ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย

นางสาวสุธิดา เจริญผล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF LAND AND AQUATIC PLYOMETRIC TRAINING ON LEG MUSCULAR EXPLOSIVE POWER AND 50 METRES BREASTSTROKE SPEED OF MALE SWIMMERS

Miss Sutida Charoenphon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Sports Science

Faculty of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย
โดย	นางสาวสุธิดา เจริญผล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

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

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.ศุกล อริยสัจสี่สกุล)

สุธิดา เจริญผล : ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย. (EFFECTS OF LAND AND AQUATIC PLYOMETRIC TRAINING ON LEG MUSCULAR EXPLOSIVE POWER AND 50 METRES BREASTSTROKE SPEED OF MALE SWIMMERS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 149 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน อายุระหว่าง 15-18 ปี โดยเลือกแบบเจาะจงทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร นำผลการทดสอบมาทำการสุ่มแบบกำหนด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน (วันอังคารและวันศุกร์) ทำการทดสอบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลองและระหว่างกลุ่มการทดลองโดยการทดสอบค่าที

ผลการวิจัย พบว่า

1. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดดและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำ มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำให้ประโยชน์ได้ไม่แตกต่างจากการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

5278638039 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEY WORDS : LAND PLYOMETRIC TRAINING / AQUATIC PLYOMETRIC TRAINING / LEG MUSCULAR EXPLOSIVE POWER / BREASTSTROKE SPEED / SWIMMER

SUTIDA CHAROENPHON : EFFECTS OF LAND AND AQUATIC PLYOMETRIC TRAINING ON LEG MUSCULAR EXPLOSIVE POWER AND 50 METRES BREASTSTROKE SPEED OF MALE SWIMMERS. ADVISOR : ASSOC. PROF. THANOMWONG KRITPET, Ph.D., 149 pp.

The purpose of this research was to study and compare the effects of land plyometric training and aquatic plyometric training on leg muscular explosive power and 50 metres breaststroke speed of male swimmers. Twenty male swimmers aged between 15-18 years who were members of Suphanburi Sports School swimming team participated in this study. They were randomly assigned into two groups, according to their 50 metres breaststroke speed. The first group performed plyometric training on the land whereas the second group performed plyometric training in the water. Both groups were trained twice a week for a period of eight weeks. Vertical ground reaction force, take-off velocity, leg muscular explosive power and 50 metres breaststroke speed were taken before and after the experiment. The obtained data were analyzed in term of means and standard deviations and t-test was employed to determine the significant differences of the data before and after the experiment and between the experimental groups.

After eight weeks of experiment, the results indicated that :

1. Vertical ground reaction force, take-off velocity and leg muscular explosive power in land plyometric training group and aquatic plyometric training group were significantly better than before training at the .05 level.

2. Vertical ground reaction force, take-off velocity, leg muscular explosive power and 50 metres breaststroke speed were not significant differences at the .05 level between land plyometric training group and aquatic plyometric training group.

Conclusion : Aquatic plyometric training provided the same performance enhancement benefits as land plyometric training.

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

Academic Year : 2011 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาช่วยชี้แนะ ให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น ตลอดจนตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำในการปรับปรุงโปรแกรมการฝึกที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้อบรม สั่งสอน ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณอาจารย์สมชาย แก้วนวล ผู้ฝึกสอนกีฬาว่ายน้ำของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และผู้ช่วยผู้ฝึกสอนทุกท่าน ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนนักกีฬาว่ายน้ำชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี รุ่นอายุ 15 - 18 ปี ในปีการศึกษา 2554 ที่ได้สละเวลาเข้าร่วมการวิจัยและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีโดยตลอด ขอขอบพระคุณสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สระว่ายน้ำสำหรับทำการฝึกนักกีฬา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ้าหน้าที่ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือสำหรับทำการทดสอบนักกีฬา อีกทั้งบัณฑิตวิทยาลัยที่มอบทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตมหาบัณฑิต ปีการศึกษา 2552 แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา และแขนงวิชาอื่น ๆ ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณนางสาววรางค์ศิรี พัฒนพงษ์พรรณ และนางสาวขวัญชนก เจริญผล น้องสาวที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจอันมีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ด้วยความดีและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่นายพิทักษ์ เจริญผล และนางช่อบุบผา เจริญผล ผู้เป็นบิดามารดา ตลอดจนทุกคนในครอบครัวของผู้วิจัยที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านด้วยความรักและความเมตตา สนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญ ช

สารบัญตาราง ญ

สารบัญแผนภูมิ ฐ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

สมมติฐานของการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 7

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย 8

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 9

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 10

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ 11

ขั้นตอนการพัฒนานักกีฬา 23

พลังกล้ามเนื้อและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 25

แนวคิดและหลักการฝึกพลัยโอเมตริก 30

ความเร็วและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความเร็ว 37

การออกกำลังกายในน้ำ 40

สมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ 49

การว่ายน้ำท่ากบและหลักการฝึก 51

หน้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ 54
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ 61
กรอบแนวคิดในการวิจัย 65

บทที่

3 วิธีดำเนินการวิจัย 66
ประชากร 66
กลุ่มตัวอย่าง 66
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 67
รูปแบบของการวิจัย 69
การวิเคราะห์ทางสถิติ 70

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 72

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 94
สรุปผลการวิจัย 94
อภิปรายผลการวิจัย 95
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 100
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 100

รายการอ้างอิง 101

ภาคผนวก 106
ภาคผนวก ก 107
ภาคผนวก ข 122
ภาคผนวก ค 125
ภาคผนวก ง 129
ภาคผนวก จ 135

หน้า

ภาคผนวก ฉ 138
ภาคผนวก ช 143

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 149

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติของหน่วยยนต์แต่ละชนิด	15
2	คุณลักษณะที่สำคัญของเส้นใยกล้ามเนื้อ	19
3	โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในสัปดาห์ที่ 1-8	68
4	การออกแบบการวิจัย	69
5	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง	72
6	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	74
7	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	75
8	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	76
9	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	77

ตารางที่ หน้า

10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ---------- 78

11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่ม ทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ---------- 79

12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่ม ทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ---------- 80

13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ---------- 81

14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลองและหลังการ ทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ---------- 82

15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ---------- 83

16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ---------- 84

ตารางที่ หน้า

17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก_____ 85

18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลองและหลังการ ทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ_____ 86

19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ _____87

20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ_____ 88

21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ _____ 89

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	ขั้นตอนการพัฒนานักกีฬา	24
2	แสดงขั้นตอนการวิจัย	71
3	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ	90
4	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองและ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ	91
5	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ	92
6	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ	93

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาว่ายน้ำเป็นกิจกรรมกีฬาชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อเยาวชนเพราะช่วยรักษาชีวิตเมื่อมีอุบัติภัยทางน้ำ นอกจากนี้กีฬาว่ายน้ำยังเป็นกีฬาที่ใช้อวัยวะทุกส่วนในการเคลื่อนไหวเป็นการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างดี สำหรับผู้ที่ฝึกซ้อมกีฬาว่ายน้ำจนมีทักษะสูงในระดับแข่งขันเพื่อสร้างชื่อเสียงให้แก่ตนเอง วงศ์ตระกูล และประเทศชาติได้ เพราะในปัจจุบันกีฬาว่ายน้ำได้ถูกจัดให้เป็นกีฬาบังคับที่เจ้าภาพจัดการแข่งขันกีฬาทุกระดับต้องจัดให้มีการแข่งขัน เช่น กีฬาแห่งชาติ ซีเกมส์ เอเชี่ยนเกมส์ และโอลิมปิคเกมส์ เป็นต้น (ศุกล อริยสัจสี่สกุล, 2552)

กีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาอีกประเภทหนึ่งที่ใช้เวลาตัดสิน ผู้ที่ทำเวลาได้น้อยที่สุดในระยะทางของการแข่งขันแต่ละรายการจะเป็นผู้ชนะ การที่นักกีฬาจะสามารถทำเวลาได้ดีนั้นจะต้องมีการฝึกซ้อมเป็นอย่างดี มีองค์ประกอบทางด้านร่างกายที่ดี รวมทั้งมีทักษะและเทคนิคในการว่ายน้ำประกอบกัน อันได้แก่ การออกตัว การใช้แขน การเตะเท้า การหายใจ การกลับตัว และการเข้าเส้นชัย ซึ่งจะต้องได้รับการฝึกฝนจนชำนาญ สามารถปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน (อุทัย แก้วไวยุทธิ์, 2543) นอกจากทักษะในการว่ายน้ำที่ถูกต้องแล้ว นักกีฬาต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดี ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำ นักกีฬาที่มีความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ดีจะทำให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็วและออกแรงพยายามเพื่อเอาชนะแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของน้ำโดยใช้เวลาน้อยลงได้

การว่ายน้ำท่ากบเป็นท่าว่ายน้ำที่มีความเร็วน้อยที่สุดในท่าว่ายน้ำมาตรฐานทั้งสี่ท่า เนื่องจากต้องใช้แรงผลักดันในการว่ายน้ำจากขามากกว่าแขน ซึ่งแตกต่างจากท่าว่ายน้ำท่าอื่น ๆ ที่ใช้แขนเป็นหลัก (สาธิต หงษ์ทอง, 2550) อย่างไรก็ตาม การว่ายน้ำท่ากบ เป็นท่าที่มีคนนิยมกันมาก เพราะเป็นท่าที่ดูแล้วเป็นการว่ายที่สบาย ๆ ไม่ต้องออกแรงมากนัก แต่การว่ายท่ากบในการแข่งขันนั้น ต้องมีการฝึกฝนและมีความเร็วเข้ามาเกี่ยวข้อง การว่ายท่ากบเป็นเรื่องที่ยากพอสมควร เพราะการว่ายให้เร็วและถูกต้องไม่สามารถทำได้ทุกคน ต้องขึ้นอยู่กับการฝึกซ้อมและสมรรถภาพทางกาย เนื่องจากต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของร่างกายส่วนล่างตั้งแต่สะโพกจนถึงข้อเท้า อีกทั้งต้องมีโครงสร้างร่างกายที่เหมาะสม เช่น ข้อเท้าและข้อพับที่หัวเข่าต้องมีความ

ยืดหยุ่นและมีความแข็งแรงสูง จะขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไม่ได้ จะทำให้ว่ายท่ากบไม่ดีเท่าที่ควร และขาดพลังที่จะส่งตัวไปข้างหน้า

พลัง หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ในการที่จะก่อให้เกิดแรง (Force) มากที่สุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด หรือเป็นการเอาชนะแรงต้านทานได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว พลังเป็นผลของแรงกล้ามเนื้อ (Muscle Force) และอัตราความเร็ว (Velocity) ของการเคลื่อนไหว เพราะฉะนั้น พลังจะเท่ากับแรงคูณด้วยอัตราความเร็ว ($P = F \times V$) การเพิ่มขึ้นของพลังจึงต้องเป็นผลของการปรับปรุงในความแข็งแรงหรือความเร็วอย่างใดอย่างหนึ่งหรือเป็นการปรับปรุงทั้งสองอย่าง แต่อย่างไรก็ตาม ดูเหมือนว่าการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนแล้วค่อยปรับเปลี่ยนเป็นพลังด้วยการเพิ่มความเร็วในการทำงานในตอนหลังจะเป็นวิธีการที่ดีในการปรับปรุงพลังกล้ามเนื้อ (สนธยา สีละมาด, 2551)

ระบบประสาท (Nervous System) มีวิธีการพื้นฐานอยู่ 2 วิธีในการควบคุมระดับแรงพยายาม(Effort)ของกล้ามเนื้อ คือ การปรับจำนวนการกระตุ้นของประสาทสั่งการ (Motor Neurons) หรือการระดม (Recruitment) และ เป็นการปรับอัตราความถี่ของสัญญาณประสาทสั่งการ ดังนั้น การจะกระตุ้นกล้ามเนื้อได้อย่างเต็มที่ ระบบประสาทจะต้องระดมหน่วยยนต์ (Motor Unit) ทั้งหมดและกระตุ้นแต่ละหน่วยยนต์ด้วยความถี่สูงเพียงพอที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อภายในแต่ละหน่วยยนต์หดตัวสร้างแรงสูงสุด (Maximum Force) ตรงกันข้าม ถ้ามีการระดมหน่วยยนต์จำนวนเล็กน้อยและมีการกระตุ้นที่ความถี่ต่ำกล้ามเนื้อจะมีการหดตัวสร้างแรงต่ำกว่าสูงสุด (Submaximum) (Mark, 1995) ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของความสมบูรณ์ทางกายซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนการเปลี่ยนแปลงของประสาทในการช่วยให้แต่ละกล้ามเนื้อได้รับความสมบูรณ์สูงสุด การพัฒนาความสามารถทางด้านพลังจึงต้องการการฝึกซ้อมที่มีการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิด (Explosive Power) การฝึกซ้อมที่ใช้อัตราความเร็วสูง (High Velocity) ซึ่งเป็นวิธีการฝึกซ้อมระบบประสาท (Nervous System) เพราะการเคลื่อนไหวที่ใช้พลัง การระดมของหน่วยยนต์ (Motor Unit) ของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast Twitch) จะต้องใช้เวลาน้อยที่สุดและประสาทสั่งการ (Motor Neurons) ต้องมีความทนทาน (Tolerance) ในการที่จะเพิ่มความถี่ของการสั่งการให้ได้อย่างสม่ำเสมอ (Bompa, 1993)

การฝึกซ้อมพลังต้องเป็นวิธีที่ทำให้มีการกระตุ้นหน่วยยนต์อย่างรวดเร็วเพื่อที่จะทำให้มีการพัฒนาของระบบประสาทและพัฒนากล้ามเนื้อในแต่ละหน่วยยนต์ให้มีการทำงานอย่างประสานสัมพันธ์กัน มีลำดับขั้นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้มีจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อมีการทำงานมากที่สุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด การฝึกซ้อมพลังจะเป็นผลทำให้มีการพัฒนา

ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) จากการปรับปรุงความสัมพันธ์ของประสาทกล้ามเนื้อภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular Coordination) และการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาการกระตุ้น (Excitatory) และการยับยั้ง (Inhibitory) ของกล้ามเนื้อ ซึ่งผลของการพัฒนาจะทำให้ระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) เกิดการเรียนรู้และเมื่อส่งสัญญาณประสาท (Nerve Impulse) สัญญาณจะส่งตรงไปยังกล้ามเนื้อที่ต้องการให้หดตัวและปฏิบัติการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ การฝึกซ้อมพลังจะทำให้มีการพัฒนาของความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonist) และกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonist) ในการทำงานร่วมกันเพื่อทำให้มีการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงความสัมพันธ์ของประสาทกล้ามเนื้อจะทำให้กล้ามเนื้อกลุ่มหนึ่งมีการหดตัวและกล้ามเนื้อมัดตรงข้ามมีการคลายตัว ซึ่งจะเป็นผลให้มีการปรับปรุงความเร็วในการหดตัวคลายตัวของกล้ามเนื้อที่ทำงาน เนื่องจากร่างกายของมนุษย์มีความสามารถที่จะพัฒนาไปตามสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จะพัฒนาไปตามชนิดของการฝึกซ้อม ถ้าต้องการพัฒนาพลังระเบิดให้มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาหรือทักษะที่เฉพาะเจาะจง การฝึกซ้อมต้องมีการออกแบบให้เหมาะสม กล่าวคือ เป็นโปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาและใช้วิธีการออกกำลังกายที่สามารถกระตุ้นได้ใกล้เคียงกับการปฏิบัติทักษะของนักกีฬา การฝึกซ้อมพลังด้วยวิธีการที่เหมาะสมมีความเฉพาะเจาะจงจะช่วยให้ความสัมพันธ์ของประสาทกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเคลื่อนไหวมีความราบเรียบแม่นยำมากขึ้นและปฏิบัติทักษะได้อย่างรวดเร็ว (สนธยา สีละมาด, 2551)

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูงในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้น ยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆด้วยในขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ

1. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่า อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้งสองประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)
4. วงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นลง (Stretch-shortening cycle)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination & skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด (Newton and Kraemer, 1994) ดังนั้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกีฬาประเภทที่ต้องอาศัยความรวดเร็วฉับพลัน และใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดในการทำงาน ดังเช่นกีฬาว่ายน้ำ

ในการปฏิบัติทักษะทางการกีฬาส่วนใหญ่กล้ามเนื้อจะมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) และตามด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นลักษณะการทำงานที่มีความเฉพาะเจาะจงและต้องการสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงทางด้านพลังระเบิด (Explosive Power) หรือความสามารถในการใช้ความแข็งแรงเอาชนะแรงต้านทานได้ด้วยความรวดเร็ว (Speed-strength) ความเร็วและความแข็งแรงเป็นสมรรถภาพที่พบได้หลากหลายรูปแบบในการเคลื่อนไหวของนักกีฬา การผสมผสานกันของความเร็วและความแข็งแรงจะเกิดเป็นพลัง การออกกำลังกายที่มีการกระโดด (Jumps) เขย่ง (Hops) กระโดดในแนวราบ (Bound) ถูกนำมาใช้อย่างหลากหลายรูปแบบในการที่จะเพิ่มความสมบูรณ์ทางการกีฬา วิธีการฝึกพลังหรือพลังระเบิดดังกล่าวเรียกว่า “พลัยโอเมตริก” การฝึกซ้อมแบบพลัยโอเมตริกสามารถที่จะเพิ่มพลังระเบิดของนักกีฬาได้จากการหดตัวอย่างเต็มพลังของกล้ามเนื้อที่เป็นผลมาจากการหดตัวแบบยืดยาวออกอย่างรวดเร็ว (สนธยา สีละมาด, 2551)

ตามหลักสรีรวิทยาได้มีการแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อที่มีการเหยียดตัวออกก่อนที่จะหดตัวจะสามารถหดตัวได้อย่างเต็มกำลังและรวดเร็วมาก ตัวอย่างเช่น ถ้านักกีฬายืนอยู่บนกล่องและกระโดดลงสู่พื้น (มีการงอเข่า) และกระโดดขึ้นทันทีที่เท้าสัมผัสพื้น การปฏิบัติเช่นนี้จัดเป็นพื้นฐานของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก ทันใดที่อุ้งฝ่าเท้าสัมผัสพื้นและมีการงอเข่าอย่างรวดเร็ว

จะเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Hip Extensors) มีการทำงานแบบเหยียดตัวออกอย่างรวดเร็ว การหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric) และตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric) ในทิศทางตรงกันข้าม ผลของการทำงานแบบเหยียดตัวออกอย่างรวดเร็วจะก่อให้เกิดรีเฟล็กซ์ยืดหรือวงจรการเหยียดออก-การหดสั้นเข้า ซึ่งเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบสั้นเข้าอย่างเต็มกำลัง (Allerheiligen, 1994)

องค์ประกอบที่สำคัญของการฝึกพลัยโอเมตริกจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะกล้ามเนื้อเหยียดตัวออก (Eccentric Phase) ระยะสะสมพลังงาน (Amortization Phase) และระยะกล้ามเนื้อหดตัวสั้นเข้า (Concentric Phase) ระยะสะสมพลังงานเป็นช่วงเวลาจากกล้ามเนื้อเริ่มต้นการทำงานแบบเหยียดตัวออก (สัมผัสพื้น) ถึงเริ่มต้นการทำงานแบบหดตัวสั้นเข้า (เริ่มต้นการกระโดด) ผลของการทำงานแบบพลัยโอเมตริกดังกล่าว กล้ามเนื้อขาจะมีการทำงานเหมือนกับการยืดยางยืดออกอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นผลให้มีพลังในการหดตัวของกล้ามเนื้อมากขึ้น ทำนองเดียวกัน กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกซ้อมจะมีความสามารถในการทำงานแบบพลังระเบิดมากขึ้น ข้อดีที่ได้รับจากรีเฟล็กซ์ยืดจะทำให้ระยะสะสมพลังงานสั้นลง (Chu,1992) จากการศึกษาในนักกีฬาประเภทกระโดดและนักวิ่งระยะสั้นหรือนักกีฬาอื่น ๆ ที่อาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบความเร็วแข็งแรง (Speed-strength) พบว่าเท้าของนักกีฬาจะมีเวลาในการสัมผัสพื้นช่วงสั้น ๆ เพราะนักกีฬาจะมีความสามารถในการใช้พลังงานที่เก็บสะสมไว้ในระยะกล้ามเนื้อเหยียดตัวออกและนำมาใช้ในระยะกล้ามเนื้อหดตัวสั้นเข้า อย่างไรก็ตาม พลังงานศักย์(Potential Energy) ที่พัฒนาขึ้นในระยะแรกสามารถสูญเสียไปได้ ถ้าการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric) ไม่ตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric) อย่างรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งที่พึงระลึกไว้เสมอว่าอัตราความเร็วของการเหยียดตัวออกมีความสำคัญมากกว่าขนาดของการเหยียดตัวออก เมื่อใช้เวลาในการเคลื่อนไหวสั้นและรวดเร็ว พลังจะเพิ่มขึ้นมากกว่าการเคลื่อนไหวนานและช้า (Chu,1996)

แม้ว่าพลัยโอเมตริกจะเป็นวิธีการฝึกที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในนักกีฬาที่ต้องการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ผู้ฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐานที่ดีก่อนที่จะทำการฝึก เพราะการฝึกพลัยโอเมตริกนั้นเป็นการฝึกที่มีความหนักอยู่ในระดับสูง (High Intensity) ถ้าหากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่ดีพอ จะทำให้มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะผู้ที่เพิ่งเริ่มต้นฝึก หรือ ผู้ที่หักโหมฝึกมากเกินไป (Stemm and Jacobson, 2007)

มาร์เทล และคณะ (Martel et al., 2005) กล่าวถึงการศึกษาจำนวนมากที่รายงานเกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริก สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่มีความหนักมาก ทำให้นักกีฬาเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บ ดังนั้น การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำอาจจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้จากแรงลอยตัวของน้ำ (Buoyancy) ซึ่งจะเกิดผลดีกับกล้ามเนื้อและข้อต่อในการรับแรงกระแทกที่น้อยลง ด้วยเหตุนี้ มาร์เทล และคณะจึงได้ทำการวิจัยเพื่อทดสอบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อความสามารถในการกระโดดสูง (Vertical Jump) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง สรุปผลการวิจัยได้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำร่วมกับโปรแกรมการฝึกซ้อมวอลเลย์บอลโดยทั่วไป ก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการกระโดดสูงมากกว่าการฝึกของกลุ่มควบคุม ดังนั้นระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ดูเหมือนว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำจะเป็นทางเลือกที่ดี เพราะมีความเป็นไปได้ในการช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ

นอกจากนี้ด้วยเหตุที่น้ำมีคุณสมบัติพิเศษคือมีแรงดันใต้น้ำตามระดับความลึก (Hydrostatic pressure) จึงทำให้เกิดแรงต้านในน้ำ(Water resistance) ทำหน้าที่ต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายในทุกทิศทาง ทำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างทั่วถึง อีกทั้งเมื่อเราอยู่ในน้ำ จะสามารถทำให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมีแรงพยุงตัวหรือแรงลอยตัว (Buoyancy) สภาพที่ไร้น้ำหนักทำให้ร่างกายส่วนต่าง ๆ มีอิสระในการเคลื่อนไหวมากกว่าบนบก ทำให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง สามารถเคลื่อนไหวได้สุดช่วงการเคลื่อนไหว และขณะที่เราอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิพอเหมาะ คือ ช่วง 28-38 องศาเซลเซียส ร่างกายจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าบนบกจึงทำให้รู้สึกไม่อ่อนเพลียง่าย (พันทิพา สินรัชตานนท์, 2537) และมีการศึกษาพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) ขณะออกกำลังกายในน้ำต่ำกว่าการออกกำลังกายบนบกประมาณ 10-17 ครั้งต่อนาที (Costill, Maglischo and Richardson, 1992) เนื่องจากอุณหภูมิปกติของน้ำต่ำกว่าอุณหภูมิบนบก จึงทำให้การไหลกลับของเลือดเข้าสู่หัวใจเพิ่มขึ้น มีผลให้อัตราการเต้นของหัวใจต่ำลง เป็นผลจากกลไกการป้องกันตนเองของร่างกายเพื่อไม่ให้ร่างกายทำงานหนักจนเกินไป เนื่องจากการออกกำลังกายในน้ำเป็นการออกกำลังกายที่มีแรงต้านทานการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา (Jan and Debra, 1999)

ปัจจุบันการออกกำลังกายในน้ำได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แต่ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย เนื่องมาจากข้อจำกัดที่จะต้องออกกำลังเฉพาะในสระน้ำ จึงมีผู้ให้ความสนใจเฉพาะกลุ่มเล็ก ๆ การออกกำลังกายในน้ำเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ง่าย สนุก และเหนื่อยน้อยกว่า

เมื่อเทียบกับการออกกำลังกายบนบก หลักในการออกกำลังกายในน้ำจะใช้แรงต้านและแรงพยุงตัวของน้ำทำให้ต้องออกแรงมากขึ้นในขณะที่มีการเคลื่อนไหว ขณะเดียวกันน้ำก็ช่วยในการพยุงตัว สามารถป้องกันส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะกระดูก ข้อต่อต่าง ๆ ไม่ให้เกิดการบาดเจ็บขณะออกกำลังกายได้

สำหรับการค้นคว้างานวิจัยภายในประเทศ พบการศึกษาของ คุณัตว์ พิธพรชัยกุล (2540) ที่ทำการศึกษาผลของการฝึกกระโดดบนบกและในน้ำที่ความลึกต่างกันต่อกำลังของกล้ามเนื้อขา แต่ยังไม่ปรากฏงานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ประกอบกับการที่นักกีฬาว่ายน้ำต้องทำการฝึกซ้อมในน้ำเป็นประจำอยู่แล้ว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกกับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำของนักกีฬาว่ายน้ำ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬา ประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรนักกีฬาว่ายน้ำชาย

สมมติฐานของการวิจัย

นักกีฬาว่ายน้ำกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ สามารถพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรได้ไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย อายุ 15-18 ปี ของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำชาย อายุระหว่าง 15-18 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่นักกีฬาชายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ ทำให้สามารถรับการฝึกพลัยโอเมตริกซึ่งมีความหนักของการฝึกที่ค่อนข้างสูงได้ และกีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาที่ร่างกายต้องออกแรงเคลื่อนไหวในน้ำเป็นประจำ นักกีฬาว่ายน้ำจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกกับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

3. การวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำด้วยการว่ายท่ากบ ระยะทาง 50 เมตร เนื่องจากเป็นท่าว่ายที่อาศัยความแข็งแรงของร่างกายส่วนล่างในการถีบน้ำเพื่อส่งตัวไปข้างหน้า ซึ่งสอดคล้องกับการฝึกพลัยโอเมตริก และระยะทาง 50 เมตร เป็นการว่ายระยะสั้นที่นักกีฬาต้องเร่งความเร็วสูงสุดรวดเดียวตั้งแต่เริ่มออกตัวจนกระทั่งแตะขอบสระ โดยไม่มีการกลับตัว

4. ตัวแปรที่จะศึกษาในการวิจัยครั้งนี้

4.1 ตัวแปรทดลอง คือ โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ประกอบด้วย

4.1.1 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

4.1.2 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ในน้ำ

4.2 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย

4.2.1 นักกีฬาว่ายน้ำของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีผู้มีประสบการณ์ในการฝึกซ้อมและแข่งขันว่ายน้ำเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ปี

4.2.2 เพศ เฉพาะเพศชาย

4.2.3 อายุ เฉพาะผู้ที่มีอายุระหว่าง 15-18 ปี

4.3 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

4.3.1 แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง

4.3.2 ความเร็วในการกระโดด

4.3.3 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

4.3.4 ความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

ผู้วิจัยมีข้อตกลงเบื้องต้นกับนักกีฬาเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกทั้งสองแบบที่มีการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง คือ วันอังคารและวันศุกร์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยทั้งสองกลุ่มจะต้องทำการฝึกให้เสร็จสิ้นก่อนการฝึกซ้อมว่ายน้ำตามปกติในแต่ละวัน และผู้วิจัยได้ขอร้องนักกีฬาไม่ให้ทำ

การฝึกโปรแกรมอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับพลัยโอเมตริกเพิ่มเติมนอกเหนือจากโปรแกรมของผู้วิจัย เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกกับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำได้ตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมกิจกรรมตามปกติของนักกีฬาได้ จึงถือว่าการเปลี่ยนแปลงของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร เป็นผลมาจากโปรแกรมฝึกเท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การฝึกพลัยโอเมตริกบนบก (Land plyometric training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อเพื่อเชื่อมโยงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งมีลักษณะการฝึกด้วยรูปแบบของการกระโดด (Jumping)

การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ (Aquatic plyometric training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อเพื่อเชื่อมโยงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งมีลักษณะการฝึกด้วยรูปแบบของการกระโดด (Jumping) โดยลงไปทำการฝึกในสระน้ำที่มีความลึก 1.5 เมตร หรือประมาณระดับอกของนักกีฬา

การฝึกซ้อมว่ายน้ำ (Swimming training) หมายถึง การฝึกซ้อมว่ายน้ำตามโปรแกรมของผู้ฝึกสอนโดยไม่มีการฝึกพลัยโอเมตริกร่วมด้วย

นักกีฬาว่ายน้ำ (Swimmers) หมายถึง นักกีฬาว่ายน้ำชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีที่มีอายุระหว่าง 15-18 ปี

ความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบ (Breaststroke speed) หมายถึง ความสามารถในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร โดยใช้เวลาน้อยที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบโดยการจับเวลา เนื่องจากยึดตามกติกาการแข่งขันว่ายน้ำที่ตัดสินผลแพ้ชนะกันด้วยเวลา

พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular explosive power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาในการหดตัวอย่างรวดเร็วและแรงในเวลาอันสั้น ในการวิจัยครั้งนี้ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาในท่าย่อตัวแล้วตามด้วยการกระโดดทันที (Countermovement jump) ด้วยเครื่องบะลิสติก เมสเซอเมินท์ ซิสเท็ม (Ballistic Measurement System : BMS)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกกับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร

2. ผลการวิจัยใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ฝึกสอน นักกีฬา และผู้ที่สนใจ นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าในการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ
2. ขั้นตอนการพัฒนานักกีฬา
3. พลังกล้ามเนื้อและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ
4. แนวคิดและหลักการฝึกพลัยโอเมตริก
5. ความเร็วและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความเร็ว
6. การออกกำลังกายในน้ำ
7. สมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ
8. การว่ายน้ำท่ากบและหลักการฝึก
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ (Physiology of Muscular)

จุดมุ่งหมายอย่างหนึ่งของการฝึกซ้อมหรือการออกกำลังกายก็เพื่อปรับปรุงหน้าที่ทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อให้พัฒนาขึ้นตามการทำงานของแต่ละชนิดกีฬา ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อในการหดตัวสร้างแรงจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเช่นเดียวกับการที่จะฝึกซ้อมกล้ามเนื้อให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามจุดมุ่งหมาย การทราบกลไกที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อก็นับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาสามารถเลือกชนิดการออกกำลังกายได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมในการที่จะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาและเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ต้องการ ด้วยเหตุผลนี้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาควรจะได้ทำความเข้าใจการทำงานของระบบ

ต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อก่อนที่จะเริ่มทำการฝึกซ้อมสมรรถภาพทางกลไก (สนธยา สีละมาด, 2551)

โครงสร้างของร่างกาย (The Body's Structure)

ระบบโครงสร้างของร่างกายจะประกอบขึ้นด้วยกระดูก (Bones) กล้ามเนื้อ (Muscular) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective Tissues) โดยในแต่ละองค์ประกอบจะทำงานร่วมกันเพื่อให้ระบบโครงสร้างมีการทำงานอย่างสมบูรณ์แบบเกิดการเคลื่อนไหวขึ้นได้ กระดูกทำหน้าที่เบื้องต้นเป็นระบบคานทางกลศาสตร์เชื่อมต่อระหว่างข้อต่อเพื่อยอมให้มีการเคลื่อนไหวและป้องกันอวัยวะภายใน ช่วยพยุงโครงสร้างของร่างกาย ส่วนกล้ามเนื้อจะทำหน้าที่บรรจุเนื้อเยื่อที่ใช้ในการหดตัวและเปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อให้เป็นพลังงานซึ่งก่อให้เกิดการเคลื่อนไหว ส่วนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทำหน้าที่เป็นโครงสร้างช่วยส่งแรง ถ่ายแรง รองรับแรงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อไปยังกระดูกเพื่อก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวและช่วยยึดเหนี่ยวเซลล์เข้าไว้ด้วยกัน

กระดูกที่ประกอบขึ้นเป็นโครงร่างจะมีลักษณะต่างกันและมีการจัดวางเรียงตัวอย่างเป็นระบบ โดยกระดูกจะเชื่อมต่อกันเป็นข้อต่อ (Joint) ซึ่งจะถูกยึดเข้าไว้ด้วยกันโดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่าเอ็นข้อต่อ (Ligaments) นอกจากนี้ยังถูกปกคลุมด้วยกล้ามเนื้อมากกว่า 215 คู่ โดยที่ปลายทั้งสองด้านของแต่ละกล้ามเนื้อจะเชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่าเอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมกล้ามเนื้อเข้ากับกระดูก และเมื่อกล้ามเนื้อมีการหดตัว ความตึงทั้งหมดที่พัฒนาขึ้นภายในกล้ามเนื้อจะส่งตรงไปยังกระดูกโดยผ่านเอ็นกล้ามเนื้อและก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Wilmore and Costill, 1994)

กล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ และกระดูก จะมีความสามารถในการทำหน้าที่อย่างสมดุลและไม่สามารถทำหน้าที่แยกออกจากกันได้ โดยเฉพาะในการออกกำลังกายหรือการแสดงความสามารถทางการกีฬา ตัวอย่างเช่น กล้าเนื้อจะไม่สามารถทำงานแบบไอโซเมทริก (Isometric Contraction) ได้ถ้ากระดูกและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไม่ช่วยยึดไว้ และจากการมีการทำหน้าที่อย่างสัมพันธ์กันนี้เอง เมื่อร่างกายได้รับแรงเครียด เช่น การออกกำลังกายกระดูก กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน จะมีการปรับตัวพัฒนาทางด้านความแข็งแรงและความสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับต่อแรงเครียดที่จะเกิดขึ้นจากการออกกำลังกายในครั้งต่อไป และเมื่อร่างกายได้รับแรงเครียดที่ส่งผลต่อการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อที่มากกว่าระดับการทำงานปกติอย่างสม่ำเสมอ จะก่อให้เกิดการปรับตัวของกระดูกและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหลังจากมีการปรับตัวขึ้นของกล้ามเนื้อ (สนธยา สีละมาด, 2551)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อ (Factors on Muscle Performance)

การหดตัวคลายตัวของกล้ามเนื้อเป็นผลทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย การทำงานของกล้ามเนื้อจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการกำหนดระดับความสามารถในการเคลื่อนไหวของนักกีฬา อย่างไรก็ตาม การทำงานของกล้ามเนื้อให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ แต่ปัจจัยที่ถือว่ามีความสำคัญมากก็คือ ปัจจัยทางด้านการกระตุ้นของระบบประสาท (Neural Stimulus) ความสามารถในการตอบสนองของกล้ามเนื้อ (Muscle Activation) ต่อสัญญาณประสาท และระดับพลังงานที่มีอยู่ (Energy) ภายในกล้ามเนื้อ ทั้งนี้ระดับการตอบสนองของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับระดับความแรงจากการกระตุ้นของระบบประสาทมากที่สุด (Fleck and Kraemer, 1997)

การส่งสัญญาณประสาทไปยังกล้ามเนื้อ (Nerve Supply to Muscle)

การทำงานของกล้ามเนื้อจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) โดยสัญญาณประสาทจากสมองและไขสันหลังจะถูกส่งผ่านมาตามเซลล์ประสาท (Neuron) ซึ่งโดยปกติกล้ามเนื้อภายในร่างกายจะมีเซลล์ประสาทมาควบคุม 2 ชนิด คือ

1. ประสาทสั่งการ (Motor Nerves)

ประสาทสั่งการจะรับสัญญาณประสาทจากระบบประสาทส่วนกลางไปสิ้นสุดที่เส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวและคลายตัว

2. ประสาทรับความรู้สึก (Sensory Nerves)

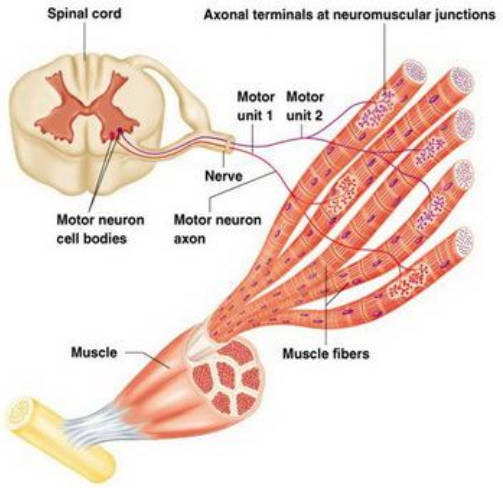
เป็นประสาทที่รับและถ่ายทอดรายละเอียดเกี่ยวกับความรู้สึกเจ็บปวดและการเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายจากอวัยวะส่วนต่างๆของร่างกายส่งกลับไปยังระบบประสาทส่วนกลาง (Wilmore and Costill, 1994)

หน่วยยนต์ (The Motor Unit)

หน่วยยนต์ (Motor Unit) คือ หน่วยของเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor Neuron) ในไขสันหลังที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยปลายแอกซอน (Axon) ของเซลล์ประสาทสั่งการแต่ละเซลล์จะแตกแขนงไปควบคุมการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อกลุ่มหนึ่งหรือจำนวนหนึ่งมากน้อยแตกต่างกัน โดยจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อต่อหนึ่งเซลล์ประสาทสั่งการที่มาควบคุมหรือในหนึ่งหน่วยยนต์จะขึ้นอยู่กับความต้องการความแม่นยำหรือความละเอียดในการทำหน้าที่ของเส้นใยกล้ามเนื้อ ตัวอย่างเช่น กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่กระพริบตาในหนึ่งหน่วยยนต์อาจจะ

ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อเพียง 10 เส้นใยกล้ามเนื้อ ขณะที่กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ยกขาอาจจะพบได้มากถึง 1,000 เส้นใยกล้ามเนื้อ

ในแต่ละหน่วยยนต์ ปลายของเซลล์ประสาทสั่งการแต่ละเซลล์จะไม่ได้ควบคุมเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณใกล้กัน แต่ปลายของแอกซอนจะแตกแขนงกระจายออกไปควบคุมในแต่ละมัดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Microbundles) ฉะนั้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ติดกันไม่จำเป็นจะต้องมีหน่วยยนต์เดียวกัน ทั้งนี้เป็นเพราะถ้าหนึ่งหน่วยยนต์ไม่มีการกระจายการควบคุมเส้นใยโดยตลอดทุกมัดกล้ามเนื้อ เมื่อมีสัญญาณประสาทส่งมาจะทำให้กล้ามเนื้อจะมีการทำงานเพียงบางส่วนมากกว่าที่จะมีการทำงานตลอดทุกมัดเส้นใยกล้ามเนื้อ ตรงกันข้าม ถ้ามีการกระจายการควบคุมเมื่อมีสัญญาณประสาทส่งมายังกล้ามเนื้อจะทำให้กล้ามเนื้อในหน่วยยนต์นั้นๆ เกิดการหดตัวพร้อมกันทั้งกลุ่มและการสร้างแรงของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นจากเส้นใยกล้ามเนื้อทุกเส้นใย อันเป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวได้แรงมากขึ้น (Bompa and Cornacchia, 1998)



รูปที่ 1 หน่วยยนต์ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทสั่งการและเส้นใยกล้ามเนื้อ (BaileyBio.com, 2008)

ชนิดของหน่วยยนต์ (Type of Motor Units)

ในร่างกายมนุษย์หน่วยยนต์จะไม่ได้มีความแตกต่างกันเฉพาะจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เซลล์ประสาทสั่งการไปควบคุมเท่านั้น แต่ยังมีความแตกต่างกันตามความถี่ของสัญญาณประสาทที่ไปควบคุม ซึ่งความถี่ของสัญญาณประสาทนี้จะเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะกระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolic) ของเส้นใยกล้ามเนื้อ จึงทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ในหน่วยยนต์เดียวกันมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกอย่าง กล่าวคือ เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า

หรือชนิดหดตัวเร็วก็จะเป็นเหมือนกันหมดทั้งหน่วยยนต์ ดังนั้น ชนิดของหน่วยยนต์ก็จะมีการเรียกเหมือนกับชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

1. **ชนิดที่** 1 **(Type I)** เป็นหน่วยยนต์ที่ควบคุมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow-twitch) จะส่งสัญญาณที่มีความถี่ต่ำประมาณ 10-20 ครั้งต่อวินาที มีเซลล์ขนาดเล็ก มีจุดเกิดสัญญาณประสาท (Threshold) ต่ำ จึงถูกกระตุ้นได้ง่าย ดังนั้น เมื่อเริ่มมีการทำงานที่ระดับความหนักต่ำๆ หน่วยยนต์ชนิดที่ 1 จะถูกกระตุ้นให้มีการทำงานก่อน

2. **ชนิดที่** 2 **(Type II)** เป็นหน่วยยนต์ที่ควบคุมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch) จะส่งสัญญาณที่มีความถี่สูงประมาณ 30-60 ครั้งต่อวินาที มีเซลล์ขนาดใหญ่ มีความเร็วในการนำสัญญาณประสาทเร็วกว่าชนิดที่ 1 แต่มีจุดเกิดสัญญาณประสาท (Threshold) สูง จึงถูกกระตุ้นได้ยากกว่าชนิดที่ 1 (Bompa and Cornacchia, 1998)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของหน่วยยนต์แต่ละชนิด (สนธยา สีละมาด, 2551)

คุณสมบัติของหน่วยยนต์	ชนิดของหน่วยยนต์	
	ชนิดที่ 1 (Type I)	ชนิดที่ 2 (Type II)
ขนาดของเซลล์ประสาท	เล็ก	ใหญ่
ความเร็วในการนำสัญญาณ	ช้า	เร็ว
ความไวต่อการถูกเร้า	ง่าย	ยาก
จุดกำเนิดสัญญาณประสาท	ต่ำ	สูง
ความถี่ของสัญญาณ (ครั้ง/วินาที)	10-20	30-60

การทำงานของหน่วยยนต์ (Motor Unit Activation)

เมื่อประสาทสั่งการ (Motor Nerves) มีการกระตุ้น สัญญาณประสาทจะถูกส่งไปยังเส้นใยกล้ามเนื้อและเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้เป็นไปตามกฎ All-or-Non Law กล่าวคือ ไม่ว่าสัญญาณอ่อนหรือแรงถ้าสามารถกระตุ้นหน่วยยนต์ได้ เส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การควบคุมจะมีการหดตัวอย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม ในการหดตัวของกล้ามเนื้อครั้งหนึ่งจะไม่ได้หมายความว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การควบคุมทุกเส้นใยจะมีการหดตัว จะมีเพียงเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ในหน่วยยนต์ที่ถูกระดมเท่านั้นที่มีการหดตัว ขณะที่เส้นใยกล้ามเนื้อของหน่วยยนต์ที่ไม่ถูกระดมจะอยู่ในสภาวะพัก นอกจากนี้สำหรับบุคคลทั่วไปในการระดมหน่วยยนต์ครั้งหนึ่งจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อเพียง 70% เท่านั้นที่มีการหดตัว แต่สำหรับบุคคลที่ได้รับการฝึกมาเป็นอย่างดีจะ

มีเส้นใยกล้ามเนื้อมากถึง 95% ที่ถูกระดมให้มีการหดตัว ทั้งนี้การระดมหน่วยยนต์จะขึ้นอยู่กับระดับความหนักในการทำงานของกล้ามเนื้อและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสร้างแรงของกล้ามเนื้อ กล่าวคือ ถ้ามีระดับความหนักต่ำจะมีการระดมหน่วยยนต์เพียงเล็กน้อยและกล้ามเนื้อมีการใช้แรงน้อย ตรงกันข้าม ถ้ามีระดับความหนักสูงจะมีการระดมหน่วยยนต์ทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด และกล้ามเนื้อมีการสร้างแรงสูงสุด เมื่อจำนวนหน่วยยนต์ถูกระดมมากขึ้น การสร้างแรงของสร้างของกล้ามเนื้อก็จะเพิ่มขึ้น ด้วยการหดตัวของจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Patten, et al., 1995) อย่างไรก็ตาม การสร้างแรงจะขึ้นอยู่กับจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยยนต์ได้เช่นกัน ซึ่งจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีความแตกต่างกันระหว่าง 20-500 เส้นใย หน่วยยนต์ที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อในจำนวนที่มากกว่าความสามารถในการสร้างแรงจะสูงกว่า ในร่างกายมนุษย์จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อต่อหน่วยยนต์จะถูกกำหนดโดยปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้นักกีฬาบางคนสามารถเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงได้ง่ายกว่านักกีฬาบางคนที่อาจต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการที่จะเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้สูงขึ้น (Rushall, 1989)

ลำดับการระดมหน่วยยนต์ (Order of Recruitment of Motor Unit)

การทำงานของหน่วยยนต์จะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อ หน่วยยนต์ที่มีขนาดเล็กจะควบคุมเส้นใยชนิดหดตัวช้า (ST) และหน่วยยนต์ที่มีขนาดใหญ่จะควบคุมเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว (FT) ฉะนั้น เส้นใยกล้ามเนื้อจึงมีลำดับ (Sequence) การทำงานตามการทำงานของหน่วยยนต์ (Foss and Steven, 1998) คือ เส้นใยที่มีขนาดเล็กจะถูกระดมมาใช้งานก่อนเส้นใยที่มีขนาดใหญ่ (ชนิดที่ 1 ก่อน ชนิดที่ 2a ก่อน ชนิดที่ 2b) เมื่อเริ่มต้นการทำงานหน่วยยนต์ชนิดที่ 1 จะถูกระดมมาใช้งานก่อนและเมื่อทำงานหนักขึ้นหน่วยยนต์ชนิดที่ 2a (Type IIa) จะถูกระดมมาช่วยเหลือการทำงานของหน่วยยนต์ชนิดที่ 1 และเมื่อการทำงานหนักขึ้นหรือกระตุ้นถึงจุดกำเนิดสัญญาณประสาท (Threshold) ของหน่วยยนต์ชนิดที่ 2b (Type IIb) หน่วยยนต์และเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การควบคุมจึงจะถูกระดมมาใช้งาน และด้วยเหตุที่หน่วยยนต์ชนิดที่ 2b เป็นหน่วยยนต์ที่ถูกกระตุ้นได้ยากที่สุด การพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การควบคุม จึงต้องใช้การฝึกซ้อมด้วยความหนักสูงสุดเท่านั้นจึงจะทำให้เกิดการพัฒนาของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Bompa and Cornacchia, 1998)

ความถี่ของการกระตุ้น (Impulse Frequency)

การที่กล้ามเนื้อจะสร้างแรงสูงสุดได้จำเป็นที่ระบบประสาทจะต้องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณที่มีความถี่สูงด้วยเช่นกัน กล้ามเนื้อจะสร้างแรงได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแรงและความถี่ของสัญญาณประสาทเป็นสำคัญ ความถี่และความแรงของสัญญาณประสาทจะเป็นตัวกำหนดชนิดของหน่วยยนต์ และเมื่อสัญญาณประสาทมากระตุ้นหน่วยยนต์ หน่วยยนต์จะตอบสนองโดยการเกิดแรงกระตุ้น (Twitch) และตามด้วยการผ่อนคลายตัว และเป็นผลให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวและคลายตัว ถ้าสัญญาณประสาทครั้งที่สองตามมาถึงหน่วยยนต์ก่อนที่สัญญาณครั้งมีการผ่อนคลายตัวจะก่อให้เกิดการรวมกันของแรงกระตุ้นทั้งสองครั้ง (Two Twitch) หรือรวมแรงเข้าด้วยกัน (Summation) และก่อให้เกิดสัญญาณประสาทที่แรงกว่าการเกิดแรงกระตุ้นครั้งเดียว (Single Twitch) ทั้งนี้การรวมแรงเข้าด้วยกันของหน่วยยนต์จะขึ้นอยู่กับความหนักที่กำหนดให้กับกล้ามเนื้อ ขณะความหนักสูงสุด เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งหมดจะทำงานประสานสัมพันธ์กันเป็นหนึ่งเดียว (Synchronization) นำไปสู่การสร้างแรงสูงสุด ขณะที่ความหนักปานกลาง บางหน่วยยนต์เท่านั้นที่มีการกระตุ้นสองครั้งขณะที่หน่วยยนต์อื่นจะมีการผ่อนคลายและนำไปสู่การสร้างแรงปานกลาง สิ่งนี้จึงเป็นเหตุผลที่สำคัญอย่างหนึ่งว่าทำไมการใช้ความหนักในการฝึกซ้อมที่สูงกว่าจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) ได้สูงกว่าการใช้ความหนักในการฝึกซ้อมที่ต่ำกว่า (Bompa and Cornacchia, 1998)

ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fiber Types)

จากการศึกษาแม้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อลายจะมีโครงสร้างคล้ายกัน แต่ก็ไม่ได้เหมือนกันเสียทีเดียว บางเส้นใยจะมีความสามารถต่างไปจากเส้นใยอื่นๆ มีอัตราความเร็วในการหดตัวแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับความสามารถในการสลายเอทีพี (Split ATP) ของเส้นใยกล้ามเนื้อ เส้นใยที่หดตัวได้เร็วกว่าจะมีความสามารถในการสลายเอทีพีสูงกว่า นอกจากนี้ เส้นใยกล้ามเนื้อยังมีความแตกต่างกันของกระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolic) ที่ใช้ในการผลิตเอทีพีและการเกิดความเมื่อยล้า (Fatigue) แม้ว่าทุกเส้นใยกล้ามเนื้อจะสามารถทำหน้าที่ได้ทั้งภายใต้สภาพการเผาผลาญอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) และใช้ออกซิเจน (Aerobic) แต่บางเส้นใยจะทำงานได้ดีกว่าเมื่ออยู่ภายใต้สภาพการเผาผลาญอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนและบางเส้นใยจะทำงานได้ดีกว่าเมื่ออยู่ภายใต้สภาพการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งจากความแตกต่างกันของลักษณะทางโครงสร้างและหน้าที่ เราจึงสามารถจำแนกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อได้ดังต่อไปนี้ คือ เส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงานสำหรับการหดตัวจะเป็นแอโรบิกชนิดที่ 1 (Type I) ชนิดเส้นใยสีแดง หรือเส้นใยชนิดหดตัวช้า (Slow-twitch) และเส้นใยที่ไม่ใช้

ออกซิเจนในการผลิตพลังงานสำหรับหารหดตัวจะเป็นแอนแอโรบิก ชนิดที่ 2 (Type II) ชนิดเส้นใยสีขาว หรือเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch) (Foss and Steven, 1998)

1. **เส้นใยชนิดหดตัวช้า (Type I)**

เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็ก มีสีแดงเข้มเนื่องจากมีหลอดเลือดมาเลี้ยงจำนวนมาก มีปริมาณไมโทคอนเดรียจำนวนมากจึงมีความสามารถสูงในการเปลี่ยนพลังงานเคมีที่มีอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อให้กลายเป็นเอทีพี โดยอาศัยกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Metabolism) ซึ่งจะสามารถผลิตพลังงานได้จำนวนมากและเกิดของเสียจากกระบวนการน้อย จึงมีความสามารถในการทำงานได้ระยะเวลานาน แต่มีอัตราความเร็วในการสลายเอทีพีต่ำจึงทำให้หดตัวได้ช้า และด้วยขนาดที่เล็กกว่าและมีหลอดเลือดฝอยมาเลี้ยงมากจึงทำให้สามารถขนส่งออกซิเจนและสามารถเคลื่อนย้ายของเสียออกจากเส้นใยกล้ามเนื้อได้มาก จึงชะลอการเกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

2. **เส้นใยชนิดหดตัวเร็วเอ (Type IIa)**

เป็นเส้นกล้ามเนื้อที่สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็วและยาวนาน เนื่องจากมีคุณลักษณะบางอย่างเหมือนเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว เช่น มีหน่วยยนต์และเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ มีสารฟอสเฟตและไกลโคเจนเป็นจำนวนมาก และมีคุณสมบัติบางอย่างเหมือนเส้นใยชนิดหดตัวช้า เช่น มีปริมารไมโทคอนเดรียและหลอดเลือดแดงจำนวนมาก มีปริมาณไมโอโกลบินสูง มีสีแดง มีความสามารถสูงในการผลิตเอทีพีโดยอาศัยกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจนและสามารถสลายเอทีพีอย่างรวดเร็ว จึงมีอัตราความเร็วในการหดตัวและทนทานต่อความเมื่อยล้า แต่พบได้น้อยในร่างกายมนุษย์

3. **เส้นใยชนิดหดตัวเร็วบี (Type IIb)**

เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่ สามารถหดตัวได้เร็วที่สุด มีหลอดเลือดมาเลี้ยงจำนวนน้อยจึงมีสีซีด และมีปริมาณไมโทคอนเดรียและไมโอโกลบินจำนวนน้อย แต่มีปริมาณไกลโคเจนสูง มีความสามารถในการผลิตเอทีพีโดยอาศัยกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Metabolism) มีความสามารถในการสลายเอทีพี จึงทำให้หดตัวได้อย่างรวดเร็ว แต่สามารถผลิตพลังงานได้จำนวนน้อย จึงไม่สามารถผลิตเอทีพีได้อย่างเพียงพอที่จะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้อย่างต่อเนื่อง และในการผลิตเอทีพีจะก่อให้เกิดของเสียจึงเกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย (Sisco and Little, 1997)

ตารางที่ 2 คุณลักษณะที่สำคัญของเส้นใยกล้ามเนื้อ (สนธยา สีละมาด, 2551)

คุณลักษณะ	ชนิดหดตัวช้า (Type I Fibers)	ชนิดหดตัวเร็วเอ (Type IIa Fibers)	ชนิดหดตัวเร็วบี (Type IIb Fibers)
การหดตัว	ช้า	เร็ว	เร็วมาก
ขนาดของหน่วยยนต์	เล็ก	ใหญ่	ใหญ่มาก
ความทนทานต่อความเมื่อยล้า	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
กิจกรรมการทำงาน	แอโรบิก	แอนแอโรบิก ระยะยาว	แอนแอโรบิก ระยะสั้น
การสร้างแรง	ต่ำ	สูง	สูงมาก
ปริมาณของไมโทคอนเดรีย	สูง	สูง	ต่ำ
ปริมาณของหลอดเลือดแดง	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
การทำงานแบบใช้ออกซิเจน	สูง	สูง	ต่ำ
การสลายไกลโคเจน	ต่ำ	สูง	สูง
สารอาหารที่เก็บสะสมไว้	ไตรกลีเซอร์ไรด์	ซีพีและไกลโคเจน	ซีพีและไกลโคเจน

การระดมเส้นใยกล้ามเนื้อให้มีการทำงาน (Muscle Fiber Recruitment)

ในแต่ละมัดกล้ามเนื้อของร่างกายจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสามชนิดประกอบอยู่ แต่จะมีในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับการทำงานของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่ต้องมีการหดตัวซ้ำๆ จะมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจำนวนมากขณะที่กล้ามเนื้อที่ต้องมีการหดตัวอย่างรวดเร็วจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจำนวนมาก โดยการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อให้มีการทำงานจะมีความสัมพันธ์กับประสาทสั่งการที่มาควบคุม คือ เป็นไปตามหลักของขนาด (Size Principle) ของหน่วยยนต์ (Patten, et al., 1995)

เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะถูกระดมมาใช้ขณะออกกำลังกายที่มีความหนักต่ำ ขณะที่เส้นใยหดตัวเร็วเอจะถูกระดมมาใช้เมื่อความหนักของการออกกำลังกายสูงขึ้นหรือเมื่อเวลาของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น และเส้นใยชนิดหดตัวเร็วบีจะถูกระดมมาใช้สำหรับการออกกำลังกายที่ต้องออกแรงสูงสุดหรือเมื่อเส้นใยชนิดอื่นๆเกิดความเมื่อยล้า กล่าวโดยสรุปคือ เมื่อกล้ามเนื้อเกิดการหดตัว การหดตัวจะเริ่มต้นด้วยการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าก่อน และตามด้วยชนิดหดตัวเร็วเอ (Type IIa) และชนิดหดเร็วบี (Type IIb) ตามระดับความแรงของ

สัญญาณประสาทที่มากระตุ้น ความจริงเส้นใยกล้ามเนื้อจะถูกระดมมาใช้อย่างเป็นลำดับซึ่งเป็นความสามารถของสมองในการจะสั่งการ ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วบี มีความยากในการฝึก เพราะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วบี จะไม่ถูกกระตุ้นจนกระทั่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าและเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วเอถูกระดมมาใช้ในการทำงาน (Foss and Steven, 1998)

การทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle Action)

สำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อจะมีการแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

1. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonist) เคลื่อนไหวข้อต่อ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของร่างกาย
2. กลุ่มกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonist) กับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เคลื่อนไหวข้อต่อ โดยมีการผ่อนคลายและยอมให้มีการเคลื่อนไหว แต่จะเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonist) เคลื่อนไหวข้อต่อในทิศทางตรงข้าม
3. กลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆข้อต่อ (Stabilizers) ซึ่งทำหน้าที่หดตัวยึดหรือประคองอวัยวะส่วนนั้นไม่ให้มีการเคลื่อนที่ เพื่อที่จะทำให้กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ช่วยเหลือ (Synergist) การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่แต่ไม่ใช่กลุ่มกล้ามเนื้อที่เริ่มต้นตอบสนองต่อการทำงานเป็นกลุ่มแรก
5. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน (Neutralizer) ทำหน้าที่ต้านการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ไม่ต้องการให้ออกแรง ทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปตามเป้าหมาย

ทั้งนี้พอจะอธิบายหน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อได้ดังนี้ คือ ในกรณีงอข้อศอก (Elbow Flexion) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Biceps) จะทำหน้าที่เป็นกล้ามเนื้องอข้อศอก (Agonist) โดยการหดตัวสั้นเข้าและมีกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Triceps) เป็นกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonist) และกล้ามเนื้อ Pronator Teres เป็นกล้ามเนื้อช่วยเหลือ (Synergist) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า เช่นเดียวกัน ในการเหยียดข้อศอก (Elbow Extension) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังทำหน้าที่เป็นกล้ามเนื้อเหยียดข้อศอก (Agonist) โดยการหดตัวสั้นเข้า และกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าที่เป็นกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม ตรงกันข้าม ถ้ากล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังมีการหดตัวแบบยืดยาวออกช้าๆ และควบคุมการงอข้อศอก กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังยังคงทำหน้าที่เป็นกล้ามเนื้อเคลื่อนไหวข้อศอก (Agonist) แต่มีการหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric Contraction) โดยทั้ง 2

กรณี กล้ามเนื้อหัวไหล่ (Deltoids) กล้ามเนื้อบ่า (Trapezius) และกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณหัวไหล่จะทำหน้าที่ยึดตรึงหัวไหล่ไม่ให้มีการเคลื่อนที่ (Stabilizers) (Fleck and Kraemer, 1997)

ชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Types of Muscular Contraction)

การทำงานของกล้ามเนื้อจะมี 2 ลักษณะ คือ การหดตัวและการคลายตัวเมื่อกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นโดยกระแสประสาทจากหน่วยยนต์กล้ามเนื้อจะหดตัวและเมื่อกระแสประสาทหยุดลงกล้ามเนื้อจะคลายตัว การหดตัวของกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้ 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (ไอโซโทนิก) และการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (ไอโซเมทริก) ซึ่งการหดตัวในแต่ละชนิดจะสามารถสร้างแรงได้แตกต่างกัน

1. **การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิก** (Isotonic Contraction)

เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่มีการเพิ่มความตึงภายในกล้ามเนื้อระดับหนึ่งเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อแล้วจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในความตึงหรือความเครียดของกล้ามเนื้อหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนที่ เพราะมีระดับความตึงของกล้ามเนื้อมากบ้างน้อยบ้างเป็นสาเหตุให้มุมข้อต่อมีการเปลี่ยนแปลง การหดตัวลักษณะนี้เกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการพัฒนาแรงขึ้นขณะหดสั้นเข้าหรือยืดยาวออก โดยความตึงในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับมุมการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น การงอข้อศอก พบว่า ความตึงจะมีค่าสูงสุดที่ประมาณมุม 120 องศา และน้อยที่สุดที่มุมประมาณ 20 องศา

การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิกยังสามารถแบ่งออกเป็น การหดตัวแบบคอนเซนทริก (Concentric) และการหดตัวแบบเอกเซนทริก (Eccentric) เนื่องจากการพัฒนาแรงของกล้ามเนื้อมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าแรงต้านทาน

- **การหดตัวแบบคอนเซนทริก** เป็นการหดตัวสั้นเข้าของกล้ามเนื้อและเกิดขึ้นเมื่อมีการหดตัวสร้างแรง (Force) อย่างเพียงพอในการกระทำต่อแรงต้านทาน เป็นการหดตัวชนิดที่กล้ามเนื้อมีการพัฒนาแรงขึ้นมากกว่าแรงต้านทาน
- **การหดตัวแบบเอกเซนทริก** เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อมีการยืดยาวออกภายใต้ความตึง เช่น การค่อยๆวางน้ำหนักลงสู่พื้น กล้ามเนื้อจะมีความตึงลดลงทีละน้อยเนื่องจากน้ำหนักหรือแรงต้านทานมากกว่าแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ไม่ถึงกับกล้ามเนื้อไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้ เป็นการหดตัวที่มีการสร้างแรงขึ้นน้อยกว่าแรงต้านทาน แต่การหดตัวแบบเอกเซนทริกนี้จะสามารถสร้างแรงได้มากกว่าการหดตัวแบบไอโซเมทริกและการหดตัวแบบคอนเซนทริก ตามลำดับ

2. **การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมทริก** (Isometric Contraction)

การหดตัวของกล้ามเนื้อลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการพัฒนาความตึงขึ้นแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของมุมข้อต่อหรือความยาวของกล้ามเนื้อหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการหดเกร็งอยู่กับที่ เป็นการหดตัวที่มีการสร้างแรงขึ้นเท่ากับแรงต้านทาน

ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย การหดตัวของกล้ามเนื้ออาจจะมีเพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดร่วมกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนไหว อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการพัฒนาของเครื่องมือการออกกำลังกายได้แสดงให้เห็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันออกไป คือ การทำงานแบบไอโซคิเนติก

3. **การทำงานแบบไอโซคิเนติก** (Isokinetics)

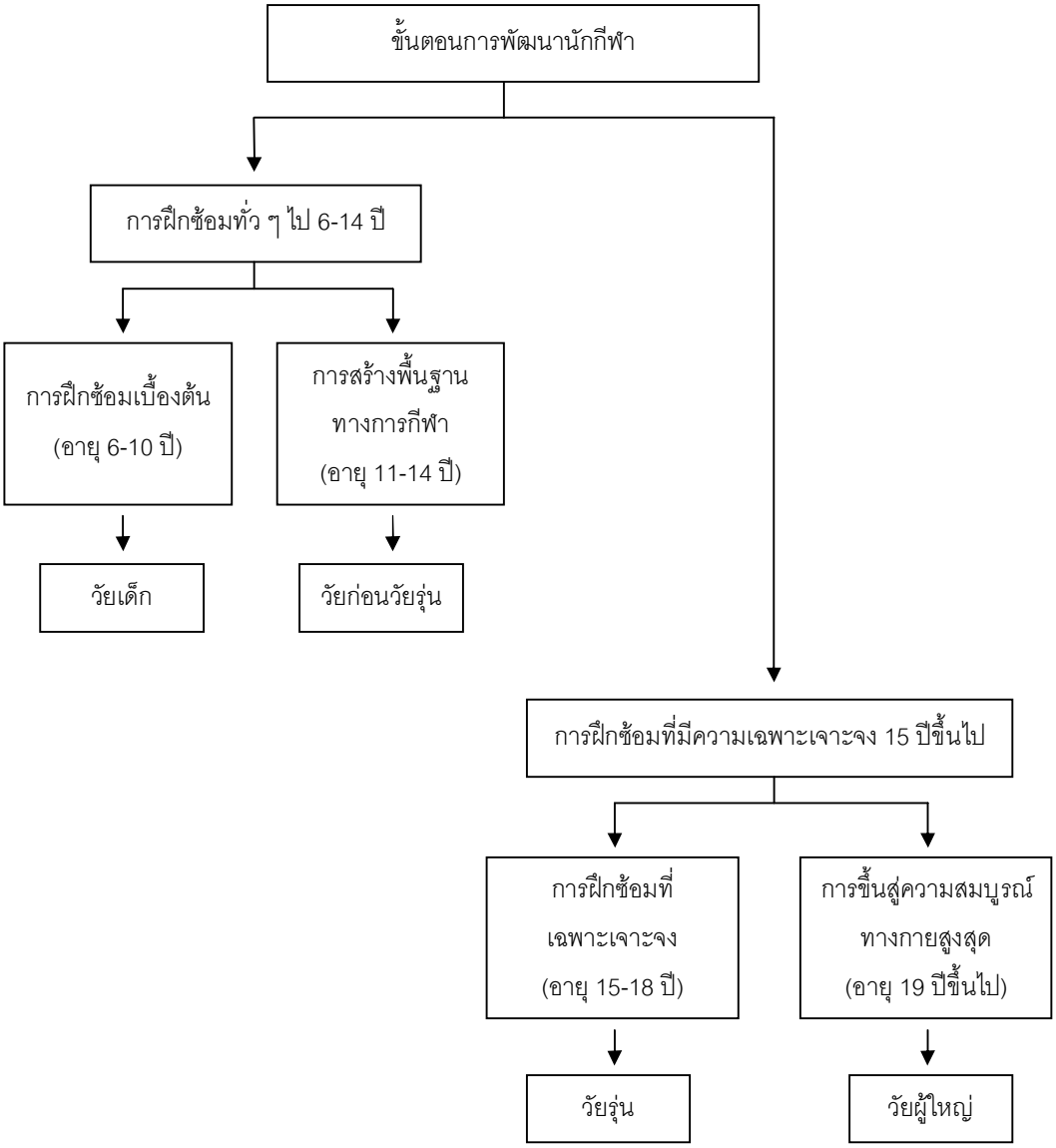
ผู้เชี่ยวชาญบางท่านกล่าวว่าไม่จัดเป็นชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เนื่องจากเป็นการใช้เทคนิคที่พิเศษหรือมีความแตกต่างจากชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ ไอโซคิเนติกเป็นชนิดการออกกำลังกายแบบที่มีการเคลื่อนที่ปกติที่ใช้การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้าหรือแบบยืดยาวออกที่ซึ่งความเร็ว (หรืออัตราความเร็ว) ในการเคลื่อนไหวคงที่ และการหดตัวของกล้ามเนื้อ (การหดตัวสูงสุด) เกิดขึ้นตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Rang of Motion) ซึ่งอาจพบได้บ้างในกีฬาบางประเภท เช่น กีฬาพายเรือและกีฬาว่ายน้ำ กล้ามเนื้อมีการหดตัวออกแรงต้านกับน้ำซึ่งการหดตัวเกือบมีความเร็วคงที่ตลอดการเคลื่อนไหว อย่างไรก็ตาม การทำงานของกล้ามเนื้อดังกล่าวยังจัดเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิก การทำงานของกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติกสามารถเกิดขึ้นได้จากเครื่องออกกำลังกายคินคอม (Kincom) ไซเบ็ก (Cybex) ไบโอเด็ก (Biodex) และลิโด (Lido) เป็นต้น (Fleck and Kraemer, 1997)

ขั้นตอนการพัฒนานักกีฬา (Stage of Athletic Development)

ในการวางแผนการฝึกซ้อมระยะยาว ผู้ฝึกสอนควรแบ่งการฝึกซ้อมออกเป็นสองช่วง คือ การฝึกซ้อมทั่ว ๆ ไป (General) และการฝึกซ้อมที่มีความเฉพาะเจาะจง (Specific) ในช่วงการฝึกซ้อมทั่ว ๆ ไป จะแบ่งการฝึกซ้อมออกเป็นสองระยะ คือ การฝึกซ้อมเบื้องต้นและการฝึกซ้อมที่เป็นการสร้างพื้นฐานทางการกีฬา จุดมุ่งหมายของการฝึกซ้อมในช่วงการฝึกซ้อมทั่ว ๆ ไปจะเป็นการสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการพัฒนาทักษะทางกลไก (Motor Ability) ที่ยากขึ้นในช่วงการฝึกซ้อมที่มีความเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะมีการแบ่งออกเป็นระยะการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจงและระยะขึ้นสู่ความสมบูรณ์ทางกายสูงสุด ในระยะการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง นักกีฬาจะมีการเลือกชนิดกีฬาหรือประเภทการแข่งขันและตำแหน่งที่นักกีฬาจะเล่น พร้อมกับทำการฝึกซ้อมด้วยกิจกรรมที่มีความเฉพาะเจาะจงและมีการเพิ่มความหนักและปริมาณของการฝึกซ้อมขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นผลทำให้ความสมบูรณ์ทางกายเพิ่มสูงขึ้น

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้อายุจะมีความสัมพันธ์กับขั้นของการพัฒนา แต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับชนิดของกีฬาเป็นสำคัญ ตัวอย่างเช่น ในกีฬายิมนาสติกและกระโดดน้ำ อายุในแต่ละขั้นของการพัฒนาอาจจะต้องลดลง 2-4 ปี จากอายุเฉลี่ยถึงจะมีความเหมาะสม และเพื่อการวางแผนที่ถูกต้อง ข้อมูลที่นำมาใช้ตัดสินใจควรขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตและวุฒิภาวะของนักกีฬาแต่ละคน และปรับการฝึกซ้อมและการแข่งขันให้มีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถของนักกีฬา (สนธยา สีละมาด, 2551)

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนานักกีฬา (สนธยา สีละมาด, 2551)



พลังกล้ามเนื้อ (Muscular Power)

พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วและแรงมากที่สุดในระยะเวลาอันสั้น

บอมพา (Bompa, 1993) ได้สรุปรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาไว้ ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตาม

พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้น จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของการตกลงสู่พื้นนั้น การลงสู่พื้นจากความสูง 80-100 เซนติเมตรนั้น ข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6-8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะที่ลงสู่พื้นนั้น กล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมาอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นได้ ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นถ้ามีการกระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทาง กล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต (Racket)

2. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องมีการทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง อุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์กีฬาเหล่านั้นจากจุดเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่จะต้องปล่อยอุปกรณ์ออกไปจากมือเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุด

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดจากพื้น (Take-off power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่มีการกระโดดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด ซึ่งเป็นการกระโดดในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรง

ยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลงและมีผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่นั้นๆ สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาที่มีการต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ รวมทั้งการเริ่มต้นวิ่งออกจากที่ยันเท้าของนักวิ่งระยะสั้น ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า

5. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆและกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต ที่มีการหลอกคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทางต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่ง จำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย

6. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมและกีฬาประเภทบุคคลชนิดต่างๆทั้งที่แข่งขันกันบนบกและในน้ำ ต่างก็มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วด้วยกันทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วหรือสามารถเอาชนะแรงต้านทานของน้ำได้

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อทั้ง 6 ลักษณะนี้ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว (Fast twitch fiber) ด้วยกันทั้งสิ้น

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

ในส่วนของแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ได้มีผู้ให้แนวคิดไว้ พอสรุปได้ ดังนี้

บอมพา(Bompa, 1993) พบว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว

2. เซลประสาทยนต์ (Motor neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้นในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท

3. มีความสอดคล้องกันมากขึ้นและดีขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor units) กับรูปแบบของการปล่อยกระแสประสาท

4. กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในเวลาสั้น

5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง

6. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงาน (Intermuscular coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้เร็วขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้น โปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬานั้นๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใดก็จะเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อหมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูงในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้น ยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆด้วยในขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ

1. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่า อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้งสองประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)
4. วงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นลง (Stretch-shortening cycle)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination & skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้น ยุทธวิธีของการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน ไม่ใช่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว

วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่า เนื่องจากในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงนั้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะพัฒนาคุณสมบัติทั้งสองประการนี้ให้เพิ่มมากที่สุดในเวลาเดียวกันได้ การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนี้ จึงมีสามวิธี ดังนี้

1. ให้กล้ามเนื้อออกแรงมากด้วยความเร็วต่ำ โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง
2. ให้กล้ามเนื้อออกแรงน้อยด้วยความเร็วสูง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน
3. ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วปานกลาง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปด้วยความหนัก 30-45% ของความแข็งแรงสูงสุด

เยสซิส (Yessis, 1994) กล่าวว่า ในกีฬาชนิดที่ต้องพลังกล้ามเนื้อนั้น มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิด ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวสามส่วนด้วยกัน คือ ความเฉื่อย (inertia) โมเมนตัม (momentum) และความเร่ง (acceleration) โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิดจะเริ่มต้นออกแรงเอาชนะความเฉื่อยก่อน และการออกแรงนั้นจะต้องไม่คงที่ เพื่อให้เกิด

โมเมนตัม และความเร่งตามมา ซึ่งเป็นการทำงานในระดับสูงของระบบประสาทที่จะต้องปล่อยกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อที่ออกแรงนั้น ในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ อีกทั้งยังต้องการข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนที่หลายๆข้อต่อมาทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งแต่ละข้อต่อก็จะมีช่วงเวลาของการเร่งความเร็ว และช่วงเวลาของการลดความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของข้อต่อนั้นๆแตกต่างกันไป ในการปฏิบัติทักษะกีฬาบางชนิดเป็นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (speed-strength) ซึ่งต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง ได้แก่ วิ่งระยะสั้น ทักษะกีฬาบางชนิดต้องใช้ความแข็งแรงด้วยความเร็ว (strength-speed) ซึ่งต้องการความแข็งแรงมากกว่าความเร็ว ได้แก่ ยกน้ำหนัก ดังนั้นในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วย การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพัฒนาความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนั้น เปอร์เซ็นต์ในการพัฒนาในแต่ละส่วน จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของกีฬาแต่ละชนิด

ชู (Chu, 1996) กล่าวว่า ในร่างกายมนุษย์นั้น มีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เรียกว่า ชนิด I ซึ่งสามารถออกแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลานาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ออกซิเจน เช่น การวิ่งระยะไกล เป็นต้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วนั้น แบ่งออกเป็นชนิด IIa และชนิด IIb ซึ่งสามารถออกแรงสูงสุดได้ในระยะเวลาสั้นเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ เช่น นักฟุตบอล และนักวิ่งระยะสั้น เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้ก็คือ ชนิด IIa มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด IIb มีความเร็วในการหดตัวมากกว่า ในกีฬาหลายชนิดที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดที่ถูกใช้งาน ซึ่งชนิด IIb จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้วชนิด IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นยังมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาที่ใช้ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว ช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและในลักษณะเป็นแรงระเบิด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคงและท่าทางของนักกีฬาในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวใดๆ ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

สโตน และบอร์เดน (Stone and Borden, 1997) สรุปว่า แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจง เป็นสิ่งที่สำคัญอันดับแรกในการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการฝึกโดยใช้แรงต้าน ซึ่งความเฉพาะเจาะจงนี้เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานของร่างกาย และกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในส่วนของกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายนั้น คำนึงถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายของกิจกรรมการฝึกกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะที่แสดงความสามารถออกมาในขณะแข่งขัน ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบของการเคลื่อนที่แรงสูงสุด (peak force) อัตราการพัฒนาแรง การเร่งความเร็วและอัตราเร็ว ดังนั้น ถ้ากลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายในขณะฝึกเหมือนกับในขณะแข่งขัน ก็จะมีการถ่ายโยงกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายได้มากขึ้น

ในการพัฒนากล้ามเนื้อของนักกีฬาที่ไม่เคยฝึกมาก่อนนั้น การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงจะให้ประโยชน์มากกว่า ส่วนนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้ว จำเป็นต้องได้รับการฝึกให้กล้ามเนื้อออกแรงด้วยความเร็วสูง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอัตราการพัฒนาแรง และความเร็วในการเคลื่อนที่

สำหรับอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อก็คือ น้ำหนักอิสระ (Free weights) ได้แก่ บาร์บเบล (barbell) ดัมพ์เบล (dumbbell) ซึ่งสามารถจัดท่าฝึกให้ข้อต่อหลายๆ ข้อต่อได้ทำงานประสานกัน และทำให้กลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายคล้ายคลึงกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายตามธรรมชาติ

แนวคิดและหลักการฝึกพลัยโอเมตริก

พลัยโอเมตริก (Plyometric) เป็นการฝึกที่มีพื้นฐานมาจากวงจรการยืดยาวออก - การหดสั้นเข้า หรือ รีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) ซึ่งกล้ามเนื้อจะมีการเหยียดตัวออก (Eccentric) และตามด้วยการหดตัวเข้า (Concentric) อย่างฉับพลัน (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2551) การที่กล้ามเนื้อเหยียดตัวออกเร็วเท่าใด ก็ยิ่งมีการพัฒนาแรงหดตัวสั้นเข้าทันทีทันใดมากยิ่งขึ้นเท่านั้น ดังนั้น การฝึกพลัยโอเมตริกจึงมีเป้าหมายเพื่อเชื่อมระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนไหว ซึ่งก็คือการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั่นเอง (Huber, 1987)

อัลเลอร์ไฮลิเกน และ โรเจอร์ (Allerheiligen and Rogers, 1995) ได้เสนอแนะการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ข้อควรพิจารณาก่อนการฝึก

- อายุ เนื่องจากท่าฝึกพลัยโอเมตริกบางท่ามีความหนักอยู่ในระดับสูง และมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในส่วนของกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต จึงมีข้อแนะนำว่า นักกีฬาที่มีอายุต่ำกว่า 16 ปี จะต้องไม่ฝึกในท่าที่มีความหนักในระดับช็อค (shock) ซึ่งเป็นระดับสูงสุด ได้แก่ ท่าเด็พธ์จัมพ์ (Depth Jump)

- น้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักเกิน 220 ปอนด์ ไม่ควรฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์จากความสูงเกินกว่า 18 นิ้ว

- อัตราส่วนของความแข็งแรง หมายถึง น้ำหนักที่ยกท่าแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากที่สุดหารด้วยน้ำหนักตัว ควรจะมีค่าระหว่าง 1.5-2.5 จึงจะเหมาะสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก ทั้งนี้ค่าของการฝึกแต่ละแบบ จำเป็นต้องใช้อัตราส่วนของความแข็งแรงแตกต่างกันไป

- โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในปัจจุบัน ถ้าผู้ฝึกไม่ได้ฝึกโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในขณะนั้น จะต้องจัดให้ฝึกโปรแกรมดังกล่าวเสียก่อน อย่างน้อย 2-4 สัปดาห์ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อให้อัตราส่วนของความแข็งแรงอยู่ในระดับที่เหมาะสม

- โปรแกรมการฝึกความเร็วในปัจจุบัน ถ้าผู้ฝึกไม่ได้ฝึกโปรแกรมการฝึกความเร็วอยู่ในขณะนั้น จะต้องจัดให้ฝึกโปรแกรมดังกล่าวเสียก่อน อย่างน้อย 2-4 สัปดาห์ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

- ประสบการณ์ ถ้าผู้ฝึกไม่มีประสบการณ์ในการฝึกมาก่อน จะต้องเริ่มจากปริมาณการฝึกที่มากกว่าปกติ และความหนักของการฝึกที่น้อยกว่าปกติ และจะต้องค่อย ๆ พัฒนาการฝึกไปเรื่อย ๆ

- การบาดเจ็บ บริเวณที่บาดเจ็บได้ง่าย ได้แก่ เท้า ข้อเท้า หน้าแข้ง เข่า สะโพกและหลังส่วนล่าง ดังนั้น จึงต้องมีการประเมินการบาดเจ็บ เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในตอนเริ่มต้นของโปรแกรมการฝึก

- พื้นผิวของสถานที่ฝึก พื้นผิวตามอุดมคติคือ พื้นแบบที่ใช้ในกีฬายิมนาสติก หรือพรมที่มีความยืดหยุ่นที่สามารถรองรับการกระแทกได้ดี ส่วนพื้นไม้ของสนามบาสเกตบอล หรือพื้นลู่ยางสังเคราะห์ก็ใช้ในการฝึกได้ และพื้นหญ้าก็เช่นกัน

- ความปลอดภัย ในการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น ซึ่งผู้ฝึกสอนจะต้องกำหนดโปรแกรมการฝึกอย่างเหมาะสม เน้นให้ผู้ฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคที่ถูกต้อง ถ้าผู้ฝึกสอนละเลยก็จะเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย

ขั้นที่ 2 ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึก

- การอบอุ่นร่างกาย จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึก
- ชนิดของกีฬา จะต้องเลือกท่าฝึกให้สัมพันธ์กับทิศทางของการเคลื่อนไหวของกีฬาชนิดนั้น ๆ
- ช่วงเวลาของการฝึก จะต้องจัดปริมาณและความหนักของการฝึกให้สอดคล้องกับช่วงเวลาของการฝึกที่มีทั้งนอกฤดูกาลแข่งขัน ก่อนฤดูกาลแข่งขัน และฤดูกาลแข่งขัน
- ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก ใช้ระยะเวลาอยู่ในโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกระหว่าง 6-10 สัปดาห์
- ความถี่ของการฝึก โดยทั่วไปจะฝึก 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์
- ลำดับขั้นของความหนัก ความหนักของท่าฝึกขึ้นอยู่กับวงจรเหยียด - สั้น ซึ่งเป็นผลมาจากความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ความเร็วพื้นราบ น้ำหนักตัว ความพยายามของแต่ละคน และความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะเอาชนะความต้านทาน
- ลำดับขั้นของปริมาณ ตามปกติแล้ว ปริมาณของการฝึกจะนับจากจำนวนครั้งที่เท้าสัมผัสพื้น หรือ ระยะทางในการฝึก ในขณะที่ความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้น ปริมาณของการฝึกจะต้องลดลง
- เวลาพัก เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกนั้นจะใช้ความพยายามสูงสุดในแต่ละครั้ง จึงต้องมีเวลาพักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง เวลาพักระหว่างชุดให้เหมาะสม คือ พักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง 15-30 วินาที และพักระหว่างชุด 2-5 นาที
- ความเมื่อยล้า จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เทคนิคและคุณภาพของการฝึกลดลง อาจเป็นเหตุให้เกิดการบาดเจ็บได้ ความเมื่อยล้านี้อาจเกิดจากการฝึกพลัยโอเมตริก หรือรวมกันกับโปรแกรมการฝึกแบบอื่น ๆ

ขั้นที่ 3 ลักษณะของการเคลื่อนไหว

- กระโดด (Jumps) ขาเดียวหรือสองขา และจบด้วยขาเดียวหรือสองขา ได้แก่
  - กระโดดอยู่กับที่ (Jumps in place) โดยปกติจะเป็นการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง
  - ยืนกระโดด (Standing jumps) อาจจะเป็นในแนวราบ ในแนวดิ่ง หรือไปทางด้านข้าง
- เขย่ง (Hops) ขาเดียวหรือสองขา และจบด้วยขาเดียวหรือสองขาในแนวราบ ที่มีเป้าหมายให้ได้ระยะทางมากที่สุด ได้แก่

- ระยะสั้น (10 ครั้ง หรือน้อยกว่า)
- ระยะไกล (มากกว่า 10 ครั้ง)

- ช็อค (Shock) เป็นการฝึกที่ระบบประสาทต้องทำงานอย่างหนัก และเกิดความเครียดที่กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นอย่างมาก ได้แก่ เด็พธ์จัมพ์ (Depth Jump) ซึ่งมีทั้งการเคลื่อนไหวในแนวดิ่งและแนวราบ

ขั้นที่ 4 ลำดับขั้นของความหนัก

- กระโดดอยู่กับที่ (Jumps in place) เป็นท่าฝึกที่มีความหนักในระดับต่ำ ซึ่งเน้นการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง โดยการกระโดดขึ้นและลงสู่พื้นด้วยสองขา ได้แก่

- กระโดดจากท่าย่อตัว (squat jumps)
- กระโดดกระตุกเข่าทั้งสองข้าง (double leg tuck jumps)
- กระโดดแตะปลายเท้า (pike jumps)
- กระโดดจากท่าย่อตัวแยกขา (split squat jumps)
- กระโดดจากท่าย่อตัวแยกขาสลับกันไป (cycled split squat jumps)
- กระโดดข้ามกรวยหรือสิ่งกีดขวาง (jumps over cones or barriers)

- ยืนกระโดด (Standing jumps) เป็นท่าฝึกที่เน้นการกระโดดทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง โดยกระโดดแต่ละครั้งด้วยความพยายามเต็มที่ ในแต่ละชุดของการฝึกจะกระโดด 5-10 ครั้ง ได้แก่

- ยืนกระโดดไกล (standing long jumps)
- ยืนเขย่งก้าวกระโดด (standing triple jumps)
- กระโดดข้ามกรวยหรือสิ่งกีดขวาง (jumps over cones or barriers)

- กระโดดและเขย่ง (Multiple jumps and hops) เป็นท่าฝึกที่เน้นการกระโดดซ้ำ ๆ กัน คล้ายกับการรวมกันระหว่างกระโดดอยู่กับที่และยืนกระโดดเข้าด้วยกัน ได้แก่

- เขย่งสองขา (double leg hops)
- เขย่งขาเดียว (single leg hops)
- เขย่งข้ามรั้วหรือกรวย (hurdle or cone hops)
- เขย่งจากท่าย่อตัว (squat hops)
- เขย่งก้าวกระโดดซ้ำ ๆ (repeat triple jumps)

- กระโดดในแนวราบ (Bounding) เป็นท่าฝึกที่เน้นการเคลื่อนไหวในแนวราบด้วยความเร็ว โดยปกติจะใช้ระยะทางมากกว่า 30 เมตร ได้แก่

- กระโดดในแนวราบสลับขา (alternate leg bounds)

- กระโดดในแนวราบแบบผสมผสาน (combination leg bounds)
- กระโดดในแนวราบขาเดียว (single leg bounds)
- กระโดดในแนวราบสองขา (double leg bounds)

- เด็พธ์และบ็อกซ์จัมพ์ (Depth and Box jumps) เป็นท่าฝึกที่เน้นการตอบสนองของรีเฟล็กซ์ยืด เนื่องจากต้องยืนอยู่บนกล่องที่สูงจากพื้น ซึ่งเมื่อกระโดดลงมาสู่พื้นจะทำให้ได้รับอิทธิพลจากแรงดึงดูดของโลกมากขึ้น ความสูงของกล่องจะขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่างของนักกีฬาและจุดมุ่งหมายของโปรแกรมในแต่ละช่วงของการฝึก ได้แก่

- เด็พธ์จัมพ์สองขา (double leg depth jumps)
- เด็พธ์จัมพ์ขาเดียว (single leg depth jumps)
- การฝึกด้วยกล่อง (box drills) ได้แก่ การใช้สองขา ขาเดียว สลับขา และกระโดดคร่อม (double leg , single leg , single leg alternate and straddle jumps)

ขั้นที่ 5 การออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก มี 16 ขั้นตอน ดังนี้

- สิ่งที่ควรพิจารณาทางด้านร่างกาย ได้แก่

1. อายุ
2. น้ำหนักตัว
3. อัตราส่วนของความแข็งแรง
4. โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในปัจจุบัน
5. โปรแกรมการฝึกความเร็วในปัจจุบัน
6. ประสบการณ์
7. การบาดเจ็บ

โดยพิจารณาจากรายละเอียดในขั้นที่ 1

- สิ่งที่ควรพิจารณาทางด้านกีฬา ได้แก่

8. ชนิดของกีฬา
9. ช่วงเวลาของการฝึก
10. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก
11. ความต้องการเฉพาะของกีฬานั้น ๆ

โดยพิจารณาจากรายละเอียดในขั้นที่ 2

- กำหนดโปรแกรม ได้แก่

12. จำนวนวันที่ใช้ในการฝึกใน 1 สัปดาห์ โดยทั่วไปจะฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์

13. วันที่ฝึก อาจเป็นวันจันทร์และวันพฤหัสบดี หรือ วันอังคารและวันศุกร์
14. ปริมาณของการฝึก หมายถึง จำนวนครั้งที่เท้าสัมผัสพื้น
    - น้อยกว่า 80 ครั้ง ต่ำ
    - 80 - 120 ครั้ง ปานกลาง
    - 120 - 160 ครั้ง สูง
    - มากกว่า 160 ครั้ง สูงมาก
15. ความหนักของการฝึก ขึ้นอยู่กับความหนักของท่าฝึก ได้แก่
    - ต่ำ
    - ต่ำจนถึงปานกลาง
    - ปานกลาง
    - ปานกลางจนถึงสูง
    - สูง
    - ช็อค (Shock intensity)
16. ลำดับของการฝึก
    - จากง่ายไปหายาก
    - จากต่ำไปหาสูง

การฟื้นสภาพ (Recovery)

เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้การฝึกซ้อมพลัยโอเมตริกได้รับประโยชน์อย่างแท้จริง ผู้ฝึกสอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักกีฬามีเวลาการฟื้นสภาพทางสรีวิทยาระหว่างการออกกำลังกายอย่างเพียงพอ ปกติความเมื่อยล้าจากการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกจะสามารถเกิดขึ้นได้สองทาง คือ ความเมื่อยล้าเฉพาะที่ (Local) และความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ความเมื่อยล้าเฉพาะที่จะเป็นผลมาจากการพร่องลงของพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อและผลของกรดแล็กติกจากการปฏิบัติที่ยาวนานกว่า 10-15 วินาที แต่สิ่งสำคัญอย่างมาก ขณะฝึกซ้อมของนักกีฬาไม่ควรเกิดความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งเป็นระบบที่มีความสำคัญในการกำหนดการส่งสัญญาณประสาทอย่างเต็มกำลังไปยังกล้ามเนื้อให้ปฏิบัติการทำงานอย่างมีคุณภาพ ตามที่การปฏิบัติการฝึกซ้อมพลัยโอเมตริกจะเป็นผลของสัญญาณประสาทที่ส่งโดยระบบประสาทส่วนกลางไปยังกล้ามเนื้อที่มีการทำงาน ซึ่งสัญญาณจะมีความเร็ว พลัง ความถี่แน่นอน การฝึกซ้อมที่ต้องการความเร็วในการหดตัวระดับสูง ระบบประสาทจะต้องสามารถส่งสัญญาณได้อย่างมีพลังหรือความถี่ระดับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ดังนั้น เมื่อช่วงเวลาการพักน้อย (1-2 นาที) นักกีฬาจะเกิดความเมื่อยล้าทั้งกล้ามเนื้อที่มีการทำงาน (Local) และระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) สำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อ ช่วงเวลาการพักน้อยจะทำให้ไม่สามารถเคลื่อนย้ายกรดออกจากกกล้ามเนื้อและสร้างพลังงานกลับคืนได้ไม่เพียงพอกับการปฏิบัติในครั้งต่อไปที่มีความหนักเท่าเดิม ทำนองเดียวกันความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางจะทำให้ไม่สามารถส่งสัญญาณประสาทได้อย่างเต็มพลัง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อมากกว่าที่จะเป็นการพัฒนาพลังในการปฏิบัติในเซตต่อไป ช่วงเวลาการพักจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญสำหรับการฝึกซ้อมพลัยโอเมตริก (สนธยา สีละมาด, 2551)

ข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริก (ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 2547)

1. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะแรงระเบิดมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก ดังนั้นการออกแรงอย่างรวดเร็ว จึงเป็นการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อด้วย จากการศึกษาของแฮคคิเนน โคมิและอเลน (Hakkinen, Komi and Alen, 1985) พบว่า ในลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น ทำให้สามารถเพิ่มอัตราการพัฒนาแรงและพลังกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะไม่มีการผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่เหมือนที่เกิดขึ้นกับการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งน้ำหนักจะหยุดอยู่ที่สุดช่วงของการเคลื่อนไหวพอดี ดังนั้นพลัยโอเมตริกจึงเป็นการออกแรงมากและเพิ่มอัตราความเร็วตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ซึ่งเหมือนกับลักษณะของกีฬาส่วนใหญ่

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะที่ใช้อัตราความเร็วสูงกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก ทำให้สามารถถ่ายโยงลักษณะของการเคลื่อนที่ด้วยอัตราความเร็วสูงไปยังสถานการณ์ในการแข่งขันจริงได้

4. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะของวงจรเหยียด - สั้น ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเหมือนกับการทำงานของกล้ามเนื้อในกีฬาส่วนใหญ่ จากการศึกษาของชมิทไบลเซอร์ กอลโฮเฟอร์ และฟริค (Schmidtbleicher, Gollhofer and Frick, 1988) พบว่ากิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการสนับสนุนความสามารถในการใช้วงจรเหยียด - สั้น โดยการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่เกิดจากการเหยียดตัวออกของกล้ามเนื้อ และรีเฟล็กซ์ยืดมากขึ้น

ข้อควรพิจารณาของการฝึกพลัยโอเมตริก (ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 2547)

1. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกทำให้เกิดแรงกระแทกในระดับสูงเมื่อจะลงสู่พื้น ซึ่งแรงกระแทกขนาด 3-4 เท่าของน้ำหนักตัวนั้นทำให้เกิดการบาดเจ็บในระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกได้ ถ้าไม่มีการเตรียมพื้นฐานความแข็งแรงมาก่อน และใช้พื้นรองรับที่ลดแรงกระแทกได้

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกตามแบบที่ใช้ทั่วไปนั้น ในการฝึกส่วนล่างของร่างกายจะใช้น้ำหนักตัวเป็นน้ำหนักในการฝึก ซึ่งไม่สามารถกำหนดอย่างแน่นอนได้ ถึงแม้ว่าจะมีผู้ที่พยายามศึกษาจนได้ความสูงของกล่องในการฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์ของผู้ที่มีน้ำหนักต่าง ๆ กัน ส่วนในการฝึกส่วนบนของร่างกายโดยใช้เมดิซินบอลขนาด 3 - 10 กิโลกรัมนั้น จากการวิจัยพบว่าพลังกล้ามเนื้อจะพัฒนาได้ดีที่สุดเมื่อใช้น้ำหนักประมาณ 30 - 40 % ของความแข็งแรงสูงสุด

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกมีความจำกัดในด้านจำนวนของท่าฝึก โดยที่ท่าฝึกส่วนใหญ่เป็นท่าฝึกสำหรับส่วนล่างของร่างกายที่เน้นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียดสะโพกและขา ส่วนการใช้เมดิซินบอลนั้น ความหนักของเมดิซินยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ นอกจากนั้นลักษณะของการเคลื่อนไหวบางอย่างยังไม่สามารถใช้การฝึกพลัยโอเมตริกได้

4. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกมีความจำกัดในด้านการให้ผลย้อนกลับ (Feedback) จากการฝึกได้ จากการสำรวจท่าฝึกจำนวน 89 ท่าที่แนะนำโดยชู (Chu, 1992) พบว่ามีเพียง 12 ท่าเท่านั้นที่สามารถให้ผลย้อนกลับจากการฝึกได้ เช่น จำนวนครั้งที่สัมผัส หรือ เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติ แต่ไม่สามารถให้ผลย้อนกลับได้ว่าในการปฏิบัติแต่ละครั้งของท่าฝึกนั้น พลังกล้ามเนื้อจะมีค่าเท่าไร ไม่เหมือนกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่สามารถทราบค่าของความหนักในการปฏิบัติแต่ละครั้งของท่าฝึกได้

5. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะที่ใช้อัตราความเร็วสูง ดังนั้นความแข็งแรงที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก

ความเร็ว (Speed)

ความเร็ว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาน้อยที่สุด

รูปแบบของความเร็วที่ใช้ในสถานการณ์กีฬา (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2551) มีดังต่อไปนี้

- พลังความเร็ว (Power Speed) จำเป็นสำหรับกีฬาที่มีการเปลี่ยนจังหวะ หรือทิศทางการเคลื่อนที่บ่อย ๆ เช่น ฟุตบอล ฟุตซอล บาสเกตบอล แฮนด์บอล เทนนิส ฯลฯ

- ความเร็วสูงสุด (Maximum Speed) จำเป็นสำหรับกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาที เช่น วิ่ง 100 เมตร ว่ายน้ำ 50 เมตร
- ความเร็วอดทน (Speed Endurance) จำเป็นสำหรับกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและปฏิบัติซ้ำอย่างต่อเนื่อง หรือปฏิบัติซ้ำเป็นช่วง ๆ ด้วยความเร็วระดับใดระดับหนึ่งจนสิ้นสุดการแข่งขัน

ลักษณะทั่วไปของความเร็ว (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2551)

ลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปของความเร็ว แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ความเร็วในการเคลื่อนที่ เช่น การวิ่งไปข้างหน้าด้วยความเร็วสูงสุด การฝึกความเร็วในการเคลื่อนที่ต้องฝึกความบ่อยครั้งและออกแรงเต็มที่ ระหว่างเที่ยวที่ฝึกควรพักให้ร่างกายฟื้นตัว ข้อสำคัญต้องค่อยเป็นค่อยไป

2. ความเร็วในการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวร่างกายอย่างรวดเร็วในการขว้าง ตี กระโดด ปัจจัยที่สำคัญต่อความเร็วก็คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการทำงานสูงสุดแต่ต้องอยู่ในขีดที่พอเหมาะ เช่น การทุ่มน้ำหนัก การตีลูกเทนนิส การกระโดดไกล ดังนั้น การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จึงต้องเน้นลักษณะของการใช้งานในกีฬาแต่ละประเภทด้วยและจะต้องฝึกให้ทำงานต้านทานน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้งานจริง

3. ความเร็วในการตัดสินใจ เช่น การรับรู้สัญญาณและสามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะต้องอาศัย ความสัมพันธ์ของระบบประสาทหูและตา ความสัมพันธ์ระหว่างแขนและขา ความชำนาญทักษะของแต่ละบุคคล ดังนั้น ควรฝึกการเคลื่อนที่ให้เร็ว ตัดสินใจโต้ตอบได้ดี ฝึกทักษะให้ดีเสียก่อน เช่น การฝึกทักษะเบื้องต้นต่าง ๆ ฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ฝึกแก้ปัญหาที่ต้องตัดสินใจอย่างรวดเร็วและพบจริงในการแข่งขัน

องค์ประกอบที่สำคัญของความเร็ว (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2551)

1. ปฏิกิริยาในการตอบสนองและความสามารถเริ่มต้นในการออกตัว คือ การสั่งการของระบบประสาทที่ส่งผลต่อการหดตัวออกแรงของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถเริ่มต้นออกตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การเร่งความเร็วจนถึงความเร็วสูงสุด คือ การใช้อัตราเร่งความเร็วเริ่มต้นจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุดของแต่ละบุคคล

3. ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง หรือ ช่วงแขน (Stroke) ในการว่ายน้ำ

4. ความถี่ในการก้าวเท้าแต่ละก้าว หรือ การดึงแขนแต่ละครั้งได้อย่างรวดเร็ว

5. การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือ แอนแอโรบิก (Anaerobic) ที่มีประสิทธิภาพ จะส่งผลต่อการเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความเร็ว (เจริญ กระบวนรัตน์, 2541)

ความเร็ว เป็นคุณสมบัติที่สามารถพัฒนา สร้างเสริมหรือปรับปรุงให้ก้าวหน้าขึ้นได้ด้วยการจัดระบบการฝึกให้เป็นไปอย่างถูกต้องและต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ไม่ว่านักกีฬาจะมีรูปร่าง สัดส่วน อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง หรือแม้แต่การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกันมาโดยกำเนิดก็ตาม ทุกคนสามารถที่จะสร้างความเร็วให้เกิดขึ้นกับตัวเองได้ แม้ว่าการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางประการที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลต่อขีดความสามารถสูงสุดทางด้านความเร็วอยู่บ้างก็ตาม แต่ผลของการฝึกที่ได้สัดส่วนถูกต้องเหมาะสมก็สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและลักษณะเฉพาะของเส้นใยกล้ามเนื้อได้เช่นกัน ดังนั้นการฝึกจึงเป็นหัวใจสำคัญที่มีบทบาทและอิทธิพลต่อการพัฒนาความเร็ว

ความสัมพันธ์กันของความแข็งแรง ความเร็ว และพลังระเบิด มีดังนี้

1. ในการเคลื่อนไหวไปข้างหน้าด้วยความเร็ว จำเป็นต้องอาศัยพลังและความแข็งแรงเป็นองค์ประกอบสำคัญ นักกีฬาที่มีแค่ความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว แต่ขาดพลังระเบิดที่จำเป็นต้องใช้ในการออกตัวหรือเปลี่ยนจังหวะในการปรับเร่งความเร็วในการเคลื่อนไหว ผลก็คือความเร็วต้นในการแข่งขันระยะสั้นไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้น ในการฝึกเพื่อพัฒนาความเร็ว จำเป็นต้องเน้นทั้งในด้านความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อควบคู่กันไป

2. การเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสามารถกระทำได้โดยการพิจารณาเลือกวิธีใช้และแบบฝึกให้เหมาะสมกับนักกีฬาแต่ละบุคคล

3. ความเร็วในการแข่งขันระยะสั้น สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ด้วยการฝึกความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อตลอดจนความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหวในการฝึกความเร็วจะบังเกิดผลดีที่สุดต้องฝึกในช่วงแรกหลังจากที่นักกีฬาอบอุ่นร่างกายพร้อมแล้ว ไม่ควรฝึกหลังหรือต่อจากโปรแกรมฝึกอย่างอื่น การฝึกในขณะที่นักกีฬาอยู่ในสภาพที่เมื่อยล้าอ่อนแรงนั้นไม่ช่วยในการพัฒนาความเร็ว เนื่องจากไม่สามารถใช้อัตราเร่งหรือความเร็วสูงสุดของตนเองได้ตามที่ต้องฝึก ซึ่งไม่ตรงกับจุดมุ่งหมายของการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความเร็วตามที่ต้องการ

หลักในการพัฒนาความเร็ว (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2551)

1. ต้องพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเป็นอันดับแรก เพราะความเร็วนั้นจะขึ้นอยู่กับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น ความเร็วในการวิ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา ความเร็วในการว่ายน้ำขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวไหล่

2. กำหนดรูปแบบลักษณะเฉพาะของความเร็วในกีฬาแต่ละประเภท และลำดับความสำคัญที่ต้องฝึกเสริม

3. การฝึกเพื่อพัฒนาความเร็วในกีฬาแต่ละประเภทนั้นต้องพัฒนาทักษะและเทคนิคที่เกี่ยวข้องควบคู่ไปกับความเร็วในการเคลื่อนไหว

4. การฝึกเพื่อพัฒนาความเร็วในแต่ละครั้ง ต้องปฏิบัติด้วยการแสดงความสามารถสูงสุด (Maximum Effort)

การออกกำลังกายในน้ำ

การออกกำลังกายในน้ำ หมายถึง การทำกิจกรรมออกกำลังกายต่าง ๆ ที่ทำได้บนบก แต่ย้ายลงไปทำในน้ำ เช่น ลงไปทำกายบริหาร เดิน วิ่ง กระโดด เต้นแอโรบิค เล่นเกมส์ในน้ำ เป็นต้น ซึ่งจะให้ผลการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทาน ความอ่อนตัว ไม่ต่างจากการออกกำลังกายประเภทอื่น ๆ หรืออาจได้ผลดีกว่าในบางกรณี เช่น ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ ผู้ที่มีน้ำหนักตัวมาก รวมถึงนักกีฬาที่อยู่ในช่วงพักฟื้นจากการบาดเจ็บ (พันทิพา สินรัชตานนท์, 2537)

ปิยะภัทร เดชพระธรรม (2549) กล่าวว่า การออกกำลังกายในน้ำเป็นการใช้คุณสมบัติของน้ำ เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกาย ดังนั้นผู้ที่ต้องการออกกำลังกายในน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำและผลทางสรีรวิทยาต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไปขณะอยู่ในน้ำ ดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

น้ำมีคุณสมบัติเฉพาะตัวหลายอย่างที่ทำให้มีประโยชน์ในการออกกำลังกาย ได้แก่

1. **ตัวกลางในการนำและพาอุณหภูมิ** (Specific Heat and Thermal Conductivity)

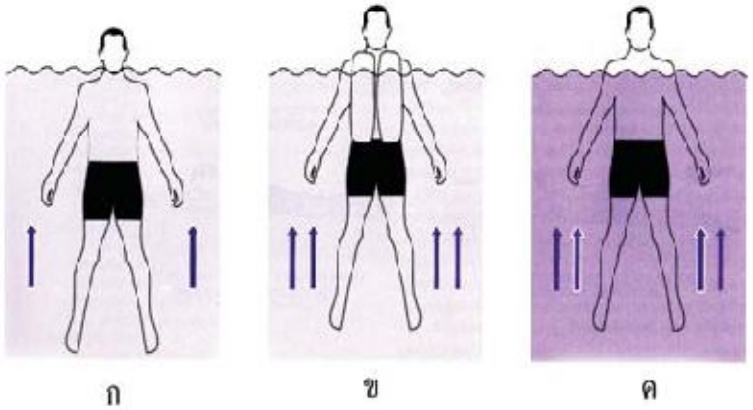
น้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการนำและพาอุณหภูมิโดยเฉพาะความร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับอากาศที่มีปริมาตรเท่ากับน้ำ น้ำสามารถเก็บความร้อนได้ดีกว่าอากาศ 1,000 เท่า และพาอุณหภูมิทั้งความร้อนและความเย็นได้เร็วกว่าอากาศ 25 เท่าที่อุณหภูมิเดียวกัน ดังนั้น เมื่อออก

กำลังกายในน้ำจะไม่รู้สึกร้อน เพราะน้ำช่วยระบายความร้อนและช่วยให้เหงื่อระเหยได้เร็ว หากน้ำไหลเร็วขึ้น เช่น กระแสน้ำวน จะพาอุณหภูมิของน้ำไปยังส่วนที่แช่อยู่ในน้ำได้เร็วขึ้น

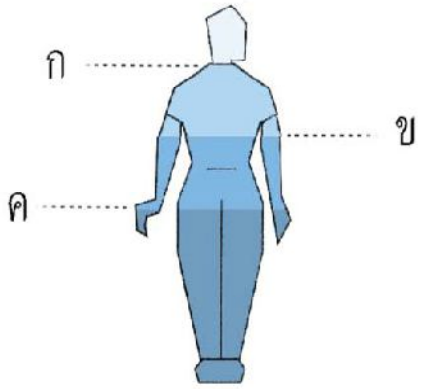
2. **แรงลอยตัวของน้ำ** (Buoyancy)

แรงลอยตัวเป็นแรงดันของน้ำต่อวัตถุที่แช่ในน้ำในทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลกตามหลักของอาร์คีมีดีส แรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่วัตถุนั้นมาแทนที่ หากวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ การแทนที่น้ำจะน้อย วัตถุจึงลอย แต่หากวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ การแทนที่น้ำจะมาก วัตถุจึงจม

ร่างกายของเรามีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงไม่จมเมื่ออยู่ในน้ำ หากความหนาแน่นของร่างกายน้อยลงไปอีกเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของน้ำ เช่น การว่ายน้ำทะเล หรือสวมใส่อุปกรณ์ช่วยลอยตัว แรงลอยตัวจะมีมากขึ้น จึงใช้หลักการนี้ในการลดแรงกระทำต่อกระดูกและข้อที่ทำหน้าที่รับน้ำหนัก ในกรณีที่กระดูกและข้อเหล่านี้มีพยาธิสภาพแล้วเกิดความเจ็บปวด การออกกำลังกายในน้ำที่ความลึกระดับต่าง ๆ จะช่วยลดแรงกระทำที่เกิดจากน้ำหนักตัวได้มากน้อยต่างกัน ทำให้อาการปวดลดลงและยังสามารถออกกำลังกายกล้ามเนื้อรอบข้อและกล้ามเนื้อมัดอื่นๆให้แข็งแรงขึ้นได้



รูปที่ 2 แรงลอยตัวของน้ำที่พยุงร่างกายในสภาวะต่าง ๆ (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)
ก. เมื่ออยู่ในน้ำระดับความลึกถึงลำคอ ข. เมื่อใส่อุปกรณ์ช่วยลอยตัว ทำให้ไหล่ลอยพ้นน้ำ
ค. เมื่ออยู่ในน้ำทะเล แรงลอยตัวมากขึ้น ทำให้ไหล่ลอยพ้นน้ำ



รูปที่ 3 ค่าน้ำหนักตัวเมื่อแช่น้ำที่ระดับความลึก ก ข และ ค (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)

ก. น้ำหนักตัวเท่ากับร้อยละ 10 ของน้ำหนักปกติ

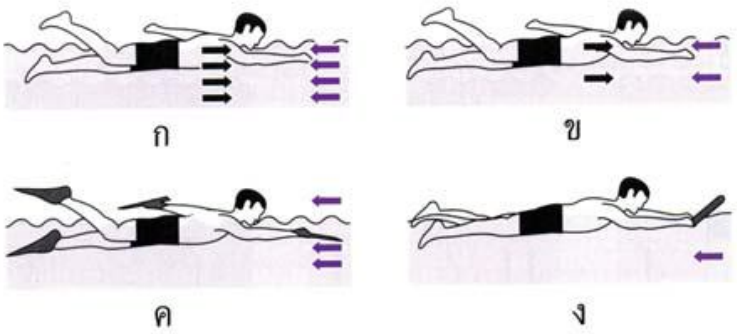
ข. น้ำหนักตัวเท่ากับร้อยละ 25 ของน้ำหนักปกติ

ค. น้ำหนักตัวเท่ากับร้อยละ 50 ของน้ำหนักปกติ

3. **แรงต้านของน้ำ** (Resistance)

ความหนืดของน้ำทำให้เกิดแรงต้านต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายในน้ำ แรงต้านนี้จะเกิดขึ้นในทิศทางที่ตรงข้ามกับการเคลื่อนไหว และแปรตามความเร็วของการเคลื่อนไหวและพื้นที่หน้าตัดของร่างกายที่สัมผัสกับน้ำในทิศทางนั้น เช่น การเดินในน้ำจะเกิดแรงต้านมากกว่าการว่ายน้ำ เมื่อต้องการเพิ่มแรงต้านต่อการเคลื่อนไหวสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ให้เคลื่อนไหวเร็วขึ้น หรือเพิ่มความเร็วของน้ำ ส่วนการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดทำได้โดยใส่อุปกรณ์ช่วยการลอยตัว และลดพื้นที่หน้าตัดโดยการลอยตัวขนานกับผิวน้ำ

แรงต้านของน้ำที่แปรตามความเร็วของการเคลื่อนไหวและพื้นที่หน้าตัดของร่างกายนี้มีประโยชน์สำหรับการฝึกผู้ที่มีความแข็งแรงน้อยไปจนถึงผู้ที่มีความแข็งแรงมากได้ อีกทั้งยังมีความปลอดภัยมากกว่าการออกกำลังกายบนบกด้วย สิ่งที่ต้องคำนึงไว้เสมอคือเมื่อต้องออกกำลังกายในน้ำต้านกับแรงต้านของน้ำจะทำยากกว่าการออกกำลังกายชนิดเดียวกันบนบกที่ไม่มีแรงต้านจึงใช้พลังงานมากกว่า ทำให้ล้าเร็วกว่า



รูปที่ 4 แรงต้านของน้ำแปรตามความเร็วของการเคลื่อนไหว และพื้นที่หน้าตัดที่สัมผัสกับน้ำ (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)

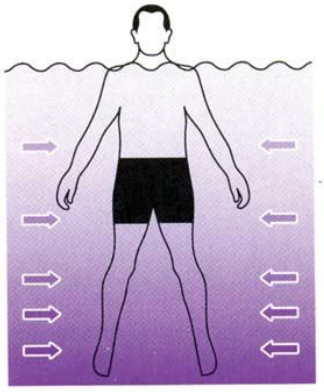
ก. เคลื่อนไหวเร็ว แรงต้านของน้ำสูง ข. เคลื่อนไหวช้าลง แรงต้านของน้ำลดลง

ค. เมื่อใส่อุปกรณ์ช่วยลอยตัวจะเพิ่มพื้นที่ที่สัมผัสกับน้ำจึงเพิ่มแรงต้าน

ง. ลอยตัวขนานผิวน้ำ พื้นที่หน้าตัดลดลง แรงต้านลดลง

4. **แรงดันของน้ำ** (hydrostatic pressure)

ตามกฎของ Pascal แรงดันของน้ำต่อวัตถุที่แช่ลงในน้ำจะเกิดขึ้นเท่ากันทุกทิศทางที่ความลึกหนึ่งๆ และแรงดันนี้จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความลึกที่วัตถุนั้นแช่อยู่ โดยมีค่าเท่ากับ 22.4 มิลลิเมตรปรอทต่อความลึก 1 ฟุต ดังนั้นหากยืนในน้ำที่ลึก 4 ฟุต แรงดันน้ำที่กระทำต่อขาจะประมาณเท่ากับ 88.9 มิลลิเมตรปรอทซึ่งมากกว่าแรงดันน้ำที่กระทำต่อแขนและลำตัว และมากกว่าค่าความดันไดแอสโตลิกปกติ จึงช่วยให้เลือดดำมีการไหลเวียนกลับมาที่หัวใจมากขึ้น ทำให้ระบบไหลเวียนเลือดทำงานดีขึ้น สามารถลดอาการบวมที่รยางค์เนื่องจากการไหลเวียนของเลือดดำและน้ำเหลืองไม่ดี ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการพันผ้ายืดหรือใส่ผ้ายืดพยุงขา อย่างไรก็ตาม แรงดันน้ำจะมีผลน้อยเมื่อลอยตัวขนานกับผิวน้ำ และไม่มีผลเลยหากไม่มีการแช่ส่วนที่ต้องการรักษาลงในน้ำ (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)



รูปที่ 5 แรงดันของน้ำแปรตามความลึกจากผิวน้ำ
(ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)

อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสำหรับการออกกำลังกาย

อุณหภูมิของน้ำในสระควรอยู่ที่ 26-36 องศาเซลเซียส ขึ้นกับจุดประสงค์ของการใช้งาน หากใช้เพื่อการออกกำลังกายอย่างเบาสำหรับผู้ที่มีปัญหาเรื่องข้ออักเสบ หรือผู้ที่มีสมรรถภาพร่างกายต่ำ ควรเป็นน้ำอุ่นอุณหภูมิ 34-36 องศาเซลเซียส เพราะจะรู้สึกสบายกว่า และไม่สูญเสียความร้อนออกจากร่างกาย แต่หากใช้เพื่อกิจกรรมที่มีการออกกำลังกายมากขึ้น ควรเป็นน้ำเย็นอุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส เพราะจะช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีกว่า สามารถออกกำลังกายได้มากขึ้นและนานขึ้นโดยไม่อ่อนล้า อย่างไรก็ตามไม่ควรให้สระน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่า 18.5 องศาเซลเซียส เนื่องจากกล้ามเนื้อจะหดตัวได้ไม่ดี

ผลทางสรีรวิทยา

เมื่อร่างกายแช่ลงในน้ำจะทำให้มีผลทางสรีรวิทยาต่อระบบต่าง ๆ ดังนี้

1. **ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ**

1.1 ลดแรงกระทำต่อกระดูกและข้อที่รับน้ำหนัก แรงลอยตัวของน้ำจะช่วยพยุงร่างกายจึงลดแรงกระทำต่อข้อที่ต้องรับน้ำหนัก คือ กระดูกสันหลัง และข้อต่อที่ขา ดังนั้นผู้ที่มีการบาดเจ็บในบริเวณดังกล่าวจะสามารถออกกำลังกายในน้ำได้โดยไม่เสี่ยงต่อการบาดเจ็บมากขึ้น นอกจากนี้คนอ้วนยังสามารถใช้การออกกำลังกายในน้ำเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของร่างกายและลดการบาดเจ็บต่อข้อที่รับน้ำหนักได้ด้วย

1.2 ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการออกกำลังกายต้านแรงต้านของน้ำที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วของการเคลื่อนไหวร่างกาย หากกำลังกล้ามเนื้อน้อยให้ออกกำลังในทิศทางเดียวกับการไหลของน้ำ น้ำจะช่วยส่งเสริมการเคลื่อนไหวของร่างกายให้ดีขึ้น

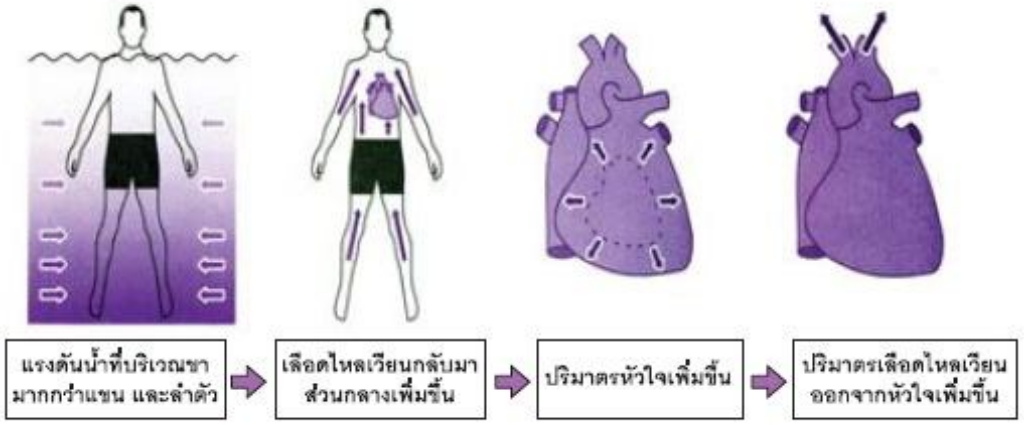
1.3 เพิ่มเลือดไหลเวียนไปที่บริเวณกล้ามเนื้อ เมื่ออยู่ในน้ำระดับลึกถึงลำคอ แรงดันน้ำจากภายนอกที่ระดับความลึกของขาจะมากกว่าบริเวณกลางลำตัว เลือดดำจึงไหลเวียนกลับมาที่ส่วนกลางมากขึ้น ปริมาตรเลือดออกจากหัวใจเพิ่มขึ้นไปยังกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้น จึงสามารถขับของเสียที่ค้างอยู่ในกล้ามเนื้อและเพิ่มออกซิเจนแก่กล้ามเนื้อด้วย

2. **ระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือด**

2.1 เพิ่มปริมาตรเลือดไหลเวียนออกจากหัวใจ

ในภาวะปกติแรงดันในระบบไหลเวียนเลือดดำและน้ำเหลืองจะต่ำกว่าระบบไหลเวียนเลือดแดงและเปลี่ยนแปลงได้ตามแรงดันภายนอก เช่น แรงหดตัวของกล้ามเนื้อ เป็นต้น เมื่ออยู่ในน้ำระดับลึกถึงลำคอ แรงดันน้ำจากภายนอกที่ระดับความลึกของขาจะมากกว่าบริเวณกลางลำตัว เลือดดำและน้ำเหลืองจึงไหลเวียนกลับมาที่ส่วนกลางมากขึ้น ทำให้ปริมาตรเลือดดำส่วนกลางเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติร้อยละ 60.4 เลือดจึงไหลกลับสู่หัวใจมากขึ้น เพิ่มปริมาตรหัวใจขึ้นประมาณร้อยละ 30 กล้ามเนื้อหัวใจจึงถูกดึงยืดมากขึ้น ส่งผลให้การหดตัวดีขึ้นตามกฎของ Starling ปริมาตรเลือดที่บีบออกจากหัวใจ (stroke volume) เพิ่มขึ้นกว่าปกติร้อยละ 35 ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาตรเลือดที่บีบออกจากหัวใจภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักในคนทั่วไป ปริมาตรเลือดไหลเวียนออกจากหัวใจ (cardiac output) จะเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

- อุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาตรเลือดไหลเวียนออกจากหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย
- อายุ ในคนอายุน้อย ปริมาตรเลือดไหลเวียนออกจากหัวใจจะเพิ่มขึ้นมากกว่าคนอายุมาก
- สมรรถภาพของร่างกาย ปริมาตรเลือดไหลเวียนออกจากหัวใจจะเพิ่มขึ้นมากกว่า และนานกว่าในผู้ที่มีสมรรถภาพของร่างกายสูง



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดเมื่อร่างกายอยู่ในน้ำ (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)

2.2 อัตราการเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลงตามความลึกและตามอุณหภูมิ

เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลง โดยขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำด้วย ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลง เมื่อแช่ในน้ำอุ่นอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาตรเลือดไหลเวียนออกจากหัวใจที่เพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากปริมาตรเลือดที่บีบออกจากหัวใจต่อครั้งเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น สิ่งที่ต้องคำนึงเสมอเมื่อออกกำลังกายในน้ำ คือ อัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองต่อการออกกำลังกายในน้ำจะไม่มากเท่ากับการออกกำลังกายบนบกที่ความหนักเท่ากัน จึงไม่ควรใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัววัดความหนักของการออกกำลังกาย แต่ควรใช้ระดับความเหนื่อยที่ผู้ออกกำลังกายรายงานแทน

2.3 ความดันเลือด

ในผู้ที่มีความดันโลหิตสูง การออกกำลังกายในน้ำไม่ทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น และการออกกำลังกายในน้ำช่วยให้ความดันเลือดเฉลี่ยลดลงได้

3. ระบบหายใจ

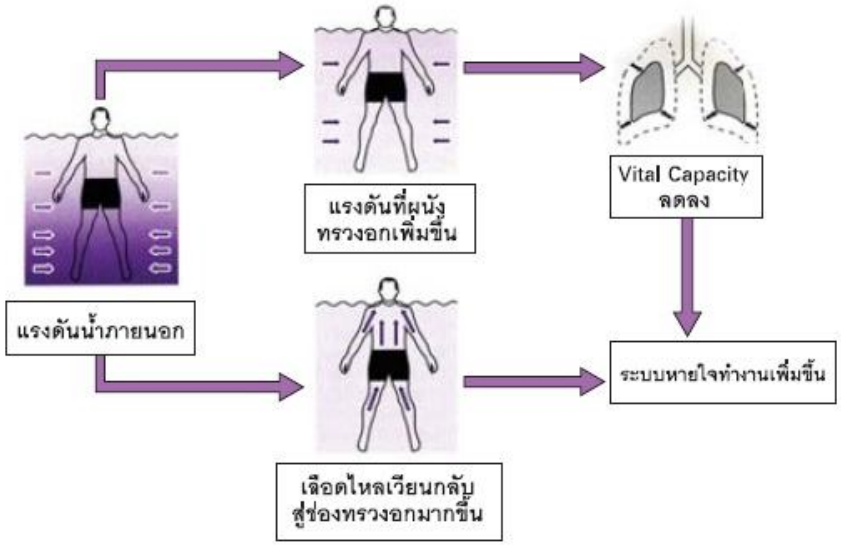
เมื่ออยู่ในน้ำระดับลึกถึงลำคอ ระบบการหายใจจะทำงานเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบหายใจ 2 ประการ คือ

3.1 การทำงานของปอดเปลี่ยนแปลง เนื่องจากแรงดันน้ำที่บริเวณขามากกว่าลำตัว ทำให้เลือดดำไหลเวียนกลับมาสู่ระบบไหลเวียนส่วนกลางบริเวณช่องทรวงอกและปอดมากขึ้น ปริมาตร

เลือดดำที่เพิ่มขึ้นทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง ความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดลดลง ระบบการหายใจต้องทำงานมากขึ้น เพื่อนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย การเปลี่ยนแปลงนี้จัดว่าเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ระบบการหายใจทำงานเพิ่มขึ้นกว่าปกติร้อยละ 75

3.2 กลไกการหายใจเปลี่ยนแปลง เนื่องจากแรงดันน้ำที่กระทำต่อผนังทรวงอกทำให้ผนังทรวงอกหดตัวลงกว่าเดิมประมาณร้อยละ 10 เมื่อปริมาตรปอดลดลง อัตราการไหลของอากาศขณะหายใจออกลดลง จึงใช้เวลานานขึ้นในการหายใจออก การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลให้ระบบการหายใจทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 25

ร่างกายต้องเพิ่มการทำงานของการหายใจมากขึ้นถึงร้อยละ 60 การออกกำลังกายในน้ำจึงเป็นการออกกำลังกายที่ดีสำหรับระบบหายใจ ทำให้ปอดแข็งแรงขึ้น แต่ในผู้ที่มีโรคของระบบหายใจต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของตนเองและมีผู้ดูแลอย่างใกล้ชิดขณะออกกำลังกายในน้ำ



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจเมื่อร่างกายอยู่ในน้ำ

(ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)

4. **ระบบขับถ่ายปัสสาวะ**

4.1 เมื่ออยู่ในน้ำระดับลึกถึงลำคอ เลือดไหลเวียนกลับมากขึ้น เลือดไหลเวียนไปที่ไตเพิ่มขึ้น ทำให้การผลิตและการขับถ่ายปัสสาวะเพิ่มขึ้น มีการขับถ่ายเกลือโซเดียมและโปตัสเซียมมากขึ้นตลอดเวลาที่ร่างกายอยู่ในน้ำ

4.2 การหลั่งฮอร์โมนเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ ฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก (Antidiuretic : ADH) หลั่งน้อยกว่าปกติร้อยละ 50 จึงเกิดการขับปัสสาวะมากขึ้นและฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน (Aldosterone) หลั่งน้อยลงจึงทำให้เกลือโซเดียมถูกขับออกทางปัสสาวะมากขึ้น

5. **ด้านจิตใจและอารมณ์**

การแช่น้ำหรือการออกกำลังกายในน้ำ ช่วยให้จิตใจสงบ ผ่อนคลาย รู้สึกสดชื่น แจ่มใส ทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำและลักษณะการไหลของน้ำจะช่วยให้ผลเหล่านี้เด่นชัดขึ้น เช่น การแช่น้ำอุ่นหลังจากเล่นกีฬาจะทำให้ร่างกายผ่อนคลายอาการปวดเมื่อย หรือคลายความตึงเครียด หากมีกระแสน้ำวนจะช่วยเพิ่มการผ่อนคลายมากขึ้น หรือการแช่ในน้ำเย็นจะกระตุ้นให้มีความกระฉับกระเฉงมากขึ้น เป็นต้น

ขั้นตอนของการออกกำลังกายในน้ำ (Costill et al., 1992)

- อบอุ่นร่างกาย (Warm up) เป็นการเตรียมกล้ามเนื้อให้พร้อมที่จะออกกำลังกายด้วยท่าทางและจังหวะที่เพิ่มมากขึ้น โดยจะเป็นการเคลื่อนไหวร่างกายในจังหวะช้า ๆ และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ควรยืดเหยียดกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่สำคัญและมีผลขณะออกกำลังกาย
- ออกกำลังกาย (Exercise) เป็นการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง โดยทุกส่วนของร่างกายจะเคลื่อนไหวได้อย่างเต็มที่ ซึ่งการเคลื่อนไหวอย่างเต็มที่ในน้ำไม่จำเป็นต้องเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว แต่เคลื่อนไหวโดยให้เกิดแรงต้านของน้ำมากที่สุดที่ร่างกายของแต่ละคนจะทำได้
- ผ่อนหยุดร่างกาย (Cool down) เป็นการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ โดยจะเป็นการลดความหนักของการออกแรงในช่วงออกกำลังกายลง เพื่อให้กล้ามเนื้อค่อย ๆ คลายตัว

ประโยชน์ของการออกกำลังกายในน้ำ (พันทิพา สินรัชตานนท์, 2537)

1. น้ำเป็นตัวกลางที่ช่วยพยุงน้ำหนักตัวของผู้ออกกำลังกาย จึงลดแรงกดในแนวดิ่ง (vertical force) ช่วยผ่อนภาระการรับน้ำหนักตามข้อต่อต่าง ๆ โดยเฉพาะที่ส่วนล่างของร่างกาย (lower body) เช่น การยืนในน้ำที่มีความลึกระดับอก จะช่วยพยุงน้ำหนักตัวได้ถึงร้อยละ 90
2. น้ำช่วยต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายในทุก ๆ ทิศทาง ทำให้กล้ามเนื้อต้องทำงานหนักขึ้นโดยที่ไม่จำเป็นต้องเคลื่อนไหวร่างกายอย่างรวดเร็วและรุนแรง (vigorous movement) อย่างที่ทำบนบก ทำให้ออกกำลังกายได้หนักขึ้น โดยไม่เสี่ยงกับการบาดเจ็บ เพิ่มความหนักของการออกกำลังกายในน้ำขึ้นได้โดยการเคลื่อนไหวให้เร็วขึ้น ทำซ้ำ ๆ กันมากขึ้น หรือโดยการเพิ่มพื้นที่สัมผัส

ในการต้านน้ำ การที่น้ำต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ในทุกทิศทางยังช่วยให้สามารถออกกำลังกายกล้ามเนื้อกลุ่มตรงกันข้ามได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้ประหยัดเวลาในการออกกำลังกายได้เป็นเท่าตัว

3. น้ำช่วยระบายความร้อนจากร่างกายในขณะออกกำลังกายได้ดีมาก ดีกว่าห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ ทำให้รู้สึกชุ่มชื่น เย็นสบาย สามารถออกกำลังกายอย่างหนักได้นานขึ้นโดยไม่รู้สึกอึดอัด อ่อนล้าเนื่องจากความร้อนที่สูงขึ้นภายในร่างกาย

4. น้ำมีแรงพยุงและแรงกดเบา ๆ ทั่วพื้นผิวร่างกาย มีลักษณะคล้ายการนวด ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลาย (relax) ช่วยในการหมุนเวียนโลหิตทั่วร่างกาย ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อและลดอาการเมื่อยล้าภายหลังออกกำลังกาย นอกจากนั้น การฝึกความอ่อนตัว (flexibility) ก็ยังทำได้ผลดีในน้ำ เพราะการเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างนุ่มนวลและเต็มที่กว่า

5. การออกกำลังกายในน้ำ ทำให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ซึ่งถือได้ว่าเป็นการพักผ่อนคลายเครียด จึงได้ประโยชน์ทั้งการบริหารร่างกายและจิตใจ

การออกกำลังกายในน้ำถูกนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมสำหรับการออกกำลังกายในบุคคลแต่ละกลุ่มเป้าหมาย สำหรับนักกีฬาที่ต้องการฝึกเพื่อพัฒนาศักยภาพในการเล่นกีฬาเฉพาะอย่างให้ได้ถึงขีดความสามารถสูงสุดนั้น การฝึกในน้ำสามารถเพิ่มน้ำหนักของการฝึกให้มากขึ้นได้โดยไม่เกิดการบาดเจ็บ ซึ่งบนบกไม่สามารถทำได้ นอกจากนี้การฝึกในน้ำยังเป็นการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศ ช่วยกระตุ้นให้นักกีฬาไม่เบื่อ มีความกระตือรือร้นและสนุกสนาน ช่วยให้นักกีฬาได้ผ่อนคลายความเครียดจากการฝึกซ้อม และที่จะช่วยได้มาก คือ นักกีฬาที่ได้รับบาดเจ็บจนไม่สามารถฝึกตามปกติได้ การฝึกในน้ำจะช่วยให้นักกีฬาคงสภาพความแข็งแรงสมบูรณ์ไว้ได้ ทำให้ไม่เสียเวลาในการพักรักษาและไม่เสียกำลังใจ รวมทั้งโอกาสที่จะเข้าร่วมในการแข่งขันอีกด้วย

ข้อควรระวังของการออกกำลังกายในน้ำ (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2549)

ผู้ที่มีภาวะดังต่อไปนี้ ควรงดการออกกำลังกายในน้ำ

1. ร่างกายอ่อนเพลีย ขาดการพักผ่อน หรือ หลังจากดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์
2. กำลังเป็นโรคหวัด หรือ โรคติดเชื้อที่แพร่สู่ผู้อื่นได้เมื่ออยู่ในน้ำ
3. มีแผลเปิดที่ผิวหนัง
4. มีอาการสับสน เกี่ยวกับเวลา บุคคล หรือสถานที่
5. สูญเสียการรับรู้อุณหภูมิของส่วนที่แช่ลงในน้ำ

6. ผู้ที่แก้วหูทะลุ อาจทำให้น้ำกระเด็นเข้าหูได้
7. โรคระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ได้แก่ หัวใจเต้นผิดจังหวะ (Unstable angina)
8. โรคระบบทางเดินหายใจที่มีความจุปอด (Vital Capacity) น้อยกว่า 1-1.5 ลิตร
9. โรคทางอายุรกรรมที่ยังควบคุมไม่ได้ เช่น ลมชัก ความดันโลหิตสูง เป็นต้น
10. กลัวน้ำ

สมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ

สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถในการดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างราบรื่น สามารถประกอบกิจกรรม ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปราศจากความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าและกลับคืนสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็ว

สมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับกีฬาว่ายน้ำ (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2551) สรุปได้ดังนี้

1. **ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน** (Aerobic Endurance)

เป็นสมรรถภาพพื้นฐานของนักกีฬาทุกประเภท เพราะจะทำให้สามารถทำการแข่งขันได้เป็นระยะเวลานาน นอกจากนี้ยังทำให้มีประสิทธิภาพในการฟื้นสภาพร่างกายหรือหายเหนื่อยได้อย่างรวดเร็วโดยแหล่งพลังงานที่ใช้มาจากระบบแอโรบิก (Aerobic System) โดยเฉพาะมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำระยะทางไกล

รูปแบบการฝึก ได้แก่

- การวิ่งระยะทางไกล 5-10 กิโลเมตร
- การวิ่งอย่างต่อเนื่อง ความเร็วต่ำ 30 นาทีขึ้นไป
- การว่ายน้ำระยะทางไกล 1-5 กิโลเมตร
- ฯลฯ

2. **ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน** (Anaerobic Endurance)

มีความสำคัญมากกับนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลางดังนี้

- ระบบแอนแอโรบิก อแลคติก เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักว่ายน้ำระยะสั้น
- ระบบแอนแอโรบิก แลคติก เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักว่ายน้ำระยะกลาง

รูปแบบการฝึก ได้แก่

- วิ่งเร็วเต็มที่ 60 เมตร จำนวน 15 เที่ยว เวลาพักระหว่างเที่ยว 60 วินาที
- วิ่งกลับตัว 20 เมตร จำนวน 20 เที่ยว เวลาพักระหว่างเที่ยว 45 วินาที

- การว่ายน้ำด้วยความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 10 วินาที การพักระหว่างเที่ยวควรพักจนหายเหนื่อยหรือฟื้นสภาพอย่างสมบูรณ์ แล้วจึงจะทำการฝึกต่อไป (แอนแอโรบิก อแลคติก)

- การว่ายน้ำด้วยความเร็วเกือบสูงสุด (Submaximum) ใช้เวลาตั้งแต่ 30 วินาที ถึง 2 นาที พักจนเกือบฟื้นสภาพอย่างสมบูรณ์ แล้วจึงจะทำการฝึกต่อไป (แอนแอโรบิก แลคติก)

- ฯลฯ

3. **ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ** (Muscular Strength)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬาทุกประเภท การพัฒนาความแข็งแรงอดทน (Strength Endurance) ของกล้ามเนื้อแขน จะเพิ่มความสามารถในการปฏิบัติทักษะในการว่ายน้ำซ้ำๆ อย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการแข่งขัน นอกจากนี้กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงที่ดีจะช่วยป้องกันการบาดเจ็บและสามารถรับแรงกระแทกได้มากขึ้น

รูปแบบการฝึก ได้แก่

- การฝึกความแข็งแรงพื้นฐานโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน เช่น ดันพื้น ลุกนั่ง ฯลฯ

- การฝึกโดยใช้น้ำหนักโดยมีจุดมุ่งหมายพัฒนาความแข็งแรงพื้นฐานไปสู่ความแข็งแรงอดทนและความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ

4. **พลังกล้ามเนื้อ** (Power)

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในกีฬาว่ายน้ำ คือ พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting Power) ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อที่ดีกว่าจะออกตัวได้เร็วกว่า

รูปแบบการฝึก ได้แก่

- การฝึกโดยใช้น้ำหนัก โดยมีจุดมุ่งหมายพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

- การฝึกพลัยโอเมตริกของขา

5. **ความอ่อนตัว** (Flexibility)

การพัฒนาความอ่อนตัวจะเพิ่มมุมของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อนั้นๆ ทำให้ลดการเสี่ยงการบาดเจ็บจากการฉีกขาดของกล้ามเนื้อและช่วยเพิ่มความสามารถทางการกีฬา โดยเฉพาะความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อแขนและหัวไหล่จะมีความสำคัญมากสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ

รูปแบบการฝึก ได้แก่

- การพัฒนาความอ่อนตัวโดยใช้วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่เกี่ยวข้องกับกีฬาว่ายน้ำ

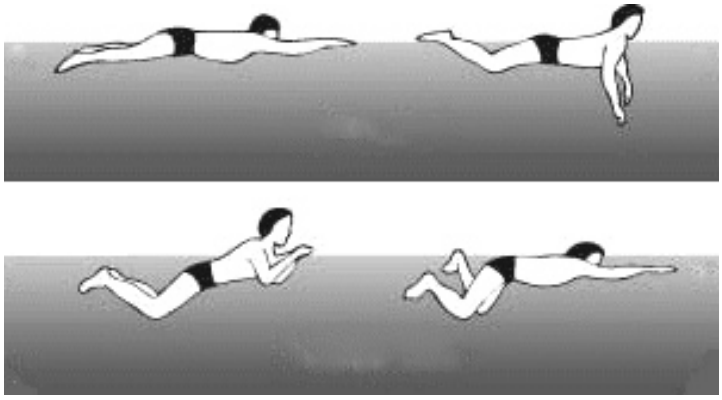
6. **ปฏิกิริยาตอบสนอง** (Response Time)

นักกีฬาว่ายน้ำจะต้องมีการพัฒนาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียง เพื่อเพิ่มความสามารถในการออกตัว

การว่ายน้ำท่ากบและหลักการฝึก

การว่ายท่ากบ (Breaststroke) เป็นท่าว่ายน้ำที่มีมานานแล้ว ตั้งแต่สมัยเริ่มแรกของการแข่งขันว่ายน้ำ และเป็นแบบที่มีคนนิยมกันมาก โดยเฉพาะในการว่ายระยะไกล ปัจจุบันนี้นำมาใช้แข่งขันในระยะสั้นกันมาก ท่านี้มีลักษณะการเคลื่อนไหวของขาเป็นรูปวงกลม ใช้การถีบเท้าแบบขากบถีบน้ำ

หลักการเคลื่อนไหว ก็เหมือนกับการว่ายท่าฟรีสไตล์หรือท่าวัดวา แต่การว่ายท่ากบใช้แขนทำงานในเวลาเดียวกัน มีความสอดคล้องกัน ลึกลงไปในน้ำเป็นมุมไม่เกิน 45 องศา แขนเหยียดเต็มที่ ดึงไปทางด้านหน้าผ่านน้ำเป็นเส้นโค้งไปข้าง ๆ และดึงไปใต้ส่วนของอกในทันทีที่ถีบขาให้พุ่งแขนทั้งสองตรงออกไปข้างหน้า เหยียดนิ่งอยู่สัก 2-3 วินาที แล้วจึงเริ่มดึงแขนถีบเท้าต่อไป การดึงแขนจะดึงเพียงสั้น ๆ งอที่ข้อศอกเล็กน้อย เบนข้อศอกออก ในการถีบขาพยายามให้มีแรงต้านน้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลาที่ดึงต้นขา นั่นคือ ต้นขาจะอยู่เกือบขนานกับระดับของน้ำมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ต้นขาทั้ง 2 ข้างจะต้องไม่กางเป็นมุมแผ่กว้างออกไป ให้แผ่ออกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น วัตถุประสงค์ของการรักษาต้นขาให้อยู่ในลักษณะนี้ เพื่อให้ต้นขาอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำงานได้มีพลังมากที่สุด หัวเข่าผ่อนตามสบายและตั้งเข่าไว้ ต้นขาแยกห่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนขาท่อนล่างแบะออกมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ว่ายน้ำ รวมกฎ กติกา และพื้นฐานการเล่น, 2552)

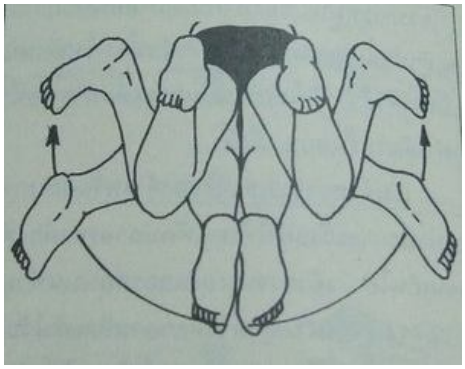


รูปที่ 8 การว่ายน้ำท่ากบ

วิธีฝึกการว่ายท่ากบ (ว่ายน้ำ รวมกฎ กติกา และพื้นฐานการเล่น, 2552)

การว่ายท่ากบ ต้องใช้แรงของการถีบเท้าที่รุนแรง และมีประสิทธิภาพสูงกว่าการว่ายท่าอื่นๆ แขนทั้ง 2 ต้องเคลื่อนไหวไหพร้อมกันตามด้วยการถีบเท้าตามมา ดังนั้น ผู้ฝึกท่านี้จำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการฝึกแขน ขา นานๆ ในการจะทำให้แขน ขา มีความสัมพันธ์กันดีขึ้น วิธีการก็คือ

1. เริ่มฝึกการใช้ขาบนบก
   - นั่งลงกับพื้น เหยียดขามาข้างหน้า ปลายเท้างุ้ม เอามือเท้าไว้ข้างหลัง
   - ยกเข่าให้สูงจากพื้นพอประมาณ งอเข่าและช่วงต้นขาให้ชิดกันไว้ ปลายเท้าแยกห่างจากกัน แบะเท้าออกให้มาก ๆ ประมาณช่วงไหล่หรือสะโพกของตน ปลายเท้างอเข้าหาหน้าแข้ง
   - ไม่ต้องเกร็ง ปล่อยตามสบาย
2. ฝึกว่ายน้ำแบบกบในน้ำ
   - นอนคว่ำตัวในน้ำ เท้าเหยียดออกไปทางด้านหลัง ปลายเท้างุ้ม มือจับขอบสระไว้
   - ดึงให้เข้างอเข้าหาต้นขา โดยให้เข่าห่างกันเล็กน้อย แบะเท้าออกทั้ง 2 ข้าง ส้นเท้าอย่ายกสูงให้อยู่เสมอกับน้ำหรือใต้น้ำ ปลายเท้างอเข้าหาหน้าแข้ง
   - ถีบน้ำไปด้านหลังโดยให้เฉียงไปด้านข้างประมาณ 45 องศา จะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งเล็กน้อย เมื่อถีบไปสุดเท้าให้ตบเท้าเข้าหากัน ปลายเท้างุ้มไว้ ให้มีระยะพักประมาณ 2-3 วินาทีก่อน แล้วจึงจะดึงเท้ากลับมาเพื่อถีบเท้าต่อไป

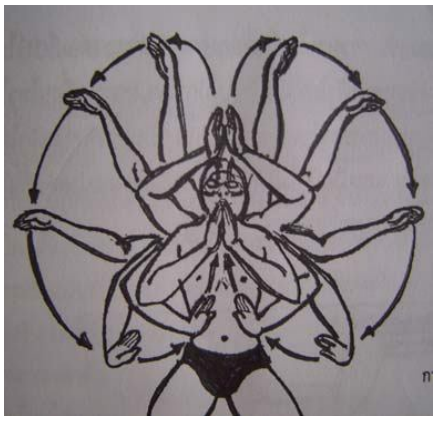


รูปที่ 9 การถีบเท้าในท่ากบ

3. ฝึกการใช้แขน
   - ให้เริ่มฝึกบนบกก่อน ปฏิบัติดังนี้ คือ ก้มตัวให้แขนเหยียดอยู่ข้างหน้า ค่อย ๆ ดึงลึกลงไปหักมุมตรงข้อศอก เบนข้อศอกออกดึงแขนให้ลึกเข้าไป ผ่านหน้าไปเกือบถึงอก โดยเคลื่อน

หัวไหล่ตามไปด้วย ดึงแขนให้เป็นวงกลม รวบมือเข้าหากัน ศอกชิดกัน ปลายมือชี้ไปข้างหน้าพุ่งแขนออกไป เหยียดชิดห่างกันเล็กน้อย เพื่อเตรียมที่จะดึงแขนต่อไป

- ฝึกการใช้แขนในน้ำ ยืนในน้ำตื้นก้มตัวลง ทดลองดึงแขนในน้ำโดยดึงแขนเพียงสั้น ๆ ให้ฝ่ามือจมลงในน้ำลึกประมาณ 6-8 นิ้ว ใต้ระดับผิวน้ำ งอศอกเล็กน้อย เบนศอกกางออก กดฝ่ามือลง แขนลากเป็นวงกลม ส่วนมือเมื่อดึงน้ำมาจะไม่ผ่านส่วนหัวไหล่เป็นอันขาด ดึงลึกเข้ามาไม่เกินอกแล้วรวบข้อศอกเข้าให้แนบลำตัว ให้ฝ่ามือชี้ไปข้างหน้าแล้วพุ่งออกไป



รูปที่ 10 การวาดมือในท่ากบ

เมื่อทำได้คล่องแล้ว ให้ลองทำใหม่ให้ขากับแขนสัมพันธ์กัน โดยนอนลงถีบเท้า 1 ครั้งต่อพุ่งแขนออก 1 ครั้ง หรือการงอเท้าเข้าต่อด้วยการดึงมือ 1 ครั้งเหมือนกัน และในจังหวะที่ดึงน้ำเข้ามาให้โผล่หน้าหายใจ พอดึงแขนเข้ามาเกือบหมดช่วงดึงขางอเข้ามา หน้าจะคว่ำลงทันที เท้าจะถีบน้ำออกในจังหวะเดียวกันกับพุ่งแขนเหยียดออกไปข้างหน้า ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ สำหรับการหายใจ จะหายใจทุก Stroke หรือทุกครั้งที่มีการดึงแขนคู่ก็ได้หรือว่าจะโผล่มาหายใจนานๆครั้งก็ได้

การหายใจให้โผล่ศีรษะพ้นน้ำขึ้นจนปากพ้นน้ำ อ้าปากหายใจเข้าแล้วก้มหน้าทันที หายใจออกให้กระทำในน้ำ ให้หายใจออกทั้งทางปากและจมูก

ลำดับขั้นตอนในการว่ายท่ากบ

บุญสง โกสะ (2544) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนการว่ายน้ำท่ากบ ดังนี้

1. ขณะที่เท้าเข้ามาชิดกันแขนทั้งสองข้างเหยียดเต็มที่ โดยที่มืออยู่ในท่าที่ “จับน้ำ”
2. มือทั้งสองข้างเริ่มงอเพื่อที่จะสามารถ “ยึด” น้ำได้แต่แรก

3. ยังคงมีการวาดมือออกด้านนอกจนกระทั่งกว้างกว่าไหล่

4. หลังจากวนเป็นวงแล้วมือทั้งสองข้างเริ่มวาดเข้าข้างใน ลำตัวเริ่มยกขึ้นเพื่อการ หายใจ และเพื่อที่จะทำให้กล้ามเนื้อของลำตัวส่วนบนช่วยในการดึงแขนได้แรงขึ้น

5. ขณะที่นิ้วมือเกือบจะสัมผัสกัน เท้าทั้งสองข้างถูกดึงเข้าสะโพก

6. ในช่วงการใช้แขนขณะนี้จะเป็นการหายใจเข้าอย่างแรง

7. ท่าทางของขา แสดงการเตะขาแบบสลัดแส้ที่มีประสิทธิภาพ เท้าทั้งสองอยู่ในลักษณะกระดกปลายเท้า เข่าทั้งสองข้างเคลื่อนออกข้างนอก (ด้วยอิทธิพลของกล้ามเนื้อ abductors) ร่างกายถูกผลักดันไปข้างหน้าโดยเท้าและขาท่อนล่างที่ “ยึด” (fix) น้ำและถีบไปข้างหลัง

8. ขาทั้งสองข้างอยู่ในลักษณะที่กว้างมากที่สุดของการถีบไปข้างหลัง พร้อมกับที่แขนทั้งสองเหยียดออกไปข้างหน้า และศีรษะลดลงอย่างรวดเร็ว

9. มือ / แขน และศีรษะเคลื่อนไหวอย่างสอดรับจังหวะกันโดยมีเส้นทางเคลื่อนที่เป็นเกลียวลงข้างล่างแล้วขึ้นข้างบนเพื่อเหยียดออกไปข้างหน้า ก่อให้เกิดการพลิ้วตัวในช่วงนี้

10.เท้าทั้งสองถีบออกไปข้างหลังและลงข้างล่าง เท้าและขาท่อนล่างยังคง “ยึด” (fix) น้ำอยู่

11.เท้าทั้งสองข้างงุ้มปลายเท้าและเข้ามาชิดกัน “ประกบ” กันและกันไว้

12.แขนทั้งสองข้างเหยียดเต็มที่โดยที่มือหันออกพร้อมที่จะงอเพื่อวาดมือออก ศีรษะซุกอยู่ระหว่างต้นแขนและลำตัวเพรียวน้ำอยู่ในท่าที่ดีที่สุดสำหรับการเคลื่อนไปข้างหน้าด้วย ความเร็วจากการเตะขา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

คุณัตว์ พิธพรชัยกุล (2540) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกกระโดดบนบกและในน้ำที่ความลึกต่างกันต่อกำลังของกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา สถาบันราชภัฏจันทรเกษม อายุ 18-22 ปี จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multistage random sampling) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกกระโดดบนบก กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกกระโดดในน้ำระดับต้นขา และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกกระโดดในน้ำระดับเอว ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 40 นาที ทำการทดสอบกำลังของกล้ามเนื้อขาและทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ก่อนการฝึก, หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของตูกี และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ผลการวิจัยพบว่า กำลังของกล้ามเนื้อขา หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ของแต่ละกลุ่มดีขึ้นกว่าก่อนการฝึก แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 สำหรับกำลังของกล้ามเนื้อขา ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, 2 และ 3 ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ภายในกลุ่มทดลองที่ 1, 2 และ 3 ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีพัฒนาการดีกว่าก่อนการฝึก แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ยกเว้นเวลาตอบสนองของกล้ามเนื้อขา ของกลุ่มที่ 1 (ฝึกกระโดดบนบก) และกลุ่มที่ 3 (ฝึกกระโดดในน้ำระดับเอว) ที่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ปิยนุช ขุนสวัสดิ์ (2543) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับความอ่อนตัวที่มีต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบ 100 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิชาเอกพลศึกษา ชั้นปีที่ 1 ของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชุมพร อายุ 17-19 ปี จำนวน 45 คน ผ่านการเรียนวิชาว่ายน้ำ 1 มาแล้ว ก่อนการทดลองได้ทำการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบ 100 เมตร เพื่อนำผลการทดสอบมาเรียงลำดับแล้วจัดเข้ากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ทุกกลุ่มฝึกทักษะว่ายน้ำด้วยแบบฝึกเดียวกัน โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกทักษะว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ฝึกทักษะว่ายน้ำควบคู่กับฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และกลุ่มที่ 3 ฝึกทักษะว่ายน้ำ ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควบคู่กับความอ่อนตัว หลังทำการฝึก 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบ 100 เมตร ใช้การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า

1. การฝึกทักษะว่ายน้ำเพียงอย่างเดียวส่งผลต่อการเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำ ระหว่างก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001
2. การฝึกทักษะว่ายน้ำควบคู่กับฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ส่งผลต่อการเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำ ระหว่างก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.001
3. การฝึกทักษะว่ายน้ำ ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควบคู่กับความอ่อนตัว ส่งผลต่อการเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำ ระหว่างก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001
4. วิธีฝึกว่ายน้ำทั้ง 3 วิธี ส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำไม่แตกต่างกัน

อุทัย แก้วไวยุทธ์ (2543) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการออกตัวแบบจับแท่นของนักว่ายน้ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักว่ายน้ำของ

วิทยาลัยพลศึกษา กรุงเทพฯ เพศชาย อายุระหว่าง 18-20 ปี จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน โดยวิธีสุ่มแบบกำหนด (randomly assignment) กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุม ฝึกว่ายน้ำอย่างเดียว กลุ่มว่ายน้ำควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริก กลุ่มว่ายน้ำควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ทดสอบความเร็วในการออกตัวแบบจับแท่น และความสามารถในการกระโดดสูง ก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของตูกี (Tukey) และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ความเร็วในการออกตัวแบบจับแท่นของนักว่ายน้ำทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้โดยพบความแตกต่างเฉพาะระหว่างกลุ่มที่ฝึกว่ายน้ำอย่างเดียวกับกลุ่มที่ฝึกว่ายน้ำควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริก หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาประเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน โดยใช้วิธีการจัดกระทำแบบสุ่ม และทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน มีกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของตูกี เอ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา มากกว่าการฝึกพลัย-โอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชาญยุทธ์ อินทร์แก้ว (2544) ทำการศึกษาการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาร่วมกับโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อความเร็วของการว่ายน้ำแบบวัดวาระยะทาง 50 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำชายในระดับสโมสรของศูนย์ฝึกว่ายน้ำ โรงเรียนกาวิละวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ อายุระหว่าง 11- 12 ปีจำนวน 20 คน โดยการเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive sampling) กำหนดเกณฑ์ในการเลือกคือต้องเป็นนักกีฬาที่มีความสมบูรณ์ มาฝึกซ้อมสม่ำเสมอเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี และมีความเร็วเฉลี่ยในการว่ายน้ำแบบวัดวาระยะทาง 50 เมตร 35$\pm$2 วินาที แบ่งเป็นกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียว 10 คน และกลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาร่วมกับโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำ 10 คน ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาร่วมกับโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำและกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา หลังสัปดาห์ที่ 6 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2. กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาร่วมกับโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา หลังสัปดาห์ที่ 6 เพิ่มขึ้นต่างจากกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

3. กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาร่วมกับโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำและกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียว มีความเร็วในการว่ายน้ำแบบวัดวาระยะทาง 50 เมตร หลังสัปดาห์ที่ 6 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

4. กลุ่มที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาร่วมกับโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำ มีความเร็วในการว่ายน้ำแบบวัดวาระยะทาง 50 เมตรมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เนตร ทองธาระ (2545) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักที่มีต่อการพัฒนาความเร็วของนักฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 24 คน โดยทำการสุ่มแบบกำหนดลงใน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึก

ตามปกติและฝึกความเร็ว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกตามปกติ ฝึกความเร็วและฝึกเสริมพลัยโอ-เมตริกด้วยน้ำหนัก ทำการฝึก 8 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วัน ทำการทดสอบความเร็วในการวิ่ง 27 เมตร ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก 8 สัปดาห์ มีผลต่อการพัฒนาความเร็วดีกว่าการฝึกความเร็วเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก 6 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ การพัฒนาความเร็วไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนศักดิ์ แพทยานนท์ (2546) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกต่อความสามารถในการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4-6 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชายของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 30 คนโดยการเลือกแบบเจาะจง ทำการทดสอบความสามารถในการยิงประตูบาสเกตบอล จากนั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน กลุ่มควบคุมฝึกทักษะการกระโดดยิงประตูเพียงอย่างเดียว สัปดาห์ละ 3 วัน และกลุ่มทดลองฝึกเสริมพลัยโอเมตริก สัปดาห์ละ 2 วัน ควบคู่กับการฝึกทักษะการกระโดดยิงประตู โดยทำการฝึก 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ฝึกเสริมพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกทักษะการกระโดดยิงประตู มีความสามารถในการยืนกระโดดแตะแนวดิ่ง การวิ่งกระโดดแตะ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05
2. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ฝึกเสริมพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกทักษะการกระโดดยิงประตู มีความสามารถในการยืนกระโดดแตะแนวดิ่ง การวิ่งกระโดดแตะ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

เกชา พูลสวัสดิ์ (2548) ทำการศึกษาผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอลอายุระหว่าง 14-16 ปี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลของโรงเรียนอัสสัมชัญพานิชยการ จำนวน 30 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย กลุ่มทดลองฝึกเสริมพลัยโอเมตริกและฝึกตามปกติ กลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ ใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ความสามารถในการเร่งความเร็ว พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

และความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของสะโพก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 3 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของตูกี เอ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หลังการทดลอง 6 สัปดาห์พบว่า

1. กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมพลัยโอเมตริกและฝึกตามปกติมีความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมพลัยโอเมตริกและฝึกตามปกติมีความสามารถในการเร่งความเร็วและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมพลัยโอเมตริกและฝึกตามปกติมีความคล่องแคล่วว่องไว ความสามารถในการเร่งความเร็ว พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของสะโพกมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จตุพล กล้วยแดง (2548) ทำการศึกษาผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวในการเลี้ยงลูกบาสเกตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรีของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา อายุระหว่าง 18-22 ปี และไม่ได้เป็นนักกีฬาของมหาวิทยาลัย จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถเท่ากันจากการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวในการเลี้ยงลูกบาสเกตบอล กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่ฝึกโปรแกรมการฝึกทักษะการเลี้ยงลูกบาสเกตบอล กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลองที่ฝึกโปรแกรมการฝึกทักษะการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลและฝึกเสริมพลัยโอ-เมตริก ใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 40 นาที ทำการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวในการเลี้ยงลูกบาสเกตบอล พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเคลื่อนที่จากการเกิดสิ่งเร้าที่มีปฏิกิริยาตอบสนอง และความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 3 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแตกต่างระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของตูกี ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกโปรแกรมการฝึกทักษะการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลและฝึกเสริมพลัยโอเมตริก มีความคล่องแคล่วว่องไวในการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกโปรแกรมการฝึกทักษะการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการทดลอง 3 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกโปรแกรมการฝึกทักษะการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลและฝึกเสริมพลัยโอเมตริก มีความคล่องแคล่วว่องไวในการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลและความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกโปรแกรมการฝึกทักษะการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลและฝึกเสริมพลัยโอเมตริก มีคล่องแคล่วว่องไวในการเลี้ยงลูกบาสเกตบอล พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเคลื่อนที่จากการเกิดสิ่งเร้าที่มีปฏิกิริยาตอบสนองและความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาธิต หงส์ทอง (2550) ทำการศึกษาผลของการฝึกว่ายน้ำด้วยเวลาพักต่างกันที่มีผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำ ศูนย์กีฬาเฉลิมพระเกียรติ(บางมด) เพศหญิง อายุระหว่าง 10-12 ปี จำนวน 30 คน โดยได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง(Purposive sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม โดยการสุ่มเข้ากลุ่ม (Random assignment) ทุกกลุ่มทำการฝึกว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร 8 เที่ยว ด้วยความเร็ว 75-80 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วสูงสุด โดยกลุ่มที่ 1 พักระหว่างเที่ยว 60 วินาที กลุ่มที่ 2 พักระหว่างเที่ยว 90 วินาที และกลุ่มที่ 3 พักระหว่างเที่ยว 120 วินาที ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ รวมเวลา 8 สัปดาห์ ทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ตามลำดับ นำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่จากการเปรียบเทียบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร เมื่อระยะเวลาในการฝึกยาวนานขึ้น พบว่าความเร็วในการว่ายน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

โรบินสัน และคณะ(Robinson et al., 2004) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพลัง แรงบิด ความเร็ว และการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ระหว่างการฝึกพลัยโอ-เมตริกบนบกกับในน้ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิงจำนวน 32 คนที่มีการออกกำลังกายเป็นประจำ แบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกบนบก และกลุ่มที่ฝึกในน้ำ ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ด้วยโปรแกรมที่เหมือนกัน ทำการทดสอบพลัง แรงบิด และความเร็ว ก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก ประเมินระดับการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ (ordinal scale) และประเมินความรู้สึกเจ็บปวดโดยการคลำตรวจ (palpation) หลังการฝึกพักหนึ่ง (0, 48 และ 96 ชั่วโมง) ระหว่างช่วงสัปดาห์แรกของการฝึก และเมื่อความหนักของการฝึกเพิ่มมากขึ้น (สัปดาห์ที่ 3 และ 6)

ผลการวิจัยพบว่า พลัง แรงบิด และความเร็วของทั้ง 2 กลุ่ม เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ก่อนฝึก < ระหว่างฝึก < หลังฝึก, $P < 0.001$) แต่กลุ่มที่ฝึกบนบกมีการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อมากกว่ากลุ่มที่ฝึกในน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.01$) สรุปได้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำทำให้สมรรถภาพดีขึ้นและให้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก โดยที่กล้ามเนื้อเกิดการบาดเจ็บน้อยลง

มาร์เทล และคณะ (Martel et al., 2005) ได้ทำการวิจัยเพื่อทดสอบผลของการฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำที่มีต่อความสามารถในการกระโดด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง จำนวน 19 คน (อายุเฉลี่ย 15±1 ปี) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีสุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (APT) จำนวน 10 คน ทำการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ และกลุ่มควบคุม (CON) จำนวน 9 คน ทำการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกแบบยืดหยุ่น เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง โดยการฝึกของทั้ง 2 กลุ่ม เป็นการฝึกเสริมจากโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาวอลเลย์บอลโดยทั่วไปในช่วงก่อนเปิดฤดูกาลแข่งขัน การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ทำการทดสอบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ความสามารถในการกระโดด ทดสอบก่อนและหลังการฝึก 2, 4 และ 6 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการกระโดดเพิ่มขึ้นอย่างใกล้เคียงกันทั้ง 2 กลุ่ม หลังการฝึก 4 สัปดาห์ (APT = 3.1%, CON = 4.9%; $P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการกระโดดของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้น 8 % จากสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ($P < 0.05$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น หลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า แรงบิดสูงสุด (concentric peak

torque) ในขณะเหยียดและงอเข่าที่ 60° และ 180° ของทั้งสองกลุ่มพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) สรุปผลการวิจัยได้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำร่วมกับโปรแกรมการฝึกซ้อมวอลเลย์บอลโดยทั่วไป ก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการกระโดดมากกว่าการฝึกของกลุ่มควบคุม ดังนั้นระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ดูเหมือนว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำจะเป็นทางเลือกที่ดี เพราะมีความเป็นไปได้ในการช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ

มิลเลอร์และคณะ (Miller et al., 2007) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัย-โอเมตริกในน้ำที่ความลึกระดับอกและที่ความลึกระดับเอวต่อแรงเฉลี่ย พลัง และความสามารถในการกระโดด โดยแบ่งผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 29 คน (ชาย 15 คน หญิง 14 คน, อายุเฉลี่ย 25±7.1 ปี) ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม, กลุ่มที่ฝึกในน้ำความลึกระดับเอว และกลุ่มที่ฝึกในน้ำความลึกระดับอก ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง ทดสอบแรงเฉลี่ยและพลังด้วยแผ่นรองรับแรง (Force plate) โดยใช้การกระโดด 3 แบบ ได้แก่ กระโดดจากท่าย่อตัว (Squat jump), การย่อตัวแล้วตามด้วยการกระโดดทันที(Countermovement jump) และ การกระโดดงอเข่าย่อตัว(Drop jump) ทำการบันทึกความสูงในการกระโดดไว้เพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแรงเฉลี่ย, พลัง และความสามารถในการกระโดด ระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแรงเฉลี่ย พลัง และความสามารถในการกระโดดจากท่าย่อตัว การย่อตัวแล้วตามด้วยการกระโดดทันที แต่มีการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยในการกระโดดงอเข่าย่อตัวของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง สรุปผลการวิจัยได้ว่า การกำหนดระดับความลึกและควบคุมความคงที่ของน้ำไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแปรต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้

สเตมม์ และจาคอบสัน (Stemm and Jacobson, 2007) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกระโดดสูง ภายหลังการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกกับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชายที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ (Active men) จำนวน 21 คน (อายุเฉลี่ย 24±2.5 ปี) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยการสุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม ไม่ได้ทำการฝึก การฝึกของกลุ่มที่ 1 ฝึกพลัย-โอเมตริกในน้ำ และกลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ประกอบด้วย การอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ตามด้วยการฝึกกระโดดจากท่าย่อตัว (squat jump) การกระโดดไปด้านข้าง (side hops) และ

การกระโดดยกเข่าสูง (knee tuck jumps) แบบฝึกละ 3 เซ็ท ๆ ละ 15 ครั้ง เวลาพัก 1 นาที ในแต่ละแบบฝึก โดยกลุ่มที่ 1 ทำการฝึกในน้ำระดับหัวเข่า กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกเหมือนกันทุกอย่างบนบก และกลุ่มควบคุมไม่ต้องทำการฝึก กลุ่มทดลองทำการฝึก 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง และทำการเฝ้าสังเกตติดตามในทุกช่วงของการฝึก ข้อมูลการทดสอบก่อนและหลังฝึก เก็บรวบรวมโดยการวัดความสามารถในการกระโดดให้สูงที่สุดในทั้ง 3 กลุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการกระโดดสูงของกลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับกลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับกลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก จึงสรุปได้ว่าการฝึกในน้ำก่อให้เกิดผลของการฝึกที่ใกล้เคียงกับการฝึกบนบก โดยมีความเป็นไปได้ในการลดแรงกดดันที่กล้ามเนื้อ อันเนื่องมาจากการแรงลอยตัวและแรงต้านของน้ำในการลงสู่พื้น

ชีราน และคณะ (Shiran et al., 2008) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำและบนบกที่มีต่อสมรรถภาพและการบาดเจ็บกล้ามเนื้อในนักกีฬามวยปล้ำชายของสโมสรนักกีฬามวยปล้ำ 21 แห่งที่เข้าร่วมโดยสมัครใจ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วยวิธีสุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก จำนวน 7 คน, กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ จำนวน 7 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 7 คน โดยที่กลุ่มทดลองทำการฝึกพลัยโอเมตริก 4 แบบฝึก ประกอบด้วยการกระโดดแบบต่าง ๆ (Depth jump, Star jump, Rocket jump และ Squat jump) เป็นเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 40-45 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมมวยปล้ำตามปกติ ทดสอบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกโดยการวัดความแข็งแรง, ความเร็ว, ความคล่องตัว, ดัชนีความล้า, พลังเฉลี่ยและพลังสูงสุด และประเมินการบาดเจ็บกล้ามเนื้อด้วยการตรวจเอนไซม์ครีเอทีน ฟอสโฟไคเนส (Creatine phosphokinase : CPK) และเอนไซม์แลคเตท ดีไฮโดรจีเนส (Lactate dehydrogenase : LDH) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูล (t- test)

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของสมรรถภาพและความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บกล้ามเนื้อในนักกีฬามวยปล้ำทั้ง 2 กลุ่ม จึงสรุปได้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำให้ประโยชน์ได้ไม่ต่างจากการฝึกบนบก แต่สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อให้น้อยลงได้

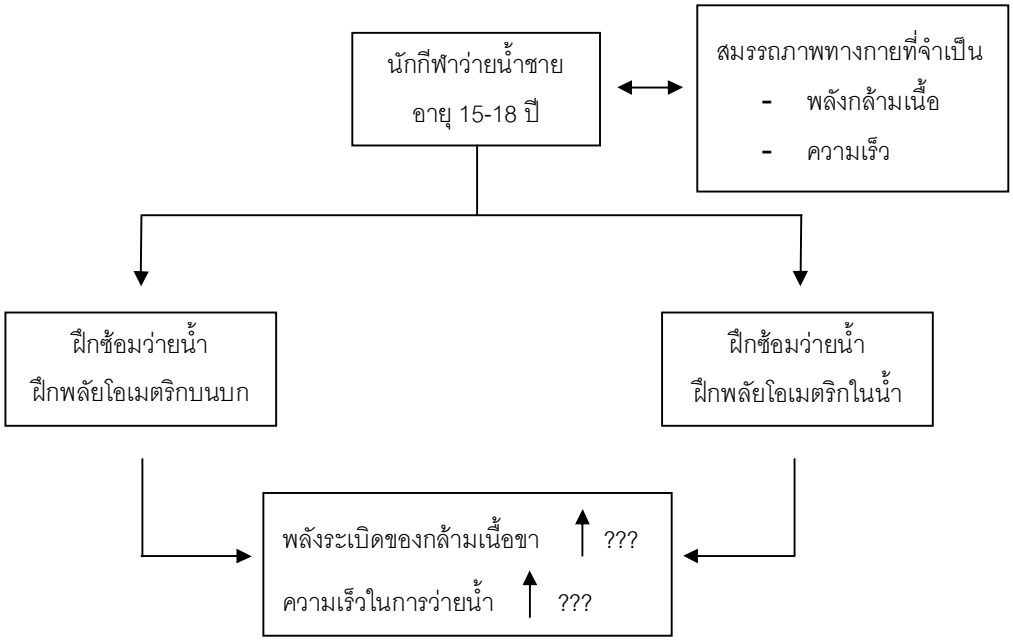
มิลเลอร์ และคณะ (Miller et al., 2010) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำด้วยความหนักระดับสูงกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำโดยทั่วไป ที่มีต่อความสามารถในการกระโดดสูง, พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ และแรงบิดในหัวเข่า กลุ่มตัวอย่างคือบุคคลที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ จำนวน 39 คน (ชาย 16 คน : อายุ 21.8±2.3, ส่วนสูง 181.9±6.9 ซม., น้ำหนัก 80.7±9.2 กก. ; หญิง 23 คน : อายุ 22.4±3.5, ส่วนสูง 166.5±5.8 ซม., น้ำหนัก 65.7±10.0 กก.) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 (10 คน) ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ กลุ่มทดลองที่ 2 (11 คน) ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำด้วยความหนักระดับสูง กลุ่มทดลองที่ 3 (8 คน) ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มควบคุม (10 คน) ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง ๆ ละประมาณ 30 นาที โดยกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำด้วยโปรแกรมที่เหมือนกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 3 แต่มีระดับความหนักเป็นสองเท่า ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ต้องทำการฝึกและกำหนดไม่ให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการออกกำลังกาย ทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดสูง, พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ และแรงบิดในหัวเข่า ก่อนและหลังการฝึก

ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึก 6 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแต่ละกลุ่ม ในทุกตัวแปร อย่างไรก็ตาม กลุ่มทดลองที่ 2 มีการพัฒนาความสามารถในการกระโดดสูง, พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อและกำลังหมุนของหัวเข่า เพิ่มขึ้นมากที่สุด

อาราซี และอาซาดี (Arazi and Asadi, 2011) ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 36.5 และ 60 เมตร และความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ของนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักบาสเกตบอลชายระดับเยาวชน จำนวน 18 คน (อายุ 18.81±1.46 ปี ส่วนสูง 179.34±6.11 ซม. น้ำหนัก 67.80±9.52 กก.) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มควบคุม โดยทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ครั้ง ๆ ละ 40 นาที ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 36.5 และ 60 เมตร และความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีการทดสอบของตูกี

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 36.5 และ 60 เมตรของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำและกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการวิ่งระยะทาง 36.5 และ 60 เมตรของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกในทุกตัวแปร ($P > 0.05$)

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย โดยมีขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

ประชากร

เป็นนักกีฬาว่ายน้ำชายและหญิงของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี อายุ 13-18 ปี จำนวน 42 คน ในปีการศึกษา 2554

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักกีฬาว่ายน้ำชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี อายุระหว่าง 15-18 ปี จำนวน 20 คนที่มีประสบการณ์ในการฝึกซ้อมและแข่งขันว่ายน้ำเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ปี โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) จากนั้นทำการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร นำผลการทดสอบที่ได้มาเรียงลำดับตั้งแต่ 1-20 แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกำหนด (Randomized Assignment) เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีนักกีฬาที่มีความเร็วในการว่ายน้ำเท่าเทียมกันมากที่สุด ดังนี้

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
ลำดับที่	1	2
ลำดับที่	4	3
ลำดับที่	5	6
ลำดับที่	8	7
ลำดับที่	9	10
ลำดับที่	12	11
ลำดับที่	13	14
ลำดับที่	16	15
ลำดับที่	17	18
ลำดับที่	20	19

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

1.2 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

1.3 เครื่องบะลิสติก เมสเซอเมินท์ ซิสเท็ม (Ballistic Measurement System : BMS)

1.4 สระว่ายน้ำมาตรฐาน ความยาว 50 เมตร สำหรับทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำ

1.5 สระว่ายน้ำที่มีความลึกระดับอกของนักกีฬา สำหรับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

1.6 นกหวีดให้สัญญาณ

1.7 นาฬิกาจับเวลาที่มีความละเอียด 1/100 วินาที

1.8 แบบบันทึกผลการทดสอบ

ขั้นตอนการทดสอบ

- ทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ออกตัวเหมือนการแข่งขันจริงโดยการกระโดดจากแท่น จับเวลาด้วยนาฬิกาที่มีความละเอียด 1/100 วินาที
- ทดสอบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาในท่าย่อตัวแล้วตามด้วยการกระโดดทันที (Countermovement jump) ด้วยเครื่องบะลิสติก เมสเซอเมินท์ ซิสเท็ม (Ballistic Measurement System: BMS) โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

- ให้นักกีฬาผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนแผ่นรับแรง (Force Plate) มือทั้งสองจับบาร์ให้กระชับ เท้าทั้งสองห่างกันประมาณช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ตรงไปด้านหน้า

- ย่อตัวให้เข่าทำมุมประมาณ 135 องศา โดยให้น้ำหนักตัวตกอยู่ที่เท้าทั้งสองข้าง

- กระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างเต็มที่และเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ทันที หลังจากย่อตัว

- ลงสู่แผ่นรองรับด้วยปลายเท้า ย่อเข่าเล็กน้อย แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

- บันทึกค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

2. โปรแกรมการฝึก

การพัฒนาโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกจากหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 นำโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่ผู้วิจัยออกแบบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) ได้ค่า IOC = 0.85

2.3 จัดทำหนังสือเพื่อขอการรับรองจริยธรรมในการทำวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 ทดลองใช้โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกกับนักกีฬากระโดดน้ำชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 6 คน (แบ่งเป็นกลุ่มฝึกบนบก 3 คน และกลุ่มฝึกในน้ำ 3 คน) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีการทดสอบแบบแบ่งครึ่ง (Split - half reliability) โดยใช้ข้อมูลจากอัตราการเต้นของหัวใจที่ทำการบันทึกทุก ๆ 3 นาทีในขณะทำการฝึก ได้ค่าความเชื่อมั่นของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก r = 0.95 และค่าความเชื่อมั่นของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ r = 0.99

2.5 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

กำหนดให้กลุ่มทดลองทำการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยโปรแกรมฝึกแบบเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ทำการฝึกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ทำการฝึกในน้ำที่มีความลึก 1.5 เมตร (ประมาณระดับอกของนักกีฬา) อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในระหว่างวันที่ 21 มิ.ย. - 12 ส.ค. 2554 เท่ากับ 27.6 องศาเซลเซียส ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วัน คือ วันอังคารและวันศุกร์ เวลา 15.00 - 16.00 น.โดยมีลำดับขั้นตอนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในสัปดาห์ที่ 1-8

กิจกรรม / เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ)	จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	จำนวน		เวลาพัก (นาที)	
		ครั้ง	เซท	ระหว่างเซท	ระหว่างท่าฝึก
อบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ / 10 นาที	–				
ฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้ท่าฝึกดังต่อไปนี้ / 40 นาที - Knee tuck jump - Rocket jump - Star jump - Half squat jump	เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้	8	3	3	5
ผ่อนหยุดร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ /10 นาที	–				

2.6 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย

2.7 นำโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยออกแบบการทดลองที่มีการจัดดำเนินการแบบสุ่ม และมีกลุ่มไว้สำหรับเปรียบเทียบ (True-experimental designs) มีการทดสอบเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง และครั้งที่ 2 หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ประกอบด้วยการทดสอบ ดังต่อไปนี้

1. แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง
2. ความเร็วในการกระโดด
3. พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
4. ความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร

ตารางที่ 4 การออกแบบการวิจัย

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง	ทดลอง	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
E_1	O_1	X_1	O_2
E_2	O_1	X_2	O_2

E_1 หมายถึง กลุ่มทดลองที่ 1

E_2 หมายถึง กลุ่มทดลองที่ 2

X_1 หมายถึง การฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

X_2 หมายถึง การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

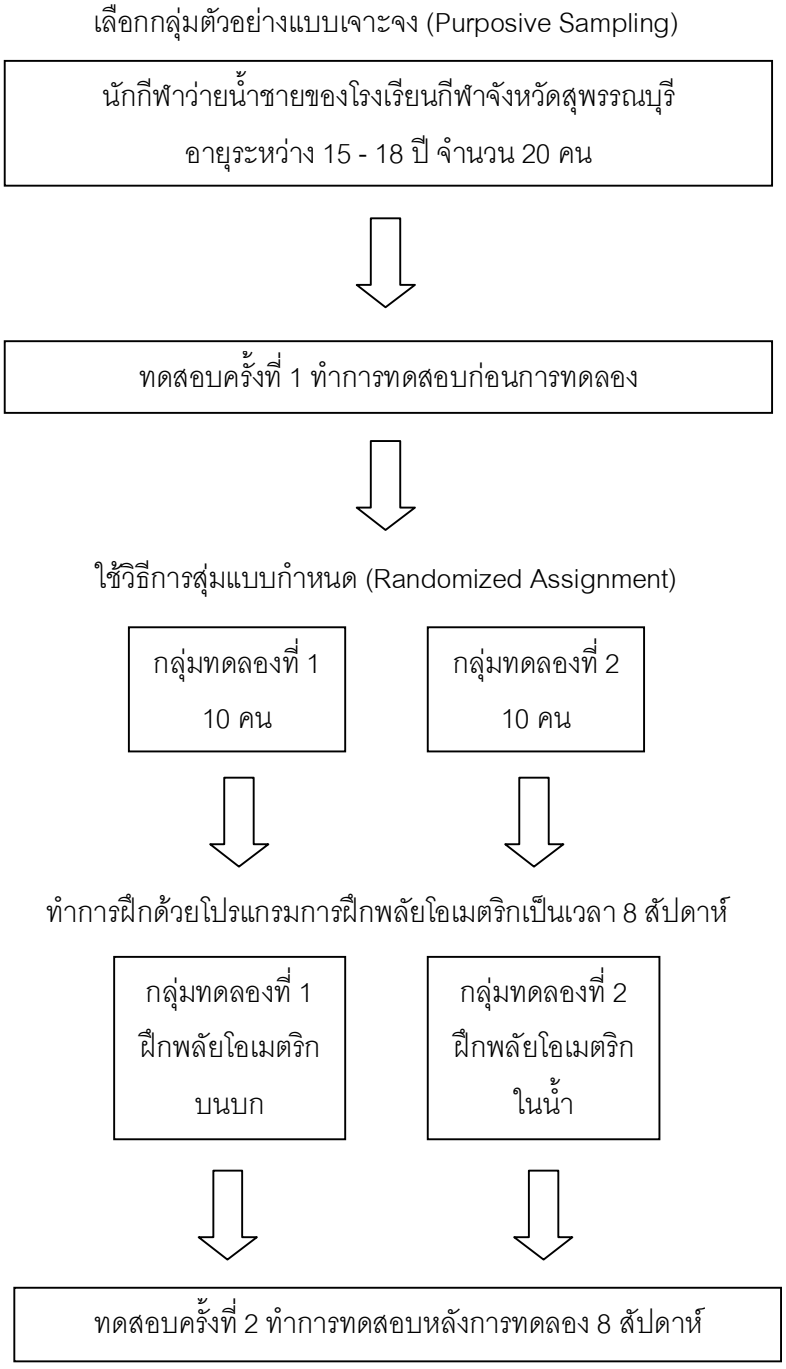
1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviations) ของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยค่าทีอิสระ (Independent t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยค่าทีรายคู่ (Paired t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 2 แสดงขั้นตอนการวิจัย



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำ นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วจึงนำผลมาเสนอในรูปตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
อายุ (ปี)	16	1.15	16	0.94	.000	1.000
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	170.70	9.26	172.00	4.32	-.402	.692
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	64.61	6.85	65.68	7.60	-.330	.745
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	77.50	7.83	71.10	9.21	1.673	.112

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยอายุของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 16 ปี และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 16 ปี

ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 170.70 เซนติเมตร และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 172.00 เซนติเมตร

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 64.61 กิโลกรัม และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 65.68 กิโลกรัม

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 77.50 ครั้ง/นาที และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 71.10 ครั้ง/นาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง {นิวตัน/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)}	20.73	1.18	21.02	1.11	-.565	.579

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 20.73 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 21.02 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลอง ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ความเร็วในการกระโดด (เมตร/วินาที)	1.89	0.32	1.84	0.29	.366	.719

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดดของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 1.89 เมตร/วินาที และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำ เท่ากับ 1.84 เมตร/วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา {วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)}	31.73	6.03	31.33	5.91	.152	.881

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 31.73 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 31.33 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
เวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร (วินาที)	37.48	3.08	37.41	3.27	.049	.962

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 37.48 วินาที และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 37.41 วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง {นิวตัน/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)}	22.42	1.48	23.49	1.43	-1.630	.120

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 22.42 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 23.49 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ความเร็วในการกระโดด (เมตร/วินาที)	2.62	0.20	2.66	0.13	-.581	.568

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดดของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 2.62 เมตร/วินาที และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 2.66 เมตร/วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา {วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}	55.89	5.42	57.87	4.27	-.908	.376

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 55.89 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 57.87 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1 (N = 10)		กลุ่มทดลองที่ 2 (N = 10)		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
เวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร (วินาที)	36.54	2.31	35.73	1.34	.960	.350

$P > .05$ ($t_{18} = \pm 2.10$)

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก เท่ากับ 36.54 วินาที และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ เท่ากับ 35.73 วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง {นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}	20.73	1.18	22.42	1.48	8.15	-4.768*	.001

*P < .05 ($t_9 = \pm 2.26$)

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลอง เท่ากับ 20.73 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 22.42 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีแรงปฏิกิริยาจากพื้นในการกระโดดมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
ความเร็วในการกระโดด (เมตร/วินาที)	1.89	0.32	2.62	0.20	38.62	-8.719*	.000

*P < .05 (t_9 = ± 2.26)

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก มีค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลอง เท่ากับ 1.89 เมตร/วินาที และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 2.62 เมตร/วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดดของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีความเร็วในการกระโดดมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา {วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}	31.73	6.03	55.89	5.42	76.14	-17.264*	.000

*P < .05 (t_9 = ± 2.26)

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก มีค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง เท่ากับ 31.73 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 55.89 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
เวลาในการว่ายน้ำท่ากบ ระยะทาง 50 เมตร (วินาที)	37.48	3.08	36.54	2.31	2.51	1.695	.124

$P > .05$ ($t_9 = \pm 2.26$)

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก มีค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลอง เท่ากับ 37.48 วินาที และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 36.54 วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง {นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}	21.02	1.11	23.49	1.43	11.75	-4.881*	.001

*P < .05 ($t_9 = \pm 2.26$)

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลอง เท่ากับ 21.02 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 23.49 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีแรงปฏิกิริยาจากพื้นในการกระโดดมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
ความเร็วในการกระโดด (เมตร/วินาที)	1.84	0.28	2.66	0.13	44.56	-10.359*	.000

*P < .05 (t_9 = ± 2.26)

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มีค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลอง เท่ากับ 1.84 เมตร/วินาที และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 2.66 เมตร/วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วในการกระโดดของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีความเร็วในการกระโดดมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา {วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}	31.33	5.91	57.87	4.27	84.71	-16.150*	.000

*P < .05 (t_9 = ± 2.26)

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มีค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง เท่ากับ 31.33 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 57.87 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

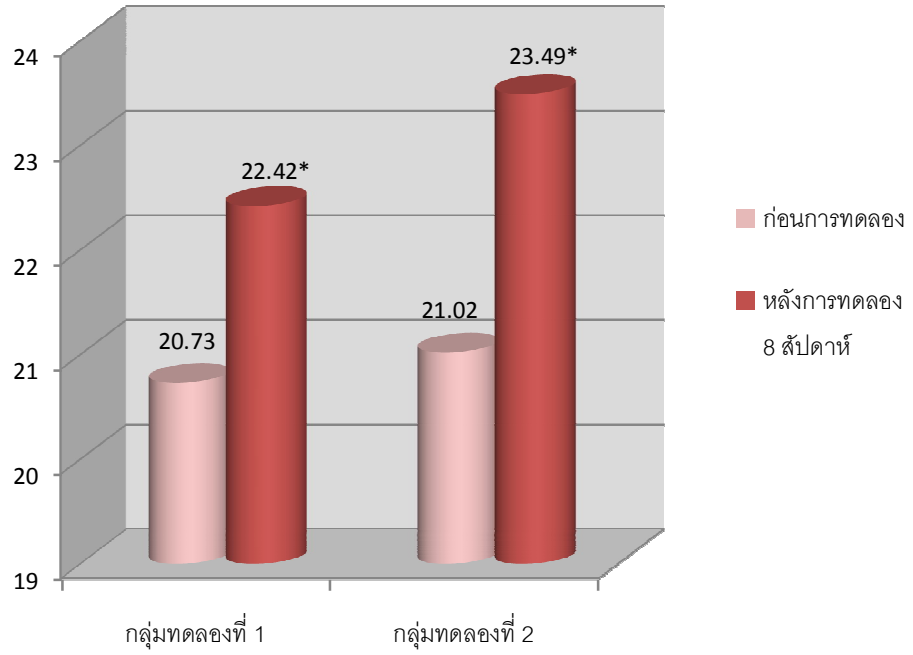
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		% การเปลี่ยนแปลง	t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
เวลาในการว่ายน้ำท่ากบ ระยะทาง 50 เมตร (วินาที)	37.41	3.27	35.73	1.34	4.49	1.900	.090

$P > .05$ ($t_9 = \pm 2.26$)

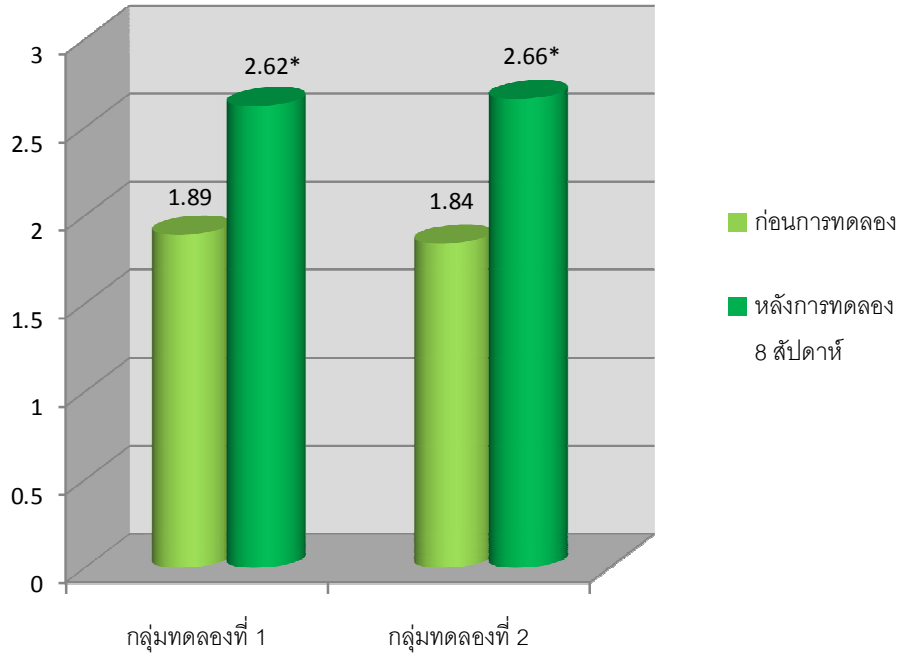
จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มีค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลอง เท่ากับ 37.41 วินาที และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ เท่ากับ 35.73 วินาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



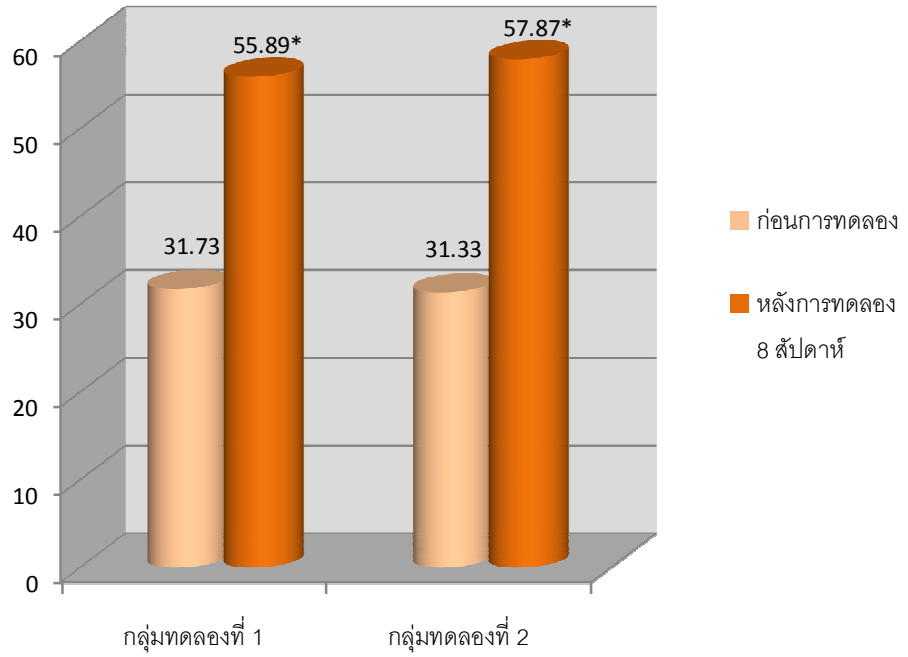
* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ



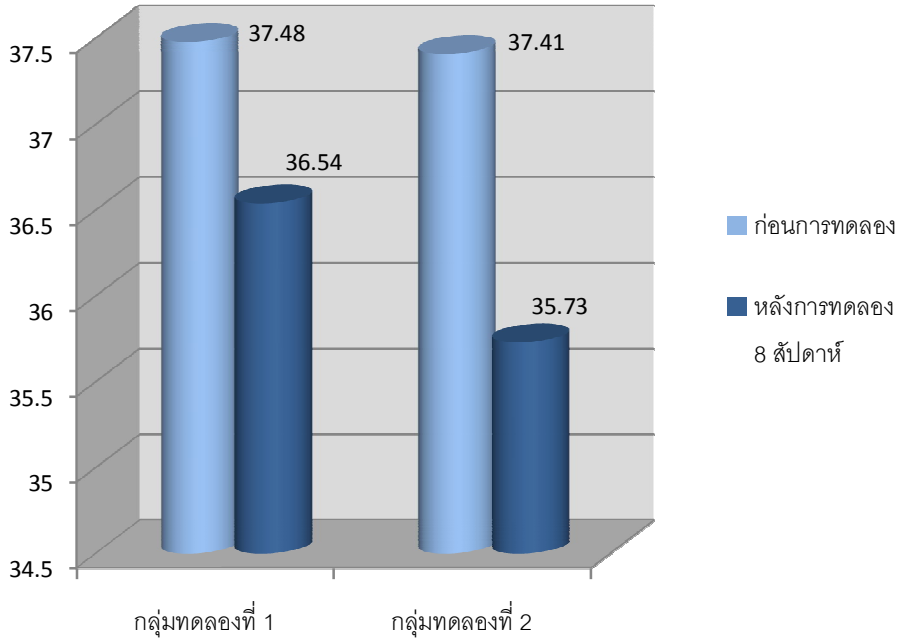
* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วในการกระโดด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัย-โอเมตริกในน้ำ



* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ



แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาว่ายน้ำชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี อายุระหว่าง 15 - 18 ปี จำนวน 20 คน ที่มีประสบการณ์ในการฝึกซ้อมและแข่งขันว่ายน้ำเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ปี โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนั้นทำการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร นำผลการทดสอบที่ได้มาเรียงลำดับตั้งแต่ 1-20 แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกำหนด (Randomized Assignment) เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีนักกีฬาที่มีความเร็วในการว่ายน้ำเท่าเทียมกันมากที่สุด และกำหนดวิธีการทดลองให้แต่ละกลุ่มดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันอังคารและวันศุกร์ โดยทำการทดสอบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยค่าทีอิสระ (Independent t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยค่าทีรายคู่ (Paired t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่าย-น้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ก่อนและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ดีกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกในทุกตัวแปร

อภิปรายผลการวิจัย

1. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ไม่มีความแตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำเป็นการฝึกที่มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริก เป็นการฝึกที่มีพื้นฐานมาจากวงจรการยืดยาวออก - การหดสั้นเข้า หรือ รีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) ซึ่งกล้ามเนื้อจะมีการเหยียดตัวออก (Eccentric) และตามด้วยการหดตัวเข้า (Concentric) อย่างฉับพลัน การที่กล้ามเนื้อเหยียดตัวออกเร็วเท่าใด ก็ยิ่งมีการพัฒนาแรงหดตัวสั้นเข้าทันทีทันใดมากยิ่งขึ้นเท่านั้น เพราะฉะนั้นการฝึกพลัยโอเมตริกจึงเป็นการฝึกเพื่อเชื่อมระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้นได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ สนธยา สีละมาด (2551) ที่กล่าวว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการแปลงความแข็งแรงไปเป็นพลังจะเป็นการถ่ายโอนความแข็งแรงสูงสุดที่นักกีฬาได้รับจากการฝึกซ้อมไปเป็นพลังที่เฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา ตัวแปรที่สำคัญในการที่จะทำให้การแปลงความแข็งแรงเป็นพลังเป็นผลสำเร็จจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาและวิธีการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจงที่นำมาใช้ในการถ่ายโอนการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงสูงสุดไปสู่ความต้องการทางด้านความแข็งแรงที่เฉพาะเจาะจงกับชนิด

กีฬา นักกีฬาสามารถเป็นผู้ที่มีความแข็งแรง มีมวลของกล้ามเนื้อมากแต่ก็ไม่ได้หมายความว่านักกีฬาจะมีพลัง ถ้านักกีฬาไม่สามารถทำให้กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงหดตัวได้ในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด ซึ่งการที่จะกระทำเช่นนั้นได้นักกีฬาจะต้องอยู่ภายใต้การฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง กล่าวคือ การฝึกซ้อมพลัง เป็นผลทำให้มีการปรับปรุงของอัตราความเร็วในการสร้างแรง และอัลเลอไฮลิเกน (Allerheiligen, 1994) ที่พบว่า ขณะที่นักกีฬากระโดดลงสู่พื้นตามด้วยการกระโดดขึ้นทันทีที่เท้าสัมผัสพื้น จะเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) และกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Hip Extensors) มีการทำงานแบบเหยียดตัวออกอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวอย่างเต็มกำลัง

นอกจากนี้ มาร์ค (Mark, 1995) ได้พบว่า ระบบประสาท (Nervous System) มีวิธีการพื้นฐานอยู่ 2 วิธี ในการควบคุมระดับแรงพยายาม (Effort) ของกล้ามเนื้อ คือ หนึ่ง เป็นการปรับจำนวนการกระตุ้นของประสาทสั่งการ (Motor Neurons) หรือการระดม (Recruitment) สอง เป็นการปรับอัตราความถี่ของสัญญาณประสาทสั่งการ ดังนั้น การจะกระตุ้นกล้ามเนื้อได้อย่างเต็มที่ระบบประสาทจะต้องระดมหน่วยยนต์ (Motor Unit) ทั้งหมดและกระตุ้นแต่ละหน่วยยนต์ด้วยความถี่สูงเพียงพอที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อภายในแต่ละหน่วยยนต์หดตัวสร้างแรงสูงสุด (Maximum Force) จึงสอดคล้องกับบอมพา (Bompa, 1993) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถทางด้านพลังต้องการการฝึกซ้อมที่มีการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิด (Explosive Power) การฝึกซ้อมที่ใช้อัตราความเร็วสูง (High Velocity) ซึ่งเป็นวิธีการฝึกซ้อมระบบประสาท (Nervous System) เพราะการเคลื่อนไหวที่ใช้พลัง การระดมของหน่วยยนต์ (Motor Unit) ของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast Twitch) จะต้องใช้เวลาน้อยที่สุดและประสาทสั่งการ (Motor Neurons) ต้องมีความทนทาน (Tolerance) ในการที่จะเพิ่มความถี่ของการสั่งการให้ได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการฝึกพลัยโอเมตริกนั้นในการฝึกแต่ละครั้งต้องปฏิบัติด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อกระตุ้นระบบประสาทสั่งการที่ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นการที่นักกีฬามีการพัฒนาของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาจึงส่งผลทำให้แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง และความเร็วในการกระโดดพัฒนาขึ้นด้วย เนื่องจากความเร็วมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ เมื่อพลังกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นก็จะสามารถออกแรงได้มากและมีความเร็วในการหดตัวมาก จึงมีผลโดยตรงต่อแรงที่เกิดจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าที่กระทำต่อพื้นในการกระโดด ขณะที่เท้าลงสู่พื้นแต่ละครั้งย่อมเกิดแรงปฏิกิริยาจากพื้นซึ่งเป็นแรงที่น้ำหนักตัวกระทำต่อเท้า ดังนั้น เมื่อ

นักกีฬาสามารถออกแรงในการกระโดดได้มากขึ้น แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องมาจากกฎข้อที่สามของนิวตัน (Action = Reaction) "ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงข้ามเสมอ"

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ได้กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อเกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูงในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้น ยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่าง ๆ ด้วย ในขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่า อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development) และความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ชู (Chu,1992) พบว่า องค์ประกอบที่สำคัญของการฝึกพลัยโอ-เมตริกจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะกล้ามเนื้อเหยียดตัวออก (Eccentric Phase) ระยะสะสมพลังงาน (Amortization Phase) และระยะกล้ามเนื้อหดตัวสั้นเข้า (Concentric Phase) ระยะสะสมพลังงานเป็นช่วงเวลาจากกล้ามเนื้อเริ่มต้นการทำงานแบบเหยียดตัวออก (สัมผัสพื้น) ถึงเริ่มต้นการทำงานแบบหดตัวสั้นเข้า (เริ่มต้นการกระโดด) กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกซ้อมจะมีความสามารถในการทำงานแบบพลังระเบิดมากขึ้น ข้อดีที่ได้รับจากรีเฟล็กซ์ยืดจะทำให้ระยะสะสมพลังงานสั้นลง ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ความเร็วในการกระโดดเพิ่มขึ้น

แม้ว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ความสามารถในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร จะไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ทำเวลาได้ดีขึ้น 0.94 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 2.51 และกลุ่มทดลองที่ 2 ทำเวลาได้ดีขึ้น 1.68 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 4.49 ซึ่งเวลาในการว่ายน้ำที่ลดลงแม้เพียงเสี้ยววินาที ในทางการแข่งขันถือว่ามีความสำคัญในการตัดสินผลแพ้ชนะในการว่ายน้ำของนักกีฬาได้ ดังนั้น นักกีฬาควรฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการฝึกซ้อมว่ายน้ำเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำ

2. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความสามารถในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ของกลุ่มทดลอง

ที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า นักกีฬาว่ายน้ำกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ สามารถพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรได้ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่จากผลการวิจัยจะพบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอ-เมตริกในน้ำ มีการพัฒนาที่ดีขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกในทุกตัวแปร ดังต่อไปนี้ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง กลุ่มทดลองที่ 1 เพิ่มขึ้น 1.69 นิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) หรือคิดเป็นร้อยละ 8.15 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้น 2.47 นิวตัน/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หรือคิดเป็นร้อยละ 11.75 ความเร็วในการกระโดด กลุ่มทดลองที่ 1 เพิ่มขึ้น 0.73 เมตร/วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 38.62 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้น 0.82 เมตร/วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 44.56 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา กลุ่มทดลองที่ 1 เพิ่มขึ้น 24.16 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หรือคิดเป็นร้อยละ 76.14 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้น 26.54 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หรือคิดเป็นร้อยละ 84.71 ความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร กลุ่มทดลองที่ 1 ทำเวลาได้ดีขึ้น 0.94 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 2.51 และกลุ่มทดลองที่ 2 ทำเวลาได้ดีขึ้น 1.68 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 4.49

เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นวิธีการฝึกที่ก่อให้เกิดรีเฟล็กซ์ยืดหรือวงจรการเหยียดออก - การหดสั้นเข้า (Stretch-Shortening Cycle) เป็นผลทำให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวอย่างเต็มกำลัง (Allerheiligen, 1994) ซึ่งการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก จะทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อเป็นไปตามกลไกดังกล่าว ขณะที่การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำทำให้ความเร็วของรีเฟล็กซ์ยืดของกล้ามเนื้อขาลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก การทำงานของกล้ามเนื้อแบบเหยียดตัวออกอย่างรวดเร็วก่อนการหดตัวจะเกิดความล่าช้าในน้ำ เนื่องจากแรงต้านทานและคุณสมบัติความหนืดของน้ำ ทำให้การฝึกในน้ำไม่เป็นไปตามกลไกของการฝึกพลัยโอเมตริกโดยทั่วไป ถึงกระนั้นก็ตามแรงต้านทานในน้ำ (Water Resistance) จะช่วยทำหน้าที่ต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายในทุกทิศทาง ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างทั่วถึง ช่วยให้นักกีฬาสามารถทำการฝึกได้อย่างเต็มที่ (พันทิพา สินรัชตานนท์, 2537) ผลของการฝึกจึงให้ประโยชน์ไม่ต่างจากการฝึกบนบกโดยมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บน้อยกว่า เนื่องจากในน้ำมีแรงต้านทาน (Water resistance) และแรงลอยตัว (Buoyancy) ที่ช่วยลดแรงกระแทก

สอดคล้องกับการศึกษาของโรบินสันและคณะ (Robinson et al., 2004) ที่พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำทำให้สมรรถภาพดีขึ้นและให้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก โดยที่กล้ามเนื้อเกิดการบาดเจ็บน้อยกว่า เช่นเดียวกับการศึกษาของมาร์เทลและคณะ (Martel et al., 2005) ที่พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำร่วมกับโปรแกรมการฝึกซ้อมวอลเลย์บอลตามปกติ ก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการกระโดดมากกว่าการฝึกของกลุ่มควบคุม ดังนั้น การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำจึงเป็นทางเลือกที่ดี เพราะมีความเป็นไปได้ในการช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ และการศึกษาของสเตมม์และจาคอบสัน (Stemm and Jacobson, 2007) ที่พบว่าความสามารถในการกระโดดของกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก จึงสรุปได้ว่าการฝึกในน้ำก่อให้เกิดผลของการฝึกที่ใกล้เคียงกับการฝึกบนบก โดยมีความเป็นไปได้ในการลดแรงกดดันในกล้ามเนื้อ อันเนื่องมาจากการแรงลอยตัวและแรงต้านของน้ำในการลงสู่พื้น และสอดคล้องกับชีรานและคณะ (Shiran et al., 2008) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำและบนบกที่มีต่อสมรรถภาพและการบาดเจ็บกล้ามเนื้อในนักกีฬามวยปล้ำชาย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของสมรรถภาพกล้ามเนื้อในนักกีฬามวยปล้ำทั้ง 2 กลุ่ม สรุปได้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำให้ประโยชน์ได้ไม่ต่างจากการฝึกบนบก แต่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อให้น้อยลงได้ รวมถึงอาราซี และอาซาดี (Arazi and Asadi, 2011) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 36.5 และ 60 เมตร และความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ของนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับเยาวชน พบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 36.5 และ 60 เมตรของกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ระหว่างกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำกับกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกบนบกในทุกตัวแปร

และด้วยเหตุที่การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดแรงกระแทกในระดับสูงเมื่อจะลงสู่พื้น ซึ่งแรงกระแทกขนาด 3-4 เท่าของน้ำหนักตัวนั้นทำให้เกิดการบาดเจ็บในระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกได้ ถ้าไม่มีการเตรียมพื้นฐานความแข็งแรงมาก่อนและใช้พื้นรองรับที่ลดแรงกระแทกได้ (ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 2547) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำสามารถให้ประโยชน์ได้ไม่แตกต่างจากการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกโดยมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บน้อยกว่า เนื่องจากในน้ำมีแรงต้านทาน (Water resistance) และแรงลอยตัว (Buoyancy)

ที่สามารถช่วยลดแรงกระแทกในขณะกระโดดลงสู่พื้น การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำจึงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับนักกีฬาที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากการฝึกพลัยโอ-เมตริกบนบก

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. จากการวิจัยพบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำสามารถพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรได้ไม่แตกต่างกับการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก แต่การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ เพราะมีแรงต้านทานและแรงลอยตัวของน้ำที่ช่วยลดแรงกระแทกในขณะกระโดดลงสู่พื้น จึงถือเป็นทางเลือกหนึ่งของนักกีฬาที่ต้องการหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บจากการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

2. การฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำให้ประโยชน์ได้ไม่ต่างจากการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก ดังนั้นนักกีฬาว่ายน้ำซึ่งต้องทำการฝึกซ้อมในน้ำเป็นประจำอยู่แล้ว สามารถฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำควบคู่ไปกับการฝึกซ้อมว่ายน้ำตามปกติเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่าย-น้ำท่ากบโดยไม่ต้องทำการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกซ้ำอีก ถือเป็นการประหยัดเวลาในการฝึกได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบของนักกีฬาว่ายน้ำหญิง

2. ควรมีการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำในท่าว่ายอื่นๆ

3. ควรมีการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำโดยใช้วิธีการฝึกกระโดดไปข้างหน้า

4. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในระหว่างการฝึกพลัยโอ-เมตริกบนบกกับการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกชา พูลสวัสดิ์. (2548). **ผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอลอายุระหว่าง 14-16 ปี**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คุณัตว์ พิธพรชัยกุล.(2540). **ผลของการฝึกกระโดดบนบกและในน้ำที่ความลึกต่างกันต่อกำลังของกล้ามเนื้อขา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จตุพล กล้วยแดง.(2548). **ผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวในการเลี้ยงลูกบาสเกตบอลของนิสิตชายระดับปริญญาบัณฑิต**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2541). เทคนิคการฝึกความเร็ว. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการกีฬา**. 1 : 9-39.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. (2544). **การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. (2547). **เอกสารประกอบการสอนเทคนิคและโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อ**. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาญยุทธ์ อินทร์แก้ว. (2544).**การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาร่วมกับโปรแกรมฝึกว่ายน้ำที่มีต่อความเร็วของการว่ายน้ำแบบวัดวาระยะทาง 50 เมตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธนศักดิ์ แพทยานนท์. (2546). **ผลของการฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริกต่อความสามารถในการกระโดดยิงประตูบาสเกตบอลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่**4-6. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เนตร ทองธาระ. (2545). **ผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักที่มีต่อการพัฒนาความเร็วของนักฟุตบอล**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญส่ง โกสะ. (2544). **เทคนิคการว่ายน้ำ**. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม ภาควิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยนุช ขุนสวัสดิ์. (2543).**ผลการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควบคู่กับความอ่อนตัวที่มีต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบ 100 เมตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปิยะภัทร เดชพระธรรม. (2549). การออกกำลังกายในน้ำ. **สารศิริราช** 58(1) : 630-634.

พันทิพา สินรัชตานนท์. (2537). การออกกำลังกายในน้ำ. **สารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการกีฬา** 4 : 28-33.

ว่ายน้ำ รวมกฎ กติกา และพื้นฐานการเล่น. (2552). พิมพ์ครั้งที่ 13. ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์.

ศุกล อริยสัจสี่สกุล. (2552). การนำหลักวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อพัฒนากีฬาว่ายน้ำ. **วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ**. 10(1) : 70-80.

สนธยา สีละมาด.(2551). **หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สาธิต หงส์ทอง.(2550). **ผลของการฝึกว่ายน้ำด้วยเวลาพักต่างกันที่มีผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ.(2551). **คู่มือการใช้วิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อพัฒนาศักยภาพนักกีฬาไทยระดับนักเรียน**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อุทัย แก้วไวยุทธ์.(2543). **ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการออกตัวแบบจับแท่นของนักว่ายน้ำ**.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Allerheiligen, W.B. (1994). **Speed development and plyometric training.** In Baechle T.R. (eds.), Essentials of strength training and conditioning. Champaign, IL : Human Kinetics.

Allerheiligen, W.B. and Rogers, R. (1995). Plyometric program design. **National Strength and Conditioning Association Journal.** 17(4) : 26-3.

Arazi, H., and Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. **Journal of Human Sport and Exercise.** 6(1) : 101-111.

BaileyBio.com (2008). **Motor Unit** [Online]. Available from: http://www.baileybio.com/plogger/?level=picture&id=239 [2011, July 6]

Bompa, O. (1993). **Periodization of strength: the new wave in strength training.** Toronto : Veritas Publishing.

Bompa, O. and Cornacchia, L. J. (1998). **Serious strength training.** Champaign, IL : Human Kinetics.

Chu, D.A. (1992). **Jumping into plyometrics.** Champaign, IL : Human Kinetics.

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

Costill, D.L., Maglischo, E.W. and Richardson, A.B., (1992). **Swimming.** London : Blackwell Scientific Publications.

Fleck, S. J. and Kraemer, W. J. (1997). **Designing resistance training programs.** (2ed.). Champaign, IL : Human Kinetics.

Foss, M. L. and Steven J. K. (1998). **Fox's physiology basis for exercise and sport.** New York : McGraw Hill.

Hakkinen, K., Komi, P. and Alen, M. (1985). Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. **Acta Physiological Scandinavica.** 125 : 587-600.

Huber, J. (1987). Increasing a diver's vertical jump through plyometric training. **National Strength and Conditioning Association Journal**. 9(1) : 34-36.

Jan, P. and Debra, C. (1999).Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries. **Clinics in Sports Medicine**. 18(2) : 447-461.

Mark, A. (1995). **Eccentric muscle training in sports and orthopedics**. New York : Churchill Livingstone.

Martel, G.F., M.L.Harmer, J.M.Logan and C.B.Parker., (2005). Aquatic plyometric training increase vertical jump in female volleyball players. **Journal of Medicine and Science in Sport and Exercise.** 37(10) : 1814-9.

Miller, M.G. et al. (2010). The effects of high volume aquatic plyometric training on vertical jump, muscle power and torque. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 24 : Supplement 1.

Miller, M.G. et al. (2007). Chest- and waist-deep aquatic plyometric training and average force, power and vertical jump performance. **International Journal of Aquatic Research and Education.** 1(2) : 145-155.

Newton, R.U., and Kraemer, W.J. (1994). Developing explosive muscular power : Implications for a mixed methods training Strategy. **National Strength and Conditioning Association Journal**. 16(5) : 20-31.

Patten, C., Kamen, G., Rowland, D., and Du, C. C. (1995). **Rapid adaptations of motor unit firing rate during the initial phase of strength development**. Medicine and Science in Sport and Exercise. 27(5) : Supplement abstract 34.

Robinson, L.E., Devor, S.T., Merrick, M.A. and Buckworth J. (2004).The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 18(1) : 84-91.

Rushall, B. S. (1989). **Training for sports and fitness**. Melbourne : Macmillan.

Schmidtbleicher, D., Gollhofer, A. and Frick, U. (1988). Effects of a stretch-shortening typed training on the performance capability and innervations characteristics of leg extensor muscles. In G. de Groot et al., (eds.) **Biomechanics XI - A, pp. 185-189**. Amsterdam : Free University Press.

Shiran, M.Y., Kordi, M.R., Ziaee, V., Ravasi, A.A. and Mansournia, M.A. (2008). The effect of aquatic and land plyometric training on physical performance and muscular enzymes in male wrestlers. **Research Journal of Biological Sciences.** 3(5) : 457-461.

Sisco, P. and Little, J. (1997). **Power factor training**. A scientific approach to building lean muscle mass. Chicago : Contemporary Books.

Stemm, J.D. and Jacobson, B.H. (2007). Comparison of land- and aquatic- based plyometric training on vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 21(2) : 568-571.

Stone, M.H., and Borden, R.A. (1997). Modes and methods of resistance training. **National Strength and Conditioning Association Journal.** 19(4) : 18-24.

Wilmore, J. H. and Costill, D. L. (1994). **Physiology of sport and exercise**. Champaign, IL : Human Kinetics.

Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J. and Humphries, B. J. (1994). The Optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** 25(11) : 1279-1286.

Wilson, G.J. (1994). **Strength and power in sport** In J. Bloomfield, T.R. Ackland and B.C.Eliott (eds.), Applied anatomy and biomechanics in Sport. Melbourne : Blackwell Scientific Publication.

Yessis, M. (1994). Training for power sport - part 1. **National Strength and Conditioning Association Journal.** 16 : 42-45.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

กำหนดให้กลุ่มทดลองทำการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยโปรแกรมฝึกแบบเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ทำการฝึกบนบก และกลุ่มทดลองที่ 2 ทำการฝึกในน้ำ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วัน คือ วันอังคารและวันศุกร์ เวลา 15.00 - 16.00 น.โดยมีลำดับขั้นตอนดังตารางต่อไปนี้

กิจกรรม (เวลาที่ใช้โดยประมาณ)	จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	จำนวน		เวลาพัก (นาที)	
		ครั้ง	เซท	ระหว่างเซท	ระหว่างท่าฝึก
อบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (10 นาที)	–				
ฝึกพลัยโอเมตริก (40 นาที) โดยใช้ท่าฝึกดังต่อไปนี้ - Knee tuck jump - Rocket jump - Star jump - Half squat jump	เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้	8	3	3	5
ผ่อนหยุดร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (10 นาที)	–				

การอบอุ่นร่างกาย

เป็นการเตรียมกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อต่าง ๆ ให้พร้อมที่จะเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายต่อไป ซึ่งจะได้ประโยชน์ทั้งในด้านประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อและในด้านป้องกันการบาดเจ็บ ทำให้ระบบการไหลเวียนโลหิตและระบบการหายใจ ค่อย ๆ ทำงานมากขึ้นทีละน้อย และทำให้กล้ามเนื้อประสานงานกับระบบประสาทดีขึ้นในขณะออกกำลังกาย

การอบอุ่นร่างกายก่อนทำการฝึกพลัยโอเมตริก

- วิ่งเหยาะ ๆ รอบสระว่ายน้ำประมาณ 3 รอบ
- กระดกข้อเท้าขึ้นลง 10 ครั้ง
- ยืนโยกเข่าไปข้างหน้า 10 ครั้ง
- กระโดดตบ 20 ครั้ง

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ใช้ในขั้นตอนของการอบอุ่นร่างกาย ใช้การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ โดยการค่อย ๆ ยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ จนกระทั่งสุดช่วงของการเคลื่อนที่ และรู้สึกตึงเล็กน้อย จากนั้นให้ค้างไว้ 10 วินาที การยืดเหยียดกล้ามเนื้อสามารถช่วยลดความตึงเครียดภายในกล้ามเนื้อ และป้องกันการบาดเจ็บจากการยืดของกล้ามเนื้อและเอ็นข้อต่อ

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณก้นและสะโพก (รูปที่ 1)

1. นั่งตัวตรงบนพื้นโดยงอเข่าข้างหนึ่งให้ส้นเท้าเคลื่อนที่เข้าหาสะโพก
2. ให้มือข้างหนึ่งจับข้อเท้าและใช้แขนอีกข้างหนึ่งเกี่ยวเข่าไว้
3. หายใจออกพร้อมกับค่อย ๆ ดึงเท้าเข้าหาหัวไหล่ด้านตรงกันข้าม
4. ยืดเหยียดค้างไว้พร้อมกับสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ

รูปที่ 1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณก้นและสะโพก

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า (รูปที่ 2)

1. นอนหงายลงกับพื้น โดยงอเข่าข้างหนึ่งไปทางด้านหลัง
2. หายใจออกพร้อมกับใช้มือข้างเดียวกันจับข้อเท้า จากนั้นให้ดึงข้อเท้าเข้าหาสะโพก
3. ยืดเหยียดค้างไว้พร้อมกับสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ

รูปที่ 2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหน้า

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหลัง (รูปที่ 3)

1. นั่งตัวตรงบนพื้นโดยให้ขาทั้งสองข้างเหยียดตึง
2. หายใจออกพร้อมกับก้มไปข้างหน้า โดยพยายามให้ขาทั้งสองข้างเหยียดตึงตลอดเวลา
3. ยืดเหยียดค้างไว้พร้อมกับสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ

รูปที่ 3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหลัง

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หุบขา (รูปที่ 4)

1. นั่งตัวตรงบนพื้นแล้วงอเข่าทั้งสองข้างเข้ามาด้านในให้ส้นเท้าชิดกัน
2. จับปลายเท้าทั้งสองข้างแล้วดึงเข่าเข้าหาสะโพกให้ได้มากที่สุด
3. หายใจออกพร้อมกับก้มไปข้างหน้าให้ได้มากที่สุด
4. ยืดเหยียดค้างไว้พร้อมกับสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ

รูปที่ 4 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หุบขา

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณด้านหลังของเข่า (รูปที่ 5)

1. นั่งตัวตรงบนพื้นโดยให้ขาทั้งสองข้างเหยียดตึง
2. งอขาข้างหนึ่งเข้าหาตัวจนกระทั่งส้นเท้าชิดต้นขาด้านในของขาข้างที่เหยียด
3. หายใจออก โน้มตัวไปข้างหน้า จับเท้าไว้ ดึงปลายเท้าเข้าหาตัวโดยพยายามให้ขายังตึงอยู่
4. ยืดเหยียดค้างไว้พร้อมกับสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ

รูปที่ 5 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณด้านหลังของเข่า

ท่ายืดเหยียดเอ็นร้อยหวายและกล้ามเนื้อบริเวณน่อง (รูปที่ 6)

1. คว่ำหน้าลงกับพื้นอยู่ในท่าดันพื้น
2. เลื่อนมือทั้งสองข้างเข้าหาเท้าเพื่อยกสะโพกให้สูงขึ้น จัดร่างกายให้เป็นรูปสามเหลี่ยม
3. หายใจออกพร้อมกับกดส้นเท้าข้างหนึ่งลงกับพื้น ในขณะที่งอเข่าอีกข้างหนึ่ง
4. ยืดเหยียดค้างไว้พร้อมกับสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ

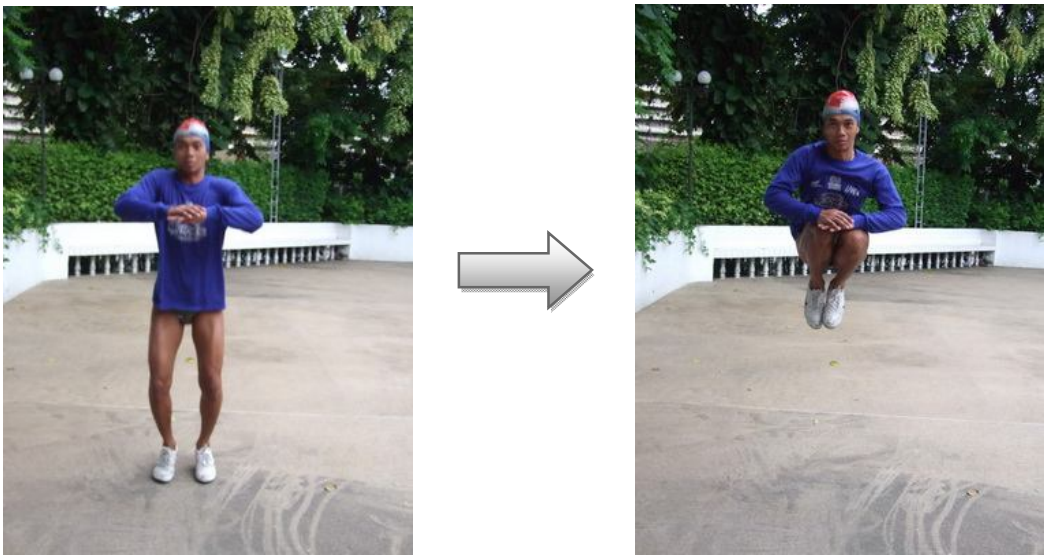
รูปที่ 6 การยืดเหยียดเอ็นร้อยหวายและกล้ามเนื้อบริเวณน่อง

ท่าฝึกที่ใช้ในโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

Knee Tuck Jump

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนในท่าเตรียมพร้อม ย่อเข่าเล็กน้อย เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ดังรูปที่ 7.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุด ขณะลอยตัวอยู่ในอากาศให้ยกเข่าแตะกับมือบริเวณหน้าอก ดังรูปที่ 7.2
3. เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด



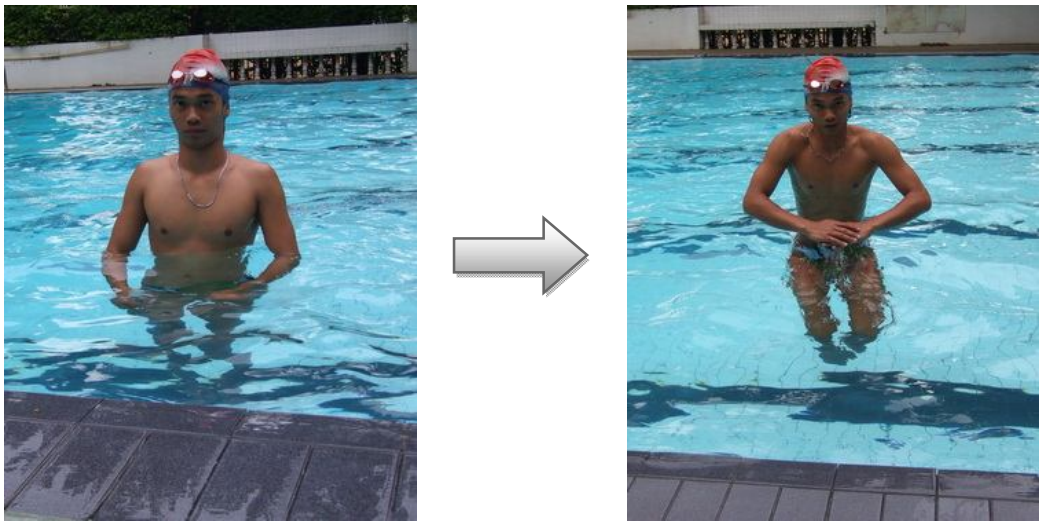
รูปที่ 7.1 ท่าเตรียมพร้อม รูปที่ 7.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 7 Knee Tuck Jump บนบก

Knee Tuck Jump

การฝึกในน้ำ ปฏิบัติเช่นเดียวกับการฝึกบนบก

1. ยืนในท่าเตรียมพร้อม ย่อเข่าเล็กน้อย เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ดังรูปที่ 8.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุด ขณะลอยตัวอยู่ในอากาศให้ยกเข่าแตะกับมือบริเวณหน้าอก ดังรูปที่ 8.2
3. เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด



รูปที่ 8.1 ท่าเตรียมพร้อม รูปที่ 8.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 8 Knee Tuck Jump ในน้ำ

Rocket Jump

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนเตรียมพร้อมอยู่ในท่าฮาล์ฟ สควอท เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ดังรูปที่ 9.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุด ขณะลอยตัวในอากาศให้เหยียดลำตัวและยกแขนทั้งสองข้างขึ้นให้สูงที่สุด ดังรูปที่ 9.2
3. ลงสู่พื้นด้วยท่าเริ่มต้น เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด

รูปที่ 9.1 ท่าเตรียมพร้อม

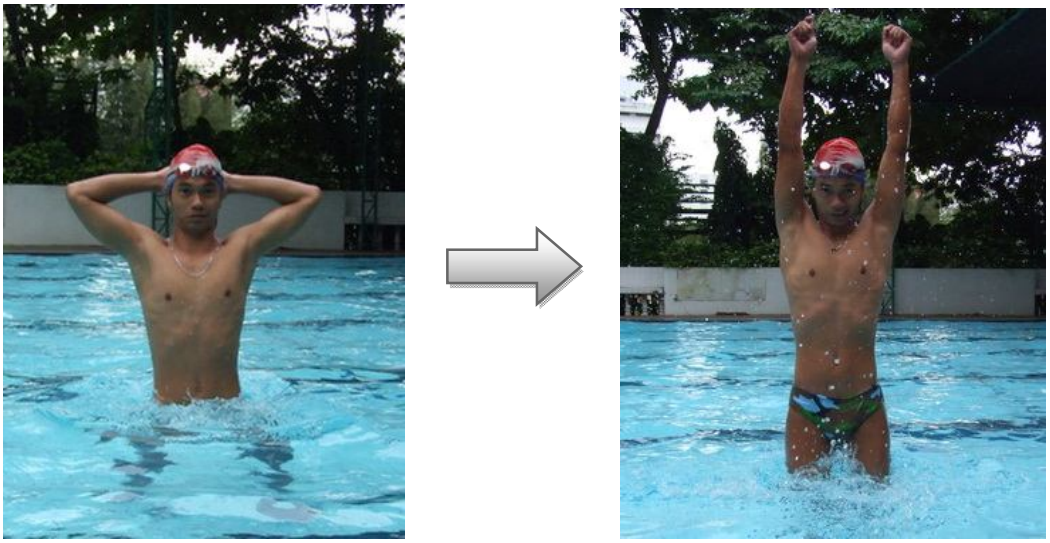
รูปที่ 9.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 9 Rocket Jump บนบก

Rocket Jump

การฝึกในน้ำ ปฏิบัติเช่นเดียวกับการฝึกบนบก

1. ยืนเตรียมพร้อมอยู่ในท่าฮาล์ฟ สควอท เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ดังรูปที่ 10.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุด ขณะลอยตัวในอากาศให้เหยียดลำตัวและยกแขนทั้งสองข้างขึ้นให้สูงที่สุด ดังรูปที่ 10.2
3. ลงสู่พื้นด้วยท่าเริ่มต้น เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด



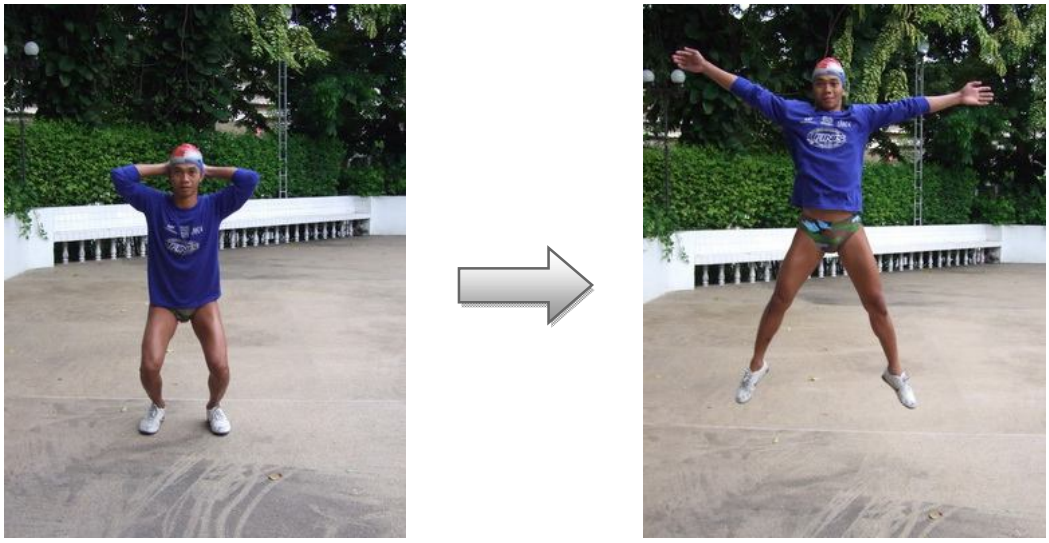
รูปที่ 10.1 ท่าเตรียมพร้อม รูปที่ 10.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 10 Rocket Jump ในน้ำ

Star Jump

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนเตรียมพร้อมอยู่ในท่าฮาล์ฟสควอท เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ดังรูปที่ 11.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุด ขณะลอยตัวอยู่ในอากาศให้เหยียดลำตัวพร้อมกับแยกแขนและขายื่นออกไป ดังรูปที่ 11.2
3. ลงสู่พื้นด้วยท่าเริ่มต้น เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด



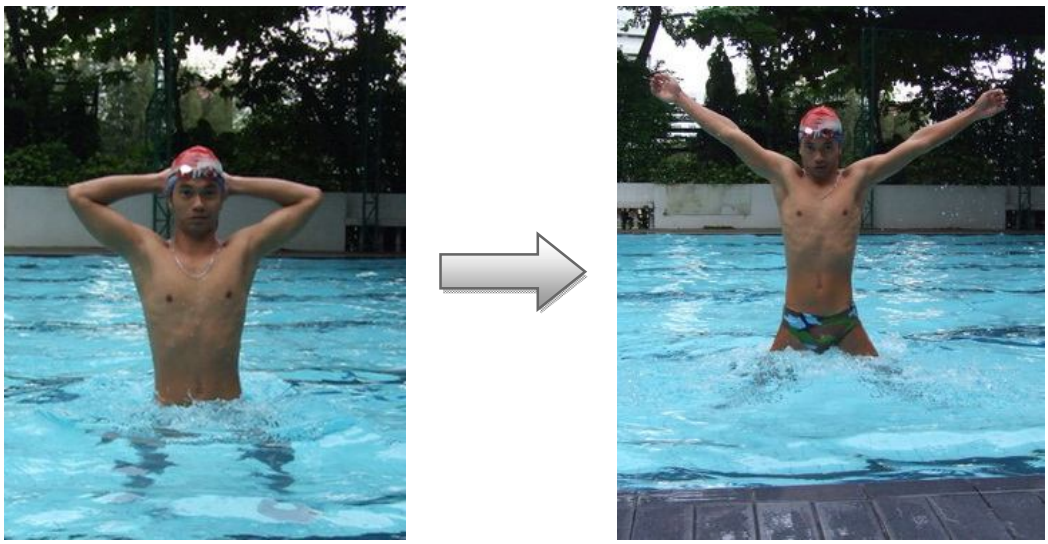
รูปที่ 11.1 ท่าเตรียมพร้อม รูปที่ 11.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 11 Star Jump บนบก

Star Jump

การฝึกในน้ำ ปฏิบัติเช่นเดียวกับการฝึกบนบก

1. ยืนเตรียมพร้อมอยู่ในท่าฮาล์ฟ สควอท เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ดังรูปที่ 12.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุด ขณะลอยตัวอยู่ในอากาศให้เหยียดลำตัว พร้อมกับแยกแขนและขายื่นออกไป ดังรูปที่ 12.2
3. ลงสู่พื้นด้วยท่าเริ่มต้น เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด



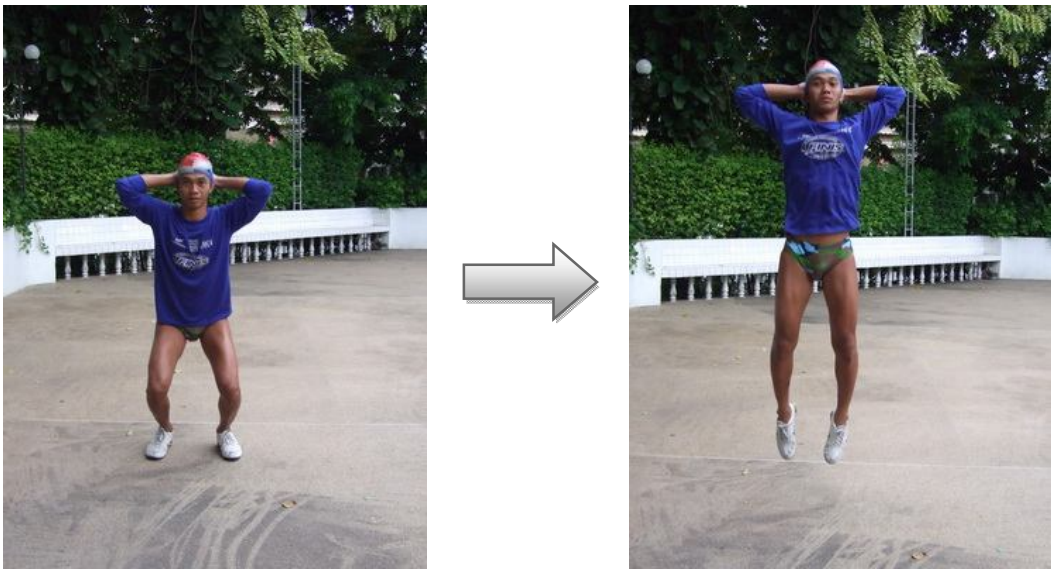
รูปที่ 12.1 ท่าเตรียมพร้อม รูปที่ 12.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 12 Star Jump ในน้ำ

Half Squat jump

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนเตรียมพร้อมในท่าฮาล์ฟ สควอท เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ประสานมือทั้งสองข้างไว้หลังศีรษะ ดังรูปที่ 13.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดโดยใช้แรงจากขา ดังรูปที่ 13.2
3. ลงสู่พื้นด้วยท่าเริ่มต้น เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด



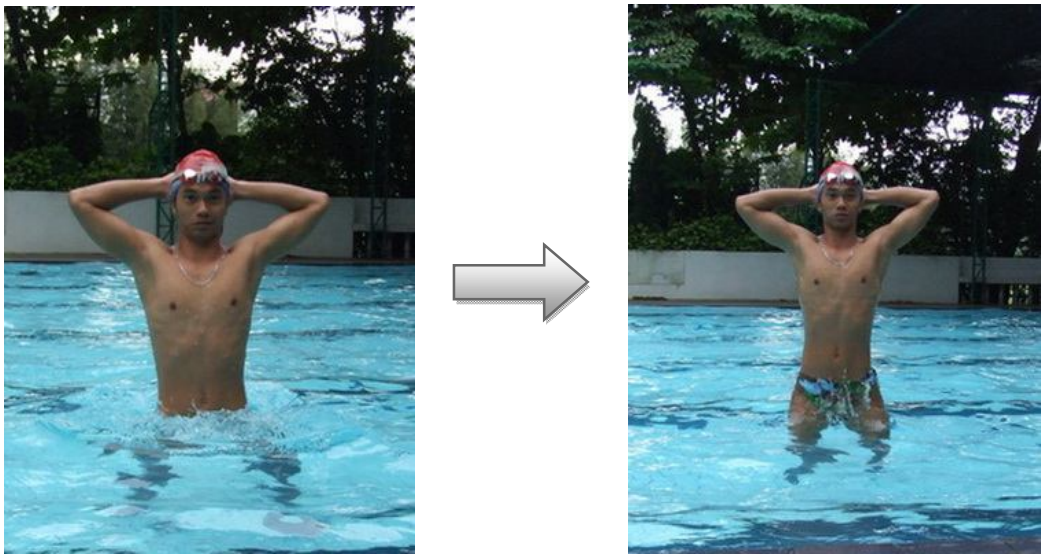
รูปที่ 13.1 ท่าเตรียมพร้อม　　รูปที่ 13.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 13 Half Squat Jump บนบก

Half Squat jump

การฝึกในน้ำ ปฏิบัติเช่นเดียวกับการฝึกบนบก

1. ยืนเตรียมพร้อมในท่าฮาล์ฟ สควอท เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ประสานมือทั้งสองข้างไว้หลังศีรษะ ดังรูปที่ 14.1
2. กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดโดยใช้แรงจากขา ดังรูปที่ 14.2
3. ลงสู่พื้นด้วยท่าเริ่มต้น เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้รีบกระโดดทำซ้ำอีกให้เร็วและสูงที่สุดจนครบจำนวนครั้งที่กำหนด



รูปที่ 14.1 ท่าเตรียมพร้อม รูปที่ 14.2 ท่ากระโดด

รูปที่ 14 Half Squat Jump ในน้ำ

การผ่อนหยุดร่างกาย

หลังจากเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายไม่ควรเลิกหรือหยุดทันที ควรค่อยๆผ่อนความเร็วและความแรงของการออกกำลังกายลงทีละน้อย เป็นการลดสภาวะร่างกายก่อนจะหยุดกิจกรรม เพื่อให้หัวใจค่อยๆ เต้นช้าลง ในขณะเดียวกันก็จะช่วยให้โลหิตที่คั่งอยู่ตามกล้ามเนื้อแขนขาในขณะออกกำลังกายกลับเข้าระบบไหลเวียน เพื่อแจกจ่ายไปตามอวัยวะสำคัญได้อย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือสมอง การผ่อนร่างกายให้เย็นลงสามารถทำได้โดยให้ลดความแรงหรือความเร็วของการออกกำลังกาย เช่น ถ้ากำลังวิ่งอยู่ก็ให้ลดความเร็วลงเป็นวิ่งเหยาะๆ เดินเร็วๆ แล้วช้าลงตามลำดับ ถ้าหยุดออกกำลังกายกะทันหันอาจเป็นเหตุให้เป็นลมได้ นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อได้อีกด้วย

การผ่อนหยุดร่างกายหลังทำการฝึกพลัยโอเมตริก

- เดินช้า ๆ รอบสระว่ายน้ำประมาณ 5 รอบ
- ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อด้วยท่ายืดเหยียดเช่นเดียวกับขั้นตอนของการอบอุ่นร่างกาย

ภาคผนวก ข

การทดสอบตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทำการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร โดยมีรายละเอียดการทดสอบดังต่อไปนี้

- ทดสอบในสระว่ายน้ำขนาดมาตรฐาน ความยาว 50 เมตร
- ออกตัวเหมือนการแข่งขันจริงโดยการกระโดดจากแท่น
- ผู้ฝึกสอนและผู้ช่วยผู้ฝึกสอนกีฬาว่ายน้ำของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้จับเวลาในการว่ายน้ำท่ากบด้วยนาฬิกาที่มีความละเอียด 1/100 วินาที
- ผู้วิจัย เป็นผู้บันทึกข้อมูลเวลาในการว่ายน้ำท่ากบของนักกีฬา

2. ทำการทดสอบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาในท่าย่อตัวแล้วตามด้วยการกระโดดทันที (Countermovement jump) ด้วยเครื่องบะลิสติก เมสเซอเมินท์ ซิสเท็ม (Ballistic Measurement System: BMS) โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

- ให้นักกีฬาผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนแผ่นรับแรง (Force Plate) มือทั้งสองจับบาร์ให้กระชับ เท้าทั้งสองห่างกันประมาณช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ตรงไปด้านหน้า ย่อตัวให้เข่าทำมุมประมาณ 135 องศา โดยให้น้ำหนักตัวตกอยู่ที่เท้าทั้งสองข้าง ดังรูปที่ 15
- กระโดดขึ้นไปอย่างเต็มที่และเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ทันทีหลังจากย่อตัว ดังรูปที่ 16
- ลงสู่แผ่นรองรับด้วยปลายเท้า ย่อเข่าเล็กน้อย แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น ดังรูปที่ 17
- บันทึกค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง ความเร็วในการกระโดด และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
- นำค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามาหารด้วยน้ำหนักตัวของนักกีฬาแต่ละคน
- บันทึกค่าค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง มีหน่วยเป็นนิวตัน/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และบันทึกค่าพลังระเบิดกล้ามเนื้อขา มีหน่วยเป็นวัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

รูปที่ 15
ย่อตัวให้เข่าทำมุมประมาณ 135 องศา

รูปที่ 16
กระโดดขึ้นไปอย่างเต็มที่และเร็วที่สุด
ทันทีหลังจากย่อตัว

รูปที่ 17
ลงสู่แผ่นรองรับ กลับสู่ท่าเริ่มต้น

ภาคผนวก ค

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	อายุ	ส่วนสูง (ซม.)	น้ำหนัก (กก.)		RHR (bpm)	
			Pre	Post	Pre	Post
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 1	18	167	62.0	61.9	62	60
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 2	18	178	66.3	66.2	79	76
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 3	17	170	64.0	64.3	90	89
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 4	17	177	73.1	73.5	74	72
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 5	17	173	68.4	67.2	80	67
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 6	17	163	59.3	61.6	67	63
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 7	16	163	64.6	63.5	62	65
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 8	16	181	70.6	69.2	77	53
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 9	16	171	61.5	63.7	61	68
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 10	16	174	62.4	63.0	63	70
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 11	16	177	59.9	58.6	68	53
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 12	16	175	66.0	66.1	84	63
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 13	15	175	85.7	80.3	77	74
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 14	15	155	50.4	50.9	67	70
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 15	15	170	66.5	66.3	71	53
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 16	15	160	62.3	59.9	73	82
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 17	15	175	59.8	59.8	83	69
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 18	15	170	63.0	61.2	88	60
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 19	15	170	63.9	61.0	83	60
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 20	15	183	73.2	70.2	77	66

ข้อมูลผลการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนบก

กลุ่มทดลองที่ 1	แรงปฏิกิริยาจากพื้น (N/kg)		ความเร็วในการกระโดด (m/s)	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 2	19.83	22.51	1.62	2.34
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 3	22.19	25.50	2.20	2.74
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 4	20.49	22.63	2.01	2.89
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 6	20.63	22.37	1.80	2.70
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 8	21.02	22.02	1.73	2.56
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 14	22.35	22.33	1.58	2.34
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 16	19.47	22.45	1.71	2.36
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 18	21.99	23.68	2.60	2.71
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 19	20.58	20.78	2.06	2.81
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 20	18.80	20.00	1.66	2.75
ค่าเฉลี่ย (Mean)	20.73	22.42	1.90	2.62

กลุ่มทดลองที่ 1	พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (watt/kg)		เวลาในการว่ายกบ 50 m. (วินาที)	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 2	26.50	52.17	37.19	36.98
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 3	37.02	64.92	34.32	32.67
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 4	35.12	62.71	36.12	35.93
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 6	29.89	58.95	36.89	37.56
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 8	30.03	53.36	35.26	33.95
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 14	25.11	49.37	44.50	38.98
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 16	27.86	48.74	38.43	38.25
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 18	43.95	58.46	38.13	37.93
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 19	35.70	56.74	34.04	33.97
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 20	26.19	53.48	39.92	39.25
ค่าเฉลี่ย (Mean)	31.73	55.89	37.48	36.55

ข้อมูลผลการทดลองของกลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ

กลุ่มทดลองที่ 2	แรงปฏิกิริยาจากพื้น (N/kg)		ความเร็วในการกระโดด (m/s)	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 1	20.17	24.02	2.15	2.69
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 5	22.11	23.41	2.24	2.94
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 7	21.84	27.12	1.79	2.54
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 9	22.45	22.69	1.77	2.81
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 10	20.22	22.35	1.83	2.51
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 11	19.58	23.51	1.71	2.55
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 12	19.85	22.53	1.30	2.59
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 13	20.57	23.73	1.69	2.69
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 15	22.53	23.55	1.76	2.65
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 17	20.94	22.01	2.23	2.68
ค่าเฉลี่ย (Mean)	21.02	23.49	1.85	2.66

กลุ่มทดลองที่ 2	พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (watt/kg)		เวลาในการว่ายกบ 50 m. (วินาที)	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 1	36.18	61.87	39.54	36.06
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 5	39.10	62.12	44.98	36.00
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 7	31.45	64.58	37.50	37.23
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 9	29.58	61.12	33.44	33.34
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 10	29.80	53.84	34.35	34.05
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 11	27.33	57.50	36.88	35.67
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 12	20.33	51.80	34.75	34.58
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 13	28.70	54.90	36.51	36.46
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 15	30.50	54.69	38.43	36.53
นักกีฬาว่ายน้ำคนที่ 17	40.35	56.30	37.73	37.43
ค่าเฉลี่ย (Mean)	31.33	57.87	37.41	35.73

ภาคผนวก ง

การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
(IOC: Item-Objective Congruence Index)

เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

กำหนดเป็น 3 ระดับ คือ +1 หมายถึง เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

$IOC = \Sigma R / N$ เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

ΣR คือ ผลรวมคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

- เครื่องมือวิจัยจะต้องมีค่า IOC $\geq$ 0.6 จึงจะถือได้ว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดี สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้

- หากมีค่าต่ำกว่า 0.6 ผู้วิจัยจะทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความสอดคล้องของหลักการฝึกพลัยโอเมตริกกับการออกแบบโปรแกรมฝึกของผู้วิจัย

หลักการฝึกพลัยโอเมตริก *	การออกแบบโปรแกรมฝึกของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. **การอบอุ่นร่างกาย** จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึก	- ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง ผู้ฝึกต้องทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อมัดใหญ่ของร่างกายส่วนล่าง อบอุ่นและผ่อนหยุดร่างกายอย่างเพียงพอ เป็นเวลา 10 นาที			
2. **ชนิดของกีฬา** จะต้องเลือกท่าฝึกให้สัมพันธ์กับทิศทางของการเคลื่อนไหวของกีฬาชนิดนั้น ๆ	- เลือกท่าฝึกที่ช่วยพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในการถีบเท้าแบบขากบถีบน้ำ			
3. **ช่วงเวลาของการฝึก** จะต้องจัดปริมาณและความหนักของการฝึกให้สอดคล้องกับช่วงเวลาของการฝึกที่มีทั้งนอกฤดูกาลแข่งขัน ก่อนฤดูกาลแข่งขัน และฤดูกาลแข่งขัน	- ปริมาณและความหนักของการฝึกสอดคล้องกับช่วงเวลานอกฤดูกาลแข่งขัน			
4. **ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก** ใช้ระยะเวลาอยู่ในโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ระหว่าง 6 - 10 สัปดาห์	- ใช้ระยะเวลาในการฝึก8 สัปดาห์			
5. **ความถี่ของการฝึก** โดยทั่วไปจะทำการฝึก 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์	- ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง			
6. **วันที่ฝึก** ควรทำการฝึกแบบวันเว้นวัน เพื่อให้ร่างกายและกล้ามเนื้อมีเวลาฟื้นคืนสภาพจากความเหนื่อยล้า ในวันที่เว้นว่างจากการฝึก	- กำหนดให้ทำการฝึกในวันอังคารและวันศุกร์			
7. **ความหนักของการฝึก** ขึ้นอยู่กับความหนักของท่าฝึก ได้แก่ - ต่ำ - ต่ำจนถึงปานกลาง - ปานกลาง - ปานกลางจนถึงสูง - สูง - ช็อค (Shock)	- ความหนักของท่าฝึกอยู่ในระดับปานกลางจนถึงสูง			

หลักการฝึกพลัยโอเมตริก*	การออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
8. **ปริมาณของการฝึก** จะนับจากจำนวนครั้งที่เท้าสัมผัสพื้น ในขณะที่ความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้น ปริมาณของการฝึกจะต้องลดลง - น้อยกว่า 80 ครั้ง ต่ำ - 80 - 120 ครั้ง ปานกลาง - 120 - 160 ครั้ง สูง - มากกว่า 160 ครั้ง สูงมาก	- ปริมาณของการฝึกอยู่ในระดับปานกลาง (นักกีฬาจะกระโดดทั้งหมด 96 ครั้ง)			
9. **เวลาพัก** การฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องใช้ความพยายามสูงสุดในแต่ละครั้ง จึงต้องมีเวลาพักให้เหมาะสม คือ พักระหว่างชุด 2-5 นาที	- เวลาพักระหว่างชุด 3 นาที - เวลาพักระหว่างท่าฝึก 5 นาที			
10. **ลำดับของการฝึก** - จากง่ายไปหายาก - จากต่ำไปหาสูง	- ความหนักและปริมาณของการฝึกอยู่ในระดับเดิมตลอดโปรแกรมตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์สุดท้าย			

* (Allerheiligen and Rogers, 1995)

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางบันทึกคะแนนการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญและสรุปผล

การออกแบบโปรแกรมของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	รวม (ΣR)		
1. การอบอุ่นร่างกาย	+1	+1	+1	+1	4	1.00	ผ่านการประเมิน
2. ชนิดของกีฬา	+1	0	+1	+1	3	0.75	ผ่านการประเมิน
3. ช่วงเวลาของการฝึก	+1	+1	0	+1	3	0.75	ผ่านการประเมิน
4. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก	+1	+1	+1	+1	4	1.00	ผ่านการประเมิน
5. ความถี่ของการฝึก	+1	+1	+1	+1	4	1.00	ผ่านการประเมิน
6. วันที่ฝึก	+1	+1	+1	+1	4	1.00	ผ่านการประเมิน
7. ความหนักของการฝึก	+1	+1	0	+1	3	0.75	ผ่านการประเมิน
8. ปริมาณของการฝึก	+1	0	+1	+1	3	0.75	ผ่านการประเมิน
9. เวลาพัก	+1	+1	+1	0	3	0.75	ผ่านการประเมิน
10. ลำดับของการฝึก	+1	0	+1	+1	3	0.75	ผ่านการประเมิน
รวมค่า IOC เฉลี่ย						**0.85**	**นำโปรแกรมการฝึกไปใช้ได้**

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์สมชาย แก้วนวล ผู้ฝึกสอนว่ายน้ำโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี
4. อาจารย์อุดม ลายทิม ผู้ฝึกสอนว่ายน้ำโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก จ

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
ด้วยวิธีการทดสอบแบบแบ่งครึ่ง (Split - half reliability)

หาค่า r จากการทดลองใช้โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกทั้งสองแบบกับนักกีฬากระโดดน้ำชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 6 คน (แบ่งเป็นกลุ่มฝึกบนบก 3 คน และกลุ่มฝึกในน้ำ 3 คน) โดยใช้ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่ทำการบันทึกทุก ๆ 3 นาทีขณะทำการฝึก จากนั้นแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อคู่ (X) กับ ข้อคี่ (Y) แล้วจึงนำไปหาค่าสหสัมพันธ์

ข้อมูลจากการบันทึกค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ จำนวน 14 ครั้ง ของนักกีฬา 6 คน

ฝึกบนบก	HR **เฉลี่ย** (X)	HR **เฉลี่ย** (Y)	XY	X^2	Y^2
คนที่ 1	94	93	8742	8836	8649
คนที่ 2	96	94	9024	9216	8836
คนที่ 3	92	87	8004	8464	7569
รวม	$\Sigma X = 282$	$\Sigma Y = 274$	$\Sigma XY = 25770$	$\Sigma X^2 = 26516$	$\Sigma Y^2 = 25054$
ฝึกในน้ำ	HR **เฉลี่ย** (X)	HR **เฉลี่ย** (Y)	XY	X^2	Y^2
คนที่ 1	92	91	8372	8464	8281
คนที่ 2	85	86	7310	7225	7396
คนที่ 3	86	86	7396	7396	7396
รวม	$\Sigma X = 263$	$\Sigma Y = 263$	$\Sigma XY = 23078$	$\Sigma X^2 = 23085$	$\Sigma Y^2 = 23073$

สูตรการหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left\{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right\}\left\{N\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right\}}}$$

$r_{1/2}$ ของกลุ่มฝึกบนบก $= \dfrac{3(25770) - (282)(274)}{\sqrt{[3(26516)-282^2][3(25054)-274^2]}} = \dfrac{42}{\sqrt{(24)(86)}}$

$= 0.92$

โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นครึ่งฉบับเท่ากับ 0.92

$r_{1/2}$ ของกลุ่มฝึกในน้ำ $= \dfrac{3(23078) - (263)(263)}{\sqrt{[3(23085)-263^2][3(23073)-263^2]}} = \dfrac{65}{\sqrt{(86)(50)}}$

$= 0.99$

โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นครึ่งฉบับเท่ากับ0.99

การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ แทนค่าในสูตรดังนี้

สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของสเปียร์แมน บราวน์

$$r_t = \frac{2r_{1/2}}{1+ r_{1/2}}$$

เมื่อ r_t คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

$r_{1/2}$ คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นครึ่งฉบับ

r_t ของกลุ่มฝึกบนบก $= \dfrac{2r_{1/2}}{1+ r_{1/2}} = \dfrac{2(0.92)}{1+0.92} =$ **0.95**

สรุปว่า โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกบนบก มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ**0.95** หรือ **95%**

r_t ของกลุ่มฝึกในน้ำ $= \dfrac{2r_{1/2}}{1+ r_{1/2}} = \dfrac{2(0.99)}{1+0.99} =$ **0.99**

สรุปว่า โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในน้ำ มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ**0.99** หรือ **99%**

ภาคผนวก ฉ

AF 01-11

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

---

COA No. 004/2554

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 093.1/53 : ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวสุธิดา เจริญผล

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 12 มกราคม 2554 **วันหมดอายุ** : 11 มกราคม 2555

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

รหัสโครงการวิจัย 093.1/53
วันที่รับรอง 12 มค. 2554
วันหมดอายุ 11 มค. 2555

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ

2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย

3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด

*4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) **เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น แล้วส่งสำเนาใบแรกที่ใช้เอกสารดังกล่าวมาที่คณะกรรมการ***

5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ

6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ

7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-11) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย

ชื่อผู้วิจัย นางสาวสุธิดา เจริญผล

ที่อยู่ที่ติดต่อ รัชเกษมเพลส 15/299 ซอยลาดพร้าว 23 แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 08-6007-4659

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย** รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด **และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดี**แล้ว

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจเข้าร่วม**ในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย และยินยอมเข้ารับการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาในท่าย่อตัวแล้วตามด้วยการกระโดดทันที และการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

ข้าพเจ้ามี**สิทธิถอนตัว**ออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุธิดา เจริญผล)

ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 093.1/53

วันที่รับรอง 12 ม.ค. 2554

วันหมดอายุ 11 ม.ค. 2555

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

สำหรับผู้ปกครอง/ผู้ดูแล

ทำที่.....

วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้เกี่ยวข้องเป็น (โปรดระบุเป็น พ่อ/แม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแลของ(ชื่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย) .....) ขอแสดงความยินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนบกและในน้ำที่มีต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตรของนักกีฬาว่ายน้ำชาย

ชื่อผู้วิจัย นางสาวสุธิดา เจริญผล

ที่อยู่ที่ติดต่อ รัชเกษมเพลส 15/299 ซอยลาดพร้าว 23 แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 08-6007-4659

ข้าพเจ้าและผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า **ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์**ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว**

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า เข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย และเข้ารับการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาในท่าย่อตัวแล้วตามด้วยการกระโดดทันที และการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่ากบระยะทาง 50 เมตร ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

ข้าพเจ้ามีสิทธิให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าหรือเป็นความประสงค์ของผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแล ถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลจากการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้า

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

เลขที่โครงการวิจัย 093.1/53

วันที่รับรอง 12 มค. 2554

วันหมดอายุ 11 มค. 2555

ลงชื่อ.....
(นางสาวสุธิดา เจริญผล)
ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

ลงชื่อ.....
(.....)
พ่อ/แม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแล

ภาคผนวก ซ

โปรแกรมการฝึกซ้อมว่ายน้ำของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี
ในช่วงระยะเวลา 8 สัปดาห์ที่ผู้วิจัยทำการทดลอง

WEEK	MON 20/6/2011	TUE 21/6/2011	WED 22/6/2011	THU 23/6/2011	FRI 24/6/2011	SAT 25/6/2011	SUN 26/6/2011
1	Rest	AM. Endurance-part 1 Critical velocity and Stroke technique 4,700 Meters	Rest	AM. Endurance-part 1 Critical velocity and Stroke technique 4,700 Meters	PM. Endurance-part 1 Aerobic base and and Stroke technique 4,700 Meters	Rest	Rest
	PM. Endurance-part 1 Aerobic base and Aerobic endurance 7,900 Meters	PM. Endurance-part 1 Aerobic base and Aerobic endurance 8,500 Meters	PM. Endurance-part 1 Aerobic base and Aerobic Threshold 7,900 Meters	PM. Endurance-part 1 Aerobic base and Stroke technique 5,400 Meters	PM. Endurance-part 1 Aerobic base and Stroke technique 4,700 Meters	PM. Endurance-part 2 Aerobic base and Stroke technique 4,900 Meters	Rest
WEEK	MON 27/6/2011	TUE 28/6/2011	WED 29/6/2011	THU 30/6/2011	FRI 1/7/2011	SAT 2/7/2011	SUN 3/7/2011
2	Rest	AM. Running and Weight trainig aerobic Endrurance	Rest	AM. Running and Medicine ball and Dry-land	AM. Running and Elastic aerobic andurance	PM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Stroke technique Dis. 5,800 M.	Rest
	PM. Endurance - Part 1 Sprint and Aerobic endurance (Max. speed) Dis. 6,800 M.	PM. Endurance - Part 1 Sprint or Lactate Tolernce (Aerobice base) Dis. 6,900 M.	PM. Endurance - Part 1 Vo2 Maximum (Lactate productions) Dis. 5,500 M.	PM. Endurance - Part 1 Critical Velocity and Aerobic base (Stroke Technique) Dis. 7,300 M.	PM. Endurance - Part 1 Peck Lactate and/or Race Pace (Aerobic base) Dis. 7,400 M.	PM. Endurance - Part 1 Pace set and Stroke technique Dis, 6,000 M.	Rest

WEEK	MON 4/7/2011	TUE 5/7/2011	WED 6/7/2011	THU 7/7/2011	FRI 8/7/2011	SAT 9/7/2011	SUN 10/7/2011
3	AM. Running and Weight training aerobic endurance	AM. Endurance - Part 2 Max. speed and Aerobic base (skill and technique) Dis. 4,700 M.	Rest	AM. Running and Weight trainig maximum and dry-land	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Stroke technique Dis. 5,300 M.		
	PM. Endurance - Part 1 Aerobic endurance and aerobic base Dis. 7,700 M.	PM. Endurance - Part 1 Critical Velocity and Aerobic Recovery Dis. 7,500 M.	PM. Endurance - Part 1 Aerobic endurance (Stroke and Technique) Dis. 6,700 M.	PM. Endurance - Part 1 Max. Speed and Aerobic base Dis. 6,500 M.	PM. Endurance - Part 1 Max. speed (Lactate tolerance) Dis. 5,500 M.	Competitions Sports Of Thailand "Zone 2" 9-10 July 2011 Prajoubkerekun	
WEEK	MON 11/7/2011	TUE 12/7/2011	WED 13/7/2011	THU 14/7/2011	FRI 15/7/2011	SAT 16/7/2011	SUN 17/7/2011
4	Rest	AM. Endurance - Part 2 Max. speed and Aerobic base (skill and technique) Dis. 5,200 M.	Rest	AM. Running and Weight trainig aerobic and dry-land	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate productions Dis. 4,500 M.	PM. Endurance - Part 1 Pace set and Aerobic base Dis. 6,800 M.	Rest
	PM. Endurance - Part 1 storke Technique and aerobic base Dis. 5,600 M.	PM. Endurance - Part 1 Critical Velocity and Aerobic Recovery Dis. 6,600 M.	PM. Endurance - Part 1 Stroke technique and Max. speed Dis. 5,500 M.	PM. Endurance - Part 1 Max. Speed and Aerobic base Dis. 5,800 M.	PM. Endurance - Part 1 Vo2. maximum Lactate tolerance Dis. 6,200 M.	PM. Endurance - Part 1 Aerobic base and pace set Dis. 4,800 M.	Rest

WEEK	MON 18/7/2011	TUE 19/7/2011	WED 20/7/2011	THU 21/7/2011	FRI 22/7/2011	SAT 23/7/2011	SUN 24/7/2011
5	AM. Endurance - Part 1 Technique sprint and Aerobic base Dis. 4,000 M.	AM. Running and Weight trainig aerobic and dry-land	Rest	AM. Running and Weight trainig aerobic and dry-land	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate productions Dis. 4,600 M.		
	PM. Endurance-part 1 Aerobic base and Technique sprint lactate Dis, 6,000 M.	PM. Endurance-par 1 Aerobic base and Technique sprint Dis. 6,200 M.	PM. Endurance-par 1 Max. speed and Maintain training volume Dis. 4,800 M.	PM. Endurance-par 1 Stroke technique and pace set Dis. 5,200 M.	PM. Endurance-par 1 Critical speed and Vo2. maximum Dis. 3,900 M.	Competitions Thailamd Sprots School Game 23-25 July 2011 Suphanburi Sports School	
WEEK	MON 25/7/2011	TUE 26/7/2011	WED 27/7/2011	THU 28/7/2011	FRI 29/7/2011	SAT 30/7/2011	SUN 31/7/2011
6	Competitions Thailand Sports School Game Suphanburi Thailand	Rest	Rest	Rest	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate productions Dis. 4,400 M.	AM. Endurance - Part 2 Max.speed and pace set (Skills and Technique) Dis. 4,600 M.	Rest
		Rest	Rest	PM. Endurance - Part 2 Anaerobic Base and aerobic endurance Dis. 6,700 M.	PM. Endurance - Part 3 Anaerobic threshold and Critical Velocity (lactate tolerance) Dis. 4,900 M.	PM. Endurance - Part 2 Anaerobic Base and aerobic endurance Dis. 6,400 M.	Rest

WEEK	MON 1/8/2011	TUE 2/8/2011	WED 3/8/2011	THU 4/8/2011	FRI 5/8/2011	SAT 6/8/2011	SUN 7/8/2011
7	AM. Running and Weight training aerobic endurance	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate productions Dis. 4,600 M.	Rest	AM. Running and Weight training aerobic endurance	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate productions Dis. 4,600 M.	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate productions Dis. 5,400 M.	Rest
	PM. Endurance-part 2 Aerobic base and Maintain training training Dis, 5,400 M.	PM. Endurance-part 2 Maintian training volume and technique sprint Dis. 5,700 M.	PM. Endurance-part 2 Critical velocity and technique sprint Dis. 4,900 M.	PM. Endurance - Part 2 Anaerobic base and pace set Dis. 6,700 M.	PM. Endurance - Part 2 Anaerobic threshold and Critical Velocity (lactate tolerance) Dis. 5,700 M.	PM. Endurance-part 2 Critical velocity and technique sprint Dis. 5,200 M.	Rest
WEEK	MON 8/8/2011	TUE 9/8/2011	WED 10/8/2011	THU 11/8/2011	FRI 12/8/2011	SAT 13/8/2011	SUN 14/8/2011
8	AM. Running and Weight training aerobic endurance	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate tolerance Dis. 4,600 M.	Rest	AM. Running and Weight training aerobic endurance	AM. Running and Weight training aerobic base and Power Streang	AM. Endurance - Part 1 Aerobic base and Lactate tolerande Dis. 5,700 M.	Rest
	PM. Endurance-part 2 Aerobic base and Maintain training training Dis, 6,400 M.	PM. Endurance-part 2 Maintian training volume and technique sprint Dis. 6,700 M.	PM. Endurance-part 2 Critical velocity and technique sprint Dis. 5,200 M.	PM. Endurance - Part 2 Maintian training volume and technique sprint Dis. 6,700 M.	PM. Endurance - Part 2 Anaerobic threshold and Critical Velocity (lactate tolerance) Dis. 5,700 M.	PM. Endurance-part 2 Critical velocity and technique sprint Dis. 5,200 M.	Rest

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ - สกุล	นางสาวสุธิดา เจริญผล
วัน เดือน ปีเกิด	8 มิถุนายน พ.ศ. 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 176/2 หมู่ที่ 15 ซอยกัลยาณรุจ ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30110
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552