเร็จได้ เพราะสถานการณ์การแข่งขันจริง จำเป็นต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อขาในการกระโดดหรือเคลื่อนที่ซ้ำๆกันไปยังมุมต่างๆทั่วสนาม ซึ่งสอดคล้องกับ นภพร ทัศนัยนา (2544) ที่ว่า การเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตัน ในการออกแรงของกล้ามเนื้อขาจะเป็นแบบเหยียดกล้ามเนื้อมากกว่าการงอพับข้อต่อ และนักกีฬาจะมีการเคลื่อนไหวที่ดี จะต้องมีการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาให้มาก นอกจากจะต้องมีพลังกล้ามเนื้อขาแล้วยังต้องมีความอดทนอีกด้วย ซึ่งบอมพา(Bompa, 1993) ได้ให้ความหมายของพลังความอดทนว่า เป็นความสามารถในการใช้พลังสูงสุด โดยกระทำซ้ำๆกัน โดยที่ความถี่และความเร็วไม่ลดลงหรือกระทำได้นานขึ้น

บอมพา (Bompa, 1999) ได้กล่าวถึงรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อในการเล่นกีฬาไว้ดังนี้

พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้นและลงสู่พื้น พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทาง พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม พุ่ง ขว้าง พลังกล้ามเนื้อที่ใช้เริ่มต้นเคลื่อนที่ เร่งความเร็วและชะลอความเร็ว

สรุปจากแนวความคิดของบอมพา (Bompa, 1999) มาโฮเน่ และ ชาร์ป (Mahoney and Sharp, 1995) จากผลการศึกษาของ โอโมเซการ์จ (Omosegaard, 1996) และ นภพร ทัศนัยนา (2544) ได้ว่า พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่จำเป็นต้องใช้หลักๆของนักกีฬาแบดมินตันประกอบด้วย

1. พลังความอดทนกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power endurance) หรือพลังความอดทนกล้ามเนื้อในลักษณะพลังระเบิด (Explosive power endurance)
2. พลังความอดทนกล้ามเนื้อที่ใช้ในเปลี่ยนทิศทาง (Reactive power endurance)

เมื่อกล่าวถึงระบบพลังงานที่ใช้การแข่งขันแบดมินตัน การใช้พลังงานจะเป็นอัตราส่วน 65 ต่อ 35 คือ ความสามารถในการใช้พลังงานแบบแอโรบิก 65 ส่วน และความสามารถในการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิก 35 ส่วน (นพภร ทัศนัยนา, 2548) ความสามารถในการใช้พลังงานแบบแอโรบิกมีความสำคัญ เพราะลักษณะของเกมการแข่งขันจะใช้เวลาค่อนข้างนาน และมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ยิ่งถ้าต้องแข่งกันถึงเกมที่สามหรือเกมตัดสินแล้ว ความสามารถในการใช้

พลังงานแบบแอโรบิกของนักกีฬายิ่งมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ช่วยในการฟื้นตัวได้ดี หายเหนื่อย เมื่อยล้า สามารถเล่นได้นานและทนทาน แต่ในขณะเดียวกันความสามารถในการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิก ก็มีความสำคัญ เพราะ การเคลื่อนที่ต้องใช้ความเร็ว ใช้พลังของกล้ามเนื้อในการปฏิบัติซ้ำๆกัน ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของ ชินและคณะ (Chin et al., 1995) ที่ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะของเกมการแข่งขันของนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติฮ่องกง จากผลการศึกษาพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยตลอดเกมการแข่งขัน 187 ครั้งต่อนาที กรดแลคติกที่สะสมในกระแสเลือดเท่ากับ 10.4 มิลลิโมลต่อลิตร ความหนัก (Intensity)ในเกมการแข่งขันสูงคือในช่วงออกตัวเพื่อเอาชนะแรงต้านของร่างกาย ช่วงเพิ่มความเร็ว ชะลอความเร็ว การกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง ต้องอาศัยพลังของกล้ามเนื้อขา และการเคลื่อนที่มีลักษณะใช้ความพยายามซ้ำๆกัน อาศัยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อในการก้าวเท้าไปในตำแหน่งต่างๆทั่วสนาม ระดมการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็วแบบ เอ คือหดตัวได้เร็วและมีความทนทานต่อความเมื่อยล้า แต่ผลที่เกิดตามมา คือจะเกิดการสะสมกรดแลคติกที่มากขึ้น จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แหล่งพลังงานที่มีความสำคัญอีกแหล่งจึงมาจาก แหล่งพลังงานแบบแอนแอโรบิก และเป็นแอนแอโรบิกแบบแลคติกหรือ แอนแอโรบิกกลัยโคลัยติก ซึ่งแม็คอาเดลและคณะ (McArdle et al., 2004) ได้ให้ความหมายของพลังความอดทนในแง่ของระบบพลังงานว่า เป็นการทำงานแบบแอนแอโรบิก โดยจะใช้พลังงานในรูป เอทีพี-ซีพี (ATP-CP) และกรดแลคติก (Lactic acid)

สนธยา สีละมาด (2547) ได้กล่าวว่า การฝึกซ้อมที่ดีควรประกอบไปด้วย การฝึกซ้อมทั่วๆไป และการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพที่มีความเฉพาะเจาะจงกับประเภทของการแข่งขันกีฬา โดยพิจารณาจากทักษะการเคลื่อนไหวที่เป็นองค์ประกอบสำคัญและลักษณะการเล่นแบดมินตันต้องอาศัยความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความอดทน พลัง ความสามารถในการใช้พลังกล้ามเนื้อแบบซ้ำๆเพื่อเคลื่อนที่ตลอดเกมการแข่งขัน แต่จากประสบการณ์ตรงที่ผู้วิจัยเคยเป็นนักกีฬาและได้สังเกตเห็นว่าการฝึกซ้อมในปัจจุบันของวงการแบดมินตันโดยทั่วๆไป จะมีแต่การฝึกซ้อมที่เกี่ยวกับทักษะและสมรรถภาพทางกายทั่วๆไปที่เน้นการฝึกความอดทนเป็นหลัก (แอโรบิก) แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการฝึกแบบแอนแอโรบิก ซึ่งเป็นผลทำให้ได้สมรรถภาพทางกายที่ดีในระดับหนึ่งแต่ยังไม่เป็นสมรรถภาพทางกายสูงสุดสำหรับนักกีฬาที่จะทำการแข่งขันเพื่อความเป็นเลิศ ทั้งนี้เพราะการฝึกซ้อมของนักกีฬายังขาดการฝึกซ้อมที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง จากการสังเกตการฝึกซ้อมของนักกีฬาแบดมินตันสโมสรธนบุรี พบว่า ในส่วนของการฝึกสมรรถภาพ ยังขาดการฝึกสมรรถภาพที่มีความเฉพาะเจาะจง สมรรถภาพที่นักกีฬาส่วนใหญ่ต้องใช้จะเป็นในลักษณะการใช้พลังความอดทนของ

กล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ แต่การฝึกกลับฝึกแต่ความอดทน หรือฝึกพลังกล้ามเนื้อแบบครั้งเดียวหรือระยะสั้นๆ ทำให้ไม่ตรงกับการแข่งขันจริง และปัญหาที่พบบ่อยครั้งคือ นักกีฬาเมื่อยล้ากล้ามเนื้อง่าย หมดแรงเร็ว ไม่สามารถใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อซ้ำๆกันได้ ประสิทธิภาพในการแสดงความสามารถลดลง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและแนวความคิดที่จะใช้โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อมาฝึกเสริม เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกว่าสามารถเสริมสร้างพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันได้มากน้อยเพียงใด และนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดกับนักกีฬาแบดมินตันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตัน

สมมติฐานของการวิจัย

นักกีฬาแบดมินตันที่ทำการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนจะมีพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมเพิ่มขึ้นมากกว่านักกีฬาที่ฝึกตามปกติอย่างเดียว

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรี ที่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรทดลอง มีหนึ่งตัวแปร คือ

2.1.1 โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา เป็นการฝึกโดยใช้น้ำหนักจากภายนอก ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า (Heel raise) และท่าฟรอนท์ ลันจ์ (Front lunge)

2.2 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย

2.2.1 นักกีฬาแบดมินตัน เฉพาะนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรีที่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ

2.2.2 เพศชาย

2.2.3 อายุระหว่าง 18-22 ปี

2.3 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

2.3.1 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาแบดมินตัน

2.3.2 ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด

2.3.3 สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันได้แก่

- พลังแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power หรือ Peak power)
- สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Capacity หรือ Average power)
- ดัชนีความล้า (% Fatigue index)

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับนักกีฬาในกลุ่มทดลองเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม ที่มีการฝึกสัปดาห์ละสองครั้ง คือ ในวันอังคารและวันศุกร์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยกำหนดให้กลุ่มทดลองฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา โดยฝึกให้เสร็จก่อนที่จะฝึกตามแบบฝึกปกติในการฝึกซ้อมในแต่ละวันของนักกีฬา ส่วนนักกีฬาในกลุ่มควบคุมให้ทำการฝึกซ้อมตามปกติตามการฝึกซ้อมในแต่ละวันของผู้ฝึกสอนและได้มีการขอร้องให้นักกีฬาทุกคนไม่ให้ฝึกเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากแบบฝึกดังกล่าว ผู้วิจัยจึงถือว่าการเปลี่ยนแปลงของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม เป็นผลมาจากโปรแกรมการฝึกเท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power endurance training) หมายถึง วิธีการฝึกชนิดหนึ่งที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ เป็นการฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) และหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ด้วยจังหวะการยกระดับเร็ว โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า (Heel raise) และท่าฟร้อนลันจ์(Front lunge)โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 50% ของความแข็งแรงสูงสุด

พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (Legs muscular power endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงเต็มที่ต่อเนื่องกันในเวลาที่กำหนด ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉากแล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวดิ่งต่อเนื่องกันเป็นเป็นเวลา 30 วินาที โดยที่มือทั้งสองข้างแตะอยู่ที่สะโพก

ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด (The ability in running 30 stations) หมายถึง ความสามารถในการวิ่งที่สัมพันธ์กับทักษะการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตัน ซึ่งความเร็วในการวิ่งจะมีความสัมพันธ์กับพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทาง ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตัน

สมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic performance) หมายถึง ความสามารถสูงสุดของร่างกายในการออกกำลังกายโดยใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ประกอบไปด้วย พลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า

พลังแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power) หมายถึง ความสามารถสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้พลังงานจากแอดดิโนซีน ไตรฟอสเฟส-ครีเอทีน ฟอสเฟส (ATP-PC) และแหล่งพลังงานกรดแลคติก (LA system) ขณะที่ปราศจากการใช้ออกซิเจน มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watts)

สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) หมายถึง ความสามารถสูงสุดในการที่จะรักษาระดับการทำงานของกล้ามเนื้อให้คงอยู่ โดยใช้พลังงานจากแอดดิโนซีน ไตรฟอสเฟส-ครีเอทีน ฟอสเฟส (ATP-PC) และแหล่งพลังงานกรดแลคติก (LA system) ขณะที่ปราศจากการใช้ออกซิเจน มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watts)

ดัชนีความล้า (% Fatigue index) หมายถึง เปอร์เซ็นต์การลดลงของ กำลังงานในระหว่างการทดสอบ โดยการออกกำลังกายแบบอนากาศนิยม

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบว่าโปรแกรมการฝึกสามารถเสริมสร้างพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตัน
2. เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมสำหรับนักกีฬาแบดมินตันและกีฬาชนิดอื่นๆที่ต้องใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย จึงได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างๆจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบและเป็นแนวทางในการศึกษา ซึ่งได้เรียบเรียงไว้ดังนี้

ก. เอกสาร วารสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้อง

1. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาแบดมินตัน
2. การพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกและชนิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
3. ความสำคัญของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ
4. สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ
5. ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ
6. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา
7. สมรรถภาพอนากาศนิยม
8. แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

1. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาแบดมินตัน

ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

ฟอง เกิดแก้ว (2520) ได้ให้ความหมายของคำว่าสมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถในการควบคุมการทำงานของร่างกายได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพในการทำงานหนักเป็นเวลานาน โดยไม่เสื่อมประสิทธิภาพ

วรศักดิ์ เพียรชอบ (2527) กล่าวว่า “สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการที่จะปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวันในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่มี

ความเหนื่อยอ่อนจนเกินไปและสามารถสงวนและถนอมพลังงานไว้ใช้ในยามฉุกเฉินและเวลาว่างเพื่อความสนุกสนานและความบันเทิงในชีวิตของตนเองด้วย”

สุชาติ โสมประยูร (2535) กล่าวว่า “สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่เกิดความเมื่อยล้า อ่อนเพลีย ทั้งนี้ มิได้หมายความว่า ร่างกายมีความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อและระบบต่างๆของร่างกายทำงานประสานกันได้อย่างดีเท่านั้นแต่ยังรวมถึงร่างกายต้องมีสุขภาพดี สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และมีพลังความแข็งแรงเหลือพอที่จะปฏิบัติกิจกรรมพิเศษ หรือกิจกรรมที่ต้องทำในกรณีฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย”

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบภารกิจประจำวันได้อย่างกระฉับกระเฉงและมีประสิทธิภาพ และฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาพปกติได้อย่างรวดเร็ว และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างราบรื่น มีความสุข ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ

ฮูเกอร์ (Hoeger, 1985)ได้แบ่งสมรรถภาพทางกายออกเป็นสองประเภท คือ สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพหรือสุขสมรรถนะ (Health-related physical fitness) และสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะหรือทักษะสมรรถนะ (Skill-related physical fitnes)

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ ประกอบด้วย

1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ
4. ความอ่อนตัว
5. สัดส่วนของร่างกาย

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ ประกอบด้วย

1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ
4. ความอ่อนตัว
5. สัดส่วนของร่างกาย
6. ความคล่องแคล่วว่องไว
7. พลังกล้ามเนื้อ
8. ความสมดุลของร่างกาย

9. การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
10. ปฏิกิริยาตอบสนอง
11. ความเร็ว

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะกีฬาแบดมินตัน

ความอดทน (Endurance) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ระยะเวลานาน ระยะทางที่ยาวนาน เช่น ในการแข่งขันแบดมินตัน ผู้เล่นจะต้องมีการเคลื่อนที่ในหลายทิศทาง ไม่ว่าจะเป็นการกระโดด การก้าวขาไปรับลูกที่ตำแหน่งต่างๆทั่วสนาม นักกีฬาจำเป็นต้องเคลื่อนที่ซ้ำๆกันภายในระยะเวลาการแข่งขันที่ยาวนาน ความอดทนนี้เป็นทั้งความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ (Cardiovascular endurance) การฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้เกิดการพัฒนาความอดทนของทั้งสองระบบ ในส่วนของระบบกล้ามเนื้อ จะทำให้เกิดการพัฒนาให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้นด้วย กล้ามเนื้อมีความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานไว้ได้มากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน จำนวนเส้นเลือดฝอยที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อมีมากขึ้น ทั้งยังช่วยลดการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากกล้ามเนื้อได้อีกด้วย นอกจากนั้น ในส่วนของระบบไหลเวียนเลือดและหัวใจ จะพัฒนาขนาดของหัวใจและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจขึ้น ปริมาณเลือดที่หัวใจฉีดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและส่วนต่างๆมีเพิ่มขึ้น จำนวนด่างสำรองในกระแสเลือดมีมากขึ้น ช่วยทำให้ร่างกายทนต่อการทำงานและทำงานได้นานขึ้น ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเล่นกีฬาแบดมินตัน การฝึกความอดทนจะได้ผลดีนั้น จำเป็นต้องแยกฝึกเป็นสองส่วน คือ การฝึกความอดทนทั่วไป (General endurance) และการฝึกความอดทนเฉพาะ (Specific endurance) (MacDougall et al., 1991)

ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อให้ทำงานได้อย่างเต็มที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นพื้นฐานที่สำคัญของทุกชนิดกีฬาในการที่ทำการฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความแข็งแรงจัดเป็นสมรรถภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การพัฒนาสมรรถภาพด้านอื่นๆ และทักษะเทคนิคของนักกีฬาสามารถปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้กีฬาบางประเภท การประสบความสำเร็จจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรง แต่การมีความแข็งแรงที่ดี ก็จะช่วยสนับสนุนการเคลื่อนไหวของร่างกายให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดโอกาสที่นักกีฬาจะเกิดการบาดเจ็บ (Wrigley and Strauss, 2000)

พลัง (Power) หมายถึง ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อทำงานอย่างรวดเร็ว การเคลื่อนไหวทางการกีฬาส่วนใหญ่จะมีลักษณะการทำงานที่ต้องเอาชนะแรงต้านทานทั้งภายในและภายนอกร่างกายด้วยอัตราความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด

ซึ่งการกระทำเช่นนั้น กล้ามเนื้อไม่เพียงต้องการความแข็งแรงสูงสุด แต่กล้ามเนื้อยังต้องการพลังเป็นสำคัญ (Mayhew et al., 1994)

ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้โดยใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด ความเร็วต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ นักกีฬาแบดมินตันต้องใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ทั้งในขณะเป็นฝ่ายรุกและรับได้เป็นอย่างดี (Todd and Mahoney, 1995)

ความคล่องแคล่ววองไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทิศทางอย่างรวดเร็ว โดยไม่เสียการทรงตัว ดังนั้นความคล่องแคล่ววองไวจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในกีฬาแบดมินตัน การเข้าถึงลูกได้เร็วย่อมทำให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายบุก เพื่อชิงทำเกมหรือหลอกล่อคู่ต่อสู้ ในทางกลับกัน การเคลื่อนที่เข้าหาลูกไม่ทัน เพราะขาดความว่องไว หรือการเคลื่อนที่เข้าหาลูกช้าไปเพียงจังหวะเดียว ไม่เพียงจะทำให้เสียโอกาสในการชิงเป็นฝ่ายทำเกม แต่ยังต้องเป็นฝ่ายแก้เกมอีกด้วย (Groppel and Roetert, 1992)

ความอ่อนตัวและความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการยืดออกและหดเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่มุมหรือข้อต่อในส่วนต่างๆของร่างกายสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความยืดหยุ่นนี้สามารถพัฒนาได้จากการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั่นเอง ในขณะที่เล่นหรือทำการแข่งขันแบดมินตันนั้น จะมีจังหวะย่อตัว การเอี้ยวตัวตีลูก รวมถึงการเหยียดแขน ขา และลำตัว ในการเคลื่อนที่เข้ารับลูกอีกด้วย (MacDougall et al., 1991)

ความสมดุลของร่างกาย (Body balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกายในขณะที่อยู่กับที่และในขณะที่เคลื่อนไหวอยู่โดยไม่เสียหลัก โซเซ หรือวิ่งไม่ตรงทิศทาง ซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานประสานกันในขณะที่เดิน หรือวิ่งอยู่ ความสมดุลของร่างกายเป็นหนึ่งในส่วนประกอบที่สำคัญในหลายๆ ส่วนของความสามารถที่นักกีฬาแบดมินตันพึงจะต้องมี ทั้งการทำงานประสานกับความคล่องแคล่ววองไว การเปลี่ยนทิศทางโดยไม่เสียการทรงตัว (Groppel and Roetert, 1992)

การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Coordination) คือความสัมพันธ์ของสัมผัสประสาทและกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการทำงานประสานสัมพันธ์กันระหว่างประสาทรับความรู้สึกกับการรับสั่งงานให้กล้ามเนื้อทำงาน (Reilly et al., 1990)

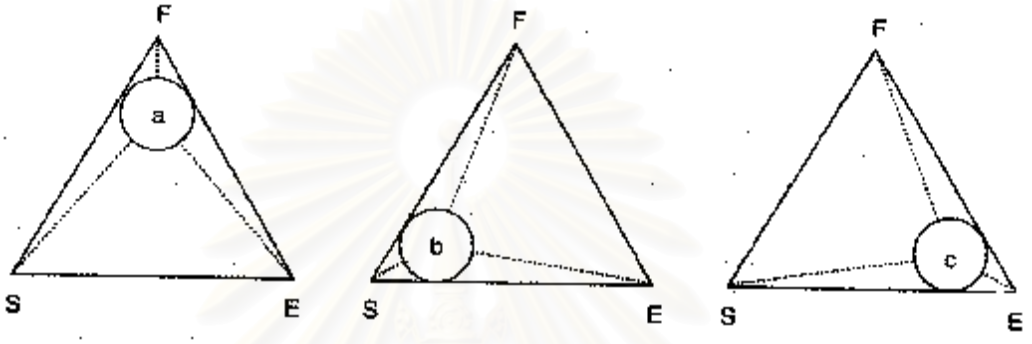
2. การพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกและชนิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การพัฒนาสมรรถภาพทางกลไก (Biomotor ability development)

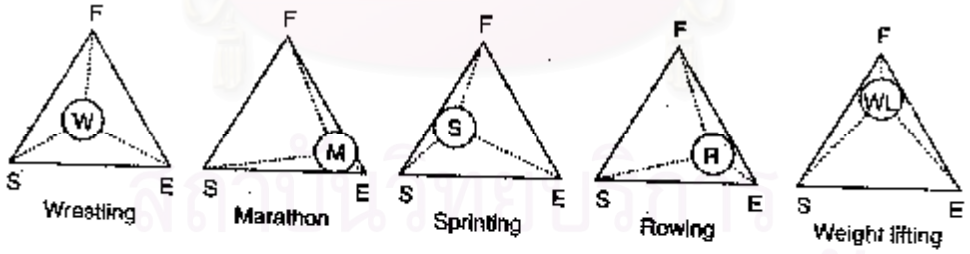
บอมพา (Bompa, 1990) กล่าวว่า การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนใหญ่จะเป็นผลของกล้ามเนื้อในการหดสั้นเข้าหรือยืดยาวออก องค์ประกอบทางด้าน แรง ความเร็ว ระยะเวลา ความซับซ้อน และช่วงของการเคลื่อนไหว แต่ถ้าพิจราณาถึงองค์ประกอบทางด้านสรีรวิทยา (Physiology) การเคลื่อนไหวของร่างกายจะเป็นผลของความแข็งแรง ความอดทน ความเร็ว ความอ่อนตัว และความสัมพันธ์ของระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ ซึ่งนับเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการกำหนดความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยจะเห็นว่า ถ้าความสามารถในการปฏิบัติแต่ละการออกกำลังกายเป็นสาเหตุ และการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นเป็นผล ความสามารถในการที่จะควบคุมสาเหตุให้การปฏิบัติการเคลื่อนไหวเป็นไปตามที่ต้องการ สมรรถภาพทางกลไกซึ่งเป็นพื้นฐานของสาเหตุจะเป็นตัวกำหนดเสียส่วนใหญ่ เพราะฉะนั้น ความสามารถในการปฏิบัติการออกกำลังกายอย่างใดอย่างหนึ่งจะขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางด้านสมรรถภาพทางกลไก ความสามารถตามธรรมชาติ (พันธุกรรม) และผลของการผสมผสานกันของสมรรถภาพทางกลไก

การพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกจะมีความสัมพันธ์กับวิธีวิทยาการฝึกซ้อม ขณะช่วงเริ่มต้นของการฝึกซ้อมประจำปี สมรรถภาพทางกลไกควรได้มีการพัฒนาขึ้น เพื่อที่จะสร้างเป็นพื้นฐานให้มั่นคงสำหรับการฝึกซ้อมที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้นในภายหลัง ซึ่งโปรแกรมการฝึกซ้อมของนักกีฬาจะมีจุดมุ่งหมายไปที่ผลของการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น ดังนั้นด้วยการออกกำลังกายที่มีความเฉพาะเจาะจง การพัฒนาจะเกิดขึ้นกับสมรรถภาพที่มีความเฉพาะเจาะจงกับการแข่งขันของนักกีฬาเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม สำหรับการพัฒนาขึ้นของความแข็งแรง ความเร็ว และความอดทน จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน กล่าวคือ การพัฒนาความแข็งแรงต้องอาศัยความอดทนเป็นพื้นฐาน การพัฒนาความเร็วต้องอาศัยความแข็งแรงและความอดทนเป็นพื้นฐาน ขณะที่การพัฒนาความอดทนก็ต้องอาศัยความแข็งแรงเช่นเดียวกัน ดังนั้น จึงมีความยากยิ่งในการที่จะพัฒนาสรรถภาพทางกลไกให้เพิ่มสูงขึ้นถ้านักกีฬาพิจราณาการฝึกซ้อมโดยขึ้นอยู่กับความเฉพาะเจาะจงของกีฬาและความต้องการของนักกีฬาเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ความจริงกีฬาส่วนใหญ่จะไม่ได้มีความต้องการสมรรถภาพด้านใดด้านหนึ่งเพียงชนิดเดียว รูปที่ 1 เป็นตัวอย่างความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางกลไก เมื่อในแต่ละตัวอย่าง ความแข็งแรงหรือแรง (Force) ความเร็ว (Speed) หรือความอดทน (Endurance) มีความสำคัญ ในแต่ละตัวอย่างเมื่อสมรรถภาพทางกลไกหนึ่งมีความสำคัญอย่างสูง สมรรถภาพที่เหลืออีกสองอย่างจะไม่มีส่วนแบ่ง

หรือส่วนร่วม อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างดังกล่าวมีความต้องการสมรรถภาพทางกลไกที่ชัดเจน ซึ่งอาจจะมีกีฬาเพียงไม่กี่ชนิดที่จะเป็นไปตามนั้น เพราะในกีฬาส่วนใหญ่จะต้องการผลของการผสมผสานกันระหว่างสมรรถภาพทางกลไกทั้งสาม ซึ่งจะนำไปสู่สมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจง โดยที่ในแต่ละสมรรถภาพจะมีความสำคัญใกล้เคียงกัน ดังจะเห็นได้ในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกลไกที่สำคัญของประเภทกีฬาที่ต้องการความแข็งแรงเป็นหลัก (a) ประเภทกีฬาที่ต้องการความเร็วเป็นหลัก (b) และประเภทกีฬาที่ต้องการความอดทนเป็นหลัก (c) (Bompa, 1999)



รูปที่ 2 แสดงการผสมผสานกันระหว่างสมรรถภาพทางกลไกซึ่งก่อให้เกิดเป็นสมรรถภาพที่มีความเฉพาะเจาะจงของกีฬาประเภทต่างๆ (Bompa, 1999)

ชนิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Type of muscle strength)

การทำงานที่ต้องออกแรงต้านทานกับแรงต้านต่างๆไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักของร่างกาย แรงดึงดูดของโลก หรือแม้แต่อุปกรณ์ต่างๆทางการกีฬาล้วนแต่ต้องการความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะหดตัวออกแรงให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งองค์ประกอบด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจัดได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในการกำหนดระดับความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้องทำงานกับแรงต้านทาน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเป็นสมรรถภาพทางกายที่มีความสำคัญแต่การที่ผู้ฝึกสอนจะทำการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาหรือชนิดกีฬาที่แตกต่างกันอาจจะเป็นเรื่องยาก เพราะความต้องการระดับความแข็งแรงของนักกีฬาแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันไปตามความต้องการที่เฉพาะเจาะจงของชนิดกีฬาและรูปแบบการฝึกซ้อมความแข็งแรงที่แตกต่างกันจะให้ผลแตกต่างกัน ดังนั้นการจะฝึกซ้อมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาได้อย่างเหมาะสมกับตำแหน่งและชนิดกีฬามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ฝึกสอนจะต้องทราบถึงชนิดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เป็นความต้องการอย่างแท้จริงของนักกีฬาแล้วทำการฝึกซ้อมให้เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ คือ (สนธยา สีละมาด, 2547)

1. ความแข็งแรงสูงสุด (Maximal strength) คือ ปริมาณแรง (Force) มากที่สุดที่เกิดขึ้นจากการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ 1 ครั้ง ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางด้านความเร็วและความอดทน

2. พลัง (Elastic strength) คือ ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ในการที่จะเอาชนะแรงต้านทานได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว เป็นการทำงานที่เอาชนะความหนักได้ด้วยความเร็ว ซึ่งระบบของร่างกายจะทำหน้าที่รองรับและเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูง โดยอาศัยความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อของหน่วยยนต์รีเฟล็กซ์ ความสามารถในการยืดออกและหดสั้นเข้าของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการเอาชนะแรงต้านทานด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วเป็นการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับประเภทการแข่งขันเกือบทั้งหมดและกีฬาส่วนใหญ่ การกระโดดและการวิ่งระยะสั้นเป็นตัวอย่างที่ยอดเยี่ยมของกิจกรรมที่ต้องใช้พลัง

3. ความแข็งแรงอดทน (Strength endurance) หรือ ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะต้านทานความเมื่อยล้าในการปฏิบัติการออกกำลังกายที่ใช้ความแข็งแรงในช่วงเวลาที่ยาวนาน ความแข็งแรงอดทนเป็นองค์ประกอบที่

สำคัญในประเภทการแข่งขันที่เกี่ยวข้องกับความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนและมีกรดแลคติกเกิดขึ้น (Lactic anaerobic endurance)

3. ความสำคัญของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ

พลังความอดทน (Power endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะใช้พลังในการกระทำซ้ำกันหลายๆ ครั้ง โดยที่ความถี่และความเร็วของร่างกายไม่ลดลงหรือกระทำได้นานขึ้น (Bompa, 1993) หรือ พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถในการใช้ความแข็งแรงและความเร็วในการทำงานที่ยาวนาน
(พลังความอดทน = ความแข็งแรง×ความเร็ว×ระยะเวลาที่ยาวนาน) (O'Shea, 2000)

ความแข็งแรงอดทนของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นจากการผสมผสานกันระหว่างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และการผสมผสานกันนี้จะเกิดเป็นสมรรถภาพทางกลไกที่มีความเฉพาะเจาะจง ซึ่งก็คือ พลังความอดทน ความอดทนของกล้ามเนื้อระยะสั้น ความอดทนของกล้ามเนื้อระยะกลาง และความอดทนของกล้ามเนื้อระยะยาว ซึ่งพลังความอดทนนี้เป็นสมรรถภาพทางกลไกที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาที่มีการปฏิบัติกิจกรรมการกีฬาที่มีความหนักสูงตลอดช่วงเวลาที่ยาวนาน ซึ่งในการปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวความแข็งแรงสูงสุดหรือพลังของกล้ามเนื้อจะไม่ได้เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด แต่สิ่งที่มีความสำคัญจะเป็นความสามารถในการที่จะรักษาระดับความแข็งแรงและพลังให้คงอยู่ตลอดช่วงเวลาที่ยาวนาน กล่าวคือ นักกีฬาจะต้องมีความสามารถ (ความอดทน) ที่จะใช้ความแข็งแรงหรือพลังในการทำงานให้ได้อย่างยาวนาน

การปฏิบัติทักษะในหลายชนิดกีฬา นักกีฬามีความต้องการใช้พลังแต่ไม่ใช่แค่เพียงครั้งเดียวแต่จะมีความต้องการใช้พลังซ้ำหลายๆครั้ง การวิ่งช่วงสั้นๆในหลายชนิดกีฬาที่ต้องการพลังระเบิดในการวิ่ง หรือ การวิ่ง 100 เมตร ที่ใช้ระยะเวลา 10-12 วินาที นักกีฬาส่วนใหญ่มีความเข้าใจผิดคิดว่าความอดทนไม่ใช่เป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ความจริงการทำงานในช่วงเวลาดังกล่าวการทำงานของกล้ามเนื้อขาอย่างเต็มกำลัง จะไม่เกิดขึ้นเพียงขณะออกตัวหรือการก้าว 6-8 ก้าวแรกแต่ต้องการการทำงานอย่างเต็มกำลังตลอดระยะทางการวิ่ง และในการแข่งขันวิ่ง 100 เมตร นักกีฬาส่วนมากจะมีการก้าวเท้าประมาณ 48-54 ก้าว (ขึ้นอยู่กับความยาวของก้าว) เพราะฉะนั้นขณะแข่งขันเท้าของนักกีฬาจะมีการสัมผัสพื้นข้างละ 24-27 ครั้ง และในการสัมผัสพื้นแต่ละครั้งนักกีฬาจะมีการใช้แรงประมาณ 3-4.5 เท่าของน้ำหนักร่างกายในการที่จะผลักร่างกายให้พ้นจากพื้นและเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ ดังนั้น นักกีฬาที่มีการทำงานลักษณะดังกล่าวจะไม่ต้องการพลังใน

การปฏิบัติครั้งหรือสองสามครั้ง แต่ต้องการพลังในการปฏิบัติซ้ำมากกว่า 20-30 ครั้ง ซึ่งบ่อยครั้งที่นักกีฬาที่มีการวิ่งด้วยความเร็วสูงจำนวนหลายเที่ยว เช่น นักกีฬาฟุตบอล บาสเกตบอล จะไม่สามารถรักษาระดับอัตราความเร็วในการปฏิบัติทักษะไว้ได้ เพราะนักกีฬาจะไม่ได้ต้องการเพียงพลังระดับสูงแต่ยังรวมถึงความสามารถในการใช้พลังได้ซ้ำหลายๆ ครั้ง กล่าวคือ นักกีฬาจะต้องการความอดทนในการใช้พลัง เพราะฉะนั้น ถ้านักกีฬามีพลังความอดทนระดับสูงจะช่วยป้องกันไม่ให้มีการลดลงของความถี่ในการก้าวเท้าและการลดลงของอัตราความเร็ว (Velocity) ในช่วงท้ายของการแข่งขัน

ในกีฬาแบดมินตัน จะมีการใช้พลังของกล้ามเนื้อขาในการก้าวเข้าไปตีลูก (Foot work) อีกทั้งยังต้องมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว มีการกระโดดขึ้นตีลูกเพื่อที่จะสามารถเห็นช่องว่างในการตีได้มากขึ้น การกระโดดขึ้นตบลูกยังทำให้วิถีลูกกดลง คู่ต่อสู้รับลูกด้วยความยากลำบากขึ้น และการกระโดดขึ้นตีลูกยังเป็นการหลอกล่อคู่ต่อสู้ได้อีกด้วย

จากการศึกษาของโอโมเซการ์จ (Omosegaard ,1996) พบว่า การใช้พลังของกล้ามเนื้อขาในการก้าวเข้าไปตีลูก เมื่อก้าวออกจากตำแหน่งกลางสนาม พบว่าในทุกๆก้าว ต้องใช้ความสามารถในการใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา 85 -100 % ของความแข็งแรงสูงสุด และยังศึกษาถึงจำนวนครั้งของการก้าวขาและการกระโดดขึ้นตีลูกในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวที่ใช้เวลาในการเล่นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง พบว่า นักกีฬาจะต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อขาในการก้าวและการกระโดดถึง 1800 ครั้ง จากการศึกษาจึงทำให้ทราบว่า นอกจากลักษณะการเคลื่อนที่ที่ต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อแล้ว การเคลื่อนที่ในกีฬาแบดมินตันยังเป็นการเคลื่อนที่โดยใช้พลังของกล้ามเนื้อแบบซ้ำๆ เพื่อเคลื่อนที่ไปยังมุมต่างๆทั่วสนาม จึงจำเป็นต้องใช้พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาด้วย

บอมพา (Bompa, 1999) กล่าวว่า การฝึกซ้อมพลังความอดทนจะมีการใช้แรงต้านทาน 50-70% ของความแข็งแรงสูงสุด ด้วยการปฏิบัติอย่างราบเรียบและในแต่ละครั้งต้องปฏิบัติด้วยพลังระเบิด (Explosive) ต่อเนื่อง 15-30 ครั้ง เพื่อที่จะได้ฝึกซ้อมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็วให้มีพลังเพิ่มขึ้น สำหรับการฝึกซ้อมพลังความอดทนเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็ว จะมีการฝึกซ้อมภายใต้สภาพความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นโดยการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องซ้ำหลายครั้งในแต่ละชุดและจำนวนหลายชุด ในการที่จะทำให้นักกีฬามีการฝึกซ้อมกลุ่มกล้ามเนื้อหลัก (Prime mover) ได้จำนวนหลายชุดจะต้องใช้การออกกำลังกายเพียง 2-4 ท่าการออกกำลังกาย และจำนวนครั้งของการปฏิบัติ 20-30 ครั้งต่อชุด ด้วยการปฏิบัติอย่างมีพลังระเบิดและช่วงเวลาการพักนาน 5-7 นาที

ในการฝึกซ้อมจะมีการสร้างกรดแลคติกขึ้นภายในกล้ามเนื้อระดับสูง ซึ่งจะทำให้นักกีฬาสูญเสียความสามารถในการที่จะปฏิบัติงานในเที่ยวต่อไปก่อนที่กรดจะถูกกำจัดทิ้ง ด้วยเหตุนี้

นักกีฬาควรเริ่มการปฏิบัติในชุดต่อไป หลังจากมีการพักและมีการกำจัดกรดแลคติก สำหรับการที่จะพัฒนาพลังความอดทน ผู้ฝึกสอนจะต้องควบคุมให้นักกีฬามีการปฏิบัติด้วยจังหวะและความเร็วของการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและพลังระเบิด เพราะถ้าไม่เข้มงวดต่อการปฏิบัติดังกล่าว ผลของการฝึกซ้อมจะไม่ใช่การพัฒนาพลังความอดทนแต่จะเป็นการฝึกซ้อมเพื่อเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) และเมื่อนักกีฬาไม่สามารถปฏิบัติซ้ำได้อย่างต่อเนื่องในแต่ละชุด นักกีฬาควรหยุดการปฏิบัติ เพราะการปฏิบัติในครั้งต่อๆไปจะไม่ใช่การฝึกซ้อมพลังความอดทน

ตารางแสดงรายละเอียดการฝึกซ้อมพลังความอดทน (Bompa, 1999)

ตัวแปรของการฝึกซ้อม	งาน
ความหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก	50-70%
จำนวนครั้งในการฝึกด้วยน้ำหนัก	15-30
จำนวนชุดต่อการฝึกซ้อมในแต่ละท่าการฝึก	2-4
ระยะเวลาพักระหว่างชุด	5-7
จังหวะ/ความเร็วของการปฏิบัติ	ต่อเนื่อง/เร็ว
จำนวนท่าการฝึก	2-3
ความถี่ในการฝึกต่อสัปดาห์	2-3

4. **สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ** (Physiology of muscle)

จุดมุ่งหมายอย่างหนึ่งของการฝึกซ้อมหรือการออกกำลังกายก็เพื่อปรับปรุงหน้าที่ทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อให้พัฒนาขึ้นตามการกระทำงานของแต่ละชนิดกีฬา ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อในการหดตัวสร้างแรงจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเช่นเดียวกับการที่จะฝึกซ้อมกล้ามเนื้อให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามจุดมุ่งหมาย การทราบกลไกที่มาเกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อก็นับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาสามารถเลือกชนิดการออกกำลังกายได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมในการที่จะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาและเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ต้องการ ด้วยเหตุผลนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาควรจะได้ทำความเข้าใจการทำงานของระบบต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อก่อนที่จะเริ่มทำการฝึกซ้อมสมรรถภาพทางกลไก

การเคลื่อนไหวของร่างกายในการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การเดิน การวิ่ง หรือการออกกำลังกาย เกี่ยวพันกับกล้ามเนื้ออย่างใกล้ชิด และถ้ามองในระดับหน่วยย่อยก็คือเกิดจากการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อนั่นเอง เพราะว่าเซลล์ของกล้ามเนื้อนั้นมีความไวต่อสิ่งเร้า (Excitable cell) และสามารถส่งสัญญาณไฟฟ้า (Action potential) ไปตามส่วนต่างๆของเซลล์ได้ เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะทำให้เกิดแรงและการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย กล้ามเนื้อจึงเปรียบเสมือนอวัยวะที่ทำหน้าที่สำคัญในการเปลี่ยนพลังงานเคมี (Chemical energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical work) ซึ่งองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติในการทำงานแตกต่างกันคือ ชนิดของเซลล์กล้ามเนื้อและระบบพลังงานของกล้ามเนื้อ

การเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติของมนุษย์ ซึ่งระบบการเคลื่อนไหวมีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ ระบบโครงร่าง (Skeletal system) ทำหน้าที่เป็นแขนของคานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular system) ทำหน้าที่หดตัวให้เกิดแรงตึงในการเคลื่อนไหวกระดูก และระบบประสาท (Nervous system)ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ในการฝึกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาจะมุ่งไปที่ระบบกล้ามเนื้อ เพราะเป็นระบบที่สำคัญในการพัฒนาการเคลื่อนไหวของร่างกายและสามารถพัฒนาได้ดีกว่าระบบอื่น ระบบกล้ามเนื้อประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อที่มีรูปร่างและหน้าที่การทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งได้สามชนิด คือ กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ

เมื่อกล่าวถึง กล้ามเนื้อโครงร่าง หรือกล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle or Straited muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบเป็นโครงสร้างส่วนใหญ่ของร่างกาย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีลายชัดเจน ทำงานได้เมื่อมีกระแสประสาทมากระตุ้น การทำงานจึงขึ้นอยู่กับการควบคุมของเส้นประสาทยนต์ที่มาเลี้ยงในแต่ละกลุ่ม ระบบกล้ามเนื้อจึงเป็นระบบสำคัญในการเล่นและแข่งขันกีฬา เพราะกล้ามเนื้อต้องทำงานหนักขึ้น ส่งผลให้อวัยวะต่างๆในระบบอื่นๆของร่างกายมีการปรับตัวและทำงานมากขึ้น เช่น ระบบหายใจและไหลเวียนเลือด จะต้องส่งอาหารและออกซิเจนให้เพียงพอแก่ความต้องการของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อลายแต่ละแห่งมีความสามารถในการหดตัวได้แตกต่างกัน และเซลล์กล้ามเนื้อมีการพัฒนาและปรับตัวให้เหมาะสมกับหน้าที่การทำงานและการใช้พลังงานของเซลล์ จากการพิจารณาคุณสมบัติพิเศษเกี่ยวกับความเร็วในการหดตัว เวลาที่ใช้ในการหดตัวและคุณสมบัติทางชีวเคมี สามารถแบ่งชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อได้ 3 ชนิด (Willmore and Costill, 1999) ดังนี้

1. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ (Type I)
2. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก ออกซิเดทีฟ (Type IIa)
3. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก (Type IIb)

เส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังที่แสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะและคุณสมบัติหน่วยยนต์ (Motor unit)

ลักษณะ	ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ		
	I	IIa	IIb
การเรียกชื่อ	S,SO,RED	Intermediate:FGO	Fast,FG,White
คุณสมบัติกระแสประสาทสั่งการ			
ขนาดตัวเซลล์	เล็ก	ปานกลาง	ใหญ่
เส้นผ่านศูนย์กลางแกนประสาท	เล็ก	ปานกลาง	ใหญ่
ระดับการระดมหน่วยยนต์	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความเร็วการนำกระแสประสาท	ช้า	เร็ว	เร็วมาก
คุณสมบัติทางสรีรวิทยา			
ความเร็วการหดตัว	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
อัตราการพัฒนากล้ามเนื้อ	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
ขนาดของแรงสัมพัทธ์	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความทนทานต่อความเมื่อยล้า	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
โครงสร้าง			
เส้นผ่านศูนย์กลาง	เล็ก	ปานกลาง	ใหญ่
ความกว้าง Z-line	กว้าง	ปานกลาง	แคบ
พื้นที่หน้าตัดท่อ T tubule	น้อย	มาก	มาก
ชนิด Myosin light-chain	ช้า	เร็ว	เร็ว
พื้นที่ผิว Terminal cristernae	น้อย	ปานกลาง	ใหญ่
ความหนาแน่นของ Mitochondrial	สูง	สูง	ต่ำ
ความสามารถแบบ Aerobic	สูง	สูง	ต่ำ
ความสามารถแบบ Glycolytic	ต่ำ	สูง	สูง
ส่วนประกอบ Glycolytic	ต่ำ	สูง	สูง
ไมโอโกลบิน	สูง	สูง	ต่ำ
ความหนาแน่นหลอดเลือดฝอย	มาก	มาก	น้อย
การใช้พลังงาน	แอโรบิก	ผสม	แอนแอโรบิก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ (Type I) เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นใยกล้ามเนื้ออื่น มีสีแดงเข้ม เพราะมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก ปริมาณไมโอโกลบินสูง พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวได้มาจากการเผาผลาญอาหารแบบแอโรบิกเป็นหลัก หรือใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญ มีไกลโคเจนต่ำ การหดตัวของกล้ามเนื้อทำได้ช้าแต่สามารถทนทานต่อความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อได้ดี สามารถหดตัวอย่างต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน กล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีบทบาทสำคัญในนักกีฬาที่ทำการฝึกเพื่อพัฒนาหรือเพิ่มความอดทนของกล้ามเนื้อ

เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก (Type IIb) กล้ามเนื้อชนิดนี้มีคุณสมบัติต่างจากเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดแรก เส้นใยกล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ มีสีซีดจาง เพราะมีปริมาณของเส้นเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยงน้อย มีไมโตคอนเดรียและไมโอโกลบินน้อย แต่มีไกลโคเจนมาก กล้ามเนื้อชนิดนี้จึงสามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็ว แต่เมื่อยล้าได้ง่าย เนื่องมาจากพลังงานที่ใช้ในการหดตัวได้มาจากการเผาผลาญพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic metabolism) กล้ามเนื้อชนิดนี้จึงเหมาะกับงานที่ต้องการความแรงและรวดเร็วในระยะเวลาสั้นๆ เหมาะกับกีฬาที่ออกแรงแบบเป็นช่วงๆ

เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก ออกซิเดทีฟ (Type IIa) กล้ามเนื้อชนิดนี้มีคุณสมบัติและลักษณะของกล้ามเนื้อของชนิดที่ 1 และที่ 2 รวมกัน คือ มีเลือดมาเลี้ยงมาก มีไมโตคอนเดรีย ไมโอโกลบิน และไกลโคเจนสูง มีอัตราการหดตัวเร็วและมีการเมื่อยล้ายาก พลังงานที่กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัว จะมาจากการเผาผลาญอาหารทั้งแบบใช้หรือไม่ใช้ออกซิเจนร่วมกัน

กล้ามเนื้อในแต่ละมัดจะมีลักษณะผสมของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสามชนิด ถ้าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดใดมีมาก กล้ามเนื้อก็จะมีคุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนั้นๆเด่นออกมา (Bosco et al., 1984) คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อ อาจไม่สามารถเปลี่ยนเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวเป็นสีแดงหรือจากสีแดงเป็นสีขาวได้ แต่เราสามารถที่จะฝึกให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดใดชนิดหนึ่งเด่นขึ้นมาได้ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึกนั่นเอง เช่นการฝึกเพื่อเพิ่มความอดทนของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นการฝึกเพื่อให้กล้ามเนื้อสีแดงเด่นขึ้น เป็นการฝึกที่เบาถึงปานกลาง โดยใช้ปริมาณการฝึกมากหรือใช้เวลานาน ซึ่งจะทำให้กล้ามเนื้อสีแดงเด่นขึ้นมาได้ ส่วนการที่จะฝึกให้กล้ามเนื้อสีขาวเด่นหรือเพิ่มคุณสมบัติมาได้นั้น โดยส่วนใหญ่จะมาจากการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหรือพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ จึงมุ่ง

ไปที่การฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็วแบบ เอ เป็นหลัก เพราะมีความเหมาะสมกับกีฬาแบดมินตันที่ต้องใช้พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา โดยใช้คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้ คือ หดตัวได้เร็ว และมีความทนทานในการทำกิจกรรม

5. ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ

ในส่วนของระบบพลังงาน หรือแหล่งพลังงาน ได้มีผู้ให้แนวคิดเพื่อเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ พอสรุปได้ดังนี้

เฟล็ค และเครเมอร์ (Fleck and Kramer , 2004) กล่าวว่า แหล่งพลังงานสุดท้ายที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ โมเลกุลของแอดดิโนซีน ไตรฟอสเฟส หรือ เอทีพี (Adenosine triphosphate or ATP) เมื่อเอทีพีแตกตัวออกเป็นแอดดิโนซีน ไดฟอสเฟส หรือ เอดีพี (Adenosine diphosphate or ADP) โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ (Free phosphate molecule) และพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาใช้ในการทำให้มัยโอซิน ครอสบริดจ์ (Myosin crossbridges) ดึงเส้นใยแอคติน (Actin filaments) ให้ประสานกับเส้นใยมัยโอซิน (Myocin filaments) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ

แหล่งพลังงานนี้แบ่งออกเป็นสามชนิด (Fleck and Kramer , 2004)

1. แหล่งพลังงานเอทีพี – พีซี (ATC-PC energy source) เอทีพีและพีซีสะสมไว้ในกล้ามเนื้อและพร้อมที่จะให้พลังงานได้ในทันที ในส่วนที่เป็นเอทีพี เมื่อแตกตัวเป็นเอดีพีโมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมาใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อได้ในทันที ส่วนที่เป็นฟอสโฟครีเอทีน หรือพีซี (Phosphocreatine or PC) นั้น เมื่อแตกตัวเป็นครีเอทีน (Creatine) โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมา แต่ยังไม่สามารถใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อได้ต้องมีการรวบรวมตัวกับเอดีพี และโมเลกุลฟอสเฟสอิสระกลับไปเป็นเอทีพีก่อน แล้วเอทีพีจะแตกตัวเป็นเอดีพี โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมาใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อต่อไป

เอทีพี และพีซี ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ และไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา จึงเรียกว่าเป็นแหล่งพลังงานแอนแอโรบิก (Anaerobic source of energy) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณของเอทีพีและพีซีที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้น มีปริมาณที่จำกัด ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้จึงมีความจำกัดไปด้วย สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาทีหรือน้อยกว่า แต่มีสิ่งที่เป็นข้อได้เปรียบจากแหล่งพลังงานนี้คือ สามารถนำพลังงานมาใช้ได้ในทันที และพลังงานนั้นเกิดขึ้นในปริมาณที่มากและในเวลาที่รวดเร็ว ดังนั้นแหล่งพลังงานนี้จึงใช้ในรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาต่าง ๆ

ในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซีนั้น จะใช้ในสถานการณ์ที่นักกีฬาต้องเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็ว หรือออกแรงอย่างมากในเวลาสั้น เอทีพี – พีซีก็จะหมดไป เมื่อมีการหยุดพักก็จะมีการสะสมเอทีพี – พีซีไว้ในกล้ามเนื้ออีก ตามระยะเวลา ดังนี้

20	วินาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้ 50%
40	วินาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้ 75%
60	วินาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้ 87%
3 – 4	นาที	จะสะสมเอทีพี – พีซี	ได้ 100%

2. แหล่งพลังงานกรดแลคติก (Lactic acid energy source) คาร์โบไฮเดรทจะถูกสะสมไว้ในกล้ามเนื้อในรูปของกลัยโคเจน (Glycogen) กลัยโคเจนประกอบไปด้วยโมเลกุลของน้ำตาลที่เรียกว่า กลูโคส (Glucose) เมื่อโมเลกุลของกลูโคสแบ่งตัวออกเป็นสองส่วน ทำให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่า ไพรูเวท (Pyruvate) และพลังงานที่ปล่อยออกมา พลังงานที่ปล่อยออกมาจากโมเลกุลของกลูโคสแต่ละโมเลกุลจะได้สองเอทีพี ส่วนไพรูเวทจะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติก กระบวนการนี้ไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา และเรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า แอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิส (Anaerobic glycolysis)

กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิสนี้ จะถูกสะสมไว้ในเลือดและกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลข้างเคียงตามมาก็คือ ถ้ากรดแลคติกเกิดขึ้นมาก ก็จะมีผลต่อจุดเชื่อมระหว่างเส้นประสาทกับเส้นใยกล้ามเนื้อที่เป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวดคล้ายถูกเข็มแทง ในขณะเดียวกันภายในเซลล์กล้ามเนื้อจะมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเป็นการรบกวนกระบวนการทางเคมีภายในเซลล์ รวมทั้งกระบวนการผลิตเอทีพีอีกด้วย ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานจึงมีความจำกัดอันเนื่องมาจากผลข้างเคียงของกรดแลคติกดังกล่าว

อย่างไรก็ตามพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานกรดแลคติกนี้ มีปริมาณมากกว่าที่ได้จากแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซี แต่ก็ไม่สามารถให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อในปริมาณที่มากและในเวลาที่รวดเร็วเหมือนกับแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซี ดังนั้น แหล่งพลังงานกรดแลคติกจึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้เวลาประมาณ 1 – 3 นาที

3. แหล่งพลังงานออกซิเจน (Oxygen energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการผลิตเอทีพี มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แหล่งพลังงานแอโรบิก (Aerobic energy source) แหล่งพลังงานนี้เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและไขมัน โดยปกติในขณะพักนั้น ปริมาณเอทีพีทั้งหมดที่ร่างกายต้องการจะได้รับจากการเผาผลาญอาหาร

ประเภทไขมันประมาณหนึ่งในสาม และได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทประมาณสองในสาม เมื่อมีการออกกำลังกายจะมีการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่มีการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันลดลงเรื่อย ๆ เช่นกัน

การเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทโดยใช้ออกซิเจนนี้เริ่มต้นเหมือนกับกระบวนการแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิส แต่เนื่องจากมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ สารประกอบไพรูเวทที่เกิดขึ้นจึงไม่เปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติก แต่จะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า วงจรเคร็บ (Kreb's cycle) และการขนส่งอิเล็คตรอน (Electron transport) ในขั้นสุดท้ายจะได้คาร์บอนได้ออกไซด์ (Carbon dioxide) น้ำและเอทีพี ซึ่งกลัยโคเจนหนึ่งโมเลกุลจะได้ 39 เอทีพี ส่วนการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันจะแตกต่างออกไป โดยจะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า เบตา ออกซิเดชัน (Beta oxidation) และเข้าสู่วงจรเคร็บโดยตรง ในขั้นสุดท้ายจะได้ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเอทีพี เช่นเดียวกัน

ปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายได้รับและปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไปจะใช้เป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอีกสองชนิดแล้ว แหล่งพลังงานออกซิเจนจะให้พลังงานต่อหน่วยเวลาได้น้อยที่สุด ดังนั้นแหล่งพลังงานออกซิเจนจึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้ระยะเวลานาน ที่มีความหนักในระดับต่ำ และปริมาณที่ไม่จำกัดตราบเท่าที่ยังมีอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรท และอาหารปะเภทไขมัน

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬานั้น เป็นการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างแรงและรวดเร็ว ทั้งในลักษณะเป็นพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพียงหนึ่งครั้ง และในลักษณะเป็นพลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่ทำงานอย่างแรงและรวดเร็วซ้ำๆกันในระยะเวลาหนึ่งซึ่งต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซี โดยมีนักสรีรวิทยาได้ระบุถึงพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้ ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ เฟล็ค และเครเมอร์ (Fleck and Kraemer ,2004) ระบุว่า สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาที หรือน้อยกว่า วิลมอร์ และ คอสติล (Wilmore and Costill , 1999) ระบุว่า สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 3 – 15 วินาที แมคอาร์เดิล แคทช์ และแคทช์ (McArdle , Katch and Katch , 2004) ระบุว่า สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 5 – 6 วินาที ฮอว์ลีย์ และเบอร์เก (Hawley and Burke , 1998) ระบุว่าสามารถให้พลังงานได้ในเวลา 6 วินาที

นอกจากนั้น บังสโบ และคณะ (Bangsbo et al., 1990) ได้ทำการศึกษาพลังงานที่ต้องการสำหรับนักกีฬาที่ใช้ความหนักในระดับสูง พบว่า พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานแอนแอโรบิก จะลดลงเรื่อย ๆ ในขณะที่ระยะเวลาของการแข่งขันเพิ่มขึ้น ดังนี้

ระยะเวลา 6 วินาที

- ใช้พลังงานจากเอทีพี 6.3%
- ใช้พลังงานจากซีพี 49.6%
- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก (Anaerobic glycolytic) 44.1%

ระยะเวลา 30 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 60%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก (Aerobic glycolytic) 40%

ระยะเวลา 60 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50%

ระยะเวลา 120 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 35%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 65%

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 92%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก ไลโปลัยติก (Aerobic lipolytic) 8%

ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก ไลโปลัยติก 50%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุป

ถึงแม้ว่าในการศึกษาเกี่ยวกับแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซี หรือแหล่งพลังงานเอทีพี – ซีพี จะมีการระบุถึงความสามารถให้พลังงานได้ในเวลาที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นฐานของนักกีฬา และความหนักของกีฬาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งหนึ่งครั้ง ในลักษณะที่เป็นแรงระเบิดจากท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก ซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซีเป็นหลัก ส่วนพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างแรงและรวดเร็วซ้ำ ๆ กันในเวลา 30 วินาที จากท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก ซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานแอนแอโรบิกกลัยโคลัยติก เป็นหลัก ซึ่งจากการศึกษาของบังสโบ และคณะ (Bangsbo et al., 1990) พบว่า ในนักกีฬาที่ใช้ความหนักในระดับสูง เป็นระยะเวลา 30 วินาที จะใช้พลังงานจากแอนแอโรบิกกลัยโคลัยติก ถึง 60%

6. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

ในส่วนของกล้ามเนื้อขา ได้มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา พอสรุปได้ดังนี้

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่าง ๆ ของขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซิมัส (Gluteus maximus)
- กล้ามเนื้อแอดดัคเตอร์ แมกนัส (Adductor magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus)
- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกลูเตียสมีเดียส (Glueus medius)
- กล้ามเนื้อควอดราตัส ฟีมอรีส (quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris)
- กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอริส (Rectus femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอร์ ฟาสเซีย ตี (Tensor faciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius)

- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ฮอลลูซีส ลองกัส (Flexor hallucis longus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ดิจิตอรัมลองกัส (Flexor digitorum longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
- กล้ามเนื้อทิเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus brevis)

ไวเนค ได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่า ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก มีกล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซิมัส เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัว ในขณะวิ่ง และในขณะกระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า มีกล้ามเนื้อควอดไดรเซ็พส์ ฟีมอรีส เป็นกล้ามเนื้อใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลัก คือ การเหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ เรคตัสฟีมอรีส กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียลิส (Vastus midialis) กล้ามเนื้อวาสตัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis) และกล้ามเนื้อวาสตัส อินเตอร์มีเดียส (Vastus intermedius) โดยที่กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ และนอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้ว ยังทำหน้าที่งอสะโพกอีกด้วย ส่วนใหญ่กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้นมีกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกข้อเท้าให้พ้นพื้น ได้แก่ ในขณะวิ่งและในขณะกระโดด

จากข้อสรุปของไวเนค จะเห็นได้ว่า ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดไปในแนวดิ่ง (Vertical jum) นั้น จะต้องพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเหล่านี้จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานได้

เฮดริค และ แอนเดอร์สัน (Hedrick and Anderson, 1996) ได้สรุปวรรณคดีและกรณีศึกษาที่เกี่ยวกับการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง (Vertical jump) ว่า ได้มีการใช้การกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมการฝึก โดยทั่วไปใช้วัดการพัฒนาความสามารถในการกระโดด ได้แก่ นักกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งจำเป็นต้องมีความสามารถในการกระโดดเป็นปัจจัยสำคัญในการแข่งขัน นอกจากนั้นยังใช้ในการวัดพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาที่ต้องการพลังกล้ามเนื้อขาในระดับสูง ได้แก่ นักกีฬาฟุตบอล

พลังกล้ามเนื้อขาทั้งหมดที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น มาจากกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก 40% กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 24.2% และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า 35.8% ดังนั้น

จึงใช้เป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสม ท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก และกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ส่วนท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ได้แก่ท่าคลีน (Clean)

เมื่อใดก็ตามที่จะใช้การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเฉพาะได้แก่ การกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง ท่าฝึกที่นำมาใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว เป็นท่าฝึกหลักในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาตลอดโปรแกรมการฝึกนั้น อาจจะได้ผลดีน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เนื่องมาจากความซ้ำซากจำเจในหลาย ๆ สัปดาห์หรือหลาย ๆ เดือน นอกจากนั้นอาจเป็นผลให้เกิดภาวะซ้อมเกิน (Overtraining) ได้

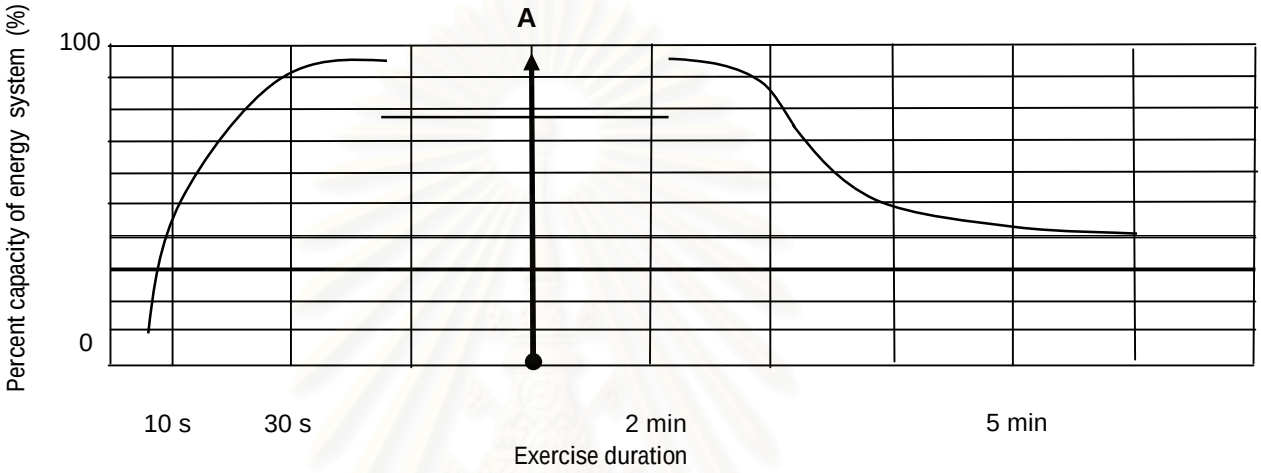
7. สมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic performance)

ความสามารถสูงสุดของร่างกายในการออกกำลังกายโดยใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน นั้นมีองค์ประกอบอยู่สองส่วน คือ

1. พลังแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power) หมายถึง ความสามารถสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้พลังงานจาก ATP-PC และ LA system หรือความสามารถสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate energy system) เป็นหลัก หรือเป็นค่าปริมาณงานสูงสุดที่ทำได้ในช่วง 3-5 วินาทีของการทดสอบขณะที่ปราศจากการใช้ออกซิเจน เรียกว่า Peak power output มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watts) (Edgerton, 1976; Karlesson, et al., 1981; Lamb, 1984; Stone, et al., 1987)

2. สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) หมายถึง ความสามารถสูงสุดในการที่จะรักษาระดับการทำงานของกล้ามเนื้อให้คงอยู่ โดยใช้พลังงานจาก ATP-PC และ LA system ซึ่งเป็นพลังงานจากระบบพลังงานฉับพลัน และการใช้พลังงานแบบระยะสั้น (Short – term energy system) ที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ (ไกลโคเจน) เป็นหลักขณะที่ปราศจากการใช้ออกซิเจน มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watts) ซึ่งมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในเกือบทุกประเภทกีฬา โดยเฉพาะกีฬาที่ต้องใช้กำลังความเร็วสูงสุดซ้ำๆเป็นระยะเวลานานๆ เช่น ฟุตบอล รักบี้ฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส แบดมินตัน เป็นต้น สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกนับเป็นสมรรถภาพที่สำคัญอีกประการหนึ่งในกีฬาแบดมินตัน (Costill, et al., 1968; Criel and Pirnay, 1981; Lamb, 1984; stone and O'Bryant, 1987)

ในการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกนั้น ในช่วงแรกร่างกายสามารถทำงานได้อย่างเต็มที่เพราะใช้พลังงานที่สะสมอยู่ในร่างกาย (จุด A) แต่เมื่อพลังงานลดลงไปความสามารถในการทำงานก็จะลดลงตามไปด้วย แสดงได้ในรูปที่ 4 (McArdle et al., 2004)



รูปที่ 4 แสดงความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่สะสมอยู่ในร่างกาย

ในการทดสอบสมรรถภาพของร่างกายในการผลิตพลังงานจากระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ที่นิยมนำมาใช้ทดสอบ ได้แก่

1. The Margaria-Kalmen power test
2. Vertical jump power test
3. Wingate anaerobic test

การทดสอบกำลังงานของมากาเรีย-คาลาเมน (The Margaria-Kalamen power test)

เป็นวิธีการทดสอบหาความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน การทดสอบนี้ผู้รับการทดสอบจะต้องวิ่งขึ้นบันไดช่วงสั้นๆด้วยความเร็วคงที่ โดยแบ่งขั้นบันได 9 ขั้น เป็น 3 ช่วง คือ 1-3, 4-6 และ 7-9 แล้วจับเวลาวิ่งในช่วงดังกล่าว นำมาคำนวณหาค่ากำลังงานที่เกิดจากการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Hoffman, 2006)

การทดสอบกำลังงานของการยืนกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump power test)

เป็นวิธีการทดสอบหาความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้วัดจากการให้ผู้เข้ารับการทดสอบกระโดดให้สูงที่สุดแล้วนำค่ามาคำนวณหากำลังงานที่เกิดจากการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Johnson, 1996)

การทดสอบวินเกต แอนแอโรบิก เทส (Wingate anaerobic test **หรือ** WAnT)

เป็นแบบทดสอบพลังและสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก ของสถาบันวิทยาศาสตร์วินเกตในประเทศ อิสราเอล ที่ชื่อว่า " Wingate anaerobic test " ชื่อย่อว่า " WAnT " (Lamb, 1984 อ้างอิงมาจาก Wingate Institute, 1981) ซึ่งพัฒนามาจากแบบทดสอบการทำงานที่ระดับสูงสุดในระยะเวลาสั้นๆ โดยการทดสอบทำขณะที่ปั่นจักรยาน (Pedelling หรือ Arm cranking) เร่งเต็มที่ (All-Out)ในเวลา 30 วินาที โดยตั้งน้ำหนักถ่วงให้สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของผู้รับการทดสอบและวัดระยะทางจากจำนวนรอบถีบ ซึ่งบันทึกทุกๆ 5 วินาที นำมาคำนวณ หาค่าพลังแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power) และค่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) การทดสอบ WAnT มีความเที่ยงตรง (r = 0.95-0.98) สามารถนำไปใช้ทำนาย พลังและสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก เพราะมีความสัมพันธ์กันระหว่างพลังและสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก ของ เอทีพี-พีซี และระบบกลัยโคลัยซิสในกล้ามเนื้อ (Bar-Or, Doton and Inbar, 1981; Bouley, 1985; Bar-Or, Doton and Inbar, 1987) โดยจะสามารถวัดค่าต่างๆได้ดังต่อไปนี้

1. กำลังงานที่ทำได้สูงสุด (Peak power output : PP) เป็นพลังงานสูงสุดที่ทำได้ วัดจากช่วง 5 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย บ่งชี้ความสามารถในการสร้างกำลังงานของระบบพลังงานแบบฉับพลัน (พลังงานแบบเอทีพี และ ครีเอทีนฟอสเฟตสูงสุดที่อยู่ในกล้ามเนื้อ) หน่วยคือ วัตต์

$$PP = \frac{\text{แรง} \times \text{ระยะทาง (จำนวนรอบ} \times \text{6 เมตร)}}{\text{เวลา เป็น นาที (5 วินาที} = 0.0833 \text{ นาที)}}$$

2. ค่าสัมพัทธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (Relative peak power output : RPP) หน่วยคือวัตต์/กิโลกรัม

$$RPP = \frac{\text{กำลังงานที่ทำได้สูงสุด}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

3. ค่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) คือ ค่าของงานที่ทำได้สำเร็จในระยะเวลา 30 วินาที หน่วยคือวัตต์

Anaerobic capacity = แรง × ระยะทางรวมทั้งหมดภายในเวลา 30 วินาที

4. ค่าสัมพัทธ์ของสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกต่อมวลของร่างกาย (Relative anaerobic capacity) หน่วยคือวัตต์/กิโลกรัม

$$\text{Relative anaerobic capacity} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่ทำได้ในช่วง 30 วินาที}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

5. ร้อยละดัชนีความล้า (% Fatigue index) คือเปอร์เซ็นต์การลดลงของ กำลังงานในระหว่างการทดสอบ เป็นการบ่งชี้ถึงปริมาณพลังงานที่มีสำหรับระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (ระบบพลังงานแบบฉับพลันและระบบพลังงานระยะสั้น) แสดงถึงความสามารถสูงสุดในการผลิต ATP จากระบบพลังงานดังกล่าว

$$\%\ \text{Fatigue index} = \frac{(\text{กำลังงานสูงสุด} - \text{กำลังงานต่ำสุด}) \times 100}{\text{กำลังงานสูงสุด}}$$

ซึ่งในนักกีฬาที่มีเปอร์เซ็นต์ของดัชนีความล้าสูง จะมีความสามารถในการใช้พลังงานแบบอนากาศนิยมต่ำ ทำให้ล้ามากกว่านักกีฬาที่มีเปอร์เซ็นต์ของดัชนีความล้าต่ำ

8. แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ ได้มีผู้สรุปแนวคิดไว้ ดังนี้

คอนลีย์ และโรเซเนค (Conley and Rozenek, 2001) ได้สรุปว่า ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน (Resistance training) จะสังเกตได้ชัดว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ ความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก และกล้ามเนื้อที่ทำงาน เป็นต้น แต่เนื่องจากการฝึกด้วยการใช้แรงต้านเป็นการฝึกในลักษณะไม่ต่อเนื่องมีการพักเป็นระยะๆ อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยจึงเป็นผลกระทบจากระยะเวลาพักระหว่างชุด และระหว่างท่าฝึกต่างๆ ดังนั้นอัตราชีพจรเฉลี่ยที่วัดได้ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน จึงไม่สามารถแสดงความหนักในการทำงานของระบบหัวใจ และหลอดเลือดได้อย่างแม่นยำ หรืออีกในหนึ่งไม่สามารถที่จะประมาณค่าความหนักของกิจกรรมได้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการพัฒนาความสามารถที่เกิดจากการฝึกด้วยแรงต้านนั้น อาศัยหลักการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Principle of specificity of training) โดยที่การพัฒนาความสามารถที่เกิดขึ้นอย่างมากนั้นสังเกตได้จากการที่ผู้รับการฝึกแต่ละคนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมที่ใช้ในการฝึก ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการฝึกที่นำมาใช้ รูปแบบของการเคลื่อนที่ ลักษณะของการทำงานของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ และมุมของข้อต่อ

แมคอาร์เดิล แคทซ์ และแคทซ์ (McArdle Kacth and Katch, 1996) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น ได้เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ 1972 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ซึ่งนำมาเป็นหลักในการจัดโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มเล่นรวมทั้งนักกีฬาชั้นนำด้วย แนวคิดนี้ได้มีการแบ่งระยะเวลาของการฝึกเป็นสามระยะ คือ แมคโครไซเคิล (Macrocycle) เมโซไซเคิล (Mesocycle) และไมโคไซเคิล (Microcycle) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาของการฝึกที่แบ่งเป็นปี เดือน และสัปดาห์ ตามลำดับ วัตถุประสงค์ของการแบ่งระยะเวลาของการฝึกออกเป็นส่วนๆ ก็คือ ให้มีการควบคุมเกี่ยวกับความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก ความถี่ของการฝึก จำนวนชุด จำนวนครั้งและเวลาพัก เพื่อป้องกันปัญหาการซ้อมเกิน (Overtraining) ตลอดจนความเบื่อหน่ายที่เกิดขึ้นจากการฝึก นอกจากนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการฝึกให้มีความหลากหลาย และทำให้เกิดความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันอีกด้วย

บอมพา (Bompa, 1999) ได้เสนอการวางแผนช่วงการฝึกซ้อม (The training period planing) เป็น 3 ช่วง คือ การฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขัน การฝึกซ้อมช่วงการแข่งขัน และการฝึกซ้อมช่วงหลังการแข่งขัน

การฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขัน (Preparation period) เป็นช่วงของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและเทคนิคพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการแข่งขัน ระยะเวลาของการฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขันปกติจะใช้เวลาประมาณ 3 ถึง 6 เดือน ขึ้นอยู่กับประเภทของการวางแผนและระดับสมรรถภาพของนักกีฬา นักกีฬาที่มีความสามารถมากมีทักษะสูงต้องการเวลาการฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขันน้อยกว่านักกีฬาที่มีอายุและประสบการณ์น้อยหรือนักกีฬาที่มีอายุมากแต่เป็นผู้ที่ขาดความสามารถในช่วงเริ่มต้นของการฝึกซ้อมรายปี สำหรับกีฬาประเภทบุคคลควรใช้เวลามากกว่าช่วงของการแข่งขันหนึ่งถึงสองเท่า สำหรับกีฬาประเภททีมควรจะใช้เวลาน้อยกว่า แต่ไม่ควรน้อยกว่า 2 ถึง 3 เดือน

การฝึกซ้อมช่วงการแข่งขัน (Competition period) เป็นช่วงของการฝึกซ้อมที่มีรูปแบบการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันเพื่อทดสอบนักกีฬาก่อนที่จะก้าวเข้าไปถึงช่วงเวลาที่สำคัญของปี โดยหลังจากแต่ละเกมการแข่งขันควรจะมีการประเมินพัฒนาการของนักกีฬาและพัฒนาให้ดีขึ้นในการฝึกซ้อมรายสัปดาห์ต่อไป โดยในการกำหนดวันทำการแข่งขันเพื่อทดสอบนักกีฬา ผู้ฝึกสอนจะต้องพิจารณาถึงช่วงเวลาการฟื้นสภาพระหว่างการแข่งขันแต่ละครั้งเป็นหลัก เนื่องจากการฟื้นสภาพจะเป็นตัวกำหนดระดับการพัฒนาของนักกีฬา โดยช่วงเวลาการฟื้นสภาพของนักกีฬาจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอายุ ระดับความสามารถ ประสบการณ์ของนักกีฬา มาตรฐานและความหนักของการแข่งขัน

การฝึกซ้อมช่วงหลังการแข่งขัน (Transition period) เป็นช่วงของการฝึกซ้อมที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นสภาพจากช่วงการแข่งขัน ขณะเดียวกันก็เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการเริ่มต้นการฝึกซ้อมรายสัปดาห์ต่อไป ถ้าในหนึ่งปีมีมากกว่าหนึ่งรอบการฝึกซ้อมรายปี การฝึกซ้อมช่วงหลังการแข่งขันกลางปีอาจจะใช้ช่วงเวลาสั้นๆหนึ่งถึงสองสัปดาห์หรือน้อยกว่าและใช้เวลาอย่างน้อย 1 เดือน สำหรับการฝึกซ้อมช่วงหลังการแข่งขันในตอนท้ายของการฝึกซ้อมประจำปี

บอมพา (Bompa, 1999) ยังแบ่งการฝึกซ้อมภายในช่วงการฝึกซ้อม ออกเป็น 6 ระยะการฝึกซ้อม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงช่วงการฝึกซ้อม ระยะการฝึกซ้อม และวัตถุประสงค์ของการฝึกซ้อม

ช่วงการฝึกซ้อม (Period)	ระยะการฝึกซ้อม (Phase)	วัตถุประสงค์ (Objective)
ก่อนการแข่งขัน (Preparation)	1. การฝึกซ้อมทั่วๆ ไป (General preparation)	- วินิจฉัยปัญหาจากการแข่งขันครั้งก่อน - พัฒนาความอดทน ความแข็งแรง ความสามารถในการเคลื่อนที่ - ปรับปรุงเทคนิค - เตรียมความพร้อมสำหรับการฝึกระยะที่ 2
	2. การฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง (Specific preparation)	- พัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงกับประเภทกีฬา - พัฒนาเทคนิคขั้นสูง - เตรียมความพร้อมสำหรับการฝึกระยะที่ 3
การแข่งขัน (Competition)	3. เตรียมการแข่งขัน (Precompetition) (ถ้าเหมาะ)	- การเข้าร่วมการแข่งขันที่มีความหนักมากขึ้น - การปรับปรุงความสมบูรณ์ทางกาย - การประเมินเทคนิคของนักกีฬาจากการแข่งขัน - การเข้าร่วมการแข่งขันเพื่อหาประสบการณ์
	4. การแข่งขันทั่วๆไป (General competition)	- การทำให้เกิดเทคนิคขั้นสูง - การเตรียมสำหรับการขึ้นไปถึงความสมบูรณ์ทางกายสูงสุด
	5. การแข่งขันที่สำคัญ (Special competition)	- ก้าวขึ้นไปถึงความสมบูรณ์ทางกายสูงสุดในช่วงเวลาที่สำคัญ
หลังการแข่งขัน (Transition)	6. การฝึกซ้อมหลังการแข่งขัน (Transition)	- การพักอย่างมีกิจกรรมจากช่วงการแข่งขัน - เตรียมความพร้อมสำหรับการฝึกระยะที่ 1

จากตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของการฝึกซ้อมในระยะต่างๆ ได้ดังนี้

ระยะที่ 1 การฝึกซ้อมทั่ว ๆไป (General preparation) การฝึกซ้อมทั่ว ๆ ไปเป็นระยะแรกของการฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขัน (Preparation period) การฝึกซ้อมในระยะนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพและระดับเทคนิคพื้นฐานของนักกีฬา ขณะเดียวกันยังคงเป็นการเตรียมความพร้อมของนักกีฬาสำหรับการฝึกซ้อมที่สูงขึ้นในระยะที่ 2 กล่าวคือ เป็นระยะการฝึกซ้อมเพื่อเตรียมการฝึกซ้อม (Training to train) เป็นระยะการฝึกซ้อมที่ต้องการเวลามากถึง 1 ใน 3 ของการฝึกซ้อมรายปี จะใช้เวลาประมาณ 4 เดือน ถ้าเป็นการแบ่งช่วงเวลาการฝึกซ้อมหนึ่งรอบต่อปี (Monocycle periodization) และจะใช้เวลาประมาณ 2-2 ½ เดือน ถ้าเป็นการแบ่งช่วงเวลาการฝึกซ้อมสองรอบต่อปี (Bi-cycle periodization) การฝึกซ้อมในระยะนี้จะมีจุดมุ่งหมายเบื้องต้นอยู่ 3 ประการ คือ

1. ปัญหาใด ๆ จากฤดูกาลแข่งขันครั้งก่อนต้องได้รับการแก้ไข นักกีฬาต้องมีความสมบูรณ์ปราศจากการบาดเจ็บ ถ้ามีการบาดเจ็บต้องได้รับการรักษาและการเยียวยาอย่างสมบูรณ์ การพักหรือการฟื้นฟูสภาพต้องนำมาใช้เยียวยาสำหรับการบาดเจ็บต่าง ๆ ถ้านักกีฬามีข้อบกพร่องทางด้านเทคนิคหรือมีความผิดพลาดทางด้านแท็กติก มีปัญหาด้านสมรรถภาพจากการแข่งขันครั้งก่อน ปัญหาดังกล่าวต้องได้รับการแก้ไข และในแต่ละปัญหาต้องมีการวางแผนปรับปรุงส่งเสริมให้ดีขึ้น และมีวัตถุประสงค์และวิธีการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจงเพื่อพัฒนาความสมบูรณ์ทางกายของนักกีฬาในองค์ประกอบที่ยังคงมีความอ่อนแอหรือบกพร่อง

2. ระดับสมรรถภาพทั่ว ๆ ไปของนักกีฬาต้องเพิ่มขึ้น การฝึกซ้อมในระยะนี้เป็นการฝึกซ้อมเพื่อเตรียมการฝึกซ้อม ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของการฝึกซ้อมในระยะนี้ ความอดทนต้องได้รับการปรับปรุง ระดับความแข็งแรงต้องเพิ่มขึ้นและความสามารถในการเคลื่อนที่ (ความอ่อนตัวและความว่องไว) ต้องได้รับการปรับปรุง การปรับปรุงสมรรถภาพจะใช้วิธีการฝึกซ้อมทั่ว ๆ ไป ด้วยปริมาณการฝึกซ้อมสูง (High Volume) ความหนักของการฝึกซ้อมต่ำ (Low Intensity) เป็นการเน้นปริมาณการฝึกซ้อมด้วยการจำกัดคุณภาพของการฝึกซ้อม

3.พัฒนาแก้ไขหรือปรับปรุงทักษะเทคนิค ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ระยะที่ 2 การฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง (Specific preparation) การฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจงเป็นระยะที่สองของการฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขัน “เป็นระยะการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขัน” (Training to competition) แต่ยังคงมีการจำกัดการเพิ่มขึ้นในปริมาณการฝึกซ้อม (Training Volume) แต่จะนำมาซึ่งการเพิ่มขึ้นของความหนักของการฝึกซ้อม (Intensity) จากน้อยไปมาก เป็นระยะการฝึกซ้อมที่ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน ถ้าเป็นการแบ่งช่วงเวลาการฝึกซ้อมหนึ่ง

รอบต่อปี (Monocycle periodization) และจะใช้เวลาประมาณ 6 สัปดาห์ ถ้าเป็นการแบ่งช่วงเวลาการฝึกซ้อมสองรอบต่อปี (Bi-cycle periodization) การฝึกซ้อมในระยะนี้มีจุดมุ่งหมายพื้นฐานเพื่อเตรียมนักกีฬาสำหรับการฝึกซ้อมในระยะที่ 3 แต่จะมีการฝึกซ้อมที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ

1. นักกีฬาต้องได้รับการพัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงกับประเภทการแข่งขัน (Specific event) ขณะที่ระยะที่ 1 วัตถุประสงค์ของการฝึกซ้อมเบื้องต้นจะเน้นความสำคัญไปที่สมรรถภาพทั่ว ๆ ไป (General fitness) ซึ่งจะไม่พิจารณาถึงความเฉพาะเจาะจงของประเภทการแข่งขันของนักกีฬา แต่ในความเป็นจริงประเภทการแข่งขันที่แตกต่างกันต้องการชนิดหรือระดับสมรรถภาพที่ต่างกัน ดังนั้น ชนิดหรือระดับสมรรถภาพต้องมีการกำหนดขึ้นอย่างชัดเจนและการฝึกซ้อมต้องมีการวางแผนเพื่อพัฒนาชนิดและระดับสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงกับประเภทกีฬา

2. นักกีฬาต้องมีการฝึกซ้อมเพื่อปรับปรุงเทคนิคขั้นสูง ในระยะนี้การฝึกซ้อมเทคนิคจะเน้นความถูกต้องมากยิ่งขึ้นจากข้อผิดพลาดที่ได้บันทึกไว้ระหว่างฤดูกาลแข่งขันครั้งก่อน โดยจะเป็นการฝึกซ้อมเทคนิคสืบเนื่องต่อจากการฝึกซ้อมในระยะที่ 1

ระยะที่ 3 การฝึกซ้อมเพื่อเตรียมการแข่งขัน (Pre-competition) การฝึกซ้อมเพื่อเตรียมการแข่งขันเป็นระยะแรกของการฝึกซ้อมช่วงการแข่งขัน (Competition period) เป็นระยะการฝึกซ้อมที่เหมือนกับการแข่งขันจริง เป็นการแข่งขันเพื่อใช้ทดสอบความพร้อมของความสมบูรณ์ทางกาย การควบคุมสภาพจิตใจ และเทคนิค ทักษะของนักกีฬา และนำข้อผิดพลาดจากเกมการแข่งขันมาปรับปรุงให้ดีขึ้น ใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์การฝึกซ้อมเบื้องต้นที่สำคัญ 3 ประการ และเพิ่มการฝึกซ้อมที่สำคัญอีก 1 ประการ โดยอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับความจำเป็น

1. นักกีฬาเข้าร่วมการแข่งขันในเกมที่มีความหนักหรือทักษะของการแข่งขันที่ยากมากขึ้น การเข้าแข่งขันควรจะเป็นการแข่งขันที่มีความท้าท้ายและใช้ระดับความสามารถสูง แต่ความท้าท้ายควรจะเป็นสิ่งที่สามารถปฏิบัติได้ การแข่งขันกับคู่แข่งขันที่มีทักษะสูงจะส่งผลให้สมรรถภาพของนักกีฬามีการปรับปรุงขึ้นเป็นลำดับและจะช่วยทำให้นักกีฬาก้าวขึ้นไปถึงความสมบูรณ์ทางกายสูงสุดและช่วยรักษาสภาพนั้นไว้ได้ตลอดช่วงการแข่งขัน เพราะนักกีฬาส่วนใหญ่สามารถรักษาระดับความสมบูรณ์ทางกายสูงสุดไว้ได้เพียง 21 วัน และไม่สามารถที่จะแสดงออกได้หลายๆ ครั้ง ภายใน 21 วัน เนื่องจากการแข่งขันจะก่อให้เกิดความเครียดขึ้นทั้งทางร่างกายและจิตใจ อย่างไรก็ตาม การฝึกซ้อมในระยะที่ 3 ยังคงมีการฝึกซ้อมสมรรถภาพทางกายพื้นฐานทั่วๆ ไป อาทิ ความแข็งแรง ความเร็ว และความสามารถในการเคลื่อนที่ เพราะถ้าหยุดฝึกซ้อมทันทีเพียง 2-3 สัปดาห์ สมรรถภาพทางกายจะลดลงและส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถสูงสุดได้

2. นักกีฬามีการทำงานที่ส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้น นักกีฬาจะได้รับประสบการณ์จากการแข่งขันกับคู่แข่งขันที่มีความสามารถสูง อย่างไรก็ตาม ผู้ฝึกสอนต้องไม่ลืมว่าจุดมุ่งหมายของการฝึกซ้อมในระยะนี้ก็เพื่อยกระดับความสมบูรณ์ของนักกีฬาให้ก้าวขึ้นไปถึงจุดสูงสุดในช่วงเวลาที่สำคัญของปี ผู้ฝึกสอนจึงไม่ควรเร่งการฝึกซ้อมมากเกินไป เพราะถ้านักกีฬาก้าวขึ้นไปถึงระดับความสมบูรณ์ทางกายสูงสุดอย่างรวดเร็วอาจจะเป็นความยุ่งยากในการที่จะรักษาระดับความสมบูรณ์ของนักกีฬาให้คงสภาพอยู่ได้จนกระทั่งถึงช่วงเวลาที่สำคัญของปี นอกจากนี้ การปรับปรุงอาจจะเป็นไปไม่ได้ในช่วงเข้าใกล้ระยะการแข่งขันที่สำคัญ

สำหรับนักกีฬาวัยเยาว์หรือนักกีฬาที่ขาดประสบการณ์ การหลีกเลี่ยงการก้าวไปถึงความสามารถสูงสุดในช่วงแรกอาจจะมีความยากอย่างมากเพราะการพยากรณ์ระดับการเจริญเติบโตสูงสุดเป็นการเดาเสียส่วนมากเนื่องจากพัฒนาการของนักกีฬาจะมีลักษณะก้าวกระโดดและบ่อยครั้งที่มีการพัฒนาแบบปัจจุบันทันด่วน แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ฝึกสอนสามารถหลีกเลี่ยงการก้าวขึ้นไปถึงความสามารถสูงสุดก่อนถึงเวลาอันสมควรของนักกีฬาได้โดยการลดปริมาณการฝึกซ้อมลง หรือมีการฝึกซ้อมหนัก (Hard training) เพียง 2-3 ครั้งต่อการฝึกซ้อมรายสัปดาห์

3. การประเมินเทคนิคของนักกีฬาจากเกมการแข่งขัน การที่นักกีฬามีเทคนิคที่ดีจะทำให้การปฏิบัติการแข่งขันมีความง่ายขึ้น ผู้ฝึกสอนส่วนมากรู้ว่านักกีฬาเป็นผู้ที่สามารถปฏิบัติได้ดีแต่บางครั้งนักกีฬาจะไม่สามารถก้าวไปถึงความสมบูรณ์ทางกายที่ดีได้ในการแข่งขันหรือการแข่งขันนอกบ้าน ในเกมแข่งขันการปฏิบัติเทคนิคของนักกีฬาจะเป็นตัวชี้ให้เห็นพัฒนาการของนักกีฬา โดยผู้ฝึกสอนสามารถเทคนิคของนักกีฬาได้จากการถ่ายภาพวีดีโอการแข่งขันหรือการฝึกซ้อม และนำมาพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องของนักกีฬา จุดรวมของการฝึกซ้อมระยะนี้จึงเป็นการสนับสนุนให้นักกีฬาก้าวขึ้นไปถึงความสามารถที่ดีที่สุดในการแข่งขันที่สำคัญ

4. ประสบการณ์การแข่งขันของนักกีฬาอาจมีความจำเป็นอย่างมาก ประสบการณ์การแข่งขันจะมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักกีฬาวัยเยาว์หรือนักกีฬาที่ขาดประสบการณ์ นักกีฬาต้องการการเข้าร่วมการแข่งขันที่มีผู้แข่งขันจำนวนมาก การแข่งขันนอกบ้าน การแข่งขันที่นักกีฬาไม่มีผู้ฝึกสอนอยู่ข้างๆ การแข่งขันที่ต้องแข่งขันกับคู่แข่งขันที่มีทักษะสูง และการแข่งขันที่เหมือนการแข่งขันจริง คู่แข่งขันที่มีประสบการณ์และสภาพการณ์การแข่งขันลักษณะต่างๆ จะช่วยให้นักกีฬาเกิดความเคยชิน ประสบการณ์ และช่วยพัฒนาเทคนิคทักษะของนักกีฬาให้เพิ่มมากขึ้น

ระยะที่ 4 การแข่งขันทั่ว ๆ ไป (General competition) การแข่งขันทั่วๆ ไปเป็นระยะที่สองของการฝึกซ้อมช่วงการแข่งขัน (Competition period) เป็นการแข่งขันในรายการที่มีความสำคัญเพื่อใช้ทดสอบความสมบูรณ์ทางกาย เทคนิค ทักษะสูงสุดของนักกีฬา ก่อนที่จะเข้า

ร่วมเกมการแข่งขันที่มีความสำคัญที่สุดของปี ซึ่งมีวัตถุประสงค์อยู่สองประการคือ การปรับปรุงเทคนิคขั้นสูงและสำหรับเตรียมการก้าวขึ้นไปถึงความสมบูรณ์สูงสุด สำหรับนักกีฬาชั้นนำระยะนี้อาจจะใช้เวลาผ่านไปโดยไม่มีการแข่งขัน เป็นการใช้เวลาสำหรับ “การหยุดพักเหนื่อย” จากเกมการแข่งขัน การฝึกซ้อมส่วนมากเป็นการปรับปรุงเทคนิคและระดับสมรรถภาพ ในช่วงเวลานี้การฝึกซ้อมจะก้าวไปถึงความหนักสูงสุด (Peak intensity) แต่ปริมาณการฝึกซ้อมจะลดต่ำลง อย่างไรก็ตาม ในช่วงท้ายจะเป็นการฝึกซ้อมที่ไม่ได้รับความหนัก (Unloading) ด้วยการลดปริมาณและความหนักของการฝึกซ้อมต่ำลงเพื่อที่จะทำให้นักกีฬามีการฟื้นสภาพและมีการปรับชดเชยมากกว่าปกติ (Super-compensation) เกิดขึ้นก่อนถึงการแข่งขันที่สำคัญ ระยะนี้จะใช้เวลาอย่างมากไม่เกิน 4-6 สัปดาห์

ระยะที่ 5 การแข่งขันที่สำคัญ (Special competition) การแข่งขันที่สำคัญเป็นระยะสุดท้ายของการฝึกซ้อมช่วงการแข่งขัน เป็นช่วงเวลาที่มีความสำคัญที่สุดของปี ด้วยการแข่งขันที่สำคัญที่สุด ปริมาณการฝึกซ้อมในระยะนี้จะลดลงอย่างมาก เพื่อยอมให้นักกีฬามีความพร้อมและรู้สึกสดชื่น และเพื่อที่ระดับความสมบูรณ์ทางกายจะก้าวขึ้นไปถึงจุดสูงสุด ในระยะนี้ปกติจะใช้เวลาอย่างมากเพียง 1 หรือ 2 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม บางครั้งหลังจากจบการแข่งขันที่สำคัญที่สุด นักกีฬาบางคนอาจจะแสดงความสามารถได้ดีกว่า เหตุการณ์เช่นนี้มีความเป็นไปได้ เพราะ ความกดดันทางด้านจิตใจ ในการแสดงออกซึ่งความสามารถหมดลง ขณะเดียวกัน ด้วยระดับของการฝึกซ้อมที่ต่ำลง นักกีฬาจะมีความรู้สึกสดชื่นมากขึ้นอีกครั้งและสามารถที่จะสำรองพลังงานขึ้นในระดับสูง สำหรับนักกีฬาบางคนจะเป็นโอกาสสุดท้ายในการที่จะพิสูจน์ตนเองถ้าพวกเขาแสดงออกซึ่งความสามารถได้ไม่ค่อยดีในการแข่งขันที่สำคัญ

ระยะที่ 6 การฝึกซ้อมช่วงหลังการแข่งขัน (Transition) ระยะนี้เป็นระยะของการฝึกซ้อมช่วงหลังการแข่งขันหรืออาจจะเรียกว่า ระยะการฟื้นสภาพ (Recovery) หรือการสร้างขึ้นใหม่ โดยเกี่ยวข้องกับการฟื้นสภาพอย่างมีกิจกรรม (Active recovery) ด้วยกิจกรรมทางกายระดับต่ำทั่วๆไป และประกอบด้วยการฟื้นสภาพจากการบาดเจ็บ การผ่อนคลาย อย่างไรก็ตาม ระดับของกิจกรรมจะต้องมีความเหมาะสมไม่ต่ำและสูงเกินไป มีความหนักเพียงพอที่จะทำให้ร่างกายของนักกีฬามีความพร้อมที่จะเริ่มการฝึกซ้อมทั่วๆไป ในระยะที่ 1 หลังจากระยะที่ 6 สิ้นสุดลง และต่ำเพียงพอที่จะทำให้นักกีฬามีการพักทางด้านจิตใจและการฟื้นสภาพ รู้สึกอยากกลับเข้าร่วมการฝึกซ้อมในระยะที่ 1 ระยะนี้อาจใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical adaptation phase) ใช้เวลา 8 – 10 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่เพิ่มเริ่มเล่น และ 3 – 5 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่มีประสบการณ์มาแล้ว โดยใช้รูปแบบของการฝึกเป็นวงจร (Circuit training)

	นักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่น	นักกีฬาที่มีประสบการณ์
ความหนัก	30 – 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม	40 – 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	9 – 12 (15) ท่า	6 – 9 ท่า
จำนวนรอบของการฝึก	2 – 3 รอบ	3 – 5 รอบ
ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก	20 – 25 นาที	30 – 40 นาที
เวลาพักระหว่างท่าฝึก	90 วินาที	60 วินาที
เวลาพักระหว่างรอบ	2 – 3 นาที	1 – 2 นาที
ความถี่ของการฝึก	2 – 3 ครั้ง/สัปดาห์	3 – 4 ครั้ง/สัปดาห์

2. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase) ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	70 – 80 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	6 – 9	ท่า
จำนวนครั้ง	6 – 12	ครั้ง
จำนวนชุด	4 – 6 (8)	ชุด
เวลาพัก	3 – 5	นาที
จังหวะการยก	ช้าถึงปานกลาง	
ความถี่ของการฝึก	2 – 4	ครั้งต่อสัปดาห์

สำหรับกีฬาประเภทที่ไม่ต้องการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่น กีฬาที่มีการแบ่งรุ่นโดยน้ำหนักตัว ก็ไม่ต้องฝึกในระยะที่ 2 นี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ระยะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength phase)ใช้เวลา 9 สัปดาห์

ความหนัก	85 – 100 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	3 – 5	ท่า
จำนวนครั้ง	1 – 4	ครั้ง
จำนวนชุด	6 – 10 (12)	ชุด
เวลาพัก	3 – 6	นาที
จังหวะการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	2 – 3 (4)	ครั้งต่อสัปดาห์

4. ระยะการเปลี่ยน (Conversion phase)

หลังจากได้พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้วจะเปลี่ยนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไปเป็นพลังกล้ามเนื้อในลักษณะต่างๆ ที่ต้องการใช้ในการแข่งขันกีฬาแต่ละชนิด ดังนี้

4.1 พลังกล้ามเนื้อ (Power) ใช้เวลา 4 – 5 สัปดาห์

ความหนัก		
กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆกัน	30 – 50 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
กีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	50 – 80 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	4 – 10	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 6	ชุด
เวลาพัก	2 – 6	นาที
จังหวะการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	2 – 3	ครั้งต่อสัปดาห์

4.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power endurance) ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	50 – 70 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	15 – 30	ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 4	ชุด
เวลาพัก	5 – 7	นาที
จังหวะการยก	เร็วมาก	
ความถี่ของการฝึก	2 – 3	ครั้งต่อสัปดาห์

5. ระยะคงสภาพกล้ามเนื้อ (Maintenance phase) การฝึกกล้ามเนื้อในระยะนี้เป็นการฝึกในระยะแข่งขัน (Competitive phase) ซึ่งจำเป็นต้องมีการฝึก เพื่อคงสภาพกล้ามเนื้อไว้ไม่ให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อลดลง โดยการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลัก (Prime movers) ความถี่ของการฝึก 2 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักกีฬาและใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งน้อยลง

6. ระยะการหยุดฝึก (Cessation phase) โดยการหยุดฝึกด้วยน้ำหนัก ก่อนการแข่งขันที่สำคัญ 5 – 7 วัน เพื่อใช้พลังงานทั้งหมดไปในการแข่งขัน

8.1 หลักการและระยะเวลาของการฝึก

บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวถึงหลักการฝึกไว้ ดังนี้

1. หลักของความหลากหลายในการฝึก (Principle of variety)

ความหลากหลายในการฝึก เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาการฝึก เพราะจะเป็นผลดีต่อร่างกายและจิตใจของนักกีฬา เพราะการฝึกที่ซ้ำกันนั้น นักกีฬาจะเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากฝึก การให้ความหลากหลายรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมกับการพัฒนาการเคลื่อนไหวช่วงเวลาก่อนการแข่งขัน ในช่วงระหว่างการแข่งขัน หรือจบฤดูการแข่งขัน ความหลากหลายในการใช้น้ำหนักในการฝึกที่สอดคล้องกับหลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก ความหลากหลายในชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของความเร็วในการหดตัว ตามโปรแกรมและช่วงของการฝึก และความหลากหลายในเรื่องของเครื่องมือที่ใช้ฝึก ความหลากหลายในระยะการฝึกตามแผนการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกมากขึ้น

2. หลักของความแตกต่างของบุคคล (Principle of individualization)

ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการฝึก ที่จะต้องคำนึงถึง คือระดับความสามารถของแต่ละบุคคล และพื้นฐานของการฝึกในแต่ละบุคคล ดังนั้นการฝึกในแต่ละบุคคลแม้จะเล่นกีฬาชนิดเดียวกัน การฝึกก็อาจไม่เหมือนกัน

3. หลักของความเฉพาะเจาะจง (Principle of specificity)

การฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงที่จะพัฒนาความแข็งแรงในชนิดกีฬานั้นๆจึงต้องเลือกโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงให้เหมาะสมต่อกิจกรรมการเคลื่อนไหว หรือทักษะกีฬาซึ่งควรพิจารณาดังนี้ คือ ระบบพลังงานหลักที่ต้องใช้ในชนิดกีฬานั้นๆ การเลือกฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ จะต้องให้สอดคล้องตรงกับการใช้พลังงาน เช่น เลือกการฝึกเพื่อที่จะใช้ในกีฬาที่ใช้ความเร็ว เช่น วิ่ง ฟุตบอล รักบี้ฟุตบอล ก็จะต้องฝึกพลังกล้ามเนื้อเป็นหลักให้ตรงกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้งาน

4. หลักของการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก (Principle of progressive increase of load training)

ความก้าวหน้าของการเพิ่มน้ำหนักในการฝึก เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวางแผนการฝึกของนักกีฬา ซึ่งควรคำนึงถึง ระดับความสามารถของนักกีฬาแต่ละคนด้วย

การวางแผนระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อเป็นระยะต่างๆนั้น แต่ละระยะจะมีความสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่จะฝึกต่อไป ในการพัฒนากล้ามเนื้อโดยทั่วไปจะใช้ 3 ระยะคือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกพลัยโอเมตริก หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อด้วยน้ำหนักดังนี้

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 9 สัปดาห์
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 – 5 สัปดาห์

เพียร์สัน (Pearson, 1999) ได้เสนอแนะระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อด้วยน้ำหนักดังนี้

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 สัปดาห์
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 สัปดาห์
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 2 สัปดาห์

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยใช้แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น เป็นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆกันกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงสามารถลดระยะการฝึกเหลือเพียง 2 ระยะคือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้รวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

ช่วงระยะเวลาของการฝึกได้มีการเสนอแนะไว้มากมายดังเช่น กฤษณ์เพ็ชร์ (Kritpet, 1988) ใช้ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ชมิทไทลเชอร์(Schmidtbleicher, 1992) ได้เสนอการฝึกพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลาของการฝึก 6 – 8 สัปดาห์

ต่อมา บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอระยะเวลา 4 – 6 สัปดาห์ เพียร์สัน (Pearson, 1999) ใช้การเตรียมกล้ามเนื้อทั่วไปเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และใช้การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งโอ'เช (O'Shea, 2000) ก็ได้เสนอให้มีการปรับความแข็งแรงพื้นฐานโดยใช้เวลา 3 – 6 สัปดาห์ ฝึกความแข็งแรงสูงสุดและพลังกล้ามเนื้อใช้ 3 – 6 สัปดาห์ จากการเสนอข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ใช้ระยะเวลาในการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) กล่าวว่า การพัฒนาของขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น มีสาเหตุดังนี้

1. มีการกระตุ้นเส้นใยกลมเนื้อให้ทำงานด้วยจำนวนมากที่สุด
2. มีการหลั่งฮอร์โมนต่าง ๆ ในร่างกายในปริมาณที่สูง เนื่องจากเกิดกรดแลคติกที่เกิดขึ้น
3. ช่วยให้พลาสมา (Plasma) เข้าไปในมัยโอไฟบริล (Myofibril) ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการสังเคราะห์โปรตีน และรั้งหรือยับยั้งการแตกตัวของโปรตีน
4. มีการเพิ่มเวลาตึงตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้มัยโอซินครอสบริดจ์ (Myosin crossbridges) ดึงเส้นใยแอคติน (Actin filaments) ประสานกับเส้นใยมัยโอซิน (Myosion filaments) นานขึ้น จึงทำให้เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายมากขึ้น เป็นการบังคับให้มีการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

ในการฝึกความแข็งแรง ความหนักจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของความหนักในการยกได้สูงสุดใน 1 ครั้ง ซึ่งความหนักเป็นบทบาทของระบบประสาทที่ถูกกระตุ้นให้ใช้ในการฝึกความแข็งแรงของการกระตุ้น จึงขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ความเร็วในการแสดงการเคลื่อนไหว และช่วงของการพักระหว่างการยก ความหนักของการให้น้ำหนัก

ความสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำหนักกับจำนวนครั้ง (Bompa, 1993)

% of 1 RM	จำนวนครั้ง
100	1
95	2-3
90	4
85	6
80	8-10

75	10-12
70	15
65	20-25
60	25
50	40-50
40	80-100
30	>100-150

ในการยกน้ำหนักที่มากที่สุดได้เพียง 1 ครั้ง เทียบความหนักได้เท่ากับ 100% ถ้ายกได้ 2-3 ครั้ง เทียบความหนักได้เท่ากับ 95% หรือยกได้ 8-10 ครั้ง เทียบความหนักได้เท่ากับ 80 % เฟลค และเครย์เมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987 อ้างใน Heyward, 1991) ได้เสนอแนะการออกแบบการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและความอดทน ซึ่งความหนักจะแสดงโดยใช้ RM (Repetition maximum) หรือ เปอร์เซ็นต์ของ 1 RM ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ของ 1 RM	จำนวนครั้ง
60% 1 RM	15-20 RM
65% 1 RM	14 RM
70% 1 RM	12 RM
75% 1 RM	10 RM
80% 1 RM	8 RM
85% 1 RM	6 RM
90% 1 RM	4 RM
95% 1 RM	2 RM
100% 1 RM	1 RM

สำหรับจังหวะหรือความเร็วในการยกน้ำหนักนั้น จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการฝึก ว่าจะฝึกเพื่อพัฒนาขนาดกล้ามเนื้อ ต้องใช้จังหวะปานกลาง ฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด และพลังจะต้องใช้จังหวะเร็วในการยก การฝึกพลังความอดทนจะต้องใช้จังหวะเร็วและต่อเนื่อง ส่วนการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทน จะใช้จังหวะปานกลางถึงช้า

บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการฝึกความแข็งแรงกับความเร็วในการเคลื่อนไหวไว้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการฝึก ความแข็งแรง	ความเร็วในการเคลื่อนไหว
สร้างกล้ามเนื้อให้มีขนาดใหญ่ขึ้น	ปานกลาง
ความแข็งแรงสูงสุด	เร็ว
พลัง	เร็วที่สุด
พลังความอดทน	เร็วและต่อเนื่อง
ความอดทน	ปานกลาง-ช้า

บีเคิล,เอิล และวาเธน (Baechle,Earle and Wathan, 2000) ได้เสนอแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักไว้ดังนี้

เป้าหมายของการฝึก	ความหนัก	จำนวนครั้ง	จำนวนเซต
การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 85 % ขึ้นไป	ไม่เกิน 6 ครั้ง	2-6
การฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ			
- กีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	80-90 %	1-2 ครั้ง	3-5
- กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆกัน	50-70 %	15-20 ครั้ง	2-4
การฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ	67-85 %	6-12 ครั้ง	3-6
การฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 67 % ลงมา	ตั้งแต่ 12 ครั้งขึ้นไป	2-3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และบอมพา (Bompa, 1999) ได้เสนอแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการดังนี้

ชนิดของโปรแกรมการฝึก	ความหนัก	จำนวนเซต	จำนวนครั้ง	เวลาพักระหว่างเซต (นาที)	จำนวนวันต่อสัปดาห์	ระยะเวลาในการฝึก	จังหวะในการยก
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	85-100%	6-10	1-4	3-6	2-3 วัน	4-6 สัปดาห์	เร็ว
พลังกล้ามเนื้อ	80-90%	3-5	4-8	2-4	1-2 วัน	4-6 สัปดาห์	เร็วที่สุด
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ	50-70%	2-4	15-30	5-7	2-3 วัน	4-6 สัปดาห์	เร็ว
ความอดทนของกล้ามเนื้อ	30-50%	2-4	30-60	2	2-3 วัน	4-6 สัปดาห์	ปานกลาง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

เฉลิม รุ่งโรจน์ (2540) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อด้วยการใช้น้ำหนักเป็นเวลา 10 สัปดาห์ในกลุ่มนักเรียนจ่าทหารเรือเหล่าแพทย์ เพศชาย อายุระหว่าง 18-20 ปี จำนวน 49 คน ใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง แบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า การฝึกกล้ามเนื้อด้วยการใช้น้ำหนักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพอนาคาศนิยมและสมรรถภาพด้านความอดทน และค่าความทนทานจากการปั่นจักรยานที่เพิ่มขึ้นไม่ขึ้นอยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่ปรากฏว่า มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายออกกำลังได้โดยไม่เกิดการสะสมของกรดแลคติค ค่าพลังแบบแอนแอโรบิก ค่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

ชนิทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาประเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ไวพจน์ จันทร์เสม (2545) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการวิ่ง 2 นาที โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการวิ่ง 2 นาที และโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลระดับอุดมศึกษาของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร มีอายุระหว่าง 18-22 ปี โดยการจัดกระทำแบบสุ่ม จำนวน 30 คน และทำการสุ่มเข้ากลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการวิ่ง 2 นาที โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการวิ่ง 2 นาที และโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาสรุปว่า โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการวิ่ง 2 นาที เป็นโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่มีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาคือ โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการวิ่ง 2 นาที และสุดท้ายคือโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

งานวิจัยในต่างประเทศ

จากการศึกษาของเฟเบียนและคณะ (Fabian,et al., 2002) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกที่มีต่อพลังความอดทนในนักกีฬาหญิงที่มีความแข็งแรง จำนวน 14 คน อายุ 25±4 ปี น้ำหนัก 63±10 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ไขมัน 19±5 เปอร์เซ็นต์ แบ่งการฝึกเป็น 2 ระยะคือ ระยะที่ 1 เป็นระยะการฝึกความแข็งแรง ใช้การฝึกแบบมีแรงต้าน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แล้วตามด้วยระยะที่ 2 เป็นระยะการฝึกพลัง ใช้การฝึกพลัยโอเมตริกต่ออีกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ รวมระยะเวลาการฝึกทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 (ระยะการฝึกความแข็งแรง) และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 (ระยะการฝึกพลัง) ผลการศึกษาพบว่า หลังระยะการฝึกความแข็งแรง ยังไม่มีผลต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ แต่ภายหลังการ

ทดลองระยะการฝึกพลัง พบว่าพลังความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาของเชงและคณะ (Cheng,et al., 2003) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังและพลังความอดทนในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมัธยมศึกษา จำนวน 21 คน อายุ 16-19 ปี แบ่งกลุ่มทดลองเป็นสองกลุ่ม กลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ (ฝึกทักษะภายในสนามและฝึกด้วยน้ำหนัก) กลุ่มทดลองฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริก ทำการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กำลังสูงสุดและกำลังเฉลี่ยในการปั่นจักรยานวินเกทความสูงและพลังในการกระโดดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ดัชนีความล้าและพลังความอดทนไม่เกิดเปลี่ยนแปลงที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากการศึกษาของคริสโตสและคณะ (Christos,et al., 2003) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกความอดทนในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย จำนวน 26 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกความอดทนอย่างเดียว กลุ่มฝึกความแข็งแรงอย่างเดียว กลุ่มฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกความอดทน และกลุ่มควบคุมทำการฝึก 4 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกความอดทน มีความสามารถในการกระโดดในแนวดิ่ง ความสามารถด้านแอนแอโรบิกและความสามารถด้านแอโรบิกเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว มีความสามารถด้านแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นแต่ความสามารถด้านแอโรบิกลดลง ในทางกลับกัน กลุ่มที่ฝึกความอดทนเพียงอย่างเดียวมีความสามารถด้านแอโรบิกเพิ่มขึ้นแต่ความสามารถด้านแอนแอโรบิกลดลง จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การฝึกแบบควบคู่มีข้อดีมากกว่าการฝึกแบบอย่างเดียว

ซีกเลอร์และคณะ (Siegler et al., 2003) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนที่ใช้ความหนักสูงโดยการฝึกแบบเป็นช่วงที่มีต่อพลังความอดทนในนักกีฬาฟุตบอลหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลหญิงระดับมัธยมศึกษาจำนวน 34 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลังความอดทน ที่ประกอบไปด้วย การฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกโดยใช้แรงต้านและการฝึกแบบแอนแอโรบิกโดยใช้ความหนักสูงรวมถึงการฝึกตามปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติอย่างเดียว ใช้เวลาในการฝึกเป็นจำนวน 10 สัปดาห์ ผลการทดสอบหลังการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทน

สามารถพัฒนาพลังความอดทนและความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร มากกว่าการฝึกตามปกติอย่างเดียว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

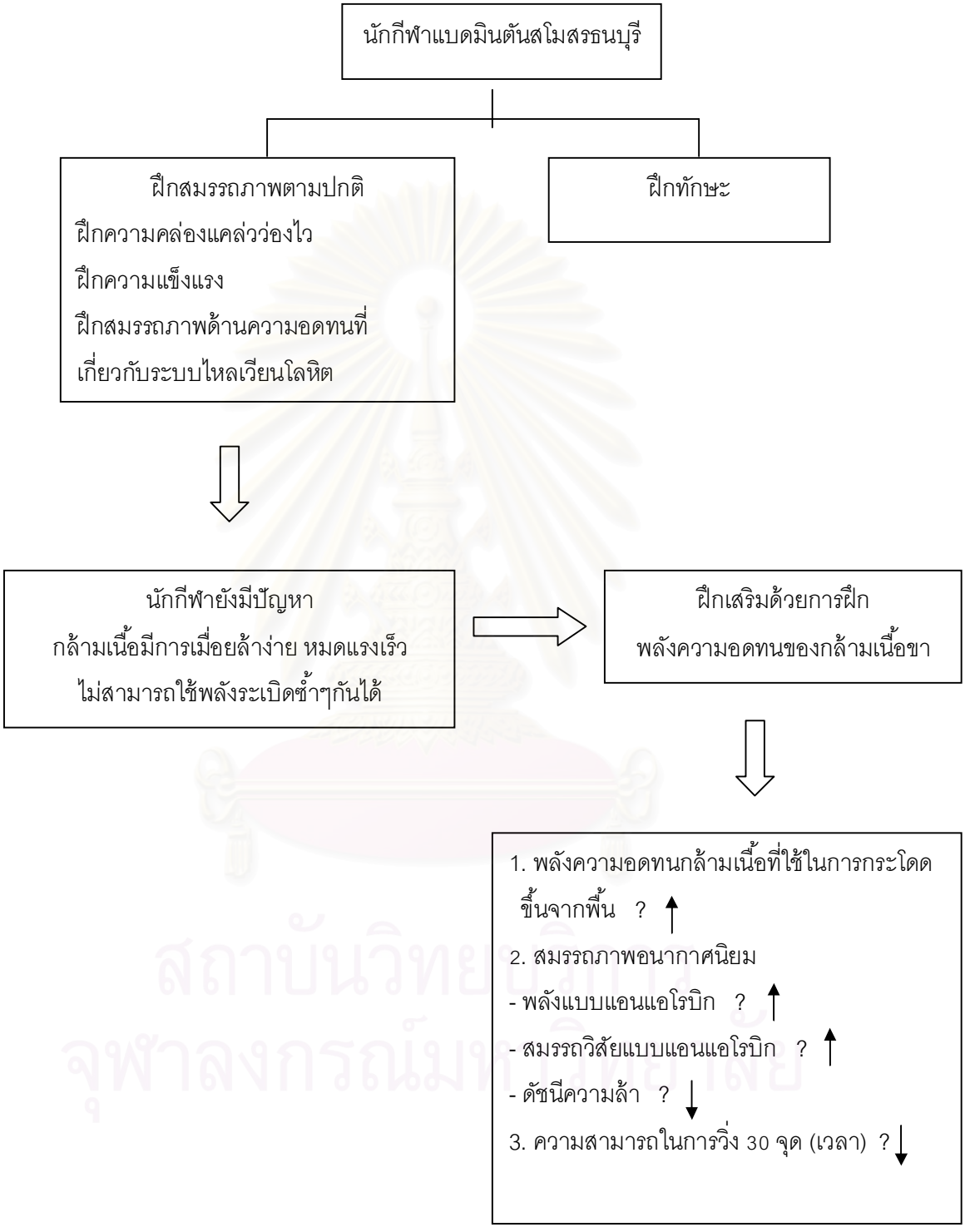
มินดูกัสและคณะ (Mindaugas,et al, 2006) ได้ศึกษาผลระยะยาวของรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกันที่มีต่อพลัง ความเร็ว ทักษะและสมรรถภาพแบบอนากาศนิยม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชายจำนวน 35 คน อายุ 15-16 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มฝึกพลังความอดทน (ใช้ความหนักสูงและฝึกเป็นช่วง) กลุ่มฝึกความอดทน (ใช้ความหนักน้อยและฝึกแบบต่อเนื่อง) และกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ ทำการทดสอบหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิกมีค่าเพิ่มขึ้นและดัชนีความล้ามีค่าลดลง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากการศึกษาในเรื่องพลังความอดทนของกล้ามเนื้อยังมีการศึกษาน้อย โดยเฉพาะพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน สมรรถภาพทางกายที่นักกีฬาส่วนใหญ่ต้องใช้จะเป็นในลักษณะการใช้พลังความอดทนของกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่แต่การฝึกกลับฝึกแต่ความอดทน หรือการฝึกพลังกล้ามเนื้อแบบครั้งเดียวหรือระยะสั้นๆ ทำให้ไม่ตรงกับการแข่งขันจริง นักกีฬาจึงมีปัญหาเรื่องการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อง่าย หมดแรงเร็วหรือมีประสิทธิภาพในการแสดงความสามารถลดลง จากการศึกษาทฤษฎี แนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวกับพลังความอดทนของกล้ามเนื้อสามารถสรุปโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อได้ดังนี้

โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาโดยใช้ความหนักที่ 50 % ของความแข็งแรงสูงสุด โดยทำที่จังหวะเร็วและแรงอย่างต่อเนื่อง 20 ครั้ง และช่วงเวลาการพักนาน 5 นาที นักกีฬาจะต้องมีจิตใจที่เข้มแข็งในการที่จะต้องทนต่อความเมื่อยล้าและต้องมุ่งมั่นทำให้เต็มที่ สำหรับการที่จะพัฒนาพลังความอดทน ผู้ฝึกสอนจะต้องกวดขันให้นักกีฬามีการปฏิบัติด้วยจังหวะและความเร็วของการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและพลังระเบิด เพราะถ้าไม่เข้มงวดต่อการปฏิบัติดังกล่าว ผลของการฝึกซ้อมจะไม่ใช่การพัฒนาพลังความอดทนแต่จะเป็นการฝึกซ้อมเพื่อเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) และเมื่อนักกีฬาไม่สามารถปฏิบัติซ้ำได้อย่างต่อเนื่องในแต่ละชุด นักกีฬาควรหยุดการปฏิบัติ เพราะการปฏิบัติในครั้งต่อๆไปจะไม่ใช่การฝึกซ้อมพลังความอดทน

ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะใช้โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ มาพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และสมรรถภาพอนากาศนิยม เพื่อที่จะนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดกับนักกีฬาแบดมินตันต่อไป

กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ขั้นตอนการศึกษาวิจัยได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนาคาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตัน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรี ที่ทำการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ เป็นนักกีฬาเพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 30 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive selection) จากนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรี จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยใช้วิธีจับฉลากเข้ากลุ่ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม เท่าๆกัน กลุ่มละ 15 คน กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ (ฝึกทักษะการตีลูก ทักษะการเล่นเกมการแข่งขัน ฝึกสมรรถภาพด้านความอดทนที่เกี่ยวกับระบบไหลเวียนโลหิต ฝึกความคล่องแคล่วว่องไว ฝึกความแข็งแรง)

กลุ่มทดลอง ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ

รปแบบการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยการออกแบบการทดลองที่มีการจัดดำเนินการแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมไว้สำหรับการเปรียบเทียบ (True-experimental designs)

สุ่ม	กลุ่ม	Pre-test	4 wks	Mid-test	8 wks	Post-test
R	กลุ่มทดลอง (15)	O1	X	O2	X	O3
R	กลุ่มควบคุม (15)	O4	-	O5	-	O6

R หมายถึง การสุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง การฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทน

O1,O4 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

O2,O5 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

O3,O6 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ (ฝึกทักษะการตีลูก ทักษะการเล่นเกมการแข่งขัน ฝึกสมรรถภาพด้านความอดทนที่เกี่ยวกับระบบไหลเวียนโลหิต ฝึกความคล่องแคล่วว่องไว ฝึกความแข็งแรง)

กลุ่มทดลอง ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือสำหรับการฝึก

1.1 โอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbel)

2. เครื่องมือสำหรับการทดสอบ

2.1 เครื่องวัดพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา เครื่องนิวเทสต์เพาเวอร์ไทมเมอร์ เอสดับเบิลยู-300 ที่ผลิตจากประเทศฟินแลนด์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 แบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน (ดัดแปลงมาจาก Badminton specific field test ของ Wonisch M และคณะ)

2.3 เครื่องมือวัดสมรรถภาพอนากาศนิยม ประกอบด้วย จักรยานวัดงาน โมนาร์ค 894อี ที่ผลิตจากประเทศสวีเดน เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดสอบ

2.4 โพลาร์ทีม (Polar Team) ที่ผลิตจากประเทศฟินแลนด์

2.5 นาฬิกาจับเวลา

ขั้นตอนการวิจัย

แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนการทดลอง

1.1 สร้างโปรแกรมการฝึก โดยการศึกษาจากหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเน้นที่รูปแบบวิธีการฝึกของบอมพา (Bompa, 1999) มาเป็นหลักในการสร้างโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

1.2 ได้มีการติดต่อประสานงาน ขอความร่วมมือกับผู้ฝึกสอนและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายของสโมสรแบดมินตันธนบุรีในส่วนของโปรแกรมการฝึกพลังความอดทน

1.3 นำโปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ซ) ตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

1.4 นำโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อมาศึกษาถึงความเป็นไปได้ โดยทดลองใช้กับนักกีฬาของชมรมแบดมินตัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 10 คน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-retest) ของโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (r = 0.88) (ภาคผนวก ก) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน (ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด) (r = 0.86) (ภาคผนวก ง)

1.5 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.6 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7 ก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการวิจัย ผู้วิจัยจะเข้าไปทำการฝึกเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกจริงให้กับนักกีฬา (ระยะเตรียมความพร้อมก่อนการฝึก) ในวันอังคารและวันศุกร์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยการฝึกจะใช้ความหนักที่ระดับต่ำ ทั้งนี้เพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ

และปรับท่าทางในการฝึกให้ถูกต้องก่อนการฝึกจริง อีกทั้งยังช่วยลดปัจจัยเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บจากการฝึกเนื่องจากท่าทางการฝึกที่ไม่ถูกต้อง

2. ขณะทำการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยได้มีการอธิบายวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความความร่วมมือในการทำวิจัย และเมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2.2 ทำการฝึกในระยะพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม โดยใช้โปรแกรมการฝึกเสริมพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยที่ ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน คือวันอังคารและศุกร์ เวลา 06.00-07.00 น.เฉพาะในกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน และทำการฝึกตามปกติ (ภาคผนวก ช) ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ เวลา 17.00-20.30 น.ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน โดยมีรายละเอียดของโปรแกรมการฝึกเสริมดังนี้

โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจะใช้การฝึก 2 ท่า คือ

1. ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า (Heel raise)

2. ท่าฟรอนท์ลันจ์ (Front lunge)

1. **ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า**	กลุ่มควบคุม สัปดาห์ที่1-8	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 1-4	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 5-8
น้ำหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก (%1 อาร์เอ็ม)	-	50%	50% (%1 อาร์เอ็มใหม่)
จำนวนครั้งในการฝึกด้วยน้ำหนัก (ครั้ง)	-	20	20
จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	-	เร็วและต่อเนื่อง	เร็วและต่อเนื่อง
จำนวนชุดในการฝึกด้วยน้ำหนัก	-	3	3
ระยะเวลาพักระหว่างชุด	-	5 นาที	5 นาที
เวลารวม	-	18 นาที	18 นาที

2. **ท่าฟรอนท์ลันจ์** (Front lunge)	กลุ่มควบคุม สัปดาห์ที่1-8	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 1-4	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 5-8
น้ำหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก (%1 อาร์เอ็ม)	-	50%	50% (%1 อาร์เอ็มใหม่)
จำนวนครั้งในการฝึกด้วยน้ำหนัก (ครั้ง)	-	20	20
จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	-	เร็วและต่อเนื่อง	เร็วและต่อเนื่อง
จำนวนชุดในการฝึกด้วยน้ำหนัก	-	3	3
ระยะเวลาพักระหว่างชุด	-	5 นาที	5 นาที
เวลารวม	-	20 นาที	20 นาที

-ใช้เวลาในการฝึกและระยะเวลาพัก รวมทั้ง 2 ท่า ใช้เวลาประมาณ 40 นาที

-ใช้เวลาในการอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) 10 นาที

-ใช้เวลาในการคลายกล้ามเนื้อ (Cool-down) 10 นาที

การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากระยะเตรียมความพร้อมจะมีการทดสอบเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้ง คือ
ทดสอบครั้งที่ 1 (Pre-test) เป็นการทดสอบก่อนการทดลอง
ทดสอบครั้งที่ 2 (Mid-test) เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์
ทดสอบครั้งที่ 3 (Post-test) เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

การทดสอบแต่ละครั้งประกอบด้วย

1. ทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1 RM) เฉพาะการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อกำหนดความหนักของงานในการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อในสัปดาห์ที่ 1-4 และ 5-8 (เฉพาะในกลุ่มทดลอง) (ดูรายละเอียดที่ภาคผนวก ข)

2. พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power endurance) ใช้ท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉากแล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวดิ่งต่อเนื่องกันเป็นเป็นเวลา 30 วินาที โดยที่มือทั้งสองข้างแตะอยู่ที่สะโพก โดยใช้เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ sw – 300 (ดูรายละเอียดที่ภาคผนวก ค)

3. ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด(ดูรายละเอียดที่ภาคผนวก ง)

4. สมรรถภาพอนากาศนิยม ได้แก่ พลังแบบแอนแอโรบิก,สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก และดัชนีความล้า โดยใช้จักรยานวัดงานโมนาร์ค 894อี (ดูรายละเอียดที่ภาคผนวก จ)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส เวอร์ชั่น 11.5 (SPSS v.11.5) เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

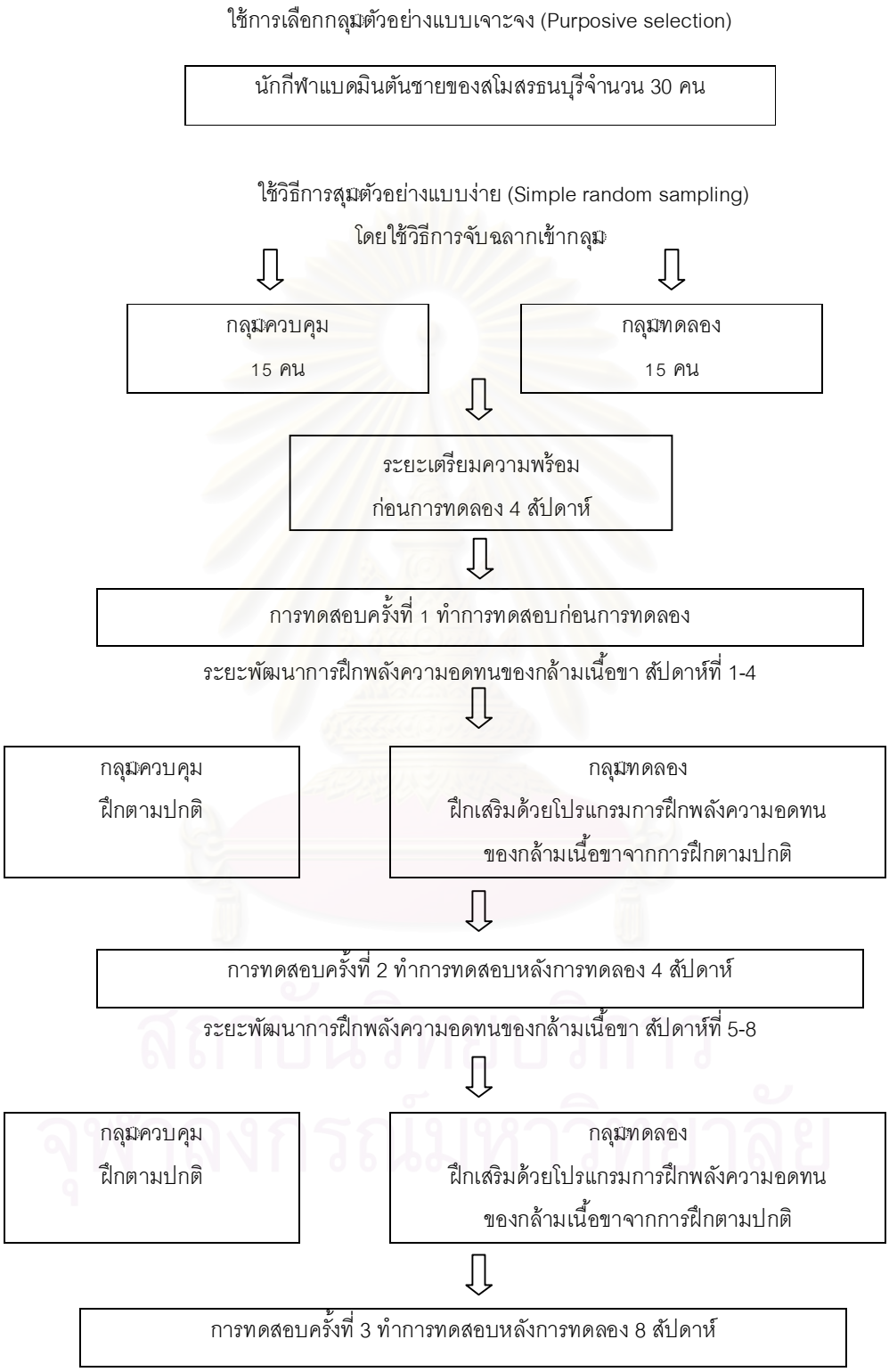
2. วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของ แอลเอสดี (LSD)

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิ แสดงขั้นตอนการวิจัย



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เอสพีเอสเอสรุ่น 11.5 ฟอร์วินโดส์ (SPSS version 11.5 for windows : Statistical Package for the Social Science for The Microsoft Windows version 11.5) และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ตามวิธีของ แอลเอสดี ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนร่วมหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อปรับแก้ด้วยตัวแปรร่วมก่อนการทดลอง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ แอลเอสดี ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม							
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 4 สัปดาห์		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		F	p
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD		
1.พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	38.22	1.88	38.25	1.71	38.39	1.40	.135	.87
2.ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด (วินาที)	57.37	1.39	57.44	1.13	57.36	1.19	.070	.93
3.พลังแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	9.83	.50	9.71	.52	9.80	.67	1.092	.35
4.สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	8.19	.48	8.20	.52	8.21	.57	.103	.90
5.ดัชนีความล้า(เปอร์เซ็นต์)	37.02	4.95	37.79	3.56	36.81	4.71	.792	.46

P > .05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม

มีค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา 38.22 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) 38.25 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และ 38.39 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด 57.37 วินาที 57.44 วินาที และ 57.36 วินาที ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิก 9.83 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) 9.71 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และ 9.80 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก 8.19 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) 8.20 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และ 8.21 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยดัชนีความล้า 37.02 เปอร์เซ็นต์ 37.79 เปอร์เซ็นต์ และ36.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้าของกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง							
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 4 สัปดาห์		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		F	p
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD		
1.พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	38.06	2.12	38.76	1.73	41.05	1.52	48.196	.00*
2.ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด (วินาที)	57.45	1.25	57.16	1.46	56.85	1.16	6.734	.00*
3.พลังแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	9.95	.56	9.99	.52	10.55	.59	38.468	.00*
4.สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	8.34	.58	8.43	.57	9.35	.54	59.204	.00*
5.ดัชนีความล้า (เปอร์เซ็นต์)	38.62	4.47	37.85	3.64	35.02	3.70	56.784	.00*

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง

มีค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา 38.06 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) 38.76 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และ 41.05 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด 57.45 วินาที 57.16 วินาที และ 56.85 วินาที ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิก 9.95 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) 9.99 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และ 10.55 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก 8.34 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) 8.43 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และ 9.35 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยดัชนีความล้า 38.62 เปอร์เซ็นต์ 37.85 เปอร์เซ็นต์ และ 35.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้าของกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี ดังแสดงผลในตารางที่ 3 4 5 6 และ 7 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา โดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มทดลอง

การทดลอง		**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง 4 สัปดาห์**	**หลังการทดลอง 8 สัปดาห์**
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	38.06	38.76	41.05
ก่อนการทดลอง	38.06	-	.70	2.99*
			(P = .10)	(P = .00)
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	38.76		-	2.29*
				(P = .00)
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	41.05			-

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 38.06 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 41.05 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลง 2.99 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 38.76 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ต่ำกว่าหลังการทดลอง8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ =41.05 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง 2.29 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด โดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มทดลอง

การทดลอง		**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง 4 สัปดาห์**	**หลังการทดลอง 8 สัปดาห์**
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	57.45	57.16	56.85
ก่อนการทดลอง	57.45	-	.29	.60*
			(P = .14)	(P = .00)
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	57.16		-	.31
				(P = .14)
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	56.85			-

* P ≤ .05

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของความสามารถในการวิ่ง 30 จุดก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่สัมพันธ์กับทักษะการเคลื่อนที่ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 57.45 วินาที) มากกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 56.85 วินาที) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลง .60 วินาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิก โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มทดลอง

การทดลอง		**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง 4 สัปดาห์**	**หลังการทดลอง 8 สัปดาห์**
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	9.95	9.99	10.55
ก่อนการทดลอง	9.95	-	.04	.60*
			(P = .61)	(P = .00)
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	9.99		-	.56*
				(P = .00)
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	10.55			-

* P ≤ .05

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 9.95 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 10.55 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลง .60 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 9.95 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ =10.55 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง .56 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มทดลอง

การทดลอง		**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง 4 สัปดาห์**	**หลังการทดลอง 8 สัปดาห์**
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	8.34	8.42	9.35
ก่อนการทดลอง	8.34	-	.09	1.01*
			(P = .24)	(P = .00)
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	8.43		-	.92*
				(P = .00)
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	9.35			-

* P $\leq$.05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 8.34 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 9.35 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลง 1.01 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 8.43 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ต่ำกว่าหลังการทดลอง8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ =9.35 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง .92 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยดัชนีความล้า โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มทดลอง

การทดลอง		**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง 4 สัปดาห์**	**หลังการทดลอง 8 สัปดาห์**
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	38.62	37.85	35.05
ก่อนการทดลอง	38.62	-	.77	3.57*
			(P = .05)	(P = .00)
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	37.85		-	2.80*
				(P = .00)
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	35.05			-

* P ≤.05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4สัปดาห์ กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 38.62 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 35.05 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลง 3.57 เปอร์เซ็นต์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 37.85 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 35.05 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง 2.80 เปอร์เซ็นต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนร่วม หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 10 สรุปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง				หลังการทดลอง 4 สัปดาห์				หลังการทดลอง 8 สัปดาห์			
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
1.พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	38.22	1.88	38.06	2.12	38.25	1.71	38.76	1.73	38.39	1.40	41.05	1.52
2.ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด (วินาที)	57.37	1.39	57.45	1.25	57.44	1.13	57.16	1.46	57.36	1.19	56.85	1.16
3.พลังแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	9.83	.50	9.95	.56	9.71	.52	9.99	.52	9.80	.67	10.55	.59
4.สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	8.19	.48	8.34	.58	8.20	.52	8.43	.57	8.21	.57	9.35	.54
5.ดัชนีความล้า (เปอร์เซ็นต์)	37.02	4.95	38.62	4.47	37.79	3.56	37.85	3.64	36.81	4.71	35.02	3.70

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือเกือบไม่เปลี่ยนแปลง เช่น สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก ($\overline{X}$ =8.19 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) 8.20 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และ 8.21 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น เช่น สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก ($\overline{X}$ = 8.34 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) 8.43 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) และ 9.35 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	43.106	1	43.106	29.353	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	2.778	1	2.778	1.891	.18
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	39.651	27	1.469		
	รวม	84.686	29			
ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด (วินาที)	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	24.497	1	24.497	28.528	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	.875	1	.875	1.019	.32
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	23.185	27	.859		
	รวม	48.310	29			
พลังแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	6.061	1	6.061	103.943	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	.203	1	.203	3.481	.07
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	1.574	27	.058		
	รวม	8.182	29			
สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก(วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	6.538	1	6.538	98.682	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	.061	1	.061	.928	.34
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	1.789	27	.066		
	รวม	8.728	29			
ดัชนีความล้า (เปอร์เซ็นต์)	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	292.496	1	292.496	111.207	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	7.769	1	7.769	2.954	.09
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	71.015	27	2.630		
	รวม	363.539	29			

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยแต่ละตัวแปรก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้าของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วม คือ ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง มีความสัมพันธ์และใช้พยากรณ์ตัวแปรตามแต่ละตัวหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	36.803	1	36.803	42.797	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	56.976	1	56.976	66.255	.00*
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	23.218	27	.860		
	รวม	113.275	29			
ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด (วินาที)	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	25.361	1	25.361	52.352	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	2.389	1	2.389	4.932	.04*
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	13.079	27	.484		
	รวม	40.401	29			
พลังแบบแอนแอโรบิก (วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	8.732	1	8.732	95.560	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	2.851	1	2.851	31.202	.00*
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	2.467	27	.091		
	รวม	15.373	29			
สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก(วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม))	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	5.512	1	5.512	45.806	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	7.399	1	7.399	61.493	.00*
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	3.249	27	.120		
	รวม	18.382	29			
ดัชนีความล้า (เปอร์เซ็นต์)	ตัวแปรร่วม (Corvariance)	360.314	1	360.314	68.740	.00*
	รูปแบบ (Main effect)	64.425	1	64.425	12.291	.00*
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	141.526	27	5.242		
	รวม	525.089	29			

* P ≤.05

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม พบว่าพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 66.255 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้) ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมคือค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลองมีความสัมพันธ์และใช้พยากรณ์ตัวแปรตาม คือค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 42.797 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้)

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด ก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม พบว่าความสามารถในการวิ่ง 30 จุด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 4.932 และค่า Sig of F = .04 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้) ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมคือค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด ก่อนการทดลองมีความสัมพันธ์และใช้พยากรณ์ตัวแปรตาม คือค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 52.352 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้)

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อใช้ตัวแปรร่วมค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม พบว่าพลังแบบแอนแอโรบิกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 31.202 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้) ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมคือค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิก ก่อนการทดลองมีความสัมพันธ์และใช้พยากรณ์ตัวแปรตาม คือค่าเฉลี่ยพลังแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 95.560 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้)

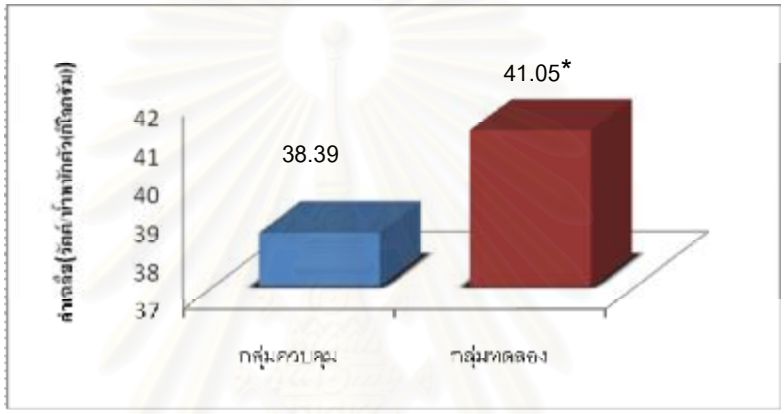
ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม พบว่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 61.493 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้) ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมคือค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลองมีความสัมพันธ์และใช้พยากรณ์ตัวแปรตาม คือค่าเฉลี่ยสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 45.806 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้)

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าก่อนการทดลองตัวแปรร่วม พบว่าดัชนีความล้าของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 61.493 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้) ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมคือค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าก่อนการทดลองมีความสัมพันธ์และใช้พยากรณ์ตัวแปรตาม คือค่าเฉลี่ยดัชนีความล้า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิจารณาจากค่า F = 45.806 และค่า Sig of F = .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 ที่กำหนดไว้)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

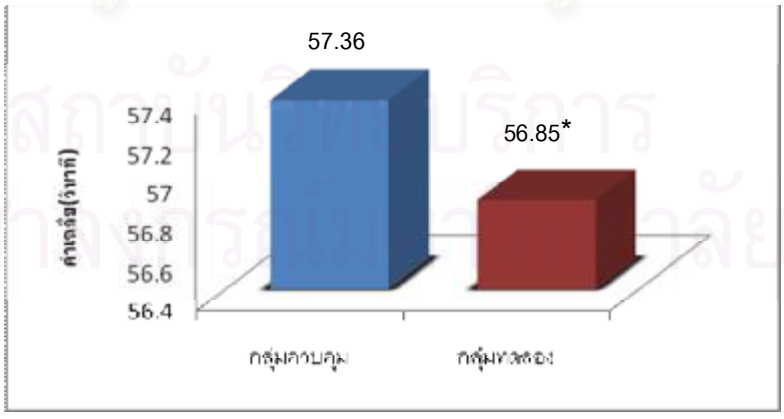
ตอนที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แผนภูมิที่ 1 ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



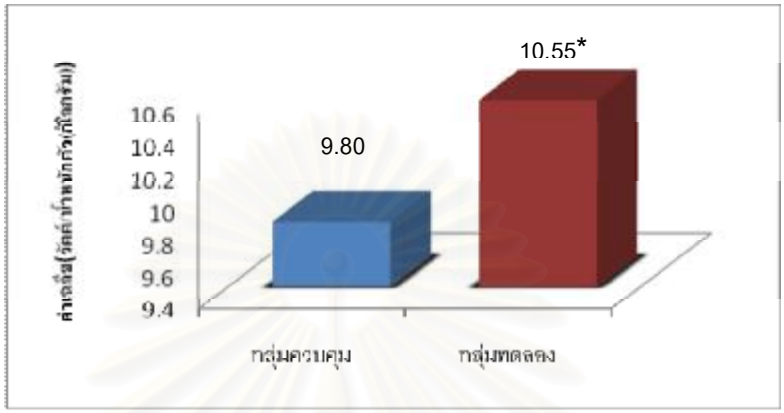
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 2 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



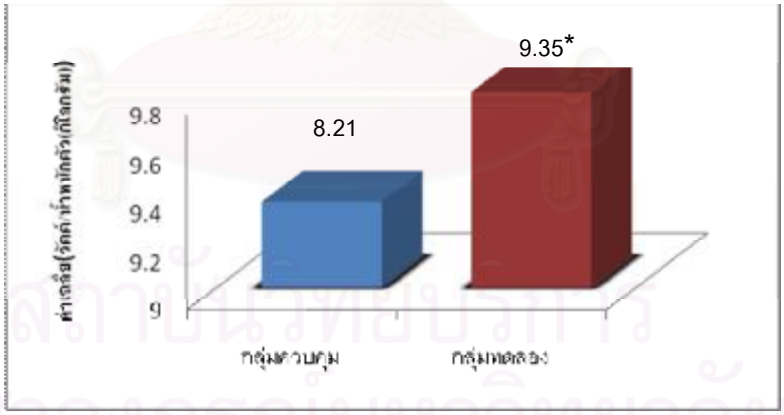
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



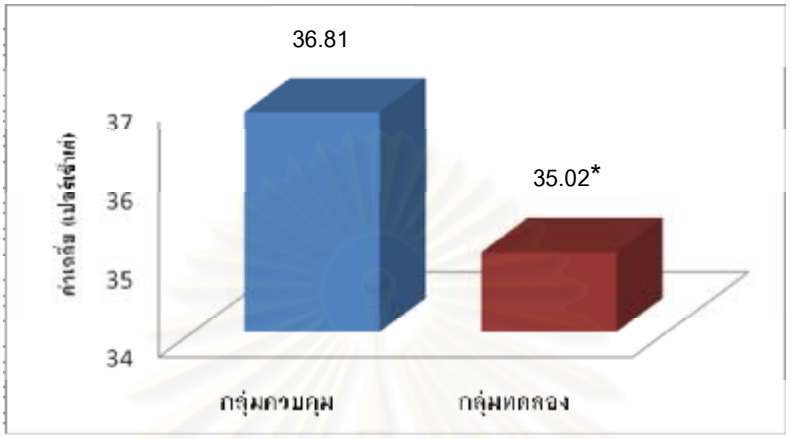
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

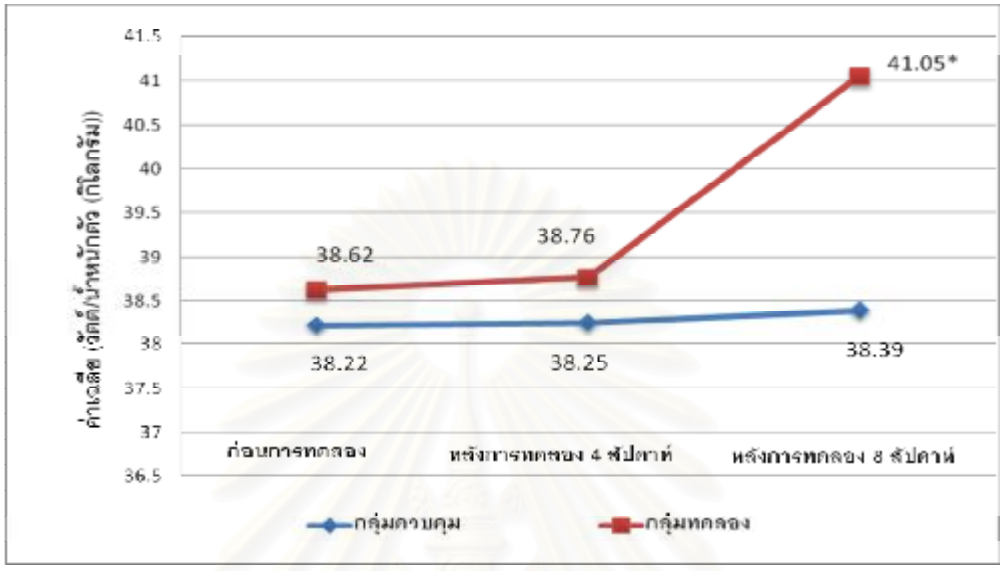
แผนภูมิที่ 5 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านดัชนีความล้า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทอง



* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

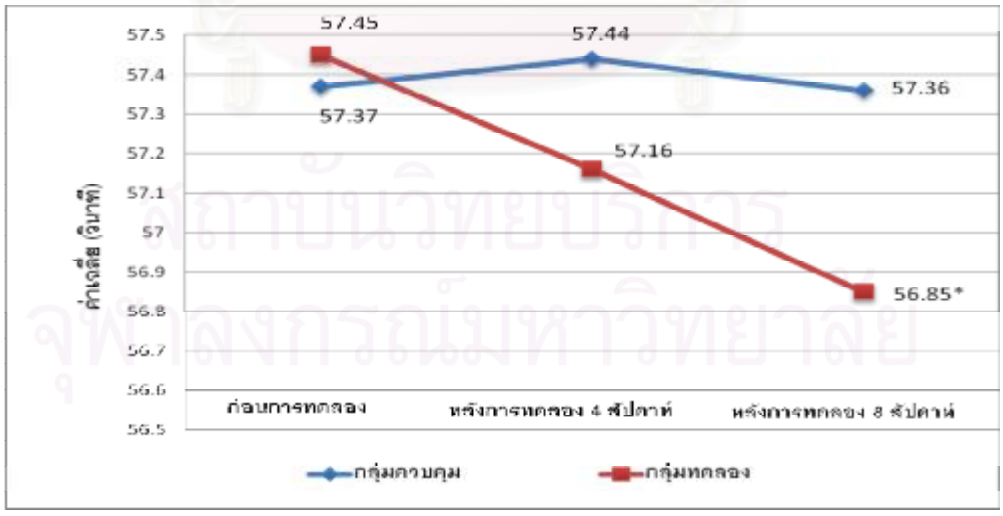
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



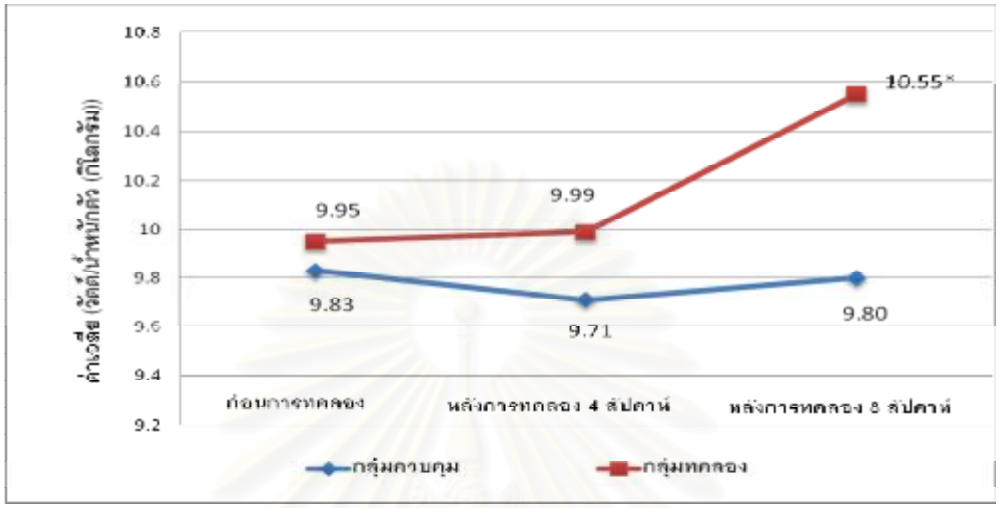
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 7 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุด ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



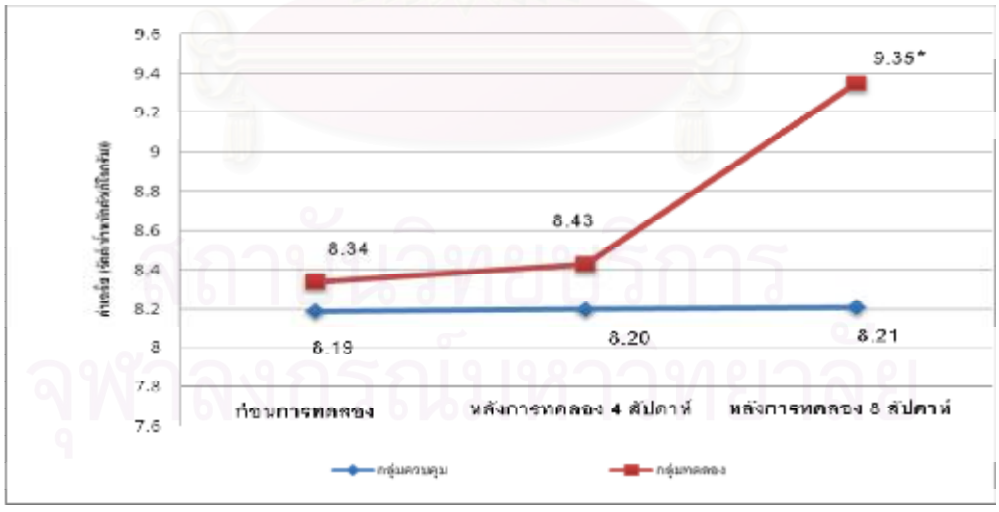
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 8 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



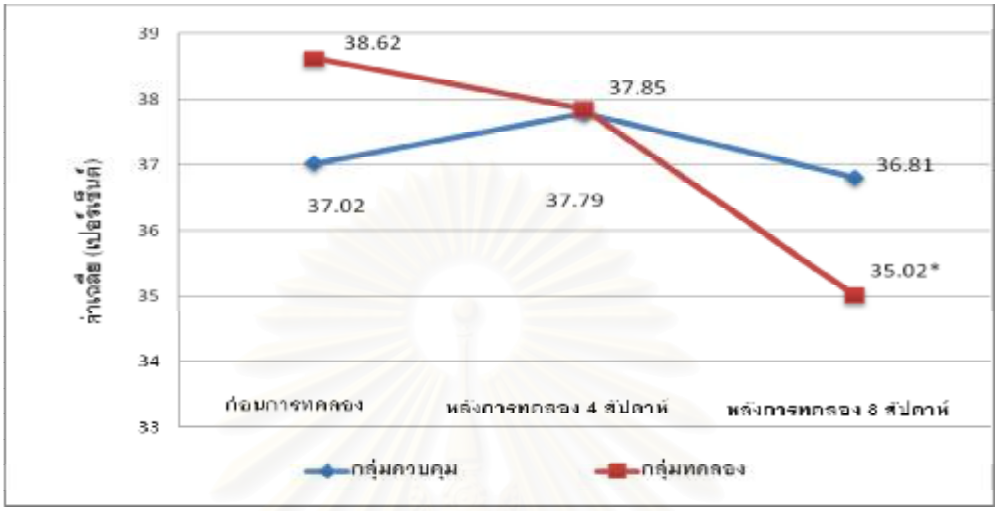
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 9 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 10 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านดัชนีความล้าก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรี ที่ทำการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ เป็นนักกีฬาเพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 30 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive selection) จากนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรี จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยใช้วิธีจับฉลากเข้ากลุ่ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่มเท่าๆ กัน กลุ่มละ 15 คนกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้กลุ่มทดลอง ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ ส่วนกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ โดยฝึกสัปดาห์ละสองวัน เป็นเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ มีการทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก และดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

นำผลที่ได้มาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนร่วม ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ แอลเอสดี ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ของกลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ

2.1 จากการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก และดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 จากการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก และดัชนีความล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงนำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยวิธีของ แอลเอสดี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 41.05 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) สูงกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 38.06 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) และหลังการทดลอง 4สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 38.76 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.2 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่ง 30 จุดหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 56.85 วินาที) ลดลงกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 57.45 วินาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.3 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิกหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 10.55 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) สูงกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 9.95 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 9.99 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.4 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 9.35 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) สูงกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 8.34 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 8.43 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.5 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพอนากาศนิยมด้านดัชนีความล้าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{x}$ = 35.05 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 38.62 เปอร์เซ็นต์) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 37.85 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่านักกีฬาแบดมินตันที่ทำการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนจะมีพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมเพิ่มขึ้นมากกว่านักกีฬาที่ฝึกตามปกติอย่างเดียวนั้น จึงเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด พลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้าของกลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติและกลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการวิ่ง 30 จุด

แสดงให้เห็นว่า การฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนสามารถพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการวิ่ง 30 จุด ได้ เนื่องจาก การวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า (Heel raise) และท่าฟรอนท์ลันจ์ (Front lunge) ซึ่งเป็นท่าฝึกที่ใช้การยืนเป็นอิสระและใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการยกคุณค่าของการใช้ท่าเหล่านี้ คือ ความสามารถที่จะเลียนแบบการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ มุมของข้อต่อและแรงระเบิดที่ต้องการเมื่อมีการวิ่งและการกระโดดในแนวดิ่ง โดยที่กล้ามเนื้อออกแรงได้เหมาะสมตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว (O'Shea, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับ ข้อสรุปของไวเนค (Weineck, 1990) ที่ว่า ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดและการวิ่งนั้นจะต้องพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ สำหรับท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉากต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า จากการศึกษาของ วิลค์และคณะ (Wilk et al., 1993) พบว่าที่มุมระหว่าง 88-102 องศาของการงอเข่าในการทำท่าแบกน้ำหนักย่อตัว เป็นมุมที่กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ (Quadriceps) ได้ดีที่สุด ซึ่ง

กล้ามเนื้อ ควอไดรเซ็พส์มีความสำคัญกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาและการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง และยังเป็นมุมที่มีความปลอดภัยและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บกับข้อต่อต่างๆของนักกีฬามากกว่าการฝึกในท่าฟูล สควอท (Full squat) ส่วนท่าฟรอนท์ ลันจ์เป็นท่าฝึกพลังกล้ามเนื้อขาที่เลียนแบบการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเฉพาะของกีฬาแบดมินตัน ในส่วนของน้ำหนักที่ใช้ในการฝึก ผู้วิจัยได้กำหนดความหนักที่ 50% ของความแข็งแรงสูงสุด ซึ่งเป็นความหนักในระดับปานกลาง จังหวะและความเร็วในการปฏิบัติแต่ละครั้งของการฝึก จะต้องปฏิบัติด้วยพลังระเบิด (Explosive) ต่อเนื่องกัน ซึ่งจังหวะและความเร็วในการปฏิบัตินี้เองจะเป็นการเสริมฤทธิ์ของรีเฟล็กซ์ และความเมื่อยล้าที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักจะเป็นแรงกระตุ้นให้ระดมหน่วยยนต์มาทำงานเพิ่มขึ้น (Chu, 1996) ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกระดมมาทำงานเพิ่มขึ้นนี้ เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่ทนต่อความเมื่อยล้า (Type IIa) (Willmore and Costill, 1999) จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้การฝึกเสริมมีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา จากการเพิ่มขึ้นของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา จึงมีผลทำให้ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด ซึ่งเป็นความสามารถที่สัมพันธ์กับทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน มีการพัฒนาขึ้นด้วย คือใช้เวลาในการวิ่งลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ ซีกเลอร์และคณะ (Siegler et al., 2003) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนที่ใช้ความหนักสูงโดยการฝึกแบบเป็นช่วงที่มีต่อพลังความอดทนในนักกีฬาฟุตบอลหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลหญิงระดับมัธยมศึกษาจำนวน 34 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลังความอดทน ที่ประกอบไปด้วย การฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกโดยใช้แรงต้านและการฝึกแบบแอนแอโรบิกโดยใช้ความหนักสูงรวมถึงการฝึกตามปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติอย่างเดียว ใช้เวลาในการฝึกเป็นจำนวน 10 สัปดาห์ ผลการทดสอบหลังการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทน สามารถพัฒนาพลังความอดทนและความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร มากกว่าการฝึกตามปกติอย่างเดียว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนเป็นการฝึกที่ใช้ทั้งระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อให้สามารถออกแรงได้เต็มที่และคงความเร็วได้ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว ซึ่งจะคล้ายคลึงกับการเคลื่อนไหวจริงในการเล่นกีฬา (O'shea, 2000) และมีประโยชน์มากในด้านการพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกของนักกีฬา คือ ช่วยรักษาระดับพลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่จะต้านทานความเมื่อยล้าในการปฏิบัติกิจกรรมตลอดช่วงเวลาที่ยาวนาน

2. สมรรถภาพอนากาศนิยมด้านพลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า

แสดงให้เห็นว่า การฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนมีผลให้พลังแบบแอนแอโรบิกและสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนดัชนีความล้ามีค่าลดลง ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพอนากาศนิยม เนื่องจากการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาเน้นการฝึกด้วยความหนักในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง มีการปฏิบัติต่อเนื่องซ้ำๆกันหลายรอบ จังหวะและความเร็วในการปฏิบัติแต่ละครั้งจะต้องปฏิบัติด้วยพลังระเบิด ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกระดมมาทำงานเพิ่มขึ้นนี้ เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่ทนต่อความเมื่อยล้า (Type IIa) ซึ่งเป็นการฝึกที่เน้นในการสร้างพลังงานในระบบไม่ใช้ออกซิเจน จึงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพอนากาศนิยม องค์ประกอบที่ส่งผลดังกล่าวคือ เกิดจากการปรับตัวของโครงสร้างภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ คือการเพิ่มทั้งขนาดและจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็ว โดยมีการเพิ่มของแอดดิโนซีน ไตรฟอสเฟส-ครีเอทีน ฟอสเฟส (ATP-CP) เพิ่มการเก็บสะสมไกลโคเจนและ การทำงานของเอนไซม์มัยโอไคเนส (Myokinase) ทำให้จำนวนของครอสบริดจ์ (Cross-bridge) และความยาวของซาร์โคเมียร์ (Sarcomere) ต่อใยกล้ามเนื้อ 1 เส้น และแหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเพิ่มการกระตุ้นของหน่วยยนต์ชนิดอัลฟา (Alpha motor neuron exitability) รวมทั้งการเกิดใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Hyperplasia) (McArdle,Katch and Katch, 1996) ซึ่งปัจจัยดังที่กล่าวมานี้ ส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถใช้พลังงานจากกระบวนการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ มินดูกัสและคณะ (Mindaugas et al., 2006) ได้ศึกษาผลระยะยาวของรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกันที่มีต่อพลัง ความเร็ว ทักษะและสมรรถภาพแบบอนากาศนิยม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชายจำนวน 35 คน อายุ 15-16 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มฝึกพลังความอดทน (ใช้ความหนักสูงและฝึกเป็นช่วง) กลุ่มฝึกความอดทน (ใช้ความหนักน้อยและฝึกแบบต่อเนื่อง) และกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ ทำการทดสอบหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า สมรรถภาพอนากาศนิยมในด้านพลังแบบแอนแอโรบิกมีค่าเพิ่มขึ้นและดัชนีความล้ามีค่าลดลง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ส่วนผลการวิจัยภายในกลุ่ม แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของกลุ่มทดลองและประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่นำมาฝึกเสริม เป็นเวลา 2 วันต่อสัปดาห์ และผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลาเพียง 4 สัปดาห์ของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนยังไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม แต่พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมจะมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้

ชัด ต้องใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ เพราะการฝึกพลังความอดทน เป็นการฝึกที่ผสมผสานระหว่างพลังและความอดทนของกล้ามเนื้อเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งพลังเกิดจากการรวมตัวกันระหว่างความแข็งแรงและความเร็ว (Yessis, 1994) ทั้งนี้เนื่องจากการฝึกเสริมเพียง 2 วันต่อสัปดาห์ ดังนั้นจึงอาจต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกประมาณ 8 สัปดาห์ เพื่อที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในทางสรีรวิทยาเพื่อที่จะพัฒนาการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ บอมพา (Bompa, 1999) ที่กล่าวว่า การฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจงเป็นระยะที่สองของการฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขัน (Preparation period) เป็นระยะการฝึกซ้อมที่ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน การฝึกซ้อมในระยะนี้มีจุดมุ่งหมายพื้นฐานเพื่อให้นักกีฬาได้รับการพัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงกับประเภทการแข่งขัน และเป็นการฝึกซ้อมเพื่อเข้าสู่ระยะการแข่งขัน (Competition period) ดังนั้น ผู้ฝึกสอนหรือนักกีฬาที่นำโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนมาฝึกเสริมเป็นเวลา 2 วันต่อสัปดาห์ เพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม ควรใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์

สรุปได้ว่าการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนมีผลต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชายระดับสโมสรได้จริง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. การฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนมีผลต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนสำหรับผู้ฝึกสอนและนักกีฬา เพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยม ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการฝึกและกล้ามเนื้อได้รับการฝึกในกิจกรรมที่หลากหลายมากกว่า เพราะเป็นการฝึกที่ผสมผสานหรือฝึกควบคู่กันระหว่างพลังและความอดทน และสามารถนำไปฝึกกับนักกีฬาจำนวนมากได้

2. น้ำหนักที่ใช้ในการฝึก เป็นน้ำหนักที่ผู้ฝึกสามารถฝึกได้ด้วยตนเอง มีความปลอดภัยกับผู้ฝึก ซึ่งต่างจากการฝึกบางรูปแบบที่ใช้ความหนักในระดับสูงมาก ต้องมีผู้ช่วยในการฝึกและนักกีฬามีโอกาสเกิดการบาดเจ็บได้ง่ายจากรูปแบบการฝึก แต่อย่างไรก็ตามนักกีฬาที่ได้รับการฝึกในช่วงระยะแรกๆ จำเป็นต้องได้รับคำแนะนำเพื่อให้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บของนักกีฬา

3. เป็นแนวทางในการนำรูปแบบการฝึกพลังความอดทนไปใช้ในการฝึกกับประเภทกีฬาอื่นที่ต้องใช้พลังความอดทนของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพอนากาศนิยมเป็นหลัก เพื่อลดปัญหาการเมื่อยล้าง่าย หมดแรงเร็ว ไม่สามารถใช้พลังระเบิดซ้ำๆกันได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดภายหลังการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ

2.ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในนักกีฬาประเภทอื่นที่ต้องใช้พลังความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนอื่นๆของร่างกาย และพัฒนาโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อให้เหมาะสมกับชนิดกีฬาหรือทักษะกีฬานั้นๆ

3.ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการคงสภาพพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพ อนากาศนิยมหลังจากการหยุดฝึกแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การท่องเที่ยวและกีฬา, กระทรวง. **แผนพัฒนาการกีฬาแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2550-2554)**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การค้าของ สกสค, 2550.

การกีฬาแห่งประเทศไทย, ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา. **การทดสอบสมรรถภาพทางกาย**. (เอกสารอัดสำเนา). กรุงเทพมหานคร : (ม.ป.ท.), 2543.

การกีฬาแห่งประเทศไทย, กองการฝึกอบรมสำนักพัฒนาบุคลากรกีฬา. **คู่มือการฝึกสอนแบดมินตัน**. กรุงเทพมหานคร : (ม.ป.ท.), 2546.

เจริญ กระบวนรัตน์. **หลักการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายนักกีฬา**. กรุงเทพมหานคร : (ม.ป.ป.).

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

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. **สรีรวิทยาการออกำลังกาย**. กรุงเทพมหานคร : เทพรัตน์การพิมพ์, 2528.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด. **ปทานุกรมศัพท์กีฬาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การกีฬา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

นภพร ทัศนัยนา. **คัมภีร์ผู้ฝึกสอนแบดมินตัน**. นครศรีธรรมราช : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2548.

นภพร ทัศนัยนา. วิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับแบดมินตัน. **วารสารผู้ฝึกสอนแบดมินตัน** 10 (กุมภาพันธ์ 2544) : 25-27.

ฟอง เกิดแก้ว. **ประวัติพลศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

วรศักดิ์ เพียรชอบ. **หลักและวิธีสอนพลศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2527.

ไวพจน์ จันทร์เสม. **การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. **การฝึกสมรรถภาพทางกาย**. กรุงเทพมหานคร : ไทยมิตรการพิมพ์, 2536.

สนธยา สีละมาด. **หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

สุชาติ โสมประยูร. **วิ่งสมาธิสู่เส้นทางสุขภาพและสมรรถภาพที่สมบูรณ์**. กรุงเทพมหานคร : เทพนิมิตร, 2535.

อรรคพล เพ็ญสุภา. **แบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกีฬาแบดมินตันและสมรรถภาพทางกาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

ภาษาอังกฤษ

Adams, K., O'Shea, K. and Climstein, M. The effect of six weeks of squat, plyometrics and squat-plyometrics on power production. **Journal of Applied Sport Science Research.** 1992. (52-58).

Asmussen, E. Muscle Fatigue, **Medicine and Science in Sports**, 1979,11: 313-321.

Astrand, P. and Rodahl, K. **Textbook of work physiology**. 2 nd ed. New York : McGraw-Hill, 1977.

Badminton World Federation. **World ranking**[Online]. 2007. Available from http://www.internationalbadminton.org/ranking.asp[2008, April 10]

Baechle TR., Earle RW. and Wathen D. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.

Bangsbo, J. et al. Aerobic energy production and Oxygen deficit-debt relationship during exhasustive exercise in humans. **J.Physio. (Lond)**. 422:539.1990.

Bar-Or, O. Test Anaerobic de Wingate: arateristiques et applications. **Symbioses.** 1981, 13: 157-172.

Bar-Or, O. The Wingate Anaerobic Test: an update on methodology, reliability and validity. **Sports Medicine**. 1987, 4: 381-394.

Bishop, D., Jenkins, D.J., Mackinnon, L., Carey, M.F., and McEniery, M. The influence of resistance training on endurance performance in female endurance cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1997, 29(5), Supplement abstract 1502.

Bompa, Tudor O. **Periodization of strength**. Veritas Publishing Inc. Toronto, Canada, 1993.

Bompa, Tudor O. **Periodization of Strength, the new wave in strength training.** 3rd ed. Veritas Publishing Inc. Toronto, Canada, 1996.

Bompa, Tudor O. **Periodization training for sports**. Veritas Publishing Inc. Toronto, Canada, 1999.

Bosco, C. et al. The effect of extraload conditioning on muscle performance in athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 18, 415-419.

Conley, M.S. and Rozenek, R. Health aspects of resistance exercise and training. **National Strength and Conditioning Association Journal** (December 2001): 9-23.

Cheng C.F. et al. Influences of plyometric on power and power-endurance in high school basketball players. **The American College of Sports Medicine.** 2003.

Chin, M.K., Wong, A.S., So, RCH. et al. Sport specific fitness testing of elite badminton players. **Br.J.Sports Med.** 1995, 29 : 153-157.

Christos, P.B. et al. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 17(2): 393-401, 2003.

Chu, D.A. **Explosive power and strength. Complex training for maximum results.** Champaign, IL: Human Kinetic, 1992.

Chu, D.A. **Explosive power & strength**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

Fabian, N.M. et al. Consecutive strength and power mesocycles- the effects on power-endurance in strength trained women. **The American College of Sports Medicine,** 2002.

Fleck, S.J. and Kraemer, W.J. **Designing Resistance Training Programs**: 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.

Groppel, J.L. and Roetert, E.P. Applied physiology of tennis. **Sports Medicine.** 14(4): 260 – 268, 1992.

Hawley, J. and Burke, L. **Peak performance: Training and nutritionalstrategies for sport.** NSW: Allen & Unwin, 1988.

Hedrick, A. and Anderson, J.C. The vertical jump : A review of the literature and a team case study. **National Strength and Conditioning Association Journal.** (February 1996) : 7 - 12.

Hetzler, R.K., DeRenne, C., Buxton, B.P., Ho, K.W., Chai, D.X., and Seichi, G. Effects of 12 weeks of strength training on anaerobic power in prepubescent male athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 1997, 11: 174-181.

Heyward, V.H. Muscle testing for sport. In O. Appenzeller (2nd ed.), **Sports Medicine,** pp. 403-418. Maryland: Urban & Schwarzenberg, 1988

Hickson, R.C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **Europian Journal Applied Physiology,** 1980, 56 : 255-263.

Hoff, J., Gran, A., and Helgerud, J. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. **Scand J Med Sci Sports,** 2002 Oct; 12(5): 288-295.

Hoff, J. Anaerobic power. **Norms for Fitness, Performance, and Health.** Human Kinetics, 2006

Johnson, D.L., and Bahamonde, R. Power output estimate in university athletes. **Journal of strength and Conditioning Research,** Vol,10(3), 161-166, 1996.

Kritpet, T.T. The effects of six weeks of squat and plyometric training on power production. (Oregon state University) **Dissertation Abstracts International**. 50(1988): 1244-A.

Lumb, D.R. **Physiology of exercise.** New York: Macmilan Publishing Company, 1984.

MacDougall, J.D. et al. **Physiological Testing of the High-Performance Athlete**. Champaign, Illinios: Human Kinetics, 1991.

Mahoney, C.A. and Sharp, N.C.C. Physiological profile of elite junior badminton player in South Africa. **Science in Racquet Sports**. Academic Publishers, Del Mar, 1995.

Mayhew, J.L. et al. Gender differences in strength and anaerobic power tests. **Journal of Human Movement Studies,** 26:227 – 243. 1994**.**

McArdle W.D.M, Katch, F.I. and Katch, V.L. **Exercise Physiology**. New York: Praeger Publisher, 2004.

Mindaugas Balciunas et al. Long Term Effects of different training modalites on power , speed , skill and anaerobic capacity in young male basketball players. **Journal of Sports Science and Medicine,** vol 5, 163-170 , 2006.

Moeger, W.W.K. **Lifetime physical fitness and wellness.** 2nd ed. Colorado: Morton Publishing, 1989.

Omosegaard, B. **Design of Training using Scientific Data.** Danish Badminton Association, 1996.

O'Shea, P. Toward an understanding of power. **National Strength and Conditioning Association Journal,** 1999.

O'Shea, P. **Quantum Strength Fitness II** (Gaining the Wining Edge). Pattrick's Books, 2000.

Pearson, D. Periodization at a Glance. **National Strength and Conditioning Association Journal.** (April 1999): 52-53.

Reilly, T. et al. **Physiology of Sports.** London: E. & F.N. Spon, 1990.

Roy, J.S. et al. **Clinical exercise physiology.** 1st ed. Mosby-year Book inc. in USA, 1994.

Rhyan, S. A 10 weeks training program for the Strend. **National Strength and Conditioning Association Journal.** 1998.

Schmidtbleicher, Training for power events. Ln P.V. Komi (2nd ed.), **Strength and Power in Sport**. Pp. 381-395. London: Blackwell Scientific, 1992.

Shoenfeld, B. Repetition and muscle hypertrophy. **National Strength and Conditioning Association Journal.** (December, 2000): 67-69.

Siegler, J. et al. Changes evaluated in soccer-specific power endurance either with or without a 10- week, in-season, intermittent, high-intensity training protocol. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 17(2): 379-387 , 2003.

Thompson, P.J. **Introduction to coaching theory.** Marshallarts Prints services ltd. West Sussex, 1991.

Todd, M.K. and Mahoney, C.A. Determination of pre-season physiological characteristics of elite male squash players. In: T. Reilly; M. Hughes and A. Lees (2nd ed.), **Science and Racket Sports.** London: E and FN Spon. 1995.

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

Watts, J.H. Sport –specific conditioning for anaerobic athletes. **National Strength and Conditioning Association Journal**, 1996.

Weineck, J. **Functional anatomy in sport**. 2nd ed. St.louis : Mosby-year book, 1990.

Wilk, K. E. et al. The elctromyogaphic activity of the quadriceps femoris, vastus medialis/latsraiis ratio dunng squats, leg press and knee extension exercises. **J Orrhop Sporis Phw Ther**. 1993: 73. (580).

William, D.M. and Katch, V.L. **Exercise Physiology**. 4th ed. New York: Praeger Publisher, 1996.

Willmore, J. and Costill, D. **Physiology of Sport & Exercise**. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.

Wilson, G.J. **Strength and Power in Sport**. Applied Anatomy and Biomechanics in Sport. Blackwell Scientific Publications, 1994.

Wonisch, M. et al. Validation of a field test for the non-invasive determination of badminton specific aerobic performance. **Br. J. Sports Med**, 37:115 – 118. 2003.

Wrigley, T. and Strauss, G. Strength assessment by isokinetic dynamometry. In: C. Gore, 2nd ed. **Physiological Tests for Elite Athletes.** Australian Sports Commission. (155 – 199). Champaign, Illinios: Human Kinetics, 2000.

Yessis, M. Training for power sports-part 1. **National Strength and Conditioning Association Journal**, 1994. (42-45).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมการฝึกเสริมพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

หลักการและเหตุผล : โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนเป็นโปรแกรมการฝึกที่ผสมผสานหรือฝึกควบคู่กันระหว่างพลังและความอดทน ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะการเคลื่อนที่ของกีฬาที่ต้องใช้พลังในการปฏิบัติซ้ำๆกัน กล้ามเนื้อได้รับการฝึกในกิจกรรมที่หลากหลาย เป็นการประหยัดเวลาในการฝึกและสามารถนำไปฝึกกับนักกีฬาจำนวนมากได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย : เพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย

ค่าความตรง : นำโปรแกรมการฝึกไปไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขและพิจารณาถึงค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

ค่าความเที่ยง : วิเคราะห์ค่าความเที่ยงของโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อของนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่ไช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน10 คน โดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-retest) เมื่อพิจราณาจากอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย สัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 2 พบว่า (r = 0.88) แสดงว่า โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของ กล้ามเนื้อมีความเที่ยงในระดับสูง

โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจะใช้การฝึก 2 ท่า ตามลำดับดังนี้

1. ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า (Heel raise)

2. ท่าฟรอนท์ลันจ์ (Front lunge)

1. **ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า**	กลุ่มควบคุม สัปดาห์ที่1-8	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 1-4	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 5-8
น้ำหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก (%1 อาร์เอ็ม)	-	50%	50% (%1 อาร์เอ็มใหม่)
จำนวนครั้งในการฝึกด้วยน้ำหนัก (ครั้ง)	-	20	20
จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	-	เร็วและต่อเนื่อง	เร็วและต่อเนื่อง
จำนวนชุดในการฝึกด้วยน้ำหนัก	-	3	3
ระยะเวลาพักระหว่างชุด	-	5 นาที	5 นาที
เวลารวม	-	18 นาที	18 นาที

2. **ท่าฟรอนท์ลันจ์** (Front lunge)	กลุ่มควบคุม สัปดาห์ที่1-8	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 1-4	กลุ่มทดลอง สัปดาห์ที่ 5-8
น้ำหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก (%1 อาร์เอ็ม)	-	50%	50% (%1 อาร์เอ็มใหม่)
จำนวนครั้งในการฝึกด้วยน้ำหนัก (ครั้ง)	-	20	20
จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	-	เร็วและต่อเนื่อง	เร็วและต่อเนื่อง
จำนวนชุดในการฝึกด้วยน้ำหนัก	-	3	3
ระยะเวลาพักระหว่างชุด	-	5 นาที	5 นาที
เวลารวม	-	20 นาที	20 นาที

-ใช้เวลาในการฝึกและระยะเวลาพัก รวมทั้ง 2 ท่า ใช้เวลาประมาณ 40 นาที

-ใช้เวลาในการอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) 10 นาที

-ใช้เวลาในการคลายกล้ามเนื้อ (Cool-down) 10 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่าฝึกด้วยน้ำหนัก (Half squat และตามด้วย Heel raise)

วิธีปฏิบัติ

1.ยืนเตรียมพร้อมเท้าทั้งสองห่างกันเท่าความกว้างของช่วงไหล่ ปลายเท้าแยกออกจากกันเล็กน้อยปลายเท้าชี้ตรงไปข้างหน้าจับบาร์เบลให้กระชับ มือทั้งสองข้างห่างกันมากกว่าความยาวช่วงไหล่ จากนั้นค่อยๆวางบาร์ลงบนบ่าทั้งสองข้างอย่างสมดุล

2.ยืนตัวตรง ตามองข้างหน้า ตั้งสมาธิก่อนการฝึก

3.ค่อยๆย่อตัวลงพร้อมกับรักษาสมดุลของบาร์ไม่ให้แกว่งไปมาจนกระทั่งมุมที่เข่า เท่ากับ 90 องศา โดยให้น้ำหนักตัวตกอยู่ที่ข้อเท้าทั้งสองข้าง แล้วค้างไว้อยู่ในท่าเริ่มต้น (Half squat)

4.ออกแรงดันน้ำหนักขึ้นไปในแนวดิ่ง เมื่อขาตึงแล้วให้เขย่งปลายเท้าตามขึ้นไป (Heel raise)

5.ค่อยๆย่อตัวลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

6.ออกแรงดันน้ำหนักขึ้นไปในแนวดิ่ง โดยไม่ค้างไว้ จนครบจำนวน

ท่าฝึกด้วยน้ำหนัก (Front lunge)

วิธีปฏิบัติ

1.ยืนเตรียมพร้อมเท้าทั้งสองห่างกันเท่าความกว้างของช่วงไหล่ ปลายเท้าแยกออกจากกันเล็กน้อยปลายเท้าชี้ตรงไปข้างหน้าจับบาร์เบลให้กระชับ มือทั้งสองข้างห่างกันมากกว่าความยาวช่วงไหล่ จากนั้นค่อยๆวางบาร์ลงบนบ่าทั้งสองข้างอย่างสมดุล

2.ยืนตัวตรง ตามองข้างหน้า ตั้งสมาธิก่อนการฝึก

3.จากนั้นก้าวขาข้างหนึ่งไปทางด้านหน้า โดยพยายามให้หลังเหยียดตรง

4.งอเข่าที่อยู่ด้านหน้าลงจนกระทั่งต้นขากับปลายขาทำมุม 90 องศา ในขณะที่เข่าที่อยู่ด้านหลังอยู่สูงจากพื้นประมาณ 2-3 นิ้ว

5.เหยียดเข่าที่อยู่ด้านหน้ายกตัวขึ้นกลับสู่ท่าเริ่มต้น

6.ก้าวขาอีกข้างหนึ่งในลักษณะเดียวกันสลับกันไป จนครบจำนวนครั้งที่ต้องการ

ข้อควรระวังในการปฏิบัติ

1. ในขณะย่อตัวลง พึงระวังอย่าให้หัวเข่าเกินแนวปลายเท้า เพราะหากปล่อยให้หัวเข่าเกินแนวปลายเท้า นั่นหมายถึง น้ำหนักส่วนบนทั้งหมดของร่างกายและน้ำหนักจากแรงโน้มถ่วงของโลกจะตกอยู่ที่หัวเข่าเพียงอย่างเดียว อาจส่งผลทำให้กล้ามเนื้อและเอ็นหัวเข่าได้รับอันตรายอย่างเฉียบพลัน
2. ในขณะปฏิบัติ ต้องมีสมาธิ สายตามองตรงไปทางด้านหน้า อย่าพยามยามมองลงด้านล่าง หรือมองเพดาน นั่นอาจทำให้กล้ามเนื้อบริเวณคอได้รับบาดเจ็บ เพราะกล้ามเนื้อบริเวณนี้ต้องรองรับน้ำหนักจากบาร์เบลล์ที่มีความหนักค่อนข้างมาก
3. อย่างอหลังขณะปฏิบัติ เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายต่อกระดูกสันหลังและกล้ามเนื้อบริเวณหลัง
4. การหายใจ ในขณะออกแรงให้หายใจออก และขณะผ่อนแรงให้หายใจเข้า และห้ามทำการกลั้นหายใจขณะออกแรงเพราะอาจทำให้เกิดอันตรายต่อระบบหลอดเลือดของร่างกายในระยะยาวได้

ค่าความเที่ยงของอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อโดยใช้กับนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-retest)

ตัวแปร	สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 2		r	p
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD		
อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้ง/นาที) ขณะทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ	159.30	3.53	159.60	2.01	0.88	.00*

* $P \leq .05$

ค่าความเที่ยงของโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อของนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เมื่อพิจราณาจากอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 2 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.88 แสดงว่า โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อมีความเที่ยงในระดับสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

วิธีการทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง โดยวิธีเทียบค่าคงที่
โดยใช้โอลิมปิกบาร์เบล

วิธีปฏิบัติ มีขั้นตอนดังนี้

1.ให้นักกีฬาเตรียมความพร้อมหรืออบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้เสร็จสิ้นและพร้อมทำการทดสอบ

2.อธิบายวิธีการทดสอบและท่าทางที่ถูกต้องที่ใช้ในการทดสอบให้นักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบเข้าใจโดยละเอียด

3.ให้นักกีฬาทดลองยกน้ำหนักในท่าที่จะฝึกประมาณ 5 ครั้ง โดยใช้ความหนักในระดับต่ำเพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อและจัดท่าทางให้ถูกต้อง แล้วพักประมาณ 3 นาที
ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า (Heel raise)

4.ให้นักกีฬายกน้ำหนักในท่าที่จะฝึกด้วยความหนักที่นักกีฬาสามารถยกได้สูงสุดไม่เกิน 5 ครั้ง ด้วยท่าทางที่ถูกต้อง

5.บันทึกจำนวนครั้งที่ยกได้ และน้ำหนักที่ยกได้

6.คำนวณค่าความแข็งแรงสูงสุดในแต่ละท่าการฝึก โดยใช้การประมาณค่าหนึ่งอาร์เอ็ม คิดเป็นกิโลกรัม ดังนี้

1 ครั้ง เท่ากับ 100% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.0000
2 ครั้ง เท่ากับ 95% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.0526
3 ครั้ง เท่ากับ 93% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.0753
4 ครั้ง เท่ากับ 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.1111
5 ครั้ง เท่ากับ 87% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.1494
แล้วนำมาคำนวณจากสูตร ได้ดังนี้
น้ำหนักที่ยกได้ × ค่าคงที่ของจำนวนครั้งที่ยกได้ = ค่า 1 RM ที่ได้

ที่มา : บีเคิล เอิล และวาเทน (Baechle, Earle and Wathen, 2000)

ภาคผนวก ค.

การทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา
(พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น)

คุณลักษณะของการทดสอบ

การทดสอบกระโดดต่อเนื่อง (Repetitive jump test) เป็นการประเมินพลังทางกลไกของกล้ามเนื้อขา ในการกระโดดที่มีหลายช่วงเวลาซึ่งจะสามารถประเมินพลังความอดทนของกล้ามเนื้อเฉพาะที่ใช้ออกแรง

เครื่องมือ อุปกรณ์การทดสอบ

ในการทดสอบจะใช้เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300 ซึ่งจะประกอบด้วย เครื่องจับเวลาแบบดิจิตอล (Digital timer) ต่อเชื่อมกับแผ่นกระโดด (Contact mat) เครื่องจับเวลาจะบันทึกเวลาที่ลอยอยู่ในอากาศ (All flight) และเวลาที่สัมผัสแผ่นกระโดด (Contacts times) และนับจำนวนครั้งของการกระโดด (The number of jumps) ตามเวลาที่กำหนดไว้ เช่น 15,30 หรือ 60 วินาที (ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดเวลาที่ 30 วินาที)

วิธีการทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

1.ให้นักกีฬาเตรียมความพร้อมหรืออบอุ่นร่างกายให้เสร็จสิ้นและพร้อมทำการทดสอบ

2.อธิบายวิธีการทดสอบและท่าทางที่ถูกต้องที่ใช้ในการทดสอบให้นักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบเข้าใจโดยละเอียด

3.ให้นักกีฬายืนบนแผ่นรองรับ มือทั้งสองข้างแตะอยู่ที่สะโพก เท้าทั้งสองข้างห่างกันประมาณช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ตรงไปข้างหน้า

4.ค่อยๆย่อตัวลงจนกระทั่งมุมที่เข่า เท่ากับ 90 องศา โดยให้น้ำหนักตัวตกอยู่ที่ข้อเท้าทั้งสองข้าง แล้วค้างไว้อยู่ในท่าเริ่มต้น

5.ออกแรงกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างเต็มที่และเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

6.ลงสู่แผ่นรองรับด้วยปลายเท้าก่อน แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

7.ออกแรงกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งซ้ำๆกัน โดยรักษาท่าทางไว้ จนกระทั่งครบ 30 วินาที

8.บันทึกค่าพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่ได้จากการคำนวนของเครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300 มีหน่วยเป็นวัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ภาพการทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

ข้อควรระวังในการปฏิบัติ

1. เนื่องจากการทดสอบจะต้องปฏิบัติด้วยพลังระเบิดซ้ำๆกัน ดังนั้นก่อนทำการทดสอบทุกครั้งควรมีการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับกล้ามเนื้อและเอ็น เพิ่มมุมการเคลื่อนไหวให้กับข้อต่อ และยังเป็นการป้องกันการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากการทดสอบด้วย
2. ในขณะย่อตัวลง พึงระวังอย่าให้หัวเข่าเกินแนวปลายเท้า เพราะหากปล่อยให้หัวเข่าเกินแนวปลายเท้า น้ำหนักส่วนบนทั้งหมดของร่างกายและน้ำหนักจากแรงโน้มถ่วงของโลกจะตกอยู่ที่หัวเข่าเพียงอย่างเดียว อาจส่งผลทำให้กล้ามเนื้อและเอ็นหัวเข่าได้รับอันตรายอย่างเฉียบพลัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
การทดสอบความสามารถในการวิ่ง 30 จุด
แบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน

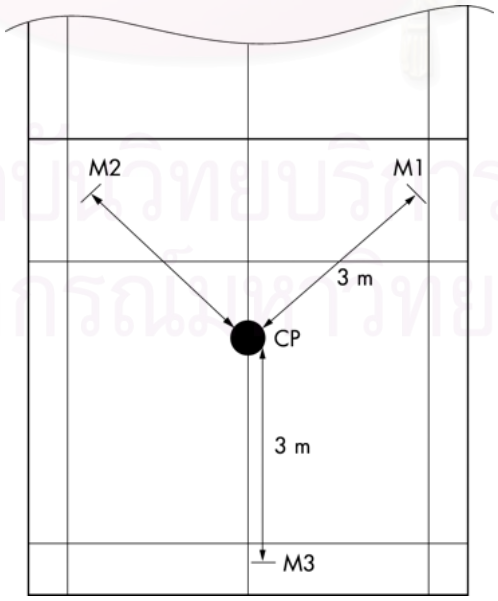
หลักการและเหตุผล : ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด เป็นความสามารถในการวิ่งที่สัมพันธ์กับทักษะการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตัน ซึ่งความเร็วในการวิ่งจะมีความสัมพันธ์กับพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทาง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย : เพื่อทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่สัมพันธ์กับทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน

ค่าความเที่ยง : วิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตันของนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน10 คน โดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-retest) เมื่อพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการวิ่ง 30 จุดสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 2 พบว่า (r = 0.86) แสดงว่า แบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตันมีความเที่ยงใน ระดับสูง

อุปกรณ์

1. แร็กเกตแบดมินตัน
2. นาฬิกาจับเวลา



ขั้นตอนการทดสอบ

1. ให้นักกีฬาเตรียมความพร้อมหรืออบอุ่นร่างกายให้เสร็จสิ้นและพร้อมทำการทดสอบ
2. ให้นักกีฬาถือแร็กเกตแบดมินตัน ยืนเตรียมพร้อม อยู่บริเวณกลางคอร์ท
3. เมื่อได้รับสัญญาณให้นักกีฬาเริ่มปฏิบัติ

การปฏิบัติให้นักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบ เริ่มวิ่งจากกลางคอร์ท ไปยังข้างหน้าซึ่งอยู่ทางด้านขวาของตำแหน่งกลางคอร์ทเป็นระยะ 3 เมตร ก้าวเข้าทำท่าตีลูกในจุดที่ 1 จากนั้นถอยหลังด้วยความรวดเร็วกลับมาในตำแหน่งกลางคอร์ท และก้าวเข้าไปทำท่าตีลูกในจุดที่ 2 ซึ่งอยู่ข้างหน้าด้านซ้ายของตำแหน่งกลางคอร์ทเป็นระยะ 3 เมตร แล้วถอยหลังด้วยความรวดเร็วกลับมาในตำแหน่งกลางคอร์ท จากนั้นถอยหลังทำท่ากระโดดตีลูกในจุดที่ 3 ซึ่งอยู่ตรงกลางทางด้านหลังห่างจากตำแหน่งกลางคอร์ทเป็นระยะ 3 เมตร (วิ่งครบ 3 จุด ให้นับเป็น 1 เซต) นักกีฬาจะต้องวิ่งฟุตเวิร์คโดยมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางอย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวเป็นจำนวน 10 เซต

หมายเหตุ การก้าวเข้าตีลูกในจุดที่กำหนดให้ทุกครั้ง จะต้องวิ่งผ่านจุดกลางเสมอ
การทำท่าตีลูกในจุดที่ 1 และ 2 ให้ทำท่าหยอดลูกหน้าตาข่าย
การทำท่าตีลูกในจุดที่ 3 ให้ทำท่ากระโดดตีลูกหลังคอร์ท

ทั้งนี้นักกีฬาจะต้องระมัดระวังในเรื่องปลายเท้าให้ดี คือ ปลายเท้าต้องชี้ไปตามตำแหน่งของลูกที่จะตี เพื่อป้องกันมิให้ข้อเท้าพลิกหรือบาดเจ็บได้ง่าย

การบันทึกค่า

นักกีฬาจะต้องวิ่งให้ครบจำนวน 10 เซต (30 จุด)

จะใช้นาฬิกาจับเวลา เพื่อดูเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่เมื่อครบ 30 จุด (มีหน่วยเป็น วินาที)

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Badminton specific field test ของ วอนิช และคณะ

(Wonisch M, 2003)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าความเที่ยงของเวลาที่ใช้ในการวิ่ง 30 จุด ขณะทำการทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตันโดยใช้กับนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-retest)

ตัวแปร	สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 2		r	p
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD		
เวลาที่ใช้ในการวิ่ง 30 จุด (วินาที) ขณะทำการทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน	59.89	0.86	59.94	1.25	0.86	.00*

* P ≤ .05

ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน ของนักกีฬาแบดมินตันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เมื่อพิจราณาจากเวลาที่ใช้ในการวิ่ง 30 จุด สัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 2 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.86 แสดงว่าแบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน มีความเที่ยงในระดับสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

วิธีการทดสอบวินเกท เทส (Wingate test)

วิธีการทดสอบวินเกท เทส เป็นการทดสอบที่อาจจะทำให้นักกีฬาได้รับการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย เนื่องจาก จะต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อสูงสุดในการปั่นจักรยานด้วยความเร็วตลอดช่วงเวลา 30 วินาที ดังนั้นผู้วิจัยได้มีการอธิบายเกี่ยวกับวิธีการทดสอบให้นักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบเข้าใจโดยละเอียด ดังนี้

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และอบอุ่นร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อให้พร้อมที่จะทำงาน ป้องกันการบาดเจ็บ เช่นการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ อีกทั้งยังช่วยให้ความสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพและยังช่วยเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นจักรยานในท่าทางที่ถูกต้อง และมีความสูงพอเหมาะ

3. ใส่ข้อมูลเพื่อหาน้ำหนักถ่วงที่ใช้ในการทดสอบด้วยขา ซึ่งได้จาก น้ำหนักตัว × 0.075

4. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบปั่นจักรยานอบอุ่นร่างกาย โดยปั่นจักรยานที่ความหนักต่ำๆ ประมาณ 5 นาที

5.จากนั้นปั่นจักรยานที่ไม่มีแรงต้านประมาณ 2 นาที แล้วเพิ่มความเร็วของการปั่นด้วยความเร็วเต็มที่ที่สามารถทำได้ ประมาณ 15 วินาที

6. จากนั้นผู้ทดสอบบอก “เริ่ม” ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบปั่นจักรยานด้วยความเร็วเต็มที่ที่สามารถทำได้ตามแรงต้านทีกำหนด พร้อมผู้ทดสอบกดสัญญาณเริ่มการทดสอบที่เครื่องคอมพิวเตอร์

7. เมื่อปั่นจักรยานครบ 30 วินาทีแล้ว ต้องรีบลดน้ำหนักถ่วงอย่างรวดเร็ว และให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบปั่นต่อไปเรื่อยๆช้าๆ ประมาณ 2-3 นาทีก่อนหยุด เพื่อลดการตึงตัวของกล้ามเนื้อและทำให้รู้สึกผ่อนคลาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. บันทึกค่าที่ได้จากการคำนวณของเครื่อง โดยจะสามารถวัดค่าต่างๆได้ดังต่อไปนี้

- กำลังงานที่ทำได้สูงสุด (Peak power output : PP) หน่วยคือ วัตต์

-ค่าสัมพัทธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลของร่างกาย (Relative peak power output : RPP) หน่วยคือวัตต์/กิโลกรัม

-ค่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) หน่วยคือ วัตต์

-ค่าสัมพัทธ์ของสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกต่อมวลของร่างกาย (Relative anaerobic capacity) หน่วยคือวัตต์/กิโลกรัม

-ร้อยละดัชนีความล้า (% Fatigue index)

ที่มา งานสมรรถภาพกีฬา กอง/ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย

ภาพวิธีการทดสอบวินเกท เทส (Wingate test)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลการทดสอบ

ชื่อ-นามสกุลผู้เข้ารับการทดสอบ.....

การทดสอบครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่ทำการทดสอบ.....

เวลาที่เริ่มทำการทดสอบ.....

น้ำหนักตัวก่อนทำการทดสอบ.....กิโลกรัม

ค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1 RM) .....กิโลกรัม

หมายเหตุ.....

ข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพอนากาศนิยม

	ค่าที่ได้ (หน่วย)
พลังแบบแอนแอโรบิก	……..วัตต์
พลังแบบแอนแอโรบิกเทียบกับน้ำหนักตัว	.....วัตต์/กิโลกรัม
สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก	.....วัตต์
สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกเทียบกับน้ำหนักตัว	.....วัตต์/กิโลกรัม
ดัชนีความล้า	.....เปอร์เซ็นต์

ข้อมูลการทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power endurance)

ค่าที่ได้.....วัตต์/กิโลกรัม

ความสามาถในการวิ่ง 30 จุด

นักกีฬาเคลื่อนที่สิ้นสุดจุดที่ 30 ใช้เวลา.....วินาที

ภาคผนวก ช

การฝึกปกติในแต่ละวันของนักกีฬาแบดมินตันสโมสรธนบุรี ประกอบด้วยการฝึกดังนี้

17.00-17.15	อบอุ่นร่างกาย warm-up
17.15-18.15	เริ่มทำการฝึกซ้อมทักษะการตีลูกพื้นฐานต่างๆ ดังนี้ - ลูกดาด - การตีลูกโด่งท้ายสนาม - ลูกตัดหยอด - ลูกตบ - ลูกหยอด - การเสิร์ฟลูก
18.15-19.15	การฝึกซ้อมการเล่นเกมการแข่งขัน ทั้งประเภทเดี่ยวและคู่
19.15-20.00	การวิ่งเคลื่อนที่ตีลูกจากการปล่อยลูกของผู้ฝึกสอน
20.00-20.20	การวิ่งคอร์ท การวิ่งระยะสั้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการเร่งความเร็ว การฝึกความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต การฝึกความแข็งแรง รวมถึงการการฝึกรูปแบบต่างๆที่เน้นการเพิ่มสมรรถภาพทางทักษะ
20.20-20.30	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ cool-down

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ซ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รศ เจริญ กระบวนรัตน์	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ.ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์	อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผศ. สนธยา สีละมาด	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒน์
4. ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา
5. นายปราโมทย์ ธีระวิวัฒน์	ผู้ฝึกสอนกีฬาแบดมินตันทีมชาติไทย สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูถัมภ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(อ.ภายนอกสำนัก)

ที่ ศธ 0512.24 /

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม1 ปทุมวัน กทม.
10330

18 ตุลาคม 2550

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา สีละมาด

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงร่างวิทยานิพนธ์

ด้วยนายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ 2 แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง " ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย " ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของรองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้มีความถูกต้อง และความสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐-๒๒๑๘-๑๐๑๖

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฌ

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient/ Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย

ชื่อผู้วิจัย นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาตราจารย์ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 089-146-9272 E-mail : umum_26@hotmail.com

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้คำยินยอมและเอกสารอื่นๆ ที่ให้แก่ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยประกอบด้วย คำอธิบายดังต่อไปนี้

(1) โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงทดลองโดยศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย ซึ่งเป็นนักกีฬาของสโมสรแบดมินตันธนบุรี จำนวน 30 คน ผลที่ได้สามารถนำไปพัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงของนักกีฬา เพราะเป็นการฝึกควบคู่กันระหว่างพลังและความอดทนของกล้ามเนื้อที่มีประโยชน์มากในแง่ของการประหยัดเวลาแต่กล้ามเนื้อได้รับการฝึกและมีการพัฒนาได้ดีกว่า

(2) วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย

(3) ลักษณะของประชากรตัวอย่าง เป็นนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรีที่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ ระดับเยาวชน เพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 30 คน มีสมรรถภาพทางกายและความสามารถทางทักษะกีฬาแบดมินตันที่ใกล้เคียงกัน ลักษณะของโปรแกรมการฝึกจะเป็นโปรแกรมการฝึกเสริมที่เพิ่มเติมจากโปรแกรมการฝึกตามปกติที่นักกีฬาแบดมินตันสโมสรธนบุรีเคยได้รับการฝึกอยู่ก่อนแล้ว จึงมีความปลอดภัยและไม่เป็นการรบกวนเวลานักกีฬามากนัก เพราะใช้เวลาเพียง 2 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30 นาที จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการสุ่ม

ตัวอย่างแบบง่าย โดยใช้วิธีจับฉลากเข้ากลุ่ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่มเท่าๆกัน กลุ่มละ 15 คน กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักกีฬาในกลุ่มทดลอง จะได้รับโปรแกรมการฝึกเสริม คือ โปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของ กล้ามเนื้อขา ประกอบด้วยการฝึกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ต่อเนื่องกับท่าเขย่งส้นเท้า (Heel raise) โดยใช้ความหนักประมาณ 50-70% ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา โดยฝึกให้เสร็จสิ้นก่อนโปรแกรมการฝึกปกติของผู้ฝึกสอน ครั้งละ 40 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ คือในวันอังคารและวันศุกร์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนนักกีฬาในกลุ่มควบคุมให้ฝึกตามปกติของเดียว เป็นเวลา 8 สัปดาห์โดยนักกีฬาจะได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดจากผู้วิจัย ทั้งนี้ได้มีการประสานงานกับผู้ฝึกสอนและนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรีในการวางแผนการทดสอบและการฝึกเสริม

(4) ความไม่สะดวกหรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นแก่นักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรี ไม่มีหรือมีน้อยมาก เนื่องจากนักกีฬายังไม่คุ้นเคยกับโปรแกรมการฝึกเสริม ดังนั้นก่อนที่จะทำการฝึกเสริมและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะเข้าไปทำการฝึกเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกจริงและสร้างความคุ้นเคยให้กับนักกีฬา (ระยะเตรียมความพร้อมก่อนการฝึก) โดยการฝึกจะใช้ความหนักที่ระดับต่ำ ทั้งนี้เพื่อทำการปรับพื้นฐานเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อและปรับท่าทางในการฝึกให้ถูกต้องก่อนการฝึกจริง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เฉพาะในกลุ่มทดลอง รวมถึงให้การดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อความปลอดภัยในขณะทำการฝึก มีการให้คำแนะนำ ให้ความรู้และวิธีการปฏิบัติหลังจากการฝึก การผ่อนคลายกล้ามเนื้อและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เพื่อช่วยลดปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากโปรแกรมการฝึกเสริม รวมถึงการทดสอบทุกครั้ง ผู้วิจัยจะมีการให้คำแนะนำและให้การดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

(5) นักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรีที่เข้าร่วมวิจัย หากมีข้อสงสัยสามารถสอบถามเพิ่มเติมได้ โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

(6) ระยะเวลาที่เข้าร่วมในการทำวิจัย

ระยะเตรียมความพร้อมก่อนการฝึก ใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ เฉพาะในกลุ่มทดลอง โดยการฝึกจะใช้ความหนักที่ระดับต่ำ ทั้งนี้เพื่อทำการปรับพื้นฐานเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อและปรับท่าทางในการฝึกให้ถูกต้องก่อนการฝึกจริง ส่วน

กลุ่มควบคุม ไม่ต้องฝึกระยะเตรียมความพร้อม เพราะกลุ่มควบคุมไม่ต้องฝึกเสริม เพียงแต่ฝึกตามปกติเท่านั้น

ระยะเวลาที่นักกีฬาเข้าร่วมในการวิจัยเป็นจำนวน 8 สัปดาห์ โดยที่

กลุ่มทดลอง ฝึกตามปกติและฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

กลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติอย่างเดียว

การฝึกปกติจะฝึกในวันจันทร์ถึงวันเสาร์ ส่วนการฝึกเสริมจะใช้เวลาประมาณ 40 นาที โดยฝึกหลังจากการฝึกปกติ ใช้เวลาในการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ คือ ในวันอังคารและวันศุกร์ เป็นจำนวน 8 สัปดาห์

(7) เพื่อเป็นการป้องกันการปนเปื้อน เนื่องจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ถูกเก็บตัวอยู่ด้วยกัน ผู้วิจัยได้มีการขอร้องให้นักกีฬาทุกคนไม่ให้ฝึกเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากแบบฝึกดังกล่าวที่ผู้วิจัยกำหนดให้ และได้มีการประสานงานกับทางผู้ฝึกสอนให้ช่วยควบคุมการฝึกซ้อมของนักกีฬาไม่ให้ฝึกเพิ่มเติมด้วย

(8) ถ้าโปรแกรมการฝึกเสริมได้ผลดี ผู้วิจัยจะมีการชี้แจงให้ผู้ฝึกสอนตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายได้ทราบถึงผลดีของการวิจัย พร้อมทั้งปรึกษาและประสานงานกับผู้ฝึกสอน เพื่อนำโปรแกรมการฝึกเสริมมาใช้ร่วมกับโปรแกรมการฝึกปกติต่อไป โดยนักกีฬาในกลุ่มควบคุมก็จะได้รับการฝึกเสริมด้วยเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อพัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงของนักกีฬา

(9) จะมีการทดสอบเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้ง

ทดสอบครั้งที่ 1 (Pre-test) เป็นการทดสอบก่อนการทดลอง

ทดสอบครั้งที่ 2 (Mid-test) เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ทดสอบครั้งที่ 3 (Post-test) เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

การทดสอบแต่ละครั้งประกอบด้วย

1. ทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1 RM) ทำการทดสอบเฉพาะในกลุ่มทดลอง และการทดสอบจะทดสอบเฉพาะครั้งที่ 1 และ 2 เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อกำหนดความหนักของงานในการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ ในสัปดาห์ที่ 1-4 และ สัปดาห์ที่ 5-8 ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 5 นาที

2. พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา การทดสอบจะแบ่งเป็นสองประเภท คือ

2.1 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power endurance)โดยใช้เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ sw – 300 ใช้เวลาในการทดสอบ 30 วินาที

2.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทาง (Reactive power endurance) โดยใช้แบบทดสอบทักษะการเคลื่อนที่ของกีฬาแบดมินตัน ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 2 นาที

3. ทดสอบสมรรถภาพอนากาศนิยม โดยใช้จักรยานวัดงาน MONARK 894E ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 5 นาที

(10) จำนวนนักกีฬาแบดมินตันของสโมสรธนบุรี ที่เข้าร่วมในการวิจัยมีทั้งหมด 30 คน

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งการขอออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอันใดต่อกลุ่มตัวอย่างและครอบครัว และเมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัยผู้ตรวจสอบและคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมและจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม

หากท่านมีข้อซักถามประการใด กรุณาติดต่อผู้วิจัยโดยโทรศัพท์ติดต่อที่เบอร์ 089-146-9272

E-mail: umum_26@hotmail.com

.....

(รองศาสตราจารย์ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

วันที่ ...../...../.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบยินยอมของประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการ ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า**ได้รับทราบจาก**ผู้วิจัย ชื่อ...นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสรีรวิทยาการกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลขโทรศัพท์สำหรับติดต่อ 089-146-9272 ซึ่งได้ลงนามด้านท้ายของหนังสือนี้ ได้รับทราบถึงวัตถุประสงค์ ลักษณะ และขั้นตอนการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย อย่างครบถ้วน รวมทั้งทราบถึงผลดี ผลข้างเคียง และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ ข้าพเจ้าได้ซักถามทำความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาดังกล่าวนี้ พร้อมทั้งได้ลงนามด้านท้ายหนังสือเล่มนี้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้โดย **สมัครใจ** และอาจถอนตัวจากการเข้าร่วมศึกษานี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผลและไม่มีการเสียประโยชน์ใด ๆ ที่พึงได้รับ

ข้าพเจ้ารับทราบจากผู้ทำการวิจัยว่า หากข้าพเจ้าได้รับการบาดเจ็บเนื่องจากการศึกษาทดลอง ข้าพเจ้าต้องแจ้งให้ผู้วิจัยทราบทันทีซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือเบื้องต้นช่วยเหลือเบื้องต้น เช่น ให้คำแนะนำโดยให้หยุดพักสังเกตอาการหรือปฐมพยาบาลเบื้องต้นและจะนำส่งไปยังโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม

ข้าพเจ้ายินดีให้ข้อมูลของข้าพเจ้าแก่ผู้วิจัย เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เท่านั้น โดยผู้วิจัยต้องเก็บรักษาความลับข้อมูลของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมิให้บุคคลอื่นเข้าถึงข้อมูลนี้ได้และจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผลเป็นภาพรวม

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้แล้วข้างต้น

.....

( )

ลงนามผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

.....

( )

ลงนามผู้ปกครอง

.....

(นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต)

ลงนามผู้วิจัยหลัก

.....

( )

ลงนามพยาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขที่ใบรับรอง 095/2550

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการวิจัย : ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนาคาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย
(EFFECTS OF SUPPLEMENTAL POWER ENDURANCE TRAINING ON LEGS MUSCULAR POWER ENDURANCE AND ANAEROBIC PERFORMANCE IN MALE BADMINTON ATHLETES)

ผู้วิจัยหลัก : นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

หน่วยงาน : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

☑ อนุมัติในแง่จริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ์)

.....เลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)

รับรองวันที่ 2 พฤศจิกายน 2550 วันหมดอายุ 2 กันยายน 2551

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิชาการและวิจัย โทร.81024

ที่ ศธ. 0512.24 / พิเศษ วันที่ 12 พฤศจิกายน 2550

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการยืมอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คณบดี (ผ่านหัวหน้าหน่วยปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ)

ด้วยข้าพเจ้า นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ 2 แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย” ภายใต้การควบคุมของ รองศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการนี้ ข้าพเจ้ามีความใคร่ประสงค์ขอความอนุเคราะห์ในการยืมอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ภายในสำนักวิชาฯ ระหว่างวันที่ 5 พฤศจิกายน - 20 มกราคม พ.ศ. 2550 มีรายการดังต่อไปนี้ คือ

1. เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ รุ่น SW-300
2. จักรยานวัดงาน MONARK 894E, เครื่องคอมพิวเตอร์,โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดสอบ
3. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer) Metamax รุ่น TB พร้อมชุด Calibration
4. เครื่องเดินลู่กล (Treadmill)
5. เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor)
6. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Polar fitwatch)
7. นาฬิกาจับเวลา
8. เครื่องชั่งน้ำหนักและวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Tanita)

ทั้งนี้หากวัสดุอุปกรณ์ ชำรุด เสียหาย ข้าพเจ้ายินดีชดใช้ให้ตามความเหมาะสม จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

.....

(นาย กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต)

นิสิต

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ญ

ตารางแสดงค่าพลังความอดทน (หน่วยเป็นวัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม))

กลุ่มควบคุม

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
38.46	37.59	38.59
38.24	38.15	38.67
35.75	36.41	37.68
38.85	37.25	39.54
41.33	40.64	38.57
35.78	36.03	35.75
37.58	38.15	38.15
41.63	39.76	39.68
37.49	36.54	38.54
39.86	38.69	38.67
36.48	35.75	35.48
39.46	40.94	39.47
36.75	38.46	39.15
36.25	38.68	37.24
39.46	40.75	40.65

กลุ่มทดลอง

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
38.67	38.19	42.47
39.15	39.33	41.55
37.75	39.56	40.69
41.55	39.43	42.88
39.54	39.66	40.64
35.74	36.23	38.76
38.51	39.44	41.43
38.47	37.75	40.54
34.22	38.01	39.54
39.21	42.01	42.43
36.28	38.56	40.25
35.33	36.14	38.78
40.26	41.36	43.75
40.34	39.46	42.42
35.88	36.27	39.67

ตารางแสดงค่าความสามารถในการวิ่ง 30 จุด (หน่วยเป็น วินาที)

กลุ่มควบคุม **กลุ่มทดลอง**

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
58.64	57.45	57.86
56.38	57.56	57.25
57.46	56.14	56.87
56.59	58.44	58.47
57.46	56.75	57.62
58.47	58.33	58.74
59.87	58.74	58.64
56.33	56.74	57.15
57.41	58.33	57.23
55.48	56.47	55.72
56.74	55.24	55.68
58.12	57.46	57.93
54.64	56.98	55.57
59.12	59.65	59.41
57.86	57.45	56.32

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
55.71	55.4	55.22
56.34	56.28	56.16
58.21	59.34	58.36
57.64	56.47	56.24
58.48	58.64	58.54
58.65	58.68	57.26
56.76	55.78	56.83
59.34	58.47	58.47
56.44	56.74	56.53
58.67	57.25	57.25
58.42	58.65	57.65
56.78	57.25	56.46
58.45	58.28	57.84
56.48	55.48	56.22
55.31	54.68	55.23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงค่าพลังแบบแอนแอโรบิก (หน่วยเป็นวัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม))

กลุ่มควบคุม **กลุ่มทดลอง**

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
9.75	9.66	9.81
9.63	9.85	9.34
10.32	9.98	10.38
8.96	8.84	8.78
9.41	9.45	9.48
10.28	10.35	10.72
9.74	9.84	10.02
8.85	8.78	8.48
9.56	8.87	9.54
10.27	9.98	9.48
10.46	10.32	10.25
9.81	9.84	9.96
9.74	9.65	9.48
10.38	10.32	10.85
10.25	9.98	10.45

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
9.84	9.94	10.82
9.76	9.85	10.71
10.82	10.56	11.25
8.96	8.78	9.32
9.74	9.86	10.32
10.25	10.36	10.98
9.88	10.44	10.8
8.92	9.14	9.76
9.76	9.46	10.51
10.74	10.32	11.35
10.36	10.25	10.84
9.88	10.22	10.28
9.56	9.76	9.85
10.1	10.37	10.22
10.64	10.45	11.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงค่าสมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิก (หน่วยเป็นวัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม))

กลุ่มควบคุม **กลุ่มทดลอง**

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
8.15	8.2	8.32
8.13	8.25	7.92
8.61	8.45	8.76
7.36	7.5	7.32
7.92	7.75	7.62
8.04	8.26	8.52
8.28	7.86	8.31
7.23	7.15	7.02
8.02	8.41	8.04
8.55	8.38	8.32
8.66	8.6	8.64
8.05	8.24	8.35
8.12	8.04	8.14
8.68	8.45	8.68
9.01	9.42	9.25

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
8.24	8.28	9.31
8.04	7.98	9.58
8.99	9.24	10.31
7.34	7.36	8.74
8.14	8.2	8.95
8.43	8.33	9.02
8.3	7.95	9.6
7.27	7.84	8.79
8.46	8.72	8.94
9.41	9.22	9.8
8.72	8.54	9.05
8.36	8.75	8.94
7.94	8.35	9.24
8.45	8.24	9.35
9.02	9.43	10.58

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงค่าดัชนีความล้า (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

กลุ่มควบคุม

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
36.74	38.5	32.1
32.75	35.47	36.41
42.76	41.55	40.25
30.8	32.54	35.45
38.53	40.25	43.15
39.54	37.25	36.41
30.15	33.41	30.18
32.48	35.45	34.1
34.58	34.89	34.27
43.31	38.52	45.81
42.18	45.47	43.12
32.16	34.57	32.1
34.38	37.12	32.15
45.18	40.49	40.28
39.81	41.4	36.41

กลุ่มทดลอง

ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
38.1	36.54	34.28
34.42	33.57	30.1
37.58	35.41	33.84
42.15	40.36	36.5
32.54	34.25	28.74
43.46	42.27	38.66
40.14	41.45	38.34
29.35	30.45	28.15
38.15	38.56	36.41
45.42	43.14	40.1
43.1	40.75	38.53
34.25	34.56	32.76
39.28	37.88	36.79
42.22	40.14	36.42
39.15	38.47	36.16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	:	นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต
เกิดวันที่	:	26 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	:	อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	:	165 ถนนธนสาร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000
ประวัติการศึกษา	:	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา สาขาวิชาสรีรวิทยาการกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2548 เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549 และได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาฯ 72 พรรษา จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย