

ผลการฝึกในน้ำที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

ปริญญานิพนธ์
ของ
นิตยา เรืองมาก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2550

ผลการฝึกในน้ำที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

ปริญญานิพนธ์
ของ
นิตยา เรืองมาก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

พฤษภาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการฝึกในน้ำที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

บทคัดย่อ
ของ
นิตยา เรืองมาก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2550

นิตยา เรืองมาก. (2550). ผลการฝึกในน้ำที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด. ปรินุณานิพนธ์
วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์วีรา ขวัญบุรณจันทร์ ,
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนทยา สีละมาด.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกที่มี
ต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาชาย สถาบันการพลศึกษา
วิทยาเขตกระบี่ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาพลศึกษา อายุ 18 - 20 ปี จำนวน 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม
คือกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก โดยทำการ
ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยจำแนกตามตัวแปรอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ทำการ
วัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 นำผลที่
ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการศึกษาพบว่า

1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึกมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกัน แต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอวมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอกมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

AN EFFECTS OF WATER TRAINING ON MAXIMUM OXYGEN UPTAKE

AN ABSTRACT

BY

NITTAYA RUANGMAK

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Sport Science
at Srinakharinwirot University

May 2007

Nittaya Ruangmak. (2007). *An Effect of Water Training on Maximum Oxygen Uptake*.

Master thesis, M.S. (Sport Science). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committees : Assoc. Prof. Dr. Panwira kanburanachan, Assist.Prof.Sontaya Seelamad.

The purpose of this study was to compare the effects of running in water at two levels; waist-deep level and chest-deep level, on maximum oxygen consumption (Vo_2max .) Thirty samples of this study were males between the ages of 18 and 20. They were all first-year students of the Institute of Physical Education (Physical Education) of Krabi Province Campus. The subjects were allocated into three groups; a control, a waist-deep level (group1), and a chest-deep level (group 2) group, and then stratified by age, weight, and height. The three training groups were examined 3 days per week over an 8-week period. Therefore, the maximal oxygen consumption could be measured in pre-and post- training week 4 and week 8. The analysis of statistically significant could be made accordingly.

The results were as follows;

1. The effect of the intervention between training mode and training period on Vo_2max was 0.05 (95%) statistically significant.
2. Both pre-and post-training in week 4 indicated no change occurred in the Vo_2max of all groups, which was 95% insignificant. But after 8 weeks of post training, the chest-deep level group and the control group showed significant difference at 0.05 (95%).
3. The control group had Vo_2max of 0.05 insignificant for both pre-and post-training of week 4 and 8.
4. After 8 weeks of post training, the waist-deep level, group 1, presented a difference in statistically significant at 0.05.
5. The group 2, chest-deep level, had Vo_2max of 0.05 significant differences after week 8 of post training and week 4 of post training.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ผลการฝึกในน้ำที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

ของ
นิตยา เรืองมาก

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์วีรา ขวัญบุรณจันทร์)

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา สีละมาด)

.....กรรมการ
(ดร. คุณัตว์ พิธพรชัยกุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์วีรา ขวัญบุรณจันทร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา สีละมาด)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์วิรา ขวัญบุรณจันทร์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา สีละมาด ซึ่งได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์เล่มนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย ดร.ศุกล อริยสัจสีสกุล ดร.คุณันต์ พิชรพรชัยกุล อาจารย์มาโนช บุตรเมือง และอาจารย์สุรศักดิ์ เฉลิมชัย ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณยิ่งแด่ท่านคณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านผู้ซึ่งให้ความรู้และประสบการณ์ทางการกีฬา ขอขอบพระคุณ รองอธิการบดีสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ อาจารย์กาญจนา กาญจนประดิษฐ์ และอาจารย์สุรศักดิ์ เฉลิมชัย ซึ่งได้ช่วยเหลือในการเป็นผู้ประเมิน โปรแกรมและควบคุมกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

ขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่สระน้ำ ของสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ และอาสาสมัครทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณรองอธิการบดี สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล เป็นอย่างดี

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัย ขอเทอญพระคุณ คุณพ่อเสนอ เรืองมาก คุณแม่ประภา เรืองมาก ตลอดจน พี่สาว น้องชาย ญาติพี่น้อง และเพื่อน ๆ ร่วมรุ่นทุกท่านที่ช่วยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ที่ทุกท่านมีส่วนเกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจและความกรุณาของทุก ๆ คนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นกำลังใจอย่างดียิ่ง ที่อยู่เบื้องหลังเป็นแรงบันดาลใจให้แก่ผู้วิจัย ให้มีมานะพยายามที่จะฟันฝ่าอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อบรรลุความมุ่งหวัง เป็นเกียรติเป็นศรีแก่วงศ์ตระกูลตลอดไป

นิตยา เรืองมาก

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	3
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	4
สมมุติฐานการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
เอกสารที่เกี่ยวข้องในการวิจัย.....	5
ความสำคัญและหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต.....	7
ผลของการออกกำลังกายต่อระบบไหลเวียนโลหิต.....	7
การวัดการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต.....	8
บทบาทของออกซิเจนในการออกกำลังกาย.....	11
ความสำคัญของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด.....	11
ทฤษฎีและหลักการฝึกในน้ำ.....	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
งานวิจัยต่างประเทศ.....	16
งานวิจัยในประเทศ.....	18
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	22
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	22
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	22
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	22
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	23
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	25
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	25
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	39
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการวิจัย.....	39
ความมุ่งหมายการวิจัย.....	39
สมมุติฐานในการวิจัย.....	39
วิธีการวิจัย.....	39
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	39
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	39
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	39
การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
สรุปผลการวิจัย.....	41
อภิปรายผล.....	42
ข้อเสนอแนะ.....	45
บรรณานุกรม.....	46
ภาคผนวก.....	50
ภาคผนวก ก โปรแกรมการฝึกในน้ำ.....	51
ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	78
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	80

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก.....	26
2 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2.....	27
3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8.....	28
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดสองมิติ เพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการใช้วิธีการฝึกที่ต่างกันและระยะการฝึกที่ต่างกัน ที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด.....	29
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลอง 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ก่อนการฝึก.....	30
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4.....	31
7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	32
8 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	33
9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8.....	34
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอวระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8.....	35
11 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว.....	36

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอกระหว่าง ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8.....	37
13 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก.....	38

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2 อัตราการใช้ออกซิเจนระหว่างการออกกำลังกายและในระยะฟื้นตัว.....	13

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันประชาชนได้หันมาออกกำลังกายมากขึ้น เพราะถ้าร่างกายไม่สมบูรณ์แข็งแรงแล้ว ก็จะเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ และเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินชีวิต ในการทำงาน และเป็นภาระต่อผู้อื่นอีกด้วย การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอทำให้ร่างกายมีความแข็งแรง ซึ่งส่งผลต่อกล้ามเนื้อ หลอดเลือด การไหลเวียนของโลหิต ระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหารและมีผลต่ออารมณ์และจิตใจ นอกจากนี้การออกกำลังกายเพื่อให้ได้สมรรถภาพที่ดีนั้นต้องสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมถึงความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ซึ่งผู้ที่มีความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อสูงจะสามารถทำงานได้เป็นระยะเวลานาน การเคลื่อนไหวร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดได้อย่างแท้จริง ลาวัลย์ เรื่องปรัชญากุล (2536 : 22) กล่าวว่า การออกกำลังกายทำให้กล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรงขึ้นสามารถสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ปริมาณสูงกว่าปกติ หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นดี อัตราการเต้นของหัวใจช้ากว่าปกติ การไหลเวียนเลือดเป็นไปอย่างสะดวกและภายหลังการออกกำลังกายแล้ว อัตราการเต้นของหัวใจจะคืนสู่สภาพปกติได้เร็วกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกาย การทำหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพของหัวใจและหลอดเลือดจะส่งผลให้ร่างกายทำกิจกรรมได้เป็นเวลานาน การทำงานของหัวใจ การไหลเวียนเลือด และการหายใจจะมีความสัมพันธ์กับความอดทนของร่างกายในระดับสูง ซึ่งการวิ่งเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ชนิดหนึ่งที่มีผลดีต่อร่างกายโดยเฉพาะระบบหัวใจ ระบบไหลเวียนและระบบหายใจ อีกทั้งยังส่งผลดีต่อระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ ให้มีความแข็งแรง สุขภาพโดยรวมดีขึ้น (การกีฬาแห่งประเทศไทย. 2536 : 37) การวิ่งนอกจากจะวิ่งในสนาม บนถนนแล้ว ในน้ำก็สามารถวิ่งได้ ดังนั้นการออกกำลังกายในน้ำ นับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ประชาชนสามารถนำไปปฏิบัติเพื่อเป็นการส่งเสริมสุขภาพร่างกายให้มีความแข็งแรง ซึ่งการออกกำลังกายในน้ำ (aquatic exercise) คือ การออกกำลังกายที่สามารถกระทำได้บนบก แต่เปลี่ยนสภาพแวดล้อมของการออกกำลังกายในน้ำ เช่น การเดิน การวิ่ง การเต้นแอโรบิก การว่ายน้ำ เล่นเกมในน้ำ เป็นต้น (พันทิพา สินรัชตานนท์. 2537 : 28 – 33) ด้วยเหตุนี้เพราะเหตุใดจึงต้องออกกำลังกายในน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) ช่วยลดแรงกระแทกในการออกกำลังกาย จึงเป็นการช่วยลดการบาดเจ็บในการออกกำลังกาย และ 2) เป็นการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (resistance training)

นอกจากนี้การออกกำลังกายในน้ำเป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับทุกเพศ ทุกวัยรวมทั้งหญิงมีครรภ์ ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีปัญหาสุขภาพต่างๆ ที่มีอุปสรรคต่อการออกกำลังกายตามปกติ เช่น คนพิการ โรคอ้วน ข้อเสื่อม การออกกำลังกายในน้ำมีประโยชน์หลายประการ ประการแรกช่วย

เสริมสร้างสมรรถภาพทางกายได้ดี ไม่ว่าจะเป็นความแข็งแรง ความอดทน ความอ่อนตัวและการทรงตัว ประการที่สองช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อต่างๆ ประการที่สามช่วยให้ข้อต่อสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างเต็มที่ ประการสุดท้ายทำให้ผู้ออกกำลังกายในน้ำรู้สึกสดชื่นและเหน็ดเหนื่อยน้อยกว่าผู้ที่ออกกำลังกายบนบก เพราะร่างกายระบายความร้อนได้ดี (สุริยา ณ นคร. 2537) จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการออกกำลังกายในน้ำในรูปแบบของการวิ่งในน้ำที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัย และเป็นการออกกำลังกายในน้ำระดับสูงประมาณเอวหรืออก ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายแข็งแรง ดังเช่น สุริยา ณ นคร (ออนไลน์) กล่าวไว้ว่า

คุณสมบัติเฉพาะของการออกกำลังกายในน้ำ คือ แรงพยุงตัวทำให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10 – 15 % ขณะอยู่ในน้ำ การเคลื่อนไหวของร่างกายจึงทำได้ง่ายตาย สภาพใต้น้ำหนักและแรงกระแทกเป็นคุณสมบัติอันพิเศษสำหรับการป้องกันการกระทบกระเทือน การบาดเจ็บของกระดูกและข้อต่อต่างๆ น้ำมีแรงดันโดยธรรมชาติที่เสริมสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรง แรงดันของน้ำช่วยให้ความดันโลหิตลดลง และชีพจรเต้นช้าลง การสูบฉีดของหัวใจและการไหลเวียนโลหิตในร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การระบายความร้อนมีประสิทธิภาพขณะออกกำลังกาย ช่วยป้องกันอันตรายจากความร้อน และทำให้รู้สึกสดชื่น ไม่อ่อนเพลียหลังออกกำลังกาย ซึ่งสอดคล้องกับไอเนอร์ (Eitner. 1982 : 357) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของน้ำที่นำมาใช้ประโยชน์ต่อการออกกำลังกาย คือ แรงกดของน้ำช่วยให้การไหลเวียนโลหิตดีขึ้นโดยอัตโนมัติ เลือดที่คั่งบริเวณของเท้าจะไหลกลับสู่หัวใจได้ง่ายขึ้น และเลือดกลับไปเลี้ยงอวัยวะภายในต่างๆ มากขึ้น แรงพยุงของน้ำทำให้ร่างกายรู้สึกเบาสบายขึ้นทำให้เคลื่อนไหวร่างกายได้ง่ายและนุ่มนวลซึ่งเป็นการออกกำลังกายแบบไม่ต้องรับน้ำหนักตัว (Non – Weight Bearing) จึงมีความปลอดภัยสูง ไม่เป็นอันตรายต่อข้อต่อ เอ็น และกล้ามเนื้อ การระบายความร้อนในขณะที่แช่ตัวอยู่ในน้ำนั้น น้ำสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าอากาศบนบกถึง 25 เท่า จึงทำให้รู้สึกสดชื่นไม่อ่อนเพลีย และแรงต้านเมื่อมีการเคลื่อนไหวในน้ำจะกระทำต่อร่างกายในทุกทิศทาง จึงสามารถสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทุกส่วนโดยวิธีการออกกำลังกายที่สามารถใช้พัฒนา ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ จิม ; และทีส (Giam ; & Teh. 1988 : 26) กล่าวว่า การออกกำลังกายโดยการวิ่งเป็นวิธีที่มีผลต่อสุขภาพ และสมรรถภาพทางกาย ซึ่งการวิ่งระยะไกลเป็นการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) เป็นวิธีเฉพาะที่ใช้ประโยชน์ในการพัฒนาสุขภาพ และสมรรถภาพของหัวใจ ปอด และระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่ารูปแบบและประโยชน์ของการวิ่งในน้ำทั้งสองระดับต่างก็เป็นองค์ประกอบสำคัญของการมีสมรรถภาพทางกายที่ดี ด้วยเหตุนี้จึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกในน้ำที่มีระดับน้ำต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด เพื่อเป็นส่วนช่วยสนับสนุนการเลือกรูปแบบการออกกำลังกายได้อย่างเหมาะสม เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และต้องการทราบเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกว่าจะมีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างไร หรือฝึกในน้ำระดับใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกที่มีต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกที่มีต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ทราบผลของการวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8
2. ทำให้ทราบความแตกต่างของการวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาพลศึกษา อายุ 18-20 ปี จำนวน 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาพลศึกษา อายุ 18 - 20 ปี จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (จับฉลาก) จากนั้นทำการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการปั่นจักรยานวัดงาน แล้วทำการสุ่มอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว จำนวน 10 คน และกลุ่มที่ 3 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก จำนวน 10 คน

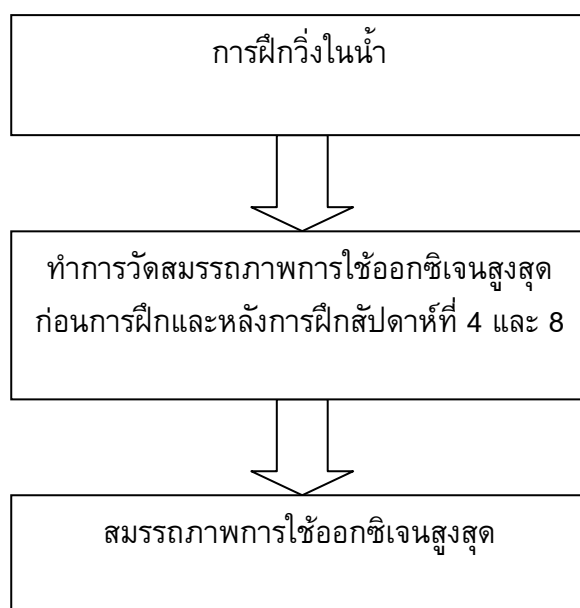
ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ โปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำและระยะเวลาการฝึก
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด** หมายถึง ความสามารถสูงสุดของร่างกายในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก หรือพลังงานชนิดที่มีการใช้ออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญในกระบวนการเผาผลาญเพื่อสร้างพลังงาน ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดของออกซิเจน ที่ร่างกายสามารถรับไปให้เซลล์ต่างๆ ในขณะออกกำลังกายได้ในช่วงเวลา 1 นาที โดยมีหน่วยวัดเป็นค่าเปรียบเทียบกับน้ำหนักของร่างกาย คือ มิลลิลิตร / กิโลกรัม / นาที (ml / kg min) (เพ็ญพิมล ธรรมรัตติ. 2537 : 44 - 47)
2. **การออกกำลังกายในน้ำ** หมายถึง การออกกำลังกายที่ไร้แรงกระแทก ไม่ลำบากหาแข่งเหมือนการวิ่ง ซึ่งต้องรับแรงกระแทกประมาณ 5 เท่าของน้ำหนักตัว นั้นหมายความว่า ออกกำลังกายในน้ำนี้ มีโอกาสบาดเจ็บน้อยมาก (สุริยา ณ นคร. 2537)
3. **การวิ่ง (Jogging)** หมายถึง การออกกำลังกายแบบแอโรบิกชนิดหนึ่งที่มีผลดีต่อร่างกาย โดยเฉพาะระบบหัวใจ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ อีกทั้งยังส่งผลดีต่อระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ ให้มีความแข็งแรง สุขภาพโดยรวมดีขึ้น (การกีฬาแห่งประเทศไทย. 2536 : 37)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

การฝึกวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องในการวิจัย
 - 1.1 ความสำคัญและหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต
 - 1.2 ผลของการออกกำลังกายต่อระบบไหลเวียนโลหิต
 - 1.3 การวัดการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต
 - 1.4 บทบาทของออกซิเจนในการออกกำลังกาย
 - 1.5 ความสำคัญของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด
 - 1.6 ทฤษฎีและหลักการฝึกในน้ำ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบไหลเวียนโลหิต หมายถึง ระบบการขนส่งของร่างกายโดยนำอาหาร ออกซิเจน น้ำ และสิ่งที่จำเป็นไปส่งให้ทุกเซลล์ในร่างกาย และนำของเสียของร่างกาย เวส โปรดัคส์ (Waste Products) ออกจากเซลล์ไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายที่มีหน้าที่ขับออก (พริ้มเพรา ผลเจริญสุข. 2528 : 91)

หน้าที่ของระบบไหลเวียน (ร่ำแพน พรเทพเกษมสันต์. 2541 : 155 - 156)

1. ขนส่งอาหารและออกซิเจนไปให้กับเซลล์ทุกเซลล์ และนำของเสียคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อขับถ่ายออกนอกร่างกาย

2. นำเอาน้ำและเกลือแร่ต่างๆ (Electrolyte) ไปสู่เซลล์ และขับถ่ายออกจากเซลล์เพื่อช่วยรักษาระดับความสมดุลของกรด – ด่าง (Acid – base Balance) ในเลือดและควบคุมสภาพสมดุลของของเหลวภายในร่างกาย (Fluid Balance)

3. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้เป็นปกติ (Temperature Regulation)

4. ช่วยลำเลียงฮอร์โมนและเอ็นไซม์ ไปให้เซลล์ เพื่อช่วยในการเผาผลาญของเซลล์

5. ป้องกันการทำลายเชื้อโรค ช่วยสร้างภูมิคุ้มกัน (Antibodies)

การวัดสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต ให้ออกมาเป็นปริมาณที่เปรียบเทียบได้ อันจะเป็นประโยชน์ในการบอกความสามารถและประสิทธิภาพ ในการทำงานของแต่ละบุคคล นักวิทยาศาสตร์การกีฬาได้พยายามที่จะศึกษาหาวิธีวัดสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต ให้สามารถใช้ทำนายได้อย่างแม่นยำ ซึ่งก็พบว่า สิ่งที่สามารถ

ใช้เป็นตัวบอสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตได้นั้นมีหลายอย่าง เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) อัตราชีพจร (Pulse Rate) ความดันโลหิต (Blood Pressure) การใช้ออกซิเจน (Oxygen Consumption) ปริมาณการไหลเวียนโลหิตใน 1 นาที (Minute Volume of Circulation) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ดีเทอร์มิเนชัน (Carbon dioxide Determination) และองค์ประกอบของโลหิต (Blood Consumption) เป็นต้น จากการศึกษาของ เมเยอร์ และเบลซ (Meyers ; & Erwin. 1962 : 232-233) พบว่า การวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต โดยใช้อัตราการเต้นของชีพจรเป็นเกณฑ์ สามารถบอกถึงสมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตได้ ทั้งเป็นวิธีที่ง่ายและเชื่อถือได้มาก ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหรือสถานที่ ที่ใช้ในการทดสอบที่ยุ่งยากหรือมีราคาแพง

คณะกรรมการนานาชาติ ในการประชุมเพื่อจัดมาตรฐานของการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (The International Committee For Standardization of Physical Fitness Test) ที่กรุงเม็กซิโก เมื่อเดือนตุลาคม 2511 ได้ลงมติว่า เออร์โกเมตริย (Ergometry) ซึ่งเป็นวิธีการวัดสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตที่ดีวิธีหนึ่ง สามารถใช้เครื่องมือได้ 3 แบบคือ

1. จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) ปริมาณของงานกำหนดด้วยความถี่ของการปั่นและอัตราการรอบของการปั่น
2. ทางเลื่อน (Treadmill Ergometer) ปริมาณของงานกำหนดด้วยความเร็วและความชันของทางเลื่อน
3. ม้าก้าวขึ้น - ลง ปรับระดับได้ (Step Ergometer) ปริมาณของงานกำหนดด้วยความสูงของม้าและจังหวะการก้าวขึ้น - ลง (ไพรินท์ จำลองราษฎร์. 2523 : 4 ; อ้างอิงจาก The International Committee for Standardization of Physical Fitness Test) เครื่องมือที่ใช้ทดสอบทั้ง 3 แบบนี้ ใช้วิธีการวัดคล้ายกันคือ วัดในระหว่างงานที่ทำกับผลการเปลี่ยนแปลงของร่างกายขณะทำงาน หรือหลังจากทำงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบการประเมินผลสมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง คือ การวัดอัตราการเต้นชีพจรภายหลังการออกกำลังกายที่เรียกว่า ก้าวม้า หรือสเต็ป เทสต์ (Step Test)

วิธีนี้ใช้วัดอัตราชีพจรในระยะฟื้นตัว ซึ่งนับว่าเป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพและมีความเที่ยงตรง เชื่อถือได้ (สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์. 2514 : 1)

ฮาร์วาร์ด สเต็ป เทสต์ (Harvard Step Test) เป็นแบบทดสอบแบบหนึ่ง ซึ่งใช้เป็นวิธีทดสอบสมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต สามารถใช้วัดความสัมพันธ์ในการทำงานของหัวใจ ความอดทนของกล้ามเนื้อและการไหลเวียนโลหิต เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต ในการปรับตัวให้เข้ากับงานที่ทำกับความสามารถของร่างกายในการฟื้นตัว หลังจากการทำงานหนักมาแล้ว ทั้งนี้ถือเอาการทำงานของหัวใจเป็นมาตรฐาน ซึ่งกำหนดให้ใช้ม้าสำหรับก้าวสูง 20 นิ้ว และต้องก้าวเท้าขึ้น - ลงบนม้าในการทดสอบเป็นเวลา 5 นาที (Meyers ; & Blesh. 1962 : 241 - 242) ผู้ที่ได้คะแนนจากการทดสอบฮาร์วาร์ด สเต็ป เทสต์ สูงตั้งแต่ 90 คะแนนขึ้นไป แสดงว่ามีสมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตดีมาก คือ มีการประสานงานที่ดี

ของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต และยังต้องมีความอดทนของกล้ามเนื้อขาด้วย (จรรยาพร ธรณินทร์. 2519 : 50)

ออสตรานด์ ; และไรห์มิง (Astrand; & Rhyming. 1954 : 218 -221) ใช้การขี่จักรยานวัดงานเป็นเวลา 6 นาที ระดับของงาน 600 กิโลปอนด์มีเตอร์ต่อนาที วัดชีพจรทุกนาทีเพื่อหาระดับคงที่ (Steady State) ของอัตราการเต้นของหัวใจ แล้วนำค่าอัตราชีพจรที่คงที่ไปเปิดตารางเทียบหาค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด แบบทดสอบนี้มีความคลาดเคลื่อนประมาณ 8 - 15 เปอร์เซ็นต์ ความเหมาะสมของแบบทดสอบสามารถทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดได้อย่างใกล้เคียงและสะดวกต่อการทดสอบ

1.1 ความสำคัญและหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต

ระบบไหลเวียนโลหิตประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเป็นระบบ ๆ หนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับชีวิตมนุษย์ กลไกการทำงานของร่างกายต้องอาศัยระบบไหลเวียนโลหิตเป็นตัวนำอาหาร น้ำ ก๊าซ (ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์) ของเสีย ฮอรโมน สิ่งต่อต้านเชื้อโรค เข้าและออกจากร่างกาย นอกจากนั้นยังเป็นตัวการที่ทำให้ความเป็นกรดและด่างของร่างกายอยู่ในอัตราส่วนที่ร่างกายต้องการ (เทเวศร์ พิริยะพฤษณ์. 2528 : 94) เลือดจะเคลื่อนไหลเสมอภายในหลอดเลือด เนื่องจากหัวใจสูบฉีดอยู่ตลอดเวลา เลือดที่มีออกซิเจนอยู่เต็มจะออกจากปอดผ่านหัวใจ และถูกลำเลียงผ่านเส้นเลือดต่างๆ ไปยังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่กำลังทำงานเลือดจะไหลไปสู่ส่วนนั้น และลดปริมาณเลือดที่ไปสู่เนื้อเยื่ออื่นๆ เป็นจำนวนมาก (กอร์ดอน แจ็คสัน. แปลโดย อำนวยชัย ปฏิพัทธ์เผ่าพงศ์. 2529 : 26)

1.2 ผลของการออกกำลังกายต่อระบบไหลเวียนโลหิต

การออกกำลังกายมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อหัวใจ หลอดเลือดและเลือดมากมาย กล่าวคือ หัวใจจะเต้นเร็วและแรง ทำให้มีกำลังดันให้เลือดเข้าสู่ปอด เพื่อให้เกิดการฟอกเลือดดำให้เป็นเลือดแดง การไหลเวียนของเลือดในระยะที่ออกกำลังกายนี้ เปรียบเสมือนกับเครื่องปั้มน้ำที่ใช้กำลังสูง สามารถดันน้ำให้ขึ้นสู่อาคารสูงๆ ได้ กล่าวคือ เลือดจะเข้าไปฟอกทำความสะอาด เช่น เส้นโลหิตฝอยเล็กๆ ในสมองและหัวใจ เป็นการกระตุ้นผนังเส้นเลือดทุกชุมชน ทุกซอกมุมให้ตื่นตัว ยืดหยุ่น เลือดแดงบริสุทธิ์สามารถผ่านไปเลี้ยงเนื้อเยื่อสมอง ซึ่งเป็นส่วนที่สูงที่สุดของร่างกายและละเอียดอ่อนที่สุด จะมีอาหารที่มีคุณค่าไปกับเลือดไปเลี้ยงอย่างทั่วถึง กล้ามเนื้อทุกส่วนก็ได้รับเลือดที่ไหลเวียนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น อาหาร จะไปเลี้ยงกล้ามเนื้อทุกส่วนอย่างทั่วถึงเช่นกัน รวมถึงกล้ามเนื้อหัวใจด้วย (วิจิตร บุญยะโหดระ. 2534 : 52)

การออกกำลังกายจะทำให้ร่างกายเพิ่มการทำงานหนักยิ่งขึ้น นั่นเป็นการฝึกให้อวัยวะหรือระบบการทำงานของทุกส่วนในร่างกาย รู้จักการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะ ต่อการออกกำลังกาย โดยเฉพาะระบบไหลเวียนโลหิต คือ ทำให้หัวใจทำงานหนักยิ่งขึ้นเพื่อที่จะสูบฉีดโลหิตไปส่งดาปในส่วนของกล้ามเนื้อที่มีการออกกำลังกาย เพื่อให้เกิดพลังงานจึงเป็นผลทำให้หัวใจมีขนาดใหญ่ขึ้น

จำนวนเส้นโลหิตฝอยที่หล่อเลี้ยงหัวใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการนำออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อรวมทั้งการนำของเสียกลับออกมาจากกล้ามเนื้อ ความอดทน ในการทำงานของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตทั้งสิ้น

1.3 การวัดการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต

การวัดการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต จะวัดได้โดยวิธีใช้หน่วยวัดต่อไปนี้ (จรรยาพร ธรณินทร์. 2521 : 65)

1. ปริมาณสูบฉีดโลหิต (Stroke Volume) หมายถึง จำนวนเลือดที่หัวใจสูบออกต่อการเต้นของหัวใจ 1 ครั้ง
2. ปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบออกใน 1 นาที (Cardiac Output)
3. ความดันโลหิตแต่อัตราการเต้นของหัวใจอาจใช้เป็นดัชนีที่ดีที่สุดและง่ายที่สุดใน การวัดความสามารถของการสูบฉีดโลหิตของหัวใจ

จำนวนเลือดที่หัวใจบีบตัวส่งออกมาแต่ละครั้ง (Stroke Volume) คือ จำนวนเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้ง ในคนปกติจะมีประมาณ 60 - 70 ลบ.ซม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ประกอบอีก เช่น ขนาดของร่างกาย เพศ อายุ ท่าทาง เป็นต้น สำหรับเพศหญิงจะมี (Stroke Volume) น้อยกว่าเพศชายราว 25 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเลือดที่หัวใจบีบตัวจะมีค่าสูงสุดเมื่อออกกำลังกายถึงระดับที่ร่างกายจับออกซิเจน 30 - 40 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด (วุฒิพงษ์ ปรมัตถการ. 2539 : 27)

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและจำนวนเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาที (Maximum Heart Rate and Cardiac Out Put)

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum Heart Rate) หมายถึง เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักจนหัวใจเต้นถึงระดับหนึ่งที่เรียกว่า อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด คนปกติในวัยหนุ่มสาว จะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดถึง 200 ครั้ง / นาที และจะค่อยๆ ลดลงเมื่ออายุมากขึ้น

จำนวนเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac Output) หมายถึง จำนวนเลือดที่หัวใจสูบออกไปในเวลา 1 นาที หรือปริมาณเลือดที่หัวใจสูบออกใน 1 นาที (Stroke Volume) คูณกับอัตราการเต้นของหัวใจ / นาที (Heart Rate) ดังนี้

$$\text{Cardiac Out Put (C.O.)} = \text{Stroke Volume} \times \text{Heart rate}$$

$$\text{C.O} = \text{S.V} \times \text{H.R.}$$

$$= 1 \text{ ครั้ง / ซม.}^3 \times (\text{ครั้ง / นาที})$$

ปริมาณโลหิตที่ถูกฉีดออกจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output) ขณะพักผ่อน จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอริยาบถของร่างกายและเพศ ขณะนอนหงายราบกับพื้น ผู้ชายผู้ใหญ่จะมี Cardiac Output อยู่ระหว่าง 4-6 ลิตร / นาที ส่วนผู้หญิงในวัยเดียวกันจะน้อยกว่าเกือบ 1 ลิตร / นาที แต่ถ้าเปลี่ยนท่าจากท่านอนหงายมาเป็นท่านยืน พบว่า Cardiac Output ลดหรือประมาณ 3.7 ลิตร / นาที ทั้งนี้เพราะได้รับอิทธิพลมาจากแรงดึงดูดของโลก ซึ่งทำให้เลือดตกอยู่บริเวณขา และถ้าออกกำลังกาย

กายระดับหน้า Cardiac Output อาจะขึ้นไปถึง 20 ลิตร / นาที ในบุคคลทั่วๆ ไป หรือ 40 ลิตร / นาที ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดี

การเพิ่มของปริมาณโลหิตที่ถูกฉีดออกจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output) ขณะออกกำลังกาย ในผู้ที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย เกิดขึ้นได้เพราะ อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นโดยที่ (Stroke Volume) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่การเพิ่มของ Cardiac Output ขณะออกกำลังกายในนักกีฬาที่ผ่านการฝึกมาอย่างดี เกิดขึ้นได้เนื่องจากค่าของ Stroke Volume เพิ่มมากขึ้น โดยที่อัตราการเต้นของหัวใจ ไม่จำเป็นต้องสูงเหมือนผู้ที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย

วิธีการวัดปริมาณโลหิตที่ถูกฉีดออกจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output) โดยตรงเป็นเรื่องที่ไม่มีใครทำในมนุษย์ เพราะมีปัญหามากมายเนื่องจากต้องมีการผ่าตัด เป็นที่ยอมรับในหลักการว่า หากไม่มีความจำเป็นแล้วไม่ควรจะมีการผ่าตัดอวัยวะส่วนใดของร่างกาย ดังนั้น การวัดโดยทางอ้อม จึงถูกคิดค้นขึ้นมาใช้ เช่น วิธีการคำนวณหา Cardiac Output ของ (Fick) และของ (Stewart Principle) เป็นต้น

ความดันโลหิต (Blood Pressure หรือ BP) เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยประกันให้โลหิตมีการไหลเวียนอยู่ในระบบได้ตามปกติ เราทราบจากสรีรวิทยาเบื้องต้นว่า ความดันโลหิต อาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ ความดันโลหิตที่เส้นโลหิตแดง (Arterial Blood Pressure) ความดันโลหิตที่เส้นโลหิตดำ (Venous Blood Pressure) และความดันโลหิตที่เส้นโลหิตฝอย (Capillary Blood Pressure) ความดันโลหิตที่เส้นโลหิตแดงจะมีมากกว่าความดันโลหิตที่เส้นเลือดฝอยและเส้นโลหิตดำตามลำดับความดันที่แตกต่างกันเช่นนี้ เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่ทำให้โลหิตไหลจากเส้นโลหิตแดงไปทางเส้นโลหิตดำ โดยเฉพาะในเส้นโลหิตดำใหญ่ที่เปิดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาจะไม่มี ความดันเลย โดยทั่วๆ ไปแล้ว ความดันโลหิตชนิดที่เราวัดได้มีน้อยๆ นั้น เป็นความดันโลหิตในเส้นโลหิตแดงซึ่งแรงดันสูงสุดจะมีตอนที่หัวใจห้องล่าง (Ventricles) บีบตัว (Systolic Pressure) และต่ำสุดตอนที่หัวใจห้องล่างคลายตัว (Diastolic Pressure) ความแตกต่างระหว่างความดันสูงสุดและต่ำสุดเรียกว่า (Pulse Pressure) การเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย ขณะที่กล้ามเนื้อกำลังทำงาน ความต้านทานการไหลเวียนของโลหิตที่กล้ามเนื้อนั้น (Peripheral Resistance) จะลดน้อยลงเพราะ หลอดโลหิตแดงเล็กและเส้นโลหิตฝอยต่างๆ ก็เปิดเป็นทางให้โลหิตไหลผ่านมากขึ้น แต่การเพิ่มของปริมาณโลหิตที่ถูกฉีดออกมาจากหัวใจต่อ 1 นาที (Cardiac Output) ในขณะออกกำลังกายมีมากกว่าที่ หลอดโลหิตต่างๆ จะปรับตัวให้สอดคล้องได้ เพื่อรักษาความดันโลหิตไว้ ดังนั้นในขณะออกกำลังกาย ความดันโลหิตอาจเพิ่มจากขณะพักผ่อนคือราวๆ 120 / 80 mm. Hg เป็น 175 / 110 mm.Hg และด้วยความเข้มข้นของงานที่เท่ากับ การทำงานด้วยแขนจะทำให้ความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า การทำงานด้วยขา เพราะไปกระตุ้นให้หัวใจทำการเต้นเร็วขึ้น

การทำงานด้วยแขนหรือขาที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตที่แตกต่างกันนั้นอาจเป็นสาเหตุมาจาก ปริมาณของกลุ่มกล้ามเนื้อที่จะทำงาน กล้ามเนื้อแขนจัดได้ว่าเป็นกล้ามเนื้อ กลุ่มย่อย เมื่อเทียบกับกลุ่มกล้ามเนื้อขา การเป็นกล้ามเนื้อกลุ่มเล็กหรือประสาทส่วนปลายอาจทำให้ มี (Peripheral Resistance) สูง ซึ่งอาจเป็นผลทำให้มีความดันของโลหิตสูงขึ้นก็เป็นได้

เมื่อร่างกายเปลี่ยนแปลงสภาพจากการพักผ่อนมาเป็นการออกกำลังกายความดันโลหิตจะลดลงเล็กน้อย เป็นเวลา 2 - 3 วินาที ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลอดเลือดต่างๆ ในกล้ามเนื้อเริ่มมีการขยายตัว (Vasodilation) หลังจากช่วงเวลา 2 - 3 วินาทีนั้น ความดันโลหิตจะค่อยๆ สูงขึ้นเรื่อยๆ และมักถึงขีดสูงสุดภายในเวลา 1 นาที ถ้าหากงานนั้นเป็นงานที่มีความเข้มข้นสูง หลังจากที่มีความดันโลหิตขึ้นถึงขีดสูงสุดแล้ว หากงานที่ทำดำเนินต่อไปในแบบคงที่ (Steady state) คือ อัตราการขนส่งออกซิเจนเท่ากับปริมาณของออกซิเจนที่เซลล์ต้องใช้ ความดันโลหิตจะลดลงเล็กน้อยขณะนี้ยังไม่มีใครอธิบายได้ว่าเพราะเหตุไรจึงเป็นเช่นนั้น

เมื่อการออกกำลังกายได้สิ้นสุดลง ความดันโลหิตจะต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมักต่ำกว่าอัตราปกติ ภายในเวลา 5 - 10 วินาที แล้วจะเริ่มสูงขึ้นอีก การลดต่ำกว่าอัตราปกติในระยะแรกนี้ อาจเป็นเพราะโลหิตพากันไปค้างอยู่ในหลอดเลือดที่ยังไม่ทันจะบีบตัว ให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง เมื่อการออกกำลังกายได้สิ้นสุดลงแล้ว ประกอบกับกล้ามเนื้อที่ไม่ต้องทำการหดตัวต่อไป ทำให้หายไป และความดันโลหิตที่ต่ำลงในช่วงเวลา 5 - 10 วินาทีนั้น อาจเป็นเครื่องกระตุ้นให้หลอดเลือดต่างๆ หดตัวลงเพื่อรักษาความดันโลหิตให้อยู่ในอัตราปกติต่อไป

อัตราชีพจร (Pulse Rate) ไม่มีอะไรมากไปกว่าการไหลของโลหิตในหลอดเลือดตามจังหวะการเต้นของหัวใจนั้นเป็นจำนวนครั้ง / นาที นิยมจับกันที่เส้นโลหิตแดงที่โคนฝ่ามือ (Radial Artery) และบริเวณหลอดเลือดแดงหลังของคอ (Carotid) ซึ่งอยู่ที่คอบริเวณใต้กรามล่าง อัตราการเต้นของชีพจรในผู้ใหญ่ ประมาณ 72 - 80 ครั้ง / นาที ในขณะที่ชีพจรต้องสังเกตดูจังหวะการเต้นของชีพจรว่าสม่ำเสมอหรือไม่ ความแรงเท่ากันหรือไม่ (ราแพน พรเทพเกษมสันต์. 2541 : 155 - 156)

ลักษณะของชีพจรจะแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. อายุ เด็กอ่อนชีพจรเร็ว คนสูงอายุชีพจรช้า
2. เพศ เพศหญิงชีพจรเร็วกว่าเพศชายเล็กน้อย หญิง 70 - 80 ครั้ง / นาที ชาย 65 - 70 ครั้ง / นาที
3. รูปร่าง ถ้ามีขนาดตัวใหญ่ อัตราการเต้นน้อยลง ถ้ารูปร่างเล็กอัตราการเต้นเพิ่มขึ้น
4. การออกกำลังกายหรือการทำงานใดๆ ก็ตาม ชีพจรจะเต้นเร็วขึ้น เช่น หลังรับประทานอาหาร
5. ภาวะทางอารมณ์ เช่น ตื่นเต้น กังวล ตกใจกลัว ชีพจรจะเต้นเร็ว
6. ภาวะโรคบางอย่าง เช่น โรคหัวใจ ฮาร์ท ดีซีส (Heart Disease) โรคของต่อมไทรอยด์ผิดปกติ (Thyroid Disturbance)
7. ยาบางชนิด เช่น โพรมอดอน อีพิเนฟริน (Epinephrine) ทำให้หัวใจเต้นเร็วและบีบตัวแรง ยาบำรุงหัวใจ ดิจิเทอรিস (Digitalis) ทำให้ชีพจรช้าลง
8. เมื่อความร้อนของร่างกายสูงขึ้น เช่น ระหว่างเป็นไข้ชีพจรเร็วขึ้น
9. ความดันโลหิต เมื่อความดันโลหิตต่ำชีพจรจะเต้นเบาและเร็ว เพื่อจะบีบให้จำนวนเลือดเข้ามาในกระแสเลือดมากขึ้น แต่ถ้าความดันโลหิตสูง ชีพจรจะช้าลงและเต้นแรง

1.4 บทบาทของออกซิเจนในการออกกำลังกาย

บทบาทของความสามารถของการใช้ออกซิเจนสูงสุด และ max.O_2 debt ในการกำหนดขีดจำกัดให้การออกกำลังกายประทุม ม่วงมี. (2527 : 208) กล่าวว่า ในกีฬาที่ต้องออกกำลังกายอย่างรุนแรงมากและเสร็จสิ้นลงในเวลาอันสั้นพลังงานเกือบทั้งหมดได้มาโดยทางแอนแอโรบิกด้วยการใช้ PC และไกลโคเจน การออกกำลังกายชนิดนี้ทำให้ ออกซิเจน เด็ท (oxygen debt) มีปริมาณสูงกว่า (oxygen deficit) ดังได้กล่าวแล้ว ตามปกติร่างกายของคนเราจะสามารถสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิกโดยแทบอย่างมากที่สุดได้ราวๆ 45 วินาที ก็จะมีการสะสมของกรดแลคติกมากเกินไปกว่าที่ร่างกายจะทนได้ ในการออกกำลังกายที่ต้องเกี่ยวกับการวิ่ง ตามความเป็นจริงแล้วหากระยะทางไกลเกินกว่าที่นักกีฬาจะวิ่งได้ในเวลา 45 วินาที ความเร็วในการวิ่งจะต้องลดลงเพื่อให้เวลาร่างกายปรับตัวหันมาสร้างพลังงานแบบแอโรบิก ดังนั้นความสำเร็จในการวิ่งระยะทางไกล – ไกล จึงขึ้นอยู่กับความสามารถของร่างกายในอันที่จะสร้างพลังงานทั้งแบบ แอนแอโรบิก (ระยะต้นในบางครั้งขณะแข่งขันที่ต้องดำเนินไปอย่างเข้มข้น และขณะเร่งเข้าเส้นชัย) และแอโรบิก ความรู้เกี่ยวกับว่านักกีฬาคณะหนึ่งมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เท่าไร และ max. O_2 debt เท่าไร ซึ่งในหลักการอาจใช้เป็นเครื่องทำนายความสามารถของนักกีฬาคณะนั้นได้ว่า จะออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นใด เข้มข้นหนึ่ง ไปได้นานสักเท่าไร ตัวอย่างเช่น สมมุติว่า นักวิ่งคนหนึ่งมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เท่ากับ 4 ลิตร / นาที และมี max. O_2 debt เท่ากับ 15 ลิตร ถาถามว่านักวิ่งคนนี้จะสามารถวิ่งที่ความเข้มข้นที่ต้องใช้ออกซิเจน 5 ลิตร / นาที ได้เป็นเวลานานเท่าไร ก่อนที่เขาจะหยุดหรือชะลอความเร็วลง

<u>วิธีทำ</u> นักวิ่งคนนี้ต้องใช้ออกซิเจน	5 ลิตร / นาที
แต่นักวิ่งคนนี้มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพียง	4 ลิตร / นาที
O_2 deficit เท่ากับ	1 ลิตร / นาที
นักวิ่งคนนี้มี max. O_2 debt เท่ากับ	15 ลิตร

ดังนั้นนักวิ่งคนนี้สามารถที่จะวิ่งที่ความเข้มข้นนี้ต่อไปได้เป็นเวลา 15 นาที

ดังนั้นคงไม่เป็นที่น่าสงสัยว่าความสามารถของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและ max. O_2 debt ต่างก็มีบทบาทมากในอันที่จะสร้างขีดจำกัดให้การออกกำลังกายของคนคนหนึ่ง

1.5 ความสำคัญของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

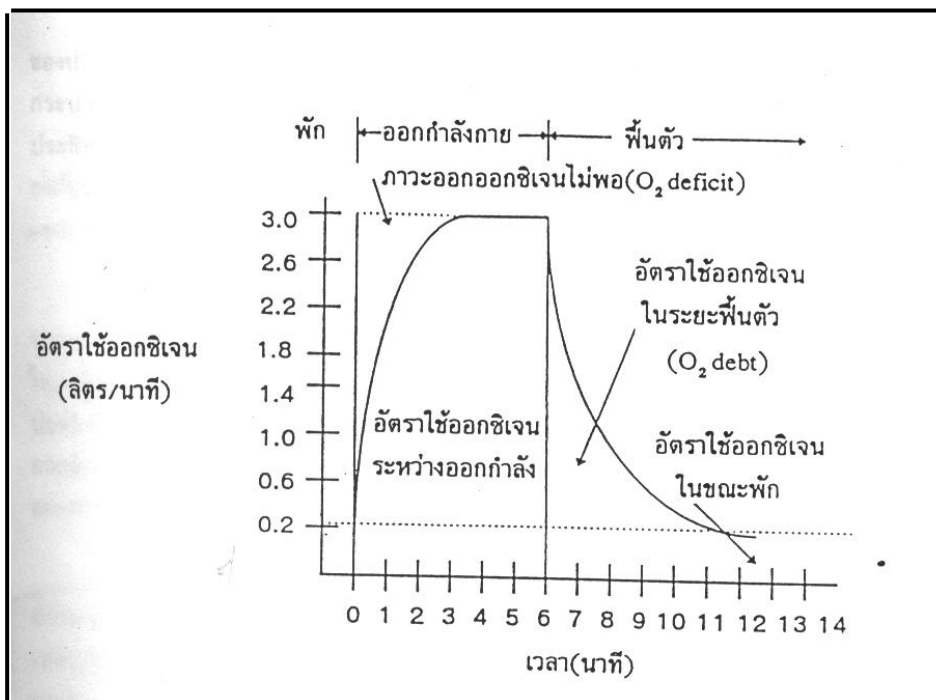
สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (maximum oxygen uptake) หมายถึง ปริมาณของออกซิเจน (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายรับไปใช้ในเซลล์แต่ละนาที ซึ่งถูกกำหนดโดยปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อและปริมาณของออกซิเจนที่แพร่จากเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อ หน่วยที่ใช้ในการวัดอัตราการจับออกซิเจนสูงสุดคือ มิลลิลิตร / นาที / กิโลกรัม แสดงถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจน ที่เป็นตัว

บ่งชี้ถึงการทำหน้าที่ของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (เพ็ญพิมล ัมมรัตน์คิด. 2537 : 44 -77) ซึ่งสอดคล้องกับ จรวัยพร ธรณินทร์ (2522 : 33) ที่กล่าวว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายเป็นดัชนีที่ดีที่สุดในการวัดความสามารถในการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจนของร่างกาย เพราะว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดนี้มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับขนาดของร่างกาย จำนวนกล้ามเนื้อ ความสามารถของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด และขบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในแต่ละคนแตกต่างกัน โดยทั่วไปอาจมีค่าระหว่าง 40 – 50 มิลลิลิตร / นาที / กิโลกรัม ในขณะที่นักกีฬามีการฝึกและมีความอดทนสูงอาจมีค่ามากกว่า 80 มิลลิลิตร / นาที / กิโลกรัม และโดยธรรมชาติผู้หญิงจะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ต่ำกว่าผู้ชายประมาณ 10 มิลลิลิตร / นาที / กิโลกรัม (ประทุม ม่วงมี. 2534 : 62) ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัธน์ (2536 : 445) กล่าวว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันไปตามสถานะทางเพศ อายุ ขนาดรูปร่าง โดยจะเพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งจะสูงเมื่ออายุ 20 – 25 ปี ในเพศหญิง และ 25 – 30 ปี ในเพศชาย หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง โดยทั่วไปเพศชายจะมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดประมาณ 50 มิลลิลิตร / นาที / กิโลกรัม ส่วนเพศหญิงมีค่าประมาณ 40 มิลลิลิตร / นาที / กิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าเพศชาย และหลังจากช่วงอายุดังกล่าวสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจะคงที่และค่อยๆ ลดต่ำลง ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะมีผลต่อการพัฒนาระบบหัวใจไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ หรือการรักษาระดับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดไว้

ประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงาน มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสามารถของร่างกายในอันที่จะออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ โดยออกซิเจนจะได้รับการลำเลียงเข้าสู่เนื้อเยื่อบริเวณไมโทคอนเดรียของเซลล์ และในขบวนการเดียวกันนี้ คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขจัดออกจากร่างกาย ขณะที่ร่างกายออกกำลังกายอย่างหนัก ขบวนการขนถ่ายออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะทำงานเร็วขึ้น จนในที่สุดเซลล์และเนื้อเยื่อไม่สามารถสกัดและรับออกซิเจนมาใช้ได้อีกต่อไปแล้ว ถึงแม้ว่าความหนักของงาน หรือการออกกำลังกายจะมีความหนักเพิ่มขึ้น เมื่อนั้นร่างกายก็ได้ออกกำลังกายที่ระดับความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด (สมหมาย แดงสกุล. 2531 : 330)

การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ยังสามารถบ่งชี้ถึงสมรรถภาพทางกายได้ ผู้ที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่าแสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์ของหัวใจในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปอดสามารถรับอากาศได้มาก เซลล์ในกล้ามเนื้อสามารถรับออกซิเจนไปสร้างเป็นพลังงานได้ดี และขบวนการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ได้เป็นอย่างดี อีกด้วย (Tamer, K. 1982 : 21 – 23)

ขณะออกกำลังกายอัตราการใช้ออกซิเจนจะแปรตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย โดยการใช้ออกซิเจนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นระหว่าง 2 - 3 นาทีแรกของการออกกำลังกายแล้วจะถึงระดับคงที่ (steady state) ซึ่งอัตราการรับออกซิเจนจากเลือดจะใกล้เคียงกับอัตราความต้องการออกซิเจนของเนื้อเยื่อ เมื่อหยุดการออกกำลังกายอัตราการใช้ออกซิเจนจะค่อยๆ ลดลงสู่ระดับพัก (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 2 อัตราการใช้ออกซิเจนระหว่างการออกกำลังกายและในระยะฟื้นตัว

ที่มา : เพ็ญพิมล รัชมรัคคิต (2537 : 44-77). ดัดแปลงมาจาก Lamb, 1984

วรรณิ์ เจิมสุรวงศ์ (2539 : บทคัดย่อ) กล่าวว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ 2 อย่างคือ

1. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด (Cardiovascular system) การทำงานที่หนักและต่อเนื่องนานๆ กล้ามเนื้อต้องอาศัยอาหารและออกซิเจนมาช่วยในการสร้างพลังงาน เพื่อส่งให้กล้ามเนื้อ โดยการส่งผ่านทางกระแสเลือด นอกจากนี้เลือดจะช่วยนำของเสียที่อยู่ในกล้ามเนื้อไปทำลาย การไหลเวียนของเลือดได้ดีหรือไม่นั้น หัวใจและหลอดเลือดมีส่วนสำคัญยิ่งที่จะกำหนดประสิทธิภาพการไหลเวียนของเลือด นั่นคือ ยิ่งหัวใจและหลอดเลือดมีประสิทธิภาพการทำงานดีเท่าใด การลำเลียงอาหาร ออกซิเจน ไปกล้ามเนื้อและการนำของเสียออกจากกล้ามเนื้อก็จะมีประสิทธิภาพดีขึ้น องค์ประกอบพื้นฐานทางสรีรวิทยาที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) ความดันโลหิต (blood pressure) ปริมาณเลือดที่ส่งออกจากหัวใจใน 1 นาที (cardiac output) ปริมาณเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้ง (stroke volume) เป็นต้น

2. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหายใจ (respiratory system) การทำงานของปอดด้วยการนำออกซิเจนเข้าและส่งผ่านกระแสเลือด และนำของเสียออกมาทำลาย เป็นกระบวนการที่ทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้นและทำลายของเสียได้เร็วขึ้น ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของ

ระบบหายใจจึงเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพการเพิ่มของออกซิเจน องค์ประกอบพื้นฐานทางสรีรวิทยา ได้แก่ ความจุปอด (vital capacity) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซ เป็นต้น

การที่ร่างกายมีการประสานงานกันอย่างดีของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด และระบบหายใจ จะส่งผลให้มีสุขภาพดี สามารถประกอบกิจกรรมต่าง ๆ หรือทำงานได้เป็นเวลานานไม่เหน็ดเหนื่อย เพราะมีความสามารถในการจับออกซิเจนดี เนื่องจากร่างกายมีหัวใจที่แข็งแรง ปอดมีพื้นผิวสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซมาก มีหลอดเลือดที่แข็งแรง มีประสิทธิภาพสูงในการลำเลียงออกซิเจน และเนื้อเยื่อมีการดึงออกซิเจนมาใช้ได้ดีร่างกายสามารถผลิตพลังงานแบบแอโรบิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 ทฤษฎีและหลักการฝึกในน้ำ

การออกกำลังกายในน้ำ เริ่มมีตั้งแต่สมัยอาณาจักรกรีกและโรมันยุครุ่งเรือง ในระยะหลัง แถบทวีปยุโรป อเมริกาและออสเตรเลียได้เริ่มให้ความสนใจกับการออกกำลังกายในน้ำขึ้นมามีอีกครั้ง (พันทิพา สินรัชตานนท์. 2537 : 28 - 33) จะเห็นได้จาก เริ่มนำรูปแบบการวิ่งเหยาะ (jogging) ในน้ำมาใช้ เมื่อปลายทศวรรษที่ 60 – 70 ต่อมาในทศวรรษที่ 70 ถึงต้นทศวรรษที่ 80 เริ่มมีการเดินแอโรบิกในน้ำ (aquarobic) และได้้นำการออกกำลังกายในน้ำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกเพื่อสุขภาพ และสมรรถภาพในทศวรรษที่ 90 (Sova. 1993)

สุริยา ณ นคร (2537) กล่าวว่า การออกกำลังกายในน้ำเป็นการนำกิจกรรมที่กระทำได้บนบก ซึ่งบางท่านอาจกล่าวว่ากิจกรรมที่กระทำบนบกนั้นคืออยู่แล้ว ทำไมจึงต้องเปลี่ยนไปออกกำลังกายในน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีเหตุผลที่สำคัญ คือ

ช่วยลดการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากการออกกำลังกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกายในรูปแบบที่รุนแรงมีแรงกระแทกสูง มักเกิดการบาดเจ็บในอัตราสูง ประกอบกับผลการวิจัยที่ใช้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายเบาๆ ในน้ำ เช่น การเดิน สามารถช่วยให้สมรรถภาพของระบบหายใจไหลเวียน (cardiorespiratory) ดีขึ้นได้ และยังเป็น การออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านทาน (resistance training) เพื่อสร้างความแข็งแรง ความอดทน ความอ่อนตัว การทรงตัวและการประสานงานของร่างกาย ซึ่งได้รับการยอมรับกันโดยทั่วไปว่า มีประโยชน์และจำเป็นในการพัฒนาร่างกายให้ดีขึ้น

การออกกำลังกายในน้ำเป็นการออกกำลังกายที่มีการปรับแรงต้านทานตามแรงของผู้ออกกำลังกาย กล่าวคือ ผู้ที่ออกกำลังกายในน้ำออกแรงมากเท่าไร น้ำจะมีแรงต้านมากเท่านั้น การเพิ่มความหนักอาจใช้อุปกรณ์ เช่น ถุงมือ (aqua groves) แผ่นโฟม (kickboards) ลูกบอล โฟมคาดเอว ผ้าเช็ดตัว เป็นต้น นอกจากนี้การออกกำลังกายในน้ำเหมาะกับทุกเพศ ทุกวัย รวมทั้งหญิงมีครรภ์ ผู้สูงอายุและผู้ที่มีปัญหาสุขภาพต่างๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกายตามปกติ เช่น โรคอ้วน ข้อเสื่อม อัมพฤกษ์ เป็นต้น มีจุดประสงค์เพื่อให้ทุกคนสามารถออกกำลังกายเพื่อสุขภาพได้ (exercise for all)

การออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่เป็นของเหลวหรือน้ำนั้น มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์หลายประการที่แตกต่างไปจากบนบก และมีผลต่อสรีรวิทยาของผู้ออกกำลังกายหลายประการที่น่าสนใจ คือ (สุริยา ณ นคร. 2537)

1. แรงดันได้น้ำ (hydrostatic pressure) แรงดันน้ำมีความลึกระดับข้อเท้า เข่า สะโพก เอว และระดับอก จะมีแรงดันมากขึ้นตามระดับความลึกของน้ำ ทำให้ขณะที่เราแช่ตัวอยู่ในน้ำเลือดดำสามารถไหลกลับสู่หัวใจได้ง่ายกว่าบนบก โดยเฉพาะบริเวณขาและเข่า ซึ่งปกติโลหิตจะไหลกลับสู่หัวใจได้ยากเพราะแรงดึงดูดของโลก นอกจากนี้ แรงดันของน้ำยังมีผลต่อระบบหายใจ คือ ปริมาณอากาศหลังหายใจออกค้างอยู่ในปอดน้อยลง และร่างกายต้องใช้พลังงานในการหายใจสูงกว่าปกติ เนื่องจากแรงดันของน้ำมีความกดดันต่อร่างกายอยู่ตลอดเวลา

2. แรงพยุงของน้ำหรือแรงลอยตัว (buoyancy) จะช่วยลดแรงกดดันหรือแรงกระแทกภายในข้อต่างๆ เช่น ข้อเท้า ข้อเข่า ในการเคลื่อนที่หรือการฝึกกระโดด นอกจากนี้ แรงพยุงของน้ำช่วยให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10 % เมื่ออยู่ในน้ำระดับหัวไหล่ จึงส่งผลทำให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายมีอิสระในการเคลื่อนไหวมากกว่าขณะอยู่บนบก ข้อต่อต่างๆ สามารถเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี ทำให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง แต่การออกกำลังกายในน้ำอาจจะควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวได้ยากกว่าขณะอยู่บนบก

3. ความต้านทานในน้ำ (aqua kinetic resistance) มีลักษณะพิเศษ คือ น้ำจะต้านการเคลื่อนไหวของร่างกายทุกทิศทางในสามมิติ (multidirectional) จึงสามารถใช้สำหรับบริหารกล้ามเนื้อที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในร่างกายได้อย่างทั่วถึงดีกว่าการใช้แรงต้านแบบอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะต้านทานการเคลื่อนไหวในทิศทางเดียว

4. อุณหภูมิของน้ำ (temperature) ขณะที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิที่เท่ากัน ร่างกายจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าบนบกถึง 25 เท่า ทำให้ร่างกายไม่รู้สึกอ่อนเพลียและไม่ทำให้เกิดอาการลมแดด (heat stroke) ซึ่งอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการออกกำลังกายในน้ำ ควรอยู่ในช่วง 80 – 86 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 27 – 30 องศาเซลเซียส ประโยชน์ของการออกกำลังกายในน้ำ

5. เป็นการออกกำลังกายแบบมีแรงกระแทกต่ำจึงมีความปลอดภัยสูงไม่เป็นอันตรายต่อข้อต่อเอ็น กระดูก และกล้ามเนื้อ

6. ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดความร้อนสูงมากเกินไปขณะออกกำลังกาย

7. ทำให้การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อสามารถทำได้เต็มที่

8. ลดอาการระบมที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย

9. การไหลวนของน้ำช่วยเพิ่มการไหลเวียนของเลือดดีขึ้น

10. ช่วยให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจง่ายขึ้นและเลือดยังไปเลี้ยงอวัยวะภายในมากขึ้น

11. ช่วยสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อแขน ต้นขา ทรวงอก หน้าท้อง อุ้งเชิงกราน กล้ามเนื้อกระบังลมและทำให้มีลักษณะการทรงตัวที่ดี

12. ช่วยลดความไม่สบายกาย เช่น ลดการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดหลัง ลดอาการบวมบริเวณปลายมือและปลายเท้า ช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้นลดอาการท้องผูก ลดอาการตะคริว และช่วยให้การนอนหลับดีขึ้น

13. เป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถสร้างความสนุกสนานและยังเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ สุริยา ณ นคร (2537 : 8) ที่กล่าวไว้ว่า การออกกำลังกายในน้ำมีประโยชน์มากมายดังนี้

14. การออกกำลังกายในน้ำ ช่วยลดอัตราเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปวดระบมภายหลังการออกกำลังกายหรือการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อต่างๆ จากน้ำหนักตัวและแรงกระแทกเนื่องจากคุณสมบัติของน้ำ

15. ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายในด้านต่างๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น เสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนเลือด ช่วยให้ร่างกายมีความอ่อนตัวและการทรงตัวที่ดีขึ้น เนื่องจากแรงต้านทานของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยพัฒนากำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ดี

16. สามารถช่วยให้ข้อต่อต่างๆ เคลื่อนไหวได้อย่างคล่องแคล่ว มีความยืดหยุ่นสูง

17. ผู้ออกกำลังกายในน้ำจะรู้สึกสดชื่นและเหน็ดเหนื่อยน้อยกว่าการออกกำลังกายบนบก เพราะการไหลเวียนโลหิตและการระบายความร้อนของร่างกายที่มีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

แวกคาโร ; และคลินตัน (Vaccaro; & Clinton. 1981 : abstracts) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการฝึกแอโรบิกด้านซันที่มีต่อทรวงอก และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ในนักศึกษาหญิงระดับวิทยาลัย ใช้ผู้รับการทดลองจำนวน 10 คน อายุ 19 - 27 ปี ฝึกแอโรบิกด้านซันเป็นเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที มีการทดสอบสมรรถภาพทางกายทั้งก่อนและหลังการฝึกแอโรบิกด้านซัน โดยจะทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ความจุปอด อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยใช้กลุ่มเป็นตัวทดสอบความสามารถทางระบบไหลเวียนโลหิต พบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ฮิคแมน (Hickman. 1987 : abstracts) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงและการทำนายดัชนีการจับออกซิเจนสูงสุดจากการใช้เครื่องออกกำลังกายแขน ในบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 60 - 70 ปี จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาความเที่ยงตรง และการทำนายดัชนีการจับออกซิเจนสูงสุดจากการใช้เครื่องมือออกกำลังกายแขนทดสอบในระดับเกือบสูงสุดในบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 60 - 72 ปี จำนวน 44 คน เป็นหญิง 21 คน และเป็นชาย 23 คน การทดสอบโดย (1) หาความเที่ยงตรงจากการนำผลการวิจัยออกซิเจนสูงสุดของการวิ่งบนเครื่องกล (Treadmill) กับเครื่องเป่าอากาศ (Spirometry) มาวิเคราะห์อัตราการใช้ของหัวใจ เพื่อที่จะอธิบายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด วัตถุประสงค์ย่อยก็เพื่อที่จะพัฒนาการใช้เครื่องมือการออกกำลังกายแขน (2) หาความเชื่อมั่นโดยการใช้เครื่องมือออกกำลังกายแขนในระดับเกือบสูงสุดและการเดินบนเครื่องลูกล โดยให้ทดสอบก่อน

และทดสอบหลังของการใช้เครื่องมือทั้ง 2 ชนิด แล้วนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กัน สถิติที่ใช้ คือ สมการถดถอย (Stepwise Multiple Regression) ใช้ทำนายการจับออกซิเจนสูงสุด จากการใช้เครื่อง ออกกำลังกายแขนในระดับเกือบสูงสุด การใช้เครื่องมือออกกำลังกายแขนในระดับเกือบสูงสุด ใช้ การวิเคราะห์ 2 วิธี คือ (1) อัตราการออกกำลังกายของผู้ถูกทดลอง 13 - 15 (bpm) ใช้ทำนาย สมการปริมาณออกซิเจน (2) ร้อยละ 60 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ทำให้เกิดผลการทำนายสมการ ปริมาณออกซิเจน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนในการทำนายได้ถูกทำนายและความสัมพันธ์กับค่าจริง ของปริมาณก๊าซออกซิเจน การศึกษาครั้งนี้ได้แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากใน วิธีที่ 1 อัตราการออกกำลังกายของผู้ถูกทดสอบมีความสัมพันธ์ในระดับ .07 และมีความสัมพันธ์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ในวิธีที่ 2 ใช้ร้อยละ 60 ของอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กันในระดับ .72 และจากการทำนาย 2 วิธี ได้ค่าความสัมพันธ์สูง (.93) ระหว่างวิธีที่ 2 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าทั้ง 2 วิธี สามารถใช้กับผู้ที่มียุระหว่าง 60 - 72 ปี ได้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1989 : abstracts) ได้ศึกษาการใช้ออกซิเจนของการเดินแอโรบิกในน้ำที่ สัมพันธ์ถึงสภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพื่อดูว่าเมื่อเดินแอโรบิกในน้ำร่างกายต้องการพลังงาน ขนาดใดจึงจะเพียงพอในการฝึกที่เกิดผลต่อระบบหัวใจและหายใจ วัดโดยการวัดอัตราการเต้นของ หัวใจและการใช้ออกซิเจนระหว่างเดินแอโรบิกในน้ำนำมาเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดที่วัดจาก treadmill protocol กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ระดับวิทยาลัย อายุ 16 ปี ออกกำลังกายในน้ำ จน อัตราการเต้นของหัวใจถึงสภาวะคงที่ (steady state) ได้มีการสูมโดยการเก็บลมหายใจออกเป็น เวลา 3 นาที โดยใช้ถุงแก๊สซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจวัดได้อย่างต่อเนื่อง

ผลการวิจัยพบว่า การออกกำลังกายในน้ำจะทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ เพิ่มขึ้น 162 ครั้งต่อนาที แสดงให้เห็นถึงอัตราการเต้นของหัวใจมีค่า 74% ค่าเฉลี่ยของการใช้ ออกซิเจน 18.4 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อวินาที และพบว่ามี 17% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและค่า พลังงานเฉลี่ยที่ใช้ไปมีค่า 5.71 กิโลแคลอรีต่อวินาที สรุปได้ว่า การออกกำลังกายโดยเดินแอโรบิก ในน้ำเป็น โปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับบุคคลที่มีความสามารถในการทำงานของ ร่างกายขั้นเริ่มต้น หรือคนที่มีน้ำหนักร่างกายมาก หรือคนที่บาดเจ็บหรือสมรรถภาพทางกายไม่ดี

ดอนเนลลี่ ; และคณะ (Donnelly; & et al. 1992 : abstracts) ได้ทำการศึกษาประมาณ ค่าสูงสุดของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการเดินทดสอบระยะทาง 0.5 ไมล์ ในผู้หญิง อ้วน โดยการเปรียบเทียบค่าสูงสุดของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการประมาณจาก การเดินทดสอบระยะทาง 0.5 ไมล์ นำไปเปรียบเทียบกับค่าจริง ระดับความสามารถในการใช้ ออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่เป็นผู้หญิงอ้วน 96 คน ดัชนีมวลกาย 28 kg.m^{-2} และทำการ ทดสอบซ้ำในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาสาสมัครผู้หญิงรูปร่างอ้วนอีก 71 คน พบว่า สมการถดถอยที่สามารถ ทำนายค่าสูงสุดของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ดีที่สุด คือ

$$\text{Peak Vo}_2 \text{ Max (ml.kg-1.min-1)} = 53.23 - (1.98 \times \text{TM}) - (0.32 \times \text{BMI}) - (0.08 \times \text{age})$$

โดยที่ TM = เวลาที่ใช้ในการทดสอบ หน่วยเป็นนาที

BMI = ค่าดัชนีมวลกาย หน่วยเป็น กก.ต่อ ม².

Age = อายุ หน่วยเป็นปี

และการเดินทดสอบระยะทาง 0.5 ไมล์ นี้มีความแม่นยำและมีความเชื่อมั่นในการทำนายค่าสูงสุดของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์กับค่าจริงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเท่ากับ .76 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบดฟอร์ด ; และคณะ (Bedford ; & et al. 1996 : abstracts) ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการเดินแอโรบิกและการฝึกเดินแอโรบิกในน้ำต่อการใช้ออกซิเจนสูงสุด การเดินแอโรบิกในน้ำเป็นแบบของการออกกำลังกายที่กำลังเพิ่มความนิยม จุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อกำหนดการฝึกเดินแอโรบิกในน้ำว่ามีผลกับการฝึกเดินแอโรบิกบนบกต่อการปรับปรุงสมรรถภาพระบบหัวใจและหายใจในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีที่ไม่เคยออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่าง 18 คน แบ่งเป็นกลุ่มเดินแอโรบิกบนบก 9 คน และกลุ่มเดินแอโรบิกในน้ำ 9 คน ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์นั้น ผู้ทดลองปฏิบัติการทดสอบการออกกำลังกายสูงสุดแบบลำดับขั้นของ Schwinn Air-Dyne ขณะที่การใช้ออกซิเจนสูงสุดถูกวัดใน Beckman Metabolic Cart

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในผลการฝึกระหว่างการเดินแอโรบิกบนบกและในน้ำ และทั้งสองกลุ่มพบการปรับปรุงการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยระดับนัยสำคัญ (p-value = 0.004) การเดินแอโรบิกในน้ำปรากฏได้ว่าเป็นวิธีที่มีผลต่อการปรับปรุงสมรรถภาพระบบหัวใจและหายใจ ในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีและไม่ค่อยออกกำลังกาย (Sedentary Healthy Adults)

คัสเตอร์ ; และชาร์ลูกา (Custer : & Chaloupka. 1997 : abstracts) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างการทำนายความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดกับระยะทางวิ่งของนักศึกษาหญิงที่มีอายุระหว่าง 18-21 ปี จำนวน 40 คน ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยการขี่จักรยานวัดงานตามวิธีของ ออสตรานด์ – ไรห์มิง (Astrand –Ryhming) บนที่กระยะทางวิ่งเมื่อครบ 6 นาที 9 นาที และ 12 นาที พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดกับระยะเวลาในการวิ่ง 6 นาที 9 นาที และ 12 นาที มีค่าเท่ากับ 0.45 0.37 และ 0.49 ซึ่งค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.2 งานวิจัยในประเทศ

เอมอร์ เอี่ยมสำอางค์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด โดยทำการทดสอบแบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด 6 รายการคือ แบบทดสอบวิ่ง 12 นาที ของคูเปอร์ แบบทดสอบวิ่ง 1.5 ไมล์ ของคูเปอร์ แบบทดสอบออสตรานด์และไรห์มิง แบบทดสอบพิตช์เบิลยูซี – 170 (PWC₁₇₀) แบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟพี (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี ผลการวิจัยพบว่า

1. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของผลการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดทุกวิธีทดสอบ ของเพศชาย มีผลดังต่อไปนี้

ผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของแบบทดสอบวิ่ง 12 นาทีของคูเปอร์กับแบบทดสอบวิ่ง 1.5 ไมล์ของคูเปอร์ แบบทดสอบของออสตรานด์และไรห์มิง (Astrand and Rhyming) แบบทดสอบ ฟิตติ้งเบิลยูซี - 170 (PWC₁₇₀) แบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมานในระดับปานกลาง และระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($r = 0.816, 0.753, 0.680$ และ 0.782 ตามลำดับ)

ผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของแบบทดสอบวิ่ง 1.5 ไมล์ของคูเปอร์กับแบบทดสอบของออสตรานด์และไรห์มิง แบบทดสอบฟิตติ้งเบิลยูซี - 170 (PWC₁₇₀) แบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมานในระดับปานกลาง และระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($r = 0.616, 0.755, 0.689$ และ 0.688 ตามลำดับ)

ผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของแบบทดสอบออสตรานด์และไรห์มิงแบบทดสอบฟิตติ้งเบิลยูซี - 170(PWC₁₇₀) แบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมานในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($r = 0.842, 0.717$ ตามลำดับ)

ผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของแบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) กับแบบทดสอบลูกลของบอลกี มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมานในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($r = 0.735$)

2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของผลการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดทุกวิธีทดสอบ ของเพศหญิง มีผลดังต่อไปนี้

ผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของแบบทดสอบวิ่ง 12 นาทีของคูเปอร์กับแบบทดสอบวิ่ง 1.5 ไมล์ของคูเปอร์ แบบทดสอบของออสตรานด์และไรห์มิง แบบทดสอบฟิตติ้งเบิลยูซี - 170 PWC₁₇₀) แบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมานในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($r = 0.753, 0.775, 0.768$ และ 0.688 ตามลำดับ)

ผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของแบบทดสอบวิ่ง 1.5 ไมล์ของคูเปอร์กับแบบทดสอบของออสตรานด์และไรห์มิง แบบทดสอบฟิตติ้งเบิลยูซี - 170 (PWC₁₇₀) แบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมานในระดับสูงมาก และระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($r = 0.856, 0.911$ และ 0.843 ตามลำดับ)

ผลการทดสอบความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุดของแบบทดสอบฟิตติ้งเบิลยูซี -170 (PWC₁₇₀) กับแบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี มีความสัมพันธ์กันเชิงนิมานในระดับสูงมาก อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($r = 0.900$ และ 0.776 ตามลำดับ)

3. ผลการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของเพศชายระหว่างแบบทดสอบลูกลของบอลกีกับแบบทดสอบวิ่ง 12 นาที ของคูเปอร์ แบบทดสอบวิ่ง 1.5 ไมล์ของคูเปอร์ แบบทดสอบของออสตรานด์และไรห์มิง แบบทดสอบฟิตติ้งเบิลยูซี 170 (PWC₁₇₀) กับแบบทดสอบไอซีเอสพีเอฟที (ICSPFT) และแบบทดสอบลูกลของบอลกี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการทดสอบของแบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดทุกวิธีของเพศหญิง ไม่แตกต่างกัน

อุระ ศรีอีสาน (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกณฑ์สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของผู้สูงอายุ โดยทำการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดโดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบการเดิน 1 ไมล์ (Walking Test) ของสถาบันร็อกพอร์ต (The Rockport Walking Institute , 1987) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ ผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงซึ่งเป็นสมาชิกของชมรมผู้สูงอายุที่ออกกำลังเป็นประจำของ จังหวัดสกลนครและนครพนม ที่มีอายุระหว่าง 60-74 ปี ประกอบด้วยเพศชายจำนวน 50 คน เพศหญิงจำนวน 50 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ผลการวิจัยนำเสนอสร้างเกณฑ์สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของผู้สูงอายุ โดยแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง สูงมาก ซึ่งในช่วงอายุ 60-64 ปี เพศชายค่าต่ำมากคือน้อยกว่า 26.12 สูงมากคือมากกว่า 40.24 เพศหญิง ค่าต่ำมากคือน้อยกว่า 15.80 สูงมากคือมากกว่า 35.65 ในช่วงอายุ 65-69 ปี เพศชายค่าต่ำมากคือน้อยกว่า 17.89 สูงมากคือมากกว่า 30.67 เพศหญิง ค่าต่ำมากคือน้อยกว่า 14.18 สูงมากคือมากกว่า 30.16 ในช่วงอายุ 70-74 ปี เพศชายค่าต่ำมากคือน้อยกว่า 11.83 สูงมากคือมากกว่า 25.77 เพศหญิงค่าต่ำมากคือน้อยกว่า 7.11 สูงมากคือมากกว่า 24.56

รัชชัย กาญจนะทวีกุล (2541 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายประเภททบทวนต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายตลอดจนความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน อายุระหว่าง 20-21 ปี ฝึกออกกำลังกายด้วยการวิ่งระยะไกลที่ความเร็ว 8 ± 2 นาที่/กิโลเมตร สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยเพิ่มระยะทางการวิ่งขึ้นไปอีก 20% ในทุกๆ 2 สัปดาห์ของการฝึก โดยวัดโครงสร้างของหัวใจและวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผลปรากฏว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ต่างเพิ่มขึ้นอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

หทัยรัตน์ ราชนาวิ (2543 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยถึงผลการฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่องที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 30 คน อายุระหว่าง 19-21 ปี เพศชาย จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบไม่ต่อเนื่อง โดยทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึก 3 วัน/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการทดลอง กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กลุ่มทดลองทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่ากลุ่มฝึกโปรแกรม ออกกำลังกายแบบไม่ต่อเนื่อง มีอัตราการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดมากกว่ากลุ่มฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง และกลุ่มควบคุม

อภิศักดิ์ โผผิน (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนิสิตชาย ระดับอุดมศึกษา โดยใช้เทคนิคของออสตรานด์ – ไรห์มิง และ แกรี่ อี ลาร์เซน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ หาระดับค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ด้วยวิธีการปั่นจักรยานของออสตรานด์ – ไรห์มิง และวิธีวิ่งสลับเดินของ แกรี่ อี ลาร์เซน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี ศึกษาในระดับปริญญาตรีสาขาวิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีสุขภาพสมบูรณ์ จำนวน 30 คน ทดสอบด้วยวิธีการปั่นจักรยานของออสตรานด์ – ไรห์มิง และวิธีวิ่งสลับเดินของ แกรี่ อี ลาร์เซน วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่า “ที” หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ด้วยวิธีการคำนวณของ สเปียร์แมน แรงค์

ผลสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบระดับค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีการปั่นจักรยานของออสตรานด์ – ไรห์มิง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.53 มล./กก./นาที ซึ่งแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .62 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาพลศึกษา อายุ 18 - 20 ปี จำนวน 70 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาพลศึกษา อายุ 18 - 20 ปี จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (จับฉลาก) จากนั้นทำการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการปั่นจักรยานวัดงาน แล้วทำการสุ่มอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน ไม่ได้รับการฝึกทั้งสองแบบ กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว จำนวน 10 คน กลุ่มที่ 3 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก จำนวน 10 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการฝึก คือ โปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือขั้นที่ 1

1. เสนอโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ ต่อประธาน และกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ในการทำวิจัย พิจารณาตรวจสอบ แก้ไข และปรับปรุง
2. นำโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ตรวจสอบ แก้ไข และปรับปรุง โปรแกรมการฝึกให้เหมาะสม
3. แก้ไขปรับปรุงโปรแกรมการฝึก พร้อมทั้งจะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์ในการวิจัยต่อไป

วิธีหาคุณภาพเครื่องมือชิ้นที่ 1

ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องมือวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้วิธีของออสตรานด์ - ไรมิง (Astrand - Rhyming Test)
2. นาฬิกา Polar

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ อุปกรณ์ สถานที่และวิธีการทดสอบ
2. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกต่างๆ
3. ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้เชี่ยวชาญและรองอธิการบดีสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการใช้กลุ่มตัวอย่าง สถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกในการวิจัย
4. เตรียมอุปกรณ์และสถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวกในการฝึกและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการฝึกและการทดสอบแก่ผู้ช่วยในการทดสอบให้เข้าใจ
6. เตรียมกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการดังนี้
 - 6.1 ชี้แจงกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการปฏิบัติ การแต่งกายในขณะที่เก็บรวบรวมข้อมูล
 - 6.2 อธิบายรายละเอียดและสาธิตวิธีการฝึกให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถูกต้อง
7. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันเวลา ที่กำหนดไว้ตามโปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้คือ

7.1 กลุ่มที่ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว ฝึก วันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลาในการฝึกครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมง โดยแบ่งการฝึกออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอบอุ่นร่างกายใช้เวลา 10 นาที ช่วงฝึกวิ่งในน้ำ 40 นาที และช่วงคลายอุ่น 10 นาที

7.2 กลุ่มที่ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ฝึก วันอังคาร พฤหัสบดี และเสาร์ เวลาในการฝึกครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมง โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอบอุ่นร่างกายใช้เวลา 10 นาที ช่วงฝึกวิ่งในน้ำ 40 นาที และช่วงคลายอุ่น 10 นาที

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติ เปรียบเทียบการฝึกด้วยการวิ่งในน้ำระดับเอว และการวิ่งในน้ำระดับอก ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดสอบมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way analysis of variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของวิธีการฝึก ทั้ง 3 วิธี และระยะเวลาการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบวัดซ้ำชนิดสองมิติ (Analysis of variance with repeated measure in two – dimensional design) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 หากพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกทั้ง 3 วิธีและระยะเวลาการฝึกต้องแยกศึกษาภายในแต่ละวิธีการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว (Analysis of variance with repeated measure in a one – dimensional design) เพื่อทดสอบวิธีการฝึกทั้ง 3 วิธี ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ในช่วงระยะเวลาการฝึกที่ต่างกัน และต้องแยกศึกษาภายในแต่ละระยะเวลาการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way analysis of variance) เพื่อที่จะทดสอบความแตกต่างของวิธีการฝึกทั้ง 3 วิธี ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ได้ใช้สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ดังนี้

N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การแจกแจงแบบเอฟ (f – distribution)
df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of freedom)
SS	แทน	ผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Mean of square)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นที่ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบจะตกอยู่ในช่วงปฏิเสธสมมติฐานกลาง
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก

กลุ่ม	อายุ (ปี)		น้ำหนัก (กก.)		ส่วนสูง (ซ.ม.)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มควบคุม	19.30	0.82	59.75	5.97	168.65	2.87
กลุ่มทดลองที่ 1	18.80	0.63	57.20	6.96	169.68	2.95
กลุ่มทดลองที่ 2	19.20	0.42	60.06	6.26	170.61	3.65

จากตาราง 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 19.30 ± 0.82 ปี 59.75 ± 5.97 กิโลกรัม และ 168.65 ± 2.87 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว เท่ากับ 18.80 ± 0.63 ปี 57.20 ± 6.96 กิโลกรัม และ 169.68 ± 2.95 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก เท่ากับ 19.20 ± 0.42 ปี 60.06 ± 6.26 กิโลกรัม และ 170.61 ± 3.65 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง
ระหว่างกลุ่ม ควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>อายุ</u>					
ระหว่างกลุ่ม	1.40	2	0.70	1.67	0.21
ภายในกลุ่ม	11.30	27	0.42		
รวม	12.70	29			
<u>น้ำหนัก</u>					
ระหว่างกลุ่ม	49.21	2	24.63	0.60	0.54
ภายในกลุ่ม	1110.05	27	41.11		
รวม	1159.31	29			
<u>ส่วนสูง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	19.23	2	9.61	0.95	0.40
ภายในกลุ่ม	272.75	27	10.10		
รวม	291.98	29			
P>.05					

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าก่อนการฝึก กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการฝึก		หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4		หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มควบคุม	42.05	4.24	42.15	4.28	42.27	3.82
กลุ่มทดลองที่ 1	41.17	3.56	44.28	3.11	47.35	2.90
กลุ่มทดลองที่ 2	40.46	2.24	44.10	1.62	47.71	1.12

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 42.05 ± 4.24 42.15 ± 4.28 และ 42.27 ± 3.82 มล./กก./นาที ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว ก่อนการฝึกภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 41.17 ± 3.56 44.28 ± 3.11 และ 47.35 ± 2.99 มล./กก./นาที ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ก่อนการฝึกภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 40.46 ± 2.24 44.10 ± 1.62 และ 47.71 ± 1.12 มล./กก./นาที ตามลำดับ

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบวัดซ้ำชนิดสองมิติ เพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการใช้วิธีการฝึกที่ต่างกันและระยะเวลาการฝึกที่ต่างกัน ที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างสมาชิก	29	842.99			.00
วิธีการฝึก	2	81.91	40.95	1.45	
สมาชิก	27	761.08	28.19		
ภายในสมาชิก	60	508.57			
ระยะเวลาการฝึก	2	310.40	155.20	152.94	.00
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาในการฝึก	4	143.38	35.84		
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและระยะเวลาในการฝึก	54	54.79	1.01	35.32	.00*
รวม	89	1351.56			

*P <.05

จากตาราง 4 แสดงว่า ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึกมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (เนื่องจากค่า $p = .000$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$) นั่นคือผลกระทบที่เกิดจากความแตกต่างของวิธีการฝึกขึ้นอยู่กับระยะเวลาการฝึกดังนั้นในการศึกษาวิธีการฝึกที่ต่างกันจะส่งผลให้สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดต่างกันหรือไม่นั้น ผู้วิจัยจึงแยกศึกษาภายในแต่ละช่วงเวลาของการฝึกโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อทดสอบว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดระหว่างวิธีการฝึกทั้ง 3 วิธี ในช่วงของการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ดังปรากฏในตารางที่ 5-8 และในการศึกษาระยะเวลาการฝึกที่ต่างกันจะส่งผลให้สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดต่างกันหรือไม่นั้นผู้วิจัยจึงแยกศึกษาภายในแต่ละวิธีการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว เพื่อทดสอบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ในช่วงเวลาการฝึกที่ต่างกัน ดังแสดงในตาราง 9-12

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลอง 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ก่อนการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	12.71	2	6.36		
				.54	.59
ภายในกลุ่ม	320.99	27	11.89		
รวม	333.71	29			

P>.05

จากตาราง 5 พบว่า ก่อนการฝึก ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจน
สูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2
ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	27.90	2	13.95	1.36	.27
ภายในกลุ่ม	276.07	27	10.22		
รวม	303.98	29			

$P > .05$

จากตาราง 6 พบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจน
สูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2
ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	184.68	2	92.33	11.39	.00*
ภายในกลุ่ม	218.81	27	8.10		
รวม	403.49	29			

*P < .05

จากตาราง 7 พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจน
สูงสุด ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งใน
น้ำระดับอก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า วิธีการฝึกวิธีการ
ใดวิธีการหนึ่งส่งผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ต่างไปจากวิธีการฝึกอื่น ๆ ดังนั้น
สามารถทราบผลความแตกต่างรายคู่ได้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด
ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2
ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

กลุ่มฝึก	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
$\bar{X}$	42.27	47.35	47.71
กลุ่มควบคุม	42.27	-	5.08*
กลุ่มทดลองที่ 1	47.35	-	.36
กลุ่มทดลองที่ 2	47.71	-	-

*P < .05

จากตาราง 8 พบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่ากลุ่มทดลองที่ 2 จะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมตามลำดับ

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพ
การจับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4
และสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างสมาชิก	9	451.21	50.13		
ภายในสมาชิก	20	7.44	.52		
ระยะเวลาการฝึก	2	0.24	.12	.30	.74
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาในการฝึก	18	7.20	.40		
รวม	29	458.65			
P > .05					

จากตาราง 9 พบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพ
การจับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอวระหว่างก่อนการฝึก
ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างสมาชิก	9	256.77	28.53		
ภายในสมาชิก	20	211.66	70.78		
ระยะเวลาการฝึก	2	191.09	95.54	83.63	.00*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาในการฝึก	18	20.57	1.43		
รวม	29	468.43			

*P <.05

จากตาราง 10 พบว่าในกลุ่มทดลองที่ 1 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจน
สูงสุด ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การฝึกในระยะเวลาใดช่วงเวลาหนึ่งส่งผลต่อสมรรถภาพ
การจับออกซิเจนสูงสุดต่างไปจากการฝึกในเวลาอื่น ๆ ดังนั้นสามารถทราบผลความแตกต่างได้
ในตาราง 11

ตาราง 11 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1
ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว

ระยะเวลาในการฝึก		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8
	$\bar{X}$	41.17	44.28	47.35
ก่อนการฝึก	41.17	-	3.11	6.18*
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	44.28	-	-	3.07
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8	47.35	-	-	-

*P < .05

จากตาราง 11 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอวมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับสัปดาห์ที่ 4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยมีแนวโน้มว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 จะมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นมากกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึกตามลำดับ

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำมิติเดียว ของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอกระหว่าง ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างสมาชิก	9	53.10	5.90		
ภายในสมาชิก	20	289.48	0.17		
ระยะเวลาการฝึก	2	262.45	131.22	87.38	.00*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาในการฝึก	18	27.03	1.50		
รวม	29	342.58			

*P <.05

จากตาราง 12 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอกมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การฝึกในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่งส่งผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ต่างไปจากการฝึกในเวลาอื่น ๆ

ตาราง 13 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำ
ระดับออก

ระยะเวลาในการฝึก		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8
	$\bar{X}$	40.46	44.10	47.71
ก่อนการฝึก	40.46	-	3.64	7.25*
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	44.10	-	-	3.61*
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8	47.71	-	-	-

*P < .05

จากตาราง 13 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับออก มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับก่อนการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับก่อนการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกที่มีต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกที่มีต่อสมรรถภาพการใช้
ออกซิเจนสูงสุด

สมมุติฐานในการวิจัย

การฝึกวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอกมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกัน

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่
ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาพลศึกษา อายุ 18 - 20 ปี จำนวน 70 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายสถาบันการพลศึกษา
วิทยาเขตกระบี่ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาพลศึกษา อายุ 18 - 20 ปี จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่าง
ง่าย (จับฉลาก) จากนั้นทำการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการปั่นจักรยานวัด
งานแล้วทำการสุ่มอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน
โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน ไม่ได้รับการฝึกทั้งสองแบบ กลุ่มที่
2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว จำนวน 10 คน กลุ่มที่ 3 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก จำนวน 10 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการฝึก คือ โปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือขั้นที่ 1

1. เสนอโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ ต่อประธาน และกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ใน
การทำวิจัย พิจารณาตรวจสอบ แก้ไข และปรับปรุง
2. นำโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ตรวจสอบ แก้ไข และปรับปรุง
โปรแกรมการฝึกให้เหมาะสม

3. แก้ไขปรับปรุงโปรแกรมการฝึก พร้อมทั้งจะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์ในการวิจัยต่อไป

วิธีหาคุณภาพเครื่องมือขั้นที่ 1

ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องมือวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้วิธีของออสตรานด์ - ไรมิง (Astrand - Rhyming Test)
2. นาฬิกา Polar

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของโปรแกรมการฝึกวิ่งในน้ำ อุปกรณ์ สถานที่และวิธีการทดสอบ
2. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกต่างๆ
3. ขอลหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้เชี่ยวชาญและรองอธิการบดีสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการใช้กลุ่มตัวอย่าง สถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกในการวิจัย

4. เตรียมอุปกรณ์และสถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวกในการฝึกและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการฝึกและการทดสอบแก่ผู้ช่วยในการทดสอบให้เข้าใจ
6. เตรียมกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการดังนี้

6.1 ชี้แจงกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการปฏิบัติ การแต่งกายในขณะเก็บรวบรวมข้อมูล

6.2 อธิบายรายละเอียดและสาธิตวิธีการฝึกให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถูกต้อง

7. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันเวลา ที่กำหนดไว้ตามโปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้คือ

7.1 กลุ่มที่ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว ฝึก วันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลาในการฝึกครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมง โดยแบ่งการฝึกออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอบอุ่นร่างกายใช้เวลา 10 นาที ช่วงฝึกวิ่งในน้ำ 40 นาที และช่วงคลายอุ่น 10 นาที

7.2 กลุ่มที่ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก ฝึก วันอังคาร พฤหัสบดี และเสาร์ เวลาในการฝึกครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมง โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอบอุ่นร่างกายใช้เวลา 10 นาที ช่วงฝึกวิ่งในน้ำ 40 นาที และช่วงคลายอุ่น 10 นาที

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติ เปรียบเทียบการฝึกด้วยการวิ่งในน้ำระดับเอว และการวิ่งในน้ำระดับอก ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดสอบมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของอายุน้ำหนัก และส่วนสูง ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way analysis of variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของวิธีการฝึก ทั้ง 3 วิธี และระยะเวลาการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบวัดซ้ำชนิดสองมิติ (Analysis of variance with repeated measure in two – dimensional design) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 หากพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกทั้ง 3 วิธีและระยะเวลาการฝึกต้องแยกศึกษาภายในแต่ละวิธีการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว (Analysis of variance with repeated measure in a one – dimensional design) เพื่อทดสอบวิธีการฝึกทั้ง 3 วิธี ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ในช่วงระยะเวลาการฝึกที่ต่างกัน และต้องแยกศึกษาภายในแต่ละระยะเวลาการฝึก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – Way analysis of variance) เพื่อที่จะทดสอบความแตกต่างของวิธีการฝึกทั้ง 3 วิธี ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

สรุปผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ก่อนการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึกมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน
5. กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดระหว่างก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน
6. กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับก่อนการฝึกมีความแตกต่างกัน แต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่แตกต่างกัน

7. กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 กับก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับก่อนการฝึกไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการฝึกวิ่งในน้ำระดับเอวและระดับอก โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งในน้ำระดับเอว กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งในน้ำระดับอก โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 จากการศึกษ พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดภายในกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ในกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 9) แต่พบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มควบคุม มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ตาราง 3) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก กลุ่มควบคุม มีวิชาเรียนทางด้านพลศึกษาที่ทำให้มีการพัฒนาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เช่น กรีฑา วายน้ำ ฟุตบอล เป็นต้น ทำให้ร่างกายมีการปรับตัวต่อการฝึก สอดคล้องกับเบอาเวอร์แมน ; และฟรีแมน (Bowerman ; & Freeman. 1991) กล่าวว่า ร่างกายมีการปรับตัวตามความหนักที่ฝึก สมรรถภาพจะพัฒนาขึ้นเมื่อมีการฝึกกับความหนักที่เกินปกติและมีการเพิ่มความหนักในการฝึก ซึ่งเป็นไปตามกฎการใช้ความหนักในการฝึกมากกว่าปกติ (law of overload) ถ้าความหนักที่ใช้ในการฝึกเหมาะสมกับสภาพบุคคลนั้นและวัตถุประสงค์ของการฝึก (optimal training load) จะทำให้ร่างกายมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าใช้ความหนักในการฝึกน้อยเกินไป (too small training load) ทำให้ผลการฝึกเกิดขึ้นน้อย และถ้าใช้ความหนักในการฝึกมากเกินไป (too great training load) ทำให้ไม่เกิดผลของการฝึกและระดับสมรรถภาพร่างกายอาจจะลดลง เพราะเป็นการฝึกซ้อมที่หนักมากเกินไป (over training) และเนื่องจากไม่มีการปรับเพิ่มความหนักของการฝึก จึงทำให้สมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดช่วงระยะเวลา 8 สัปดาห์

ส่วนค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุดในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุด ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 10 –11)

และสอดคล้องกับงานวิจัยของ แวกคาโร ; และคลินตัน (Vaccaro ; & Clinton. 1981 : abstracts) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการฝึกแอโรบิกด้านซึ่ที่มีต่อทรวงอก และสมรรถภาพการจับ

ออกซิเจนสูงสุด ในนักศึกษาหญิงระดับวิทยาลัย ใช้ผู้รับการทดลองจำนวน 10 คน อายุ 19 - 27 ปี ฟีกแอโรบิกด้านซ์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที มีการทดสอบสมรรถภาพทางกายทั้งก่อนและหลังการฟีกแอโรบิกด้านซ์ โดยจะทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ความจุปอด อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยใช้ลูกลูกเป็นตัวแทนทดสอบความสามารถทางระบบไหลเวียนโลหิต พบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฟีกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างจากก่อนการฟีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และส่วนภายหลังการฟีกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 12 -13) ซึ่งสอดคล้องกับสุริยา ณ นคร (2537) พบว่า ในส่วนของ แรงพยุงของน้ำหรือแรงลอยตัว (buoyancy) จะช่วยลดแรงกดดันหรือแรงกระแทกภายในข้อต่าง ๆ เช่น ข้อเท้า ข้อเข่า ในการเคลื่อนที่หรือการฟีกกระโดด นอกจากนี้แรงพยุงของน้ำช่วยให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10% เมื่ออยู่ในน้ำระดับหัวไหล่จึงส่งผลทำให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายมีอิสระในการเคลื่อนไหวมากกว่าขณะอยู่บนบก ข้อต่อต่างๆ สามารถเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี ทำให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง แต่การออกกำลังกายในน้ำอาจจะควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวได้ยากกว่าขณะอยู่บนบก ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวจะพบว่า ผู้ถูกทดลองควรจะออกกำลังกายในน้ำที่มีระดับหัวไหล่ขึ้นไปจึงส่งผลที่ดีทำให้น้ำหนักตัวลดลง ทำให้ร่างกายมีอิสระในการเคลื่อนไหว

ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุด และการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni ระหว่างกลุ่ม ก่อนการฟีก ภายหลังการฟีกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองที่ 1 ภายหลังการฟีกสัปดาห์ที่ 4 เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับกลุ่มควบคุม แต่ภายหลังการฟีกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุดของเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ สุริยา ณ นคร (2537 : 8) ที่กล่าวไว้ว่า การออกกำลังกายในน้ำมีประโยชน์มากมายดังนี้

1. การออกกำลังกายในน้ำ ช่วยลดอัตราเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปวดระบมภายหลังการออกกำลังกายหรือการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อต่างๆ จากน้ำหนักตัวและแรงกระแทกเนื่องจากคุณสมบัติของน้ำ

2. ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายในด้านต่างๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น เสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนเลือด ช่วยให้ร่างกายมีความอ่อนตัวและการทรงตัวที่ดีขึ้น เนื่องจากแรงต้านทานของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยพัฒนากำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ดี

3. สามารถช่วยให้ข้อต่อต่างๆ เคลื่อนไหวได้อย่างคล่องแคล่ว มีความยืดหยุ่นสูง

4. ผู้ออกกำลังกายในน้ำจะรู้สึกสดชื่นและเหน็ดเหนื่อยน้อยกว่าการออกกำลังกายบนบก เพราะการไหลเวียนโลหิตและการระบายความร้อนของร่างกายที่มีประสิทธิภาพ

กลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับกลุ่มควบคุม แต่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มทดลองที่ 1 (ตารางที่ 5 - 8) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยสมรรถภาพของการจับออกซิเจนสูงสุด ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้น ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 - 8 มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้ เพราะร่างกายมีการปรับตัวต่อการฝึกด้วยการออกกำลังกายในน้ำ ดังที่แอนเดอร์สัน (Anderson. 1989 : abstracts) ที่ได้ศึกษาการใช้ออกซิเจนของการเดินแอโรบิกในน้ำที่สัมพันธ์ถึงสภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพื่อดูว่าเมื่อเดินแอโรบิกในน้ำร่างกายต้องการพลังงานขนาดใดจึงจะเพียงพอในการฝึกที่เกิดผลต่อระบบหัวใจและหายใจ วัดโดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและการใช้ออกซิเจนระหว่างเดินแอโรบิกในน้ำนำมาเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดที่วัดจาก treadmill protocol กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ระดับวิทยาลัย อายุ 16 ปี ออกกำลังกายในน้ำจนอัตราการเต้นของหัวใจถึงสภาวะคงที่ (steady state) ได้มีการสู่มโดยการเก็บลมหายใจออกเป็นเวลา 3 นาที โดยใช้ถุงแก๊ส ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจวัดได้อย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยพบว่า การออกกำลังกายในน้ำจะทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น 162 ครั้งต่อนาที แสดงให้เห็นถึงอัตราการเต้นของหัวใจมีค่า 74% ค่าเฉลี่ยของการใช้ออกซิเจน 18.4 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อวินาที และพบว่ามี 17% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและค่าพลังงาน เฉลี่ยที่ใช้ไปมีค่า 5.71 กิโลแคลอรีต่อวินาที สรุปได้ว่า การออกกำลังกายโดยเดินแอโรบิกในน้ำเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับบุคคลที่มีความสามารถในการทำงานของร่างกายขั้นเริ่มต้น หรือคนที่มีน้ำหนักร่างกายมาก หรือคนที่บาดเจ็บหรือสมรรถภาพทางกายไม่ จึงทำให้กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีการเพิ่มขึ้นสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 เป็นผลเนื่องมาจากกลุ่มทดลองที่ 2 มีการฝึกออกกำลังกายในน้ำระดับอกซึ่งมีแรงต้านมากกว่าการฝึกออกกำลังกายในน้ำระดับเอว สอดคล้องกับ สุริยา ณ นคร (2537) ในส่วนของแรงพยุงของน้ำหรือแรงลอยตัว (buoyancy) จะช่วยลดแรงกดต้นหรือแรงกระแทกภายในข้อต่าง ๆ เช่น ข้อเท้า ข้อเข่า ในการเคลื่อนที่หรือการฝึกกระโดด นอกจากนี้แรงพยุงของน้ำช่วยให้น้ำหนักตัวลดลงเหลือเพียง 10% เมื่ออยู่ในน้ำระดับหัวไหล่จึงส่งผลทำให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายมีอิสระในการเคลื่อนไหวมากกว่าขณะอยู่บนบก ข้อต่อต่างๆ สามารถเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี ทำให้ร่างกายมีความยืดหยุ่นสูง แต่การออกกำลังกายในน้ำอาจจะควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวได้ยากกว่าขณะอยู่บนบก ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวจะพบว่า ผู้ถูกทดลองควรจะออกกำลังกายในน้ำที่มีระดับ

หัวใจขึ้นไปจึงส่งผลที่ดีทำให้น้ำหนักตัวลดลง ทำให้ร่างกายมีอิสระในการเคลื่อนไหว ดังนั้น กลุ่มทดลองที่ 2 จึงมีอัตราของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดได้มากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 เนื่องจากมีความหนักในการออกกำลังกายมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกวิ่งในน้ำที่มีระดับน้ำต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้

1. การนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้นั้นควรคำนึงถึงชนิดของการออกกำลังกายเพราะชนิดการออกกำลังกายเช่น วิ่งกับ เต้นแอโรบิกนั้นมีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นวิธีการ หรือปัจจัยเสริมซึ่งในกรณีที่เป็นการเต้นแอโรบิกอาจจะมีส่วนช่วยในการออกกำลังกายทำให้ผู้ออกกำลังกายมีอารมณ์ร่วมที่ดีกว่าการวิ่งธรรมดา จึงอาจได้ผลสรุปไม่เหมือนกันทำให้เกิดความผิดพลาดในการนำผลการวิจัยไปใช้ได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง นอกจากเป็นนักกีฬาที่มีการฝึกฝนด้านการออกกำลังกายอย่างดีแล้วควรมีการวิจัยเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการออกกำลังกายบ้าง เช่น ผู้ที่มีร่างกายและสุขภาพไม่แข็งแรง หรือบุคคลทั่วไปที่มีการออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอบ้างเพราะผลที่ได้อาจจะนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและมีประโยชน์ต่อบุคคลทั่วไปเพิ่มขึ้น
2. การออกกำลังกายในน้ำนั้นมีประโยชน์ชัดเจนในด้านสรีรวิทยาของผู้ออกกำลังกายอย่างมากมายเช่น ลดแรงกระแทกที่เป็นผลจากการออกกำลังกาย ดังนั้นควรมีการส่งเสริมการวิจัยให้มากขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยยืนยันทางหลักวิชาการถึงประโยชน์ในด้านอื่นๆต่อร่างกายที่มาจากการออกกำลังกายในน้ำ โดยอาจจะมีการวิจัยในรูปแบบการทดลองที่คล้ายกับการวิจัยข้างต้นแต่เปลี่ยนชนิดกีฬาหรือวิธีการออกกำลังกาย เป็นต้น
3. การวิจัยในครั้งนี้มีการศึกษาเฉพาะในเพศชาย ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาในเพศหญิงด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2536). *การออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- จรรยาพร ธรณินทร์. (2519). *กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- (2521). *คู่มือปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- (2525). *กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ ; และกัลยา ปาละวิวัฒน์. (2536). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ธรรมมลการพิมพ์.
- เทเวศร์ พิริยะพูนท์. (2528). *เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธวัชชัย กาญจนะทวีกุล. (2541). *ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบประเภททนทานต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ*. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประทุม ม่วงมี. (2527). *รากฐานทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายและพลศึกษา*. กรุงเทพฯ : บุรพาสาส์น.
- (2534). *รากฐานทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายและพลศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : บุรพาสาส์น.
- พริ้มเพรา ผลเจริญสุข. (2528). *กายวิภาคและสรีรวิทยาของมนุษย์*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- พันธ์ทิพา สินรัชตานนท์. (2537). *การออกกำลังกายในน้ำ สารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต. (2537). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ : พีบี ฟอเรสบุคส์เซ็นเตอร์.
- ไพรินทร์ จำลองราษฎร์. (2522). *การสร้างแบบทดสอบประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตด้วยการวิ่ง*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จำแนก พรเทพเกษมสันต์. (2541). *กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ศิลปาบรรณาการ.
- ลาวัลย์ เรืองปรัชญากุล. (2536). *ผลของการฝึกจักรยานที่มีต่อระบบไหลเวียนโลหิต*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณิ์ เจริญวงศ์. (2539). *ผลของการเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำและสตีปแอโรบิกต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- วิจิตร บุญยะโหดระ. (2534). *การบริหารกาย การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ นิตยสารสัมพันธ์ที่ 6 เพื่อชีวิตและสุขภาพ 2*. กรุงเทพฯ : ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย ประเสริฐสิริพันธ์. (2514). *การเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนขณะออกกำลังกายตามวิธีของออสตรานด์กับวิธีวิเคราะห์อากาศหายใจ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมหมาย แดงสกุล. (2531). *สรีรวิทยาการออกกำลังกายระดับสูง*. กรุงเทพฯ : ภาคพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุริยา ณ นคร. (2537). *เอกสารเผยแพร่การออกกำลังกายในน้ำ*. กรุงเทพฯ : บริษัทอะควาฟิตเนส จำกัด.
- หทัยรัตน์ ราชนาวิ. (2543). *ผลของการฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่องที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิศักดิ์ โผผิน. (2547). *การเปรียบเทียบระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนิสิตชายระดับอุดมศึกษา โดยใช้เทคนิคของออสตรานด์-ไรห์มิงและแกรี อีลาร์เซน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุระ ศรีอีสาน. (2540). *เกณฑ์สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของผู้สูงอายุ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอมอร เอี่ยมสำอางค์. (2532). *การศึกษาผลการเดินทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Anderson, T. (1989). *The Oxygen Cost of Water Aerobic Relative to Maximal Oxygen Consumption (Water Exercise)*. Dissertation Abstracts, M.A. : California State University.
- Backburn ; & Z.V. Tran. (1992). Estimation of Peak Oxygen Consumption form A Submaximal half mile Walk in obes Females. *Internation Journal of obesity*. 16 : 585 – 589.
- Bedford, T., Dusterwinkle, T. ; & Hoppman, D.J. (1996). *Comparison of the Effects of Aerobic Dance to Water Aerobic Training on Maximal Oxygen Consumption*. Dissertation Abstracts, M.S.P.T. : Grand Valley State University.
- Custer, S.J. ; & E.C. Chaloupka. (1997). Relationship Between Predicted Maximal Oxygen Consumption and Running Performance of College Females. *Research Quarterly*. 48 : 47 - 50.
- Donnelly, J.E., J.J. Dennis, J.M. Jakicic, J. Whatley, S. Gunderson, W.J. Gillespie, G.L.

- Giam, C.K. ; & K.C.Teh. (1988). *Sport Medicine Exercise and Fitness*. Singapore : Continental Press.
- Hickman, Deboah Lynn. (1987). The Validity and Prediction of Maximum Oxygen Intake from A Submaximum Arm Ergometer Test from Persons Aged 60 To 72. *Dissertation Abstracts International*. 49 : 1090 - 5 A.
- Tamer, K. (1982). *Measurement and Comparison of Selected Physical Fitness Components of American Middle Eastern and East and Southeast Asian Male Students of Oklahoma State University*. Doctoral Dissertation.
- Vaccaro, P. ; & Clinton, M. (1981). The Effect of Aerobic Dance Conditioning on the Body Composition and Maximal Oxygen Uptake of College Women. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*. 42:880-895.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
โปรแกรมการฝึก

โปรแกรมการฝึกในน้ำ

1. อบอุ่นร่างกาย (Warm up) (ปฏิบัติบนบก)

- วิ่งรอบสระเป็นเวลา 5 นาที ที่ระดับความเร็ว 50 % ของอัตราการเต้นของหัวใจ

2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)

2.1 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อคอ (Lateral Neck Stretch)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อคอ

วิธีปฏิบัติ จากท่าเตรียมยืนตัวตรงเท้าห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ เอียงศีรษะไปทางด้านซ้าย ใช้มือทั้งสองข้างจับเอวไว้ ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.1

2.2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อข้างลำตัว (Trunk Sideward Lean)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อข้างลำตัว

วิธีปฏิบัติ ทำเริ่มต้นยืนตัวตรง เท้าห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ มือซ้ายจับที่เข่า เหยียดแขนขวาขึ้นเหนือศีรษะ พร้อมกับเอียงลำตัวไปทางด้านซ้าย ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.2

2.3 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแขนด้านหลัง (Behind Neck Stretch)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังและไหล่ส่วนบน

วิธีปฏิบัติ ยืนตัวตรง ยืดแขนทั้งสองไว้เหนือศีรษะ ดึงศอกด้วยมือข้างใดข้างหนึ่ง โดยดึงศอกด้านหลังอย่างช้าๆ ปฏิบัติอย่างช้าๆ ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.3

2.4 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณไหล่และหลังส่วนบน (Arms Straight up Above Head)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อบริเวณไหล่และหลังส่วนบน

วิธีปฏิบัติ ทำเริ่มต้นยืนตัวตรงเท้าห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ มือทั้งสองประสานกันเหนือศีรษะ ฝ่ามือหันขึ้นด้านบน ดันแขนขึ้นข้างบนค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.4

2.5 ยืดเหยียดกล้ามเนื้ออกและไหล่ (Straight Arms Behind Back)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้ออกและไหล่

วิธีปฏิบัติ ยืนตัวตรง มือทั้งสองข้างไขว้กันด้านหลัง โดยมีมือประสานกัน ยกแขนขึ้น โดยที่มือทั้งสองข้างยังประสานกันอยู่ จนรู้สึกถึงการยืดบริเวณ แขน ไหล่ และหน้าอก ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.5

2.6 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Forward Lunge)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อบริเวณขาหนีบ ต้นขาด้านหลัง สะโพก

วิธีปฏิบัติ ยืนแยกขาหน้า – หลัง ขาด้านหน้าชันเข้าขึ้น ขาด้านหลังเหยียดตึง มือทั้งสองประสานกันที่เข่าด้านหน้า กดสะโพกลงตรง ๆ จนรู้สึกตึง ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.6

2.7 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps Stretch)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

วิธีปฏิบัติ ยืนตัวตรง พับเข่าข้างใดข้างหนึ่งไปด้านหลัง ใช้มือข้างเดียวกับที่พับเข่า ขึ้นจับหลังเท้าไว้ ใช้มือดึงปลายเท้าดึงเข้าหาสะโพกให้มากที่สุด เข่งอที่มุมปกติ ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.7

2.8 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างและด้านข้างของสะโพก (Spinal Twist)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่างและด้านข้างของสะโพก

วิธีปฏิบัติ นิ่งเท้าขวาเหยียดตรง งอขาซ้ายข้ามขวา และอยู่ด้านหน้าของเข่าขวา ไหล่ออกขวาแล้ววางไว้ด้านนอกบริเวณด้านบนของต้นขาซ้าย เหนือเข่า วางมือซ้ายอยู่หลัง หันหลังไปมองด้านไหล่ซ้าย และขณะเดียวกันให้บิดลำตัวท่อนบนไปยังมือซ้าย ขณะที่บิดลำตัวให้บิดสะโพกในทิศทางเดียวกัน ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.8

2.9 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Sitting Toe Touch)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

วิธีปฏิบัติ นั่งตัวตรง เท้าทั้งสองเหยียดตรง ส้นเท้าแยกจากกันไม่ควรเกิน 6 นิ้ว มือทั้งสองจับไว้ที่ข้อเท้า พร้อมกับก้มตัวไปด้านหน้า ค้างไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.9

2.10 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณขาหนีบ (Butterfly)

วัตถุประสงค์ ยืดกล้ามเนื้อบริเวณขาหนีบ

วิธีปฏิบัติ นิ่งตัวตรง ฝ่าเท้าทั้งสองข้างประกบกันและดึงปลายเท้าเข้าหาลำตัว พร้อมกับก้มตัวให้ต่ำลงด้านหน้า อย่างช้า ๆ ก้มตั้งแต่สะโพกค้ำไว้ 10 วินาที กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 2.10

3. การฝึกในน้ำ

จุดมุ่งหมายของการฝึก

เพื่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้ความหนักของงาน คือ สัปดาห์ที่ 1 - 4 ใช้ความหนักของงานเท่ากับ 60-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจ

สัปดาห์ที่ 5 - 8 ใช้ความหนักของงานเท่ากับ 70-80% ของอัตราการเต้นของหัวใจ

ระยะทางการฝึกวิ่งในน้ำ 25 เมตร จำนวนเที่ยวที่ใช้ในการฝึก 1 เที่ยว

จำนวนเซตที่ใช้ในการฝึก 3 เซต เวลาที่ใช้พักต่อเที่ยวในการฝึก 30 วินาที

เวลาที่ใช้พักระหว่างเซตในการฝึก 3 นาที

การปฏิบัติ (สัปดาห์ที่ 1-8)

3.1 เดินยกเข่าสูงในน้ำไปด้านหน้า (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนลำตัวตั้งตรง แขนปล่อยไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. ก้าวเท้าข้างใดข้างหนึ่งไปด้านหน้า เท้าที่ก้าวไปข้างหน้ายกเข่าขึ้นพอประมาณ พร้อมกับการแกว่งแขนไปด้านหน้า ซึ่งแขนที่แกว่งจะสลับกับเท้าที่ก้าว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
3. ตามองไปข้างหน้า ลำตัวตั้งตรง ฝ่าเท้าสัมผัสพื้น
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 3.1

3.2 เดินยกเข่าสูงในน้ำไปด้านหลัง (ระดับเอว, ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนลำตัวตั้งตรง แขนปล่อยไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. ก้าวเท้าข้างใดข้างหนึ่งไปด้านหลัง เท้าที่ก้าวไปด้านหลังยกเข่าขึ้นพอประมาณ พร้อมกับการแกว่งแขน วิ่งแขนที่แกว่งจะสลับกับเท้าที่ก้าว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
3. ตามองไปข้างหน้า ลำตัวตั้งตรง ฝ่าเท้าสัมผัสพื้น
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 3.2

3.3 เดินยกเข่าสูงในน้ำไปด้านข้างขวา (ระดับเอว, ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนลำตัวตั้งตรง ปลอยแขนไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. เท้าห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ เริ่มต้นโดยการให้ลำตัวข้างซ้ายชิดขอบสระ จากนั้นก็เริ่มก้าวเท้าขวาไปทางด้านข้าง ยกเข่าขึ้นพอประมาณ พร้อมกับการแกว่งแขนสลับกับเท้าที่ก้าว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
3. ตามองไปข้างหน้า ลำตัวตั้งตรง ฝ่าเท้าสัมผัสพื้น
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 3.3

3.4 เดินยกเข่าสูงในน้ำไปด้านข้างซ้าย

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนลำตัวตั้งตรง แขนปล่อยไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. เท้าห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ เริ่มต้นโดยการยืนให้ลำตัวด้านข้างขวาชิดขอบสระ
3. ก้าวเท้าซ้ายไปทางด้านข้างซ้าย ยกเข่าขึ้นพอประมาณ ปฏิบัติสลับกับเท้าขวา พร้อมกับการแกว่งแขนสลับกับเท้าที่ก้าว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
4. ตามองไปข้างหน้า ลำตัวตั้งตรง ฝ่าเท้าสัมผัสพื้น
5. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 3.4

3.5 รืดกระโดดสลับเท้า (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มจากท่าเริ่มยืนตัวตรง แขนปล่อยตามธรรมชาติ
2. เริ่มโดยการกระโดดยกขาไปด้านหน้า โดยให้ขา ขาอีกด้านที่อยู่สัมผัสพื้นให้เปิดส้นเท้าขึ้น เพื่อพร้อมที่จะก้าวต่อไป แขนงอข้างลำตัวเพื่อช่วยในการแกว่งรักษาการทรงตัว
3. ขาด้านหลังตึง เมื่อยกเขาด้านหน้าขึ้นเพื่อต้องการกระโดด โดยเมื่อเท้าข้างที่ยกขึ้นสัมผัสพื้นเท้าอีกข้างก็ต้องยกขึ้นเพื่อสลับกัน
4. ตามองตรงไปข้างหน้า ลำตัวตั้งตรง



ภาพประกอบ 3.5

3.6 รืดสไลด์ไปด้านข้างขวา (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มจากทำยืนตัวตรง แขนปล่อยตามธรรมชาติ
2. เท้าห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ เริ่มโดยการสปริงตัวไปทางด้านขวา แล้วสไลด์เท้าขวาไปด้านข้างต่อจากนั้นก็สไลด์เท้าซ้ายตาม
3. แขนก็เหวี่ยงสลับกับเท้า เพื่อช่วยในการสร้างสมดุลของร่างกาย
4. อุ่นฝ่าเท้าทั้งสองข้างสัมผัสพื้น ตามองตรงไปข้างหน้า ลำตัวตั้งตรง



ภาพประกอบ 3.6

3.7 รืดสไลด์ไปด้านข้างซ้าย (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มจากทำยืนตัวตรง แขนปล่อยตามธรรมชาติ
2. เริ่มโดยการยืนเท้าห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ เริ่มด้วยการสปริงตัวไปทางด้านซ้าย แล้วสไลด์เท้าซ้ายไปทางด้านข้างซ้าย ต่อจากนั้นก็สไลด์เท้าขวาตาม
3. แขนเหวี่ยงสลับกับเท้า เพื่อช่วยสร้างสมดุลของร่างกาย
4. ออ์งฝ่าเท้าทั้งสองข้างสัมผัสพื้น ตามองตรงไปข้างหน้า ลำตัวตั้งตรง
5. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 3.7

3.8 ร่องไปข้างหน้า (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงฝ่าเท้าสัมผัสพื้น แขนทั้งสองข้างปล่อยไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. เริ่มต้นโดยการยกเข่าข้างใดข้างหนึ่งขึ้น แขนทั้งสองข้างยกขึ้นมาใกล้ลำตัวเพื่อช่วยในการแกว่ง
3. ร่องไปข้างหน้าโดยให้ลำตัวตั้งตรง ตามองไปข้างหน้า เมื่อลงสู่พื้นฝ่าเท้าต้องสัมผัสพื้น



ภาพประกอบ 3.8

3.9 ร่องไปด้านหลัง (ระดับเอว, ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงฝ่าเท้าสัมผัสพื้น แขนทั้งสองข้างปล่อยไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. เริ่มต้นโดยการยกเข่าข้างใดข้างหนึ่งขึ้น แขนทั้งสองข้างยกขึ้นมาใกล้ลำตัว เพื่อช่วยในการแกว่งแขนและสร้างสมดุลให้กับร่างกาย
3. ร่องไปด้านหลังโดยให้ลำตัวตั้งตรง ตามองไปข้างหน้า เมื่อลงสู่พื้นฝ่าเท้าสัมผัสพื้น
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 3.9

3.10 ร่องไปด้านข้างขวา (ระดับเอว, ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงฝ่าเท้าสัมผัสพื้น แขนทั้งสองข้างปล่อยไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. เริ่มต้นโดยการยืนให้ลำตัวข้างซ้ายชิดขอบสระ เริ่มต้นการวิ่งโดยการยกเข่าด้านข้างขวา สลับกับด้านข้างซ้าย แขนทั้งสองข้างยกขึ้นมาใกล้ลำตัว เพื่อช่วยในการแกว่งและสร้างสมดุลให้กับร่างกาย
3. วิ่งไปทางด้านข้างขวา โดยให้ลำตัวตั้งตรง ตามองไปข้างหน้า เมื่อลงสู่พื้นฝ่าเท้าสัมผัสพื้น
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 3.10

3.11 รিংไปด้านข้างซ้าย (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงฝ่าเท้าสัมผัสพื้น แขนทั้งสองข้างปล่อยไว้ข้างลำตัวตามธรรมชาติ
2. เริ่มต้นโดยการยืนให้ลำตัวทางด้านข้างขวาชิดขอบสระ ต่อจากนั้นเริ่มต้นการวิ่งโดยการยกเข่าด้านข้างซ้าย สลับกับด้านข้างขวา แขนทั้งสองข้างยกขึ้นมาใกล้ลำตัว เพื่อช่วยในการแกว่งแขนและสร้างสมดุลให้กับร่างกาย
3. รিংไปทางด้านข้างซ้ายโดยให้ลำตัวตั้งตรง ตามองไปข้างหน้า เมื่อลงสู่พื้นฝ่าเท้าสัมผัสพื้น
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น

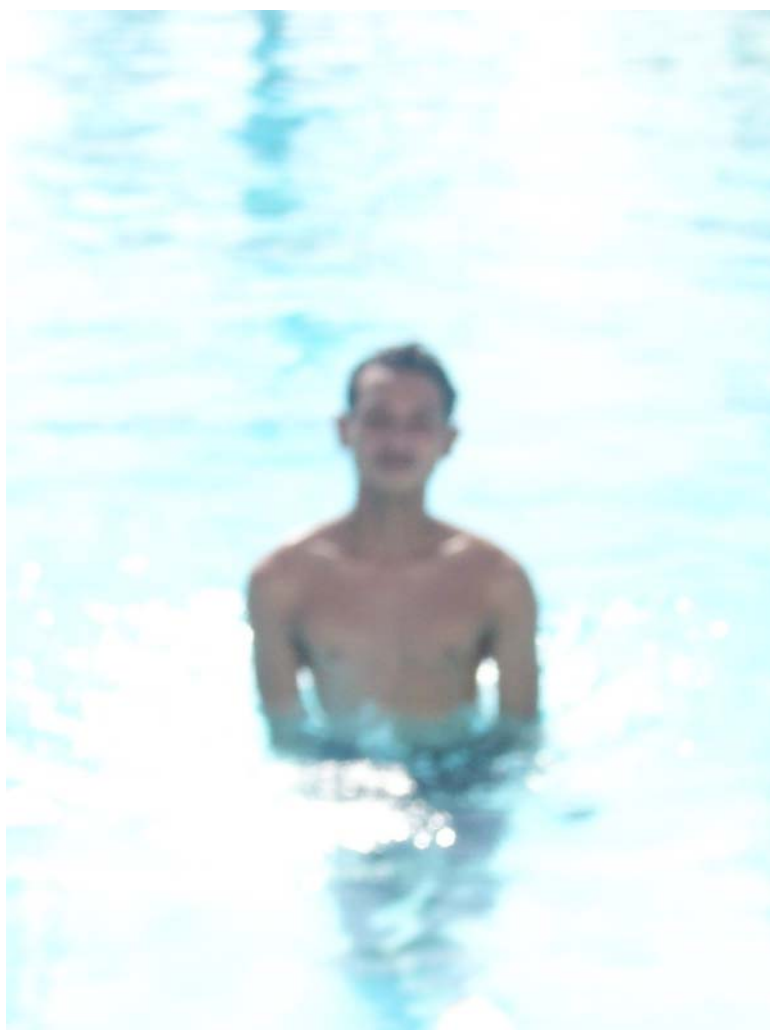


ภาพประกอบ 3.11

3.12 กระโดดเท้าคู่ (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มจากทำยืน ตัวตั้งตรง แขนปล่อยตามธรรมชาติ เท้าห่างกันพอประมาณ
2. ยื่นย่อเข่าลงเล็กน้อย สปริงตัวขึ้นแล้วกระโดดไปข้างหน้า แขนทั้งสองข้างเหวี่ยงลงข้างลำตัว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
3. ลงสู่พื้นด้วยอุ้งเท้าทั้งสองข้าง
4. สปริงตัวขึ้นไปในอากาศ เมื่อลงสู่พื้นแล้วให้สปริงตัวไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่อง



ภาพประกอบ 3.12

3.13 กระโดดทำคู่ไปด้านหลัง (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มจากทำยืน ตัวตั้งตรงแขนปล่อยตามธรรมชาติ เท้าห่างกันพอประมาณ
2. ยื่นย่อเข่าลงเล็กน้อย สปริงตัวขึ้นแล้วกระโดดไปทางด้านข้างหลัง แขนทั้งสองข้างเหวี่ยงลงข้างลำตัว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
3. ลงสู่พื้นด้วยอุ้งเท้าทั้งสองข้าง
4. สปริงตัวขึ้นในอากาศ เมื่อลงสู่พื้นแล้วให้สปริงตัวไปข้างหลังอย่างต่อเนื่อง



ภาพประกอบ 3.13

3.14 กระโดดเท้าคู่ไปด้านข้างขวา (ระดับเอว,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มจากทำยืน ตัวตั้งตรงแขนปล่อยตามธรรมชาติ เท้าห่างกันพอประมาณ
2. ยื่นให้ลำตัวข้างซ้ายชิดขอบสระ ย่อเข่าลงเล็กน้อย สปริงตัวขึ้นแล้วกระโดดด้านข้างขวา แขนทั้งสองข้างเหวี่ยงลงข้างลำตัว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
3. ลงสู่พื้นด้วยอุ้งเท้าทั้งสองข้าง
4. สปริงตัวขึ้นในอากาศ เมื่อลงสู่พื้นแล้วให้สปริงตัวไปด้านข้างขวาอย่างต่อเนื่อง



ภาพประกอบ 3.14

3.15 กระโดดเท้าคู่ไปด้านข้างซ้าย (ระดับเอว ,ระดับอก)

วิธีปฏิบัติ

1. เริ่มจากทำยืน ตัวตั้งตรงแขนปล่อยตามธรรมชาติ เท้าห่างพอประมาณ
2. ยื่นให้ลำตัวทางด้านขวาชิดขอบสระ ย่อเข่าลงเล็กน้อย สปริงตัวขึ้นแล้วกระโดดไปทางข้างซ้าย แขนทั้งสองข้างเหวี่ยงลงข้างลำตัว เพื่อรักษาสมดุลในการทรงตัว
3. ลงสู่พื้นด้วยอุ้งเท้าทั้งสองข้าง
4. สปริงตัวขึ้นในอากาศ เมื่อลงสู่พื้นแล้วสปริงตัวไปด้านข้างซ้ายอย่างต่อเนื่อง



ภาพประกอบ 3.15

4. คลายอุ่นร่างกาย (Cool Down)

4.1 วิ่งช้า ๆ หรือเดินรอบสระเป็นเวลา 5 นาที

4.2 ปฏิบัติเหมือนขั้นตอนที่ 1

ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. ผศ.ดร.ราตรี เรืองไทย | ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. ดร.ศุภกล อริยสัจสีสกุล | ผู้เชี่ยวชาญด้านกีฬาวายน้ำ
สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกรุงเทพ |
| 3. ดร. คุณันต์ พิธพรชัยกุล | ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. อาจารย์สุรศักดิ์ เนลิมชัย | ผู้เชี่ยวชาญด้านกีฬาวายน้ำ
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกระบี่ |
| 5. อาจารย์มานิช บุตรเมือง | ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา |

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล
วันเดือนปีเกิด
สถานที่เกิด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน

นางสาวนิตยา เรืองมาก
17 ธันวาคม 2523
โรงพยาบาลลำทับ กระบี่
44/2 หมู่ 6 ตำบล ลำทับ อำเภอ ลำทับ
จังหวัดกระบี่ 81120

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2540

มัธยมศึกษาตอนต้น
จากโรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ จังหวัดกระบี่

พ.ศ.2543

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
จากวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดกระบี่

พ.ศ.2545

ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง
จากวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดกระบี่

พ.ศ.2547

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ.2550

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
หมวดวิชาผู้ฝึกสอนกีฬาและการออกกำลังกาย
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ