ผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตท ในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร

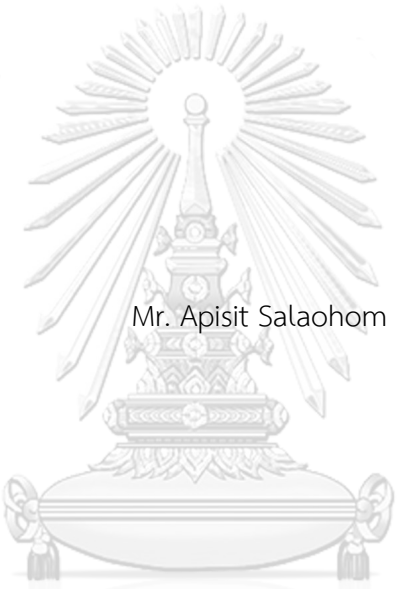
นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACUTE EFFECTS OF COLD WATER IMMERSION DURATIONS ON PERFORMANCE AND LACTATE RECOVERY IN 100 METER FRONT CRAWL SWIMMING

Mr. Apisit Salaohom



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports Science
Common Course
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตท ในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร
โดย	นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิสิทธิ์ เสลาหอม : ผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตท ในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร. (ACUTE EFFECTS OF COLD WATER IMMERSION DURATIONS ON PERFORMANCE AND LACTATE RECOVERY IN 100 METER FRONT CRAWL SWIMMING) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.เบญจพล เบญจพลากร

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบการฟื้นฟูสมรรถภาพโดยการแช่น้ำแย็นในระยะเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการนั่งพักแบบหยุดนิ่ง ที่ส่งผลต่อสถิติเวลา ปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และค่าอัตราของหัวใจ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 12 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง กลุ่มตัวอย่างได้รับมอบหมายให้ทำการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลด้วยความเร็วสูงสุด ระยะทาง 100 เมตร หลังจากนั้นทำการฟื้นฟูสมรรถภาพใน 3 รูปแบบ ได้แก่ การนั่งพักแบบหยุดนิ่ง 20 นาที(รูปแบบควบคุม) กับการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 14 องศาเซลเซียส โดยการแช่น้ำ 10 นาที ตามด้วยนั่งพักแบบหยุดนิ่ง 10 นาที(รูปแบบทดลองที่ 1) และการแช่น้ำ 15 นาที ตามด้วยนั่งพักแบบหยุดนิ่ง 5 นาที(รูปแบบที่ 2) การทดสอบ 1 ครั้งจะทำการฟื้นฟูสมรรถภาพ 1 รูปแบบ กลุ่มตัวอย่างจะเว้นระยะของการทดสอบ 48 ชั่วโมง(วันเว้นวัน) โดยขณะฟื้นฟูได้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดจากบริเวณปลายนิ้ว และค่าอัตราการเต้นของหัวใจช่วง 3นาที 5นาที 10นาที 15นาที และ20นาที หลังจากนั้นว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล ระยะทาง 100 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อดูสถิติเวลาของการว่ายน้ำหลังจากการฟื้นฟูสมรรถภาพ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติการวัดความแปรปรวน 2 ทางชนิดวัดซ้ำ โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่.05 ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าสถิติเวลาเฉลี่ยภายหลังการฟื้นฟูสมรรถภาพของทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าค่าเฉลี่ยสถิติเวลาการว่ายน้ำ ไม่แตกต่างอย่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดแลคเตทและค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากฟื้นฟูสมรรถภาพ ของรูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 ภายหลังของการฟื้นฟูสมรรถภาพ มีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่ารูปแบบควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<.50) สรุปได้ว่าการใช้การแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียสโดยการแช่น้ำ 10 นาที นั่งพักแบบหยุดนิ่ง 10 นาที และการแช่น้ำ 15 นาที นั่งพักแบบหยุดนิ่ง 5 นาที ส่งผลให้ค่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดและอัตตราการเต้นของหัวใจลงลง ทำให้การฟื้นฟูสมรรถภาพได้อย่างเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6078410239 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORD: recovery, lactate, cold water immersion, front crawl stroke

Apisit Salaohom : ACUTE EFFECTS OF COLD WATER IMMERSION DURATIONS ON PERFORMANCE AND LACTATE RECOVERY IN 100 METER FRONT CRAWL SWIMMING. Advisor: Dr. BENJAPOL BENJAPALAKORN, Ed.D

This research is a study of the recovery by immersing in cold water in different time duration together with siting at rest, which affects the time statistics, lactate content, and heart rate. The sample that was used in this research is a group of 12 Thai national swimmer, age between 18 to 24 years old the subjects were assign to swim at maximum speed in 100 meters front crawl stroke. The recovery is performed in 3 ways: 20 minute rest (control group) and cold water immersion at a water temperature of 14 ℃ with 10 minutes immersion then sit and rest for 10 minutes (experiment 1), 15 minutes immersion then sit and rest for 5 minutes (experiment 2). The first test will perform experiment 1, the experiment was performed 48 hours apart (every other day). The amount of lactate content was collected from the fingertips and the heart rate measured at 3, 5, 10, 15, and 20 minutes. After that the samples were to swim with front crawl stroke at a distance of 100 meters with maximum speed again to record the swimming time statistics after the recovery. The collected data were analyzed by using F-test by setting statistical significance at .05. The results shows that when comparing the time statistics after the recovery of each experiment, there are no statistically significant difference, whereas the average lactate content and average heart rate after the recovery of experiment 1 and 2 there is a lower average than the control group with statically significance difference ($p<.50$). In conclusion the immersion of cold water immersion at a water temperature of 14 ℃ with 10 minutes immersion then sit and rest for 10 minutes and 15 minutes immersion then sit and rest for 5 minutes decrease the lactate content and heart rate which results in faster recovery.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

Academic Year: 2019 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ปรึกษาหลักในงานวิจัยนี้ และผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดีและผู้ช่วยวิจัยที่คอยช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างเรียบร้อย

อภิสิทธิ์ เสลาหอม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ปัญหาในการวิจัย 5

สมมุติฐานของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

คำจำกัดความของการวิจัย 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8

กรอบแนวความคิดในการวิจัย 33

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 34

ประชากร 34

กลุ่มตัวอย่าง 34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การคัดเข้า 34
เกณฑ์การคัดออก 34
ขั้นตอนการวิจัย 35
การเก็บรวบรวมข้อมูล 38
ขั้นตอนการดำเนินวิจัย 39
บบที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 41
ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย 43
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ100 เมตร ในครั้งที่ 1 (ก่อนแช่น้ำเย็น) และครั้งที่ 2 (หลังแช่น้ำเย็น) ของกลุ่มตัวอย่างที่แช่น้ำเย็นในระยะเวลา 10 นาที, 15 นาที และกลุ่มความคุมโดยการนั่งพักเพียงอย่างเดียว 20 นาที 44
ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจและแลคเตท ก่อน-หลัง และระหว่างขณะพัก ของรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพทั้ง 3 รูปแบบ 46
ตอนที่ 4 แผนภูมิเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลัง การฟื้นสมรรถภาพ ระหว่างการฟื้นสมรรถภาพโดยกลุ่มนั่งพักเพียงอย่างเดียว กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที 58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ 60
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 65
ข้อจำกัดการวิจัย 65
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป 66
บรรณานุกรม 67
ภาคผนวก 75
ภาคผนวก ก 76
ภาคผนวก ข 80
ภาคผนวก ค 82
ภาคผนวก ง 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ 84
ภาคผนวก ฉ 85
ภาคผนวก ช 86
ภาคผนวก ซ 88
ภาคผนวก ฌ 89
ภาคผนวก ญ 97
ประวัติผู้เขียน 98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจ สูงสุดช่วงอัตราการเต้นของหัวใจอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการรับรู้ความหนักของงาน16

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 12 คน ... 43

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ของค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ100 เมตร ในครั้งที่ 1 (ก่อนแช่น้ำเย็น) และครั้งที่ 2 (หลังแช่น้ำเย็น) ของกลุ่มตัวอย่างที่แช่น้ำเย็นในระยะเวลา 10 นาที, 15 นาที และกลุ่มความคุมโดยการงพักเพียงอย่างเดียว 20 นาที โดยการทดสอบที (paired sample t-test)..... 44

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (2 Way ANOVA with repeated measure) วิธีการฟื้นสมรรถภาพ ระยะเวลาว่ายน้ำของการว่ายน้ำครั้งที่ 1 และการว่ายน้ำครั้งที่ 2 และความสัมพันธ์ของวิธีการทดสอบและระยะเวลาว่ายก่อนและหลังทำการทดสอบ 45

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ของค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจของก่อนว่ายน้ำ การว่ายน้ำครั้งที่ 1 และระหว่างขณะพัก ของรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพทั้ง 3 รูปแบบในเวลา 20 นาที..... 46

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง(2 Way ANOVA with repeated measure) วิธีการฟื้นสมรรถภาพ ระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพ และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นสมรรถภาพต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ..... 48

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบสองทางของค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่อรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพทั้ง 3 รูปแบบ 49

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการเปรียบเทียบความแปรปรวนรายคู่ของค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ระยะ 3นาที 10นาที 15นาที 20นาที โดยใช้วิธีการทดลอง LDS..... 50

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ของค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของก่อนว่ายน้ำ ว่ายน้ำครั้งที่ 1 และระหว่างขณะพัก ของรูปแบบการฟื้นตัวทั้ง 3 รูปแบบในเวลา 20 นาที..... 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (2 Way ANOVA with repeated measure) วิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพ ระยะเวลาการฟื้นฟูสมรรถภาพ และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นสมรรถภาพต่อค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด 54

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบสองทางของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ที่ระยะ 3 นาที 15 นาที และ 20นาทีของการพัก..... 55

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ต่อช่วงระยะเวลาพักที่ 3นาที 10นาที 15นาที 20นาที โดยใช้วิธีการทดลอง LDS..... 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 เส้นทางการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก ฟอคซ์และแมทริว 20

รูปที่ 2 แสดงความหนักในการฝึกที่ระดับต่างกันมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด 24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการฟื้นฟู ระหว่างการฟื้นฟูโดยการนั่งพักเพียงอย่างเดียว การแช่น้ำเย็น 10 นาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที..... 58

แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายหลัง การฟื้นฟู ระหว่างการฟื้นสมรรถภาพโดยการนั่งพักแบบปกติ การแช่น้ำเย็น 10 นาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที..... 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการแข่งขันว่ายน้ำรายการหนึ่งจะประกอบด้วยการแข่งขันในระยะทางที่แตกต่างกันออกไป โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ การแข่งขันว่ายน้ำระยะสั้น (Short distance) คือ ระยะทาง 50 ถึง100 เมตร การแข่งขันว่ายน้ำระยะกลาง (Middle distance) คือระยะทาง 200ถึง 400 เมตร และ การแข่งขันว่ายน้ำระยะยาว (Long distance) คือระยะทาง 800 ถึง 1,500 เมตร ทำให้ในหนึ่งวันของรายการการแข่งขัน นักกีฬาว่ายน้ำ อาจจำเป็นที่จะต้องลงทำการแข่งขันหลายระยะทาง หรือแม้แต่หลายประเภท เพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสของการได้รับชัยชนะในประเภท หรือในระยะทางที่นักกีฬาว่ายน้ำเหล่านั้นถนัด ทั้งนี้กติกาในการแข่งขันว่ายน้ำสากลระบุไว้ว่า นักกีฬาที่จะเข้าทำการแข่งขันในรอบคัดเลือก รอบรองชนะเลิศ และรอบชิงชนะเลิศ จะต้องรายงานตัว ณ ห้องรายงานตัวก่อนทำการแข่งขันนั้น ๆ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 20 นาที โดยหลังจากรายงานตัวและได้รับการตรวจสอบความถูกต้องตามขั้นตอนแล้วจึงจะสามารถเข้าสู่ขั้นตอนสุดท้ายเพื่อรอทำการแข่งขันได้ (สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย, 2557) ในอีกทางหนึ่งจึงอาจเป็นไปได้ว่า ช่วงระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่นักกีฬาว่ายน้ำจะสามารถพักระหว่างรอบการแข่งขันคือประมาณ 20 นาที ซึ่งจากการแข่งขันว่ายน้ำ Asian Games 2018 ครั้งที่ 18 ณ ประเทศอินโดนีเซียที่ผ่านมา พบว่ามีนักกีฬาผู้หนึ่งต้องลงทำการแข่งขันในประเภทฟรีสไตล์ ระยะทาง 100 เมตร หลังจากได้ลงทำการแข่งขันในประเภทผีเสื้อ ระยะทาง 50 เมตร เป็นระยะเวลาเพียงประมาณ 20 นาที (Sport Technical Handbook for the 18th Asian Games Indonesia 2018 AQUATICS, 2018) ซึ่งจากการที่นักกีฬาคนดังกล่าวได้ทำการแข่งขันทั้ง 2 ประเภทแต่ไม่สามารถทำเวลาให้ผ่านรอบคัดเลือกได้ ซึ่งจากเหตุการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นนั้น จึงเป็นการย้ำให้เห็นถึงความสำคัญในการพักและฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาว่ายน้ำ โดยเฉพาะในเหตุการณ์ที่มีเวลาในการพักระหว่างรอบการแข่งขันที่จำกัดนี้ เพราะการที่นักกีฬาว่ายน้ำลงทำการแข่งขันติดต่อกัน โดยไม่ได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพหรือไม่สามารถฟื้นสมรรถภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะส่งผลให้นักกีฬาว่ายน้ำมีสมรรถภาพทางกายที่ลดลง และส่งผลต่อความสามารถและผลของการแข่งขัน (การประยุกต์วิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ, 2557)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสำหรับการแข่งขันว่ายน้ำในระยะสั้น ระยะทาง 50 และ 100 เมตร นักกีฬาว่ายน้ำจะมีการใช้ระบบพลังงานแอนแอโรบิก ไกลโคไลซิส (Anaerobic

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

glycolysis) ประมาณร้อยละ 90 และใช้พลังงานในระบบแอโรบิคประมาณร้อยละ 10 (Herman, 2007) ซึ่งการเผาผลาญพลังงานในระบบแอนแอโรบิก ไกลโคไลซิส (Anaerobic glycolysis) เป็นระบบพลังงานสำรองที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการสังเคราะห์พลังงานอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adrenosine Triphate: ATP) ขึ้นมาใช้ใหม่ ในขณะที่ออกกำลังที่มีความหนักสูง โดยเฉพาะช่วง 20 วินาที ถึง 45 วินาทีของการออกกำลัง แต่การที่ไม่มีออกซิเจนมาสังเคราะห์ในการสร้างพลังงาน ทำให้การเผาผลาญกลูโคสเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้กลูโคสเปลี่ยนเป็นไพรูเวทและเปลี่ยนเป็นกรดแลคติคตามลำดับ โดยกรดแลคติคที่เกิดขึ้นนี้จะมีสภาพเป็นของเสียคั่งค้างอยู่ภายในไมโตรคอนเดรียและไม่สามารถเข้าสู่วัฏจักรเครปส์ได้ เนื่องจากขาดออกซิเจน จึงทำให้เปลี่ยนไปเป็นแลคเตท (lactate) (Blomkalns, 2016) และส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า ซึ่งกรดแลคติคนั้นเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่ทำให้เกิดการเจ็บหรือระบมกล้ามเนื้อ (muscle soreness) ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า (muscle fatigue) และก็ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้การได้รับออกซิเจนในเลือดและกล้ามเนื้อลดลง หรือที่เรียกว่า การเป็นหนี้ออกซิเจน (oxygen debt) (Bruce, 2000) และเมื่อเกิดกรดแลคติคที่คั่งค้างอยู่มีมากเกิน ก็จะทำให้ร่างกายเกิดสภาวะเป็นกรดที่เรียกว่า เอสิโดซิส (acidosis) ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2555) นอกจากนี้ผลของการเกิดกรดแลคติคที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลทำให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) เพิ่มขึ้นและเกิดการเป็นกรดมากขึ้น และเมื่อกรดแลคติคและไฮโดรเจนไอออน ได้เข้าสู่กระแสเลือดจะเปลี่ยนรูปเป็นแลคเตท การที่มีไฮโดรเจนไอออนมากขึ้น จะทำให้เกิดการกระตุ้นให้ แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) หลั่งออกมาจาก ซาโคพลาสมิกเรติคิวลัม (sarcoplasmic reticulum) น้อยเนื่องจากเพิ่มการกระตุ้นของการเกิดประแสประสาท (action potential) ขึ้น ทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อและแรงในการหดตัวน้อยลง ผลของการหดตัวที่ลดลงในช่วงที่เกิดการล้า เป็นผลมาจากการสะสมของแลคเตทมากขึ้น ดังนั้นการส่งกระแสประสาทจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงไป เป็นเหตุให้เกิดการล้าจากส่วนปลายขึ้น (peripheral fatigue) (Horita & Ishiko, 1987) ซึ่งจากความล้าส่วนปลายนี้จะส่งผลทำให้สมรรถภาพของร่างกายและสมรรถภาพในการแสดงออกทางทักษะลดลง ดังเช่นที่ เจริญ กระบวนรัตน์ (2544) กล่าวไว้ว่า การที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่ในระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 5-30 วินาที กล้ามเนื้อจะเกิดความเมื่อยล้าเนื่องจากกล้ามเนื้อต้องใช้อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate: ATP) เป็นพลังงานในการหดตัว เมื่อ ATP ถูกใช้หมดไป กล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวออกแรงในลักษณะดังกล่าวได้อีก จนกว่าจะมีการสังเคราะห์พลังงานขึ้นมาทดแทนใหม่ กล้ามเนื้อจึงจะสามารถทำงานที่ระดับความหนักนั้นได้อีกครั้ง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้สมรรถภาพ (performance) ในการแข่งขันลดลง ซึ่งการฟื้นสมรรถภาพของร่างกายนั้นพบว่า (Foss & Keteyian, 1998) โดยทั่วไปแล้วภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่ร่างกายจะต้องใช้เวลาประมาณ 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวด้วยการพัก

(rest recovery) เพื่อกำจัดกรดแลกติกที่สะสมอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง และจะใช้ เวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที ในการเคลื่อนย้ายกรดแลกติกที่สะสมอยู่ออกประมาณ 95% โดยการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ออกจากเลือดและกล้ามเนื้อจะทำได้เร็วขึ้น เมื่อการย้ายการกรดแลกติกเร็วขึ้น ก็ส่งผลต่อการฟื้นสมรรถภาพที่เร็วขึ้นของนักกีฬา ดังที่ทอมลินและเว็นเกอร์ (Tomlin & Wenger, 2001) กล่าวว่าการฟื้นสมรรถภาพ คือ การทำให้ร่างกายของนักกีฬากลับไปสู่สภาวะเดิมก่อนการออกกำลังกายหรือแข่งขัน การหาวิธีและระยะเวลาที่เหมาะสมของการฟื้นสมรรถภาพจึงมีผลต่อนักกีฬาเป็นอย่างมาก การหาวิธีการฟื้นสมรรถภาพที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ

ในการฟื้นสมรรถภาพเพื่อรองรับการที่ต้องลงทำการแข่งขันว่ายน้ำที่มีระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพที่จำกัดนี้ วิธีในการฟื้นสมรรถภาพอยู่หลากหลายวิธี อาทิเช่น การกิน การทำกิจกรรมการฟื้นฟู การยืดเหยียด การใส่ชุดรัดกล้ามเนื้อ การนวด การนอนหลับ และการบำบัดด้วยน้ำ จึงถูกนำมาใช้เพื่อฟื้นสมรรถภาพของนักกีฬาว่ายน้ำ (Halson, 2013) ซึ่งการบำบัดด้วยน้ำนี้เป็นอีกหนึ่งวิธีฟื้นสมรรถภาพโดยอาศัยอุณหภูมิของน้ำ โดยมีการประยุกต์ด้วยกัน 4 วิธี คือ 1.การบำบัดด้วยความเย็น (cryotherapy) 2.การบำบัดด้วยความร้อน (thermotherapy) 3.การบำบัดด้วยความร้อนสลับความเย็น (contrast therapy) 4.การแช่น้ำ (water immersion) (Ian et. al, 2006)โดยเฉพาะวิธีการแช่น้ำนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ไม่เพียงแต่สำหรับนักกีฬาว่ายน้ำแต่ยังรวมไปถึงนักกีฬาประเภทอื่น ๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่ายและไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายนัก โดยการแช่น้ำนี้ จากการศึกษาเกี่ยวกับการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำ การศึกษาของ โคฟีล และคณะ (Coffey et al, 2004) พบว่าการแช่น้ำเย็น (cold water immersion) การแช่น้ำร้อน (hot water immersion)และวารีบำบัดด้วยน้ำ (*hydrotherapy*) เป็นวิธีที่ดีที่ใช้ในการบำบัด และจากการศึกษาของ เบลคเลย์และเดวิสัน (Bleakley & Davison, 2010) พบว่าการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็น (cold water immersion: CWI) ก็เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมที่ใช้ฟื้นสมรรถภาพหลังจากการแข่งขัน เนื่องจากการแช่น้ำเย็นส่งผลเกี่ยวกับการฟื้นฟูทางสรีรวิทยาทั้งในฉับพลันและยังส่งผลถึงหลังการแข่งขันได้อีกด้วย โดยส่งผลต่อการเผาผลาญและความเร็วในการนำกระแสประสาท (nerve conduction velocity: NCV) โดยที่การศึกษาของ วิลคอค (Willcock, 2006) และ มาร์ช และ สตีเวนร์ (Marsh & Sleivert, 1999) อธิบายไว้ว่าการได้รับความเย็น อาจส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดส่วนปลาย (peripheral blood flow) ลดลง คือมีการหดตัวของหลอดเลือดส่วนปลาย แต่ก่อให้เกิดการเพิ่มของการไหลเวียนของเลือดส่วนกลาง (central blood volume) เพิ่มขึ้น โดยทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนในเลือดเพื่อการลดการสะสมของของกรดแลคติค ประกอบกับการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนเลือดส่วนกลางในการลำเลียงเลือดออกไปยังส่วนต่างๆ ส่งผลประโยชน์ต่อสมรรถภาพและความสามารถของร่างกายในภายหลัง ซึ่งจะทำให้นักกีฬา สามารถรักษาระดับความสามารถสูงสุด

(peak performance) ได้นานยิ่งขึ้น การฟื้นฟูสมรรถภาพโดยใช้ความเย็นนอกจากจะเป็นการบำบัดอาการบาดเจ็บแล้ว ความเย็นยังส่งผลต่อการลดลงของครีเอทีนไคเนส (creatine kinase: CK) (Wilcock, 2006) และยังทำให้ร่างกายกลับคืนสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็วจากการเปรียบเทียบการฟื้นสมรรถภาพโดยการใช้การแช่น้ำเย็นการแช่น้ำร้อนสลับเย็นและการพักปกติสอดคล้องกับการศึกษาของ เอียน และคณะ (Ian et al, 2006) พบว่าการแช่น้ำเย็นทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงและมีปริมาตรการส่งเลือดออกจากหัวใจต่อนาทีมีการเพิ่มขึ้น รวมไปถึงการเพิ่มขึ้นความดันโลหิตยังส่งผลทำให้การไหลเวียนเลือดมีการเพิ่มขึ้น โดยกายตัน (Guyton, 1994 อ้างถึงใน วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ, 2552) อธิบายกลไกการตอบสนองของร่างกายต่อความเย็นว่า จะเกิดการตอบสนองทันทีของหลอดเลือด โดยเกิดการตีบตัวของหลอดเลือดแดง (arterioles) และหลอดเลือดดำ (venules) ลดการไหลของเลือดที่ไปเลี้ยงบริเวณที่ได้รับความเย็น กลไกที่เกิดขึ้นเชื่อว่าเป็นผลโดยตรงของความเย็นที่มีต่อกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือด และกลไกรีเฟล็กซ์ที่กระตุ้นให้ เกิดการหดตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนัง เมื่ออุณหภูมิที่ผิวหนังลดต่ำลง ตัวรับความเย็นที่ผิวหนังจะถูกกระตุ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการกระตุ้นรีเฟล็กซ์ของเส้นใยซิมพาเธติคอะดีเนอร์จิค (sympathetic adrenergic fiber) การตีบตัวของหลอดเลือดจากการรีเฟล็กซ์นี้เป็นผลให้เกิดการตีบตัวของหลอดเลือดในส่วนอื่นๆของร่างกายได้ (Guyton, 1994) เมื่ออุณหภูมิของเนื้อเยื่อลดลงเป็นเวลานานความเย็นจะทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดตามมาหลังจากที่เกิดการตึงตัวของหลอดเลือดในระยะแรก นอกจากนี้จะพบปรากฏการณ์ที่ต่างออกไปที่เรียกว่า “การขยายหลอดเลือดด้วยความเย็น” (cold dilation) คือหลอดเลือดจะขยายตัวเมื่อได้ความเย็นจัดอยู่นาน เพื่อเป็นการป้องกันการตายของเนื้อเยื่อ เนื่องจากการขาดเลือดไปเลี้ยง ผิวหนับริเวณนั้นจะมีสีซีดและจะค่อยมีสีแดงขึ้นมาเรื่อยๆ มาจากผลของหลอดเลือดขยายตัวเพื่อไปเลี้ยงบริเวณเหล่านั้นมากให้ขึ้น

โคท และคณะ (Cote et al., 1988) ศึกษาพบว่าการแช่น้ำเย็นสามารถช่วยลดการซึมผ่านของเม็ดเลือดขาวในเส้นเลือดฝอยได้ เนื่องจากมีการหดตัวของหลอดเลือดที่ลดลง ทำให้สามารถลดอาการอักเสบได้ ซึ่งการอักเสบเป็นสาเหตุของการสูญเสียแรง (Smith, 1990) เอียน และคณะ (Ian et al, 2006) กล่าวว่ารูปแบบและลักษณะของการแช่จะมีผลต่อการตอบสนองที่ความแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาในการแช่น้ำโดย จากการศึกษาที่ผ่านมาพบระยะเวลาและอุณหภูมิของการแช่น้ำเย็นที่เหมาะสม โดยจากการศึกษาของ มาชาโด (Machado , 2015) พบว่าการแช่น้ำเย็นสามารถกำจัดความเมื่อยล้าได้ดีกว่าการฟื้นสมรรถภาพแบบหยุดนิ่งอีกทั้งยังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ การแช่น้ำเย็นเป็นวิธีที่ดีในการนำไปใช้กับทีมกีฬามากกว่าวิธีการแช่น้ำร้อนสลับเย็นหรือพักปกติ (Ingram et al, 2007)โดยอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่น้ำยังส่งผลต่อการฟื้นสมรรถภาพโดยอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการแช่น้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะอยู่ที่ 11-15 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 11-15 นาที ที่ผ่านมามีงานวิจัยของเพราโรลตี้ และคณะ (Parouty et al, 2010) พบว่าการแช่น้ำเย็นในนักกีฬาว่ายน้ำระยะทางการแข่งขัน 100 เมตร ส่งผลให้กรดแลคติคมีค่าลดลง เมื่อแช่ที่ระยะเวลา 5 นาที ในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส และงานวิจัยของ ไพรเฟอร์ และคณะ (Peiffer et al, 2010) ที่ได้นำการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียสมาฟื้นตัวในนักปั่นจักรยานชาย ซึ่งพบว่าค่าของแลคเตทลดลงและยังเพิ่มสมรรถภาพของนักกีฬาโดยไม่ส่งผลต่อพละกำลังของนักปั่นจักรยาน

แม้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาได้พบอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็น แต่ยังไม่พบว่ามีการศึกษาถึงสัดส่วนเวลาของการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็นที่เหมาะสมโดยเฉพาะในกีฬาว่ายน้ำที่ช่วงระยะเวลาในการพักระหว่างอาจจำกัดไม่เกิน 20 นาที รวมถึงยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นในเวลา 10 และ 15 นาทีที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาว่ายน้ำระยะ 100 เมตรในท่าฟรอนท์ครอว์ล ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาและเปรียบเทียบการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็น 10 และ 15 นาที ในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาในการประยุกต์เลือกระยะเวลาในการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นที่ส่งผลต่อสมรรถภาพในระหว่างการแข่งขันของนักกีฬา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลับของการแช่น้ำเย็นร่างกายในระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ในการว่ายน้ำด้วยความเร็วสูงสุด ระยะทาง 100 เมตร ในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัญหาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ 10 นาที และ 15 นาที ของการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียสที่ส่งผลต่อการลดลงของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และการฟื้นสมรรถภาพของนักกีฬาว่ายน้ำแตกต่างกันหรือไม่

สมมุติฐานของการวิจัย

การแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียสในระยะเวลาที่ต่างกัน จะทำให้ผลของการลดลงของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และการฟื้นสมรรถภาพของนักกีฬาว่ายน้ำแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียสในระยะเวลาที่ต่างกันในเวลา 10นาที และ 15นาที ในกลุ่มนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย อายุ 18-24 ปี โดยทำการวัดค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และดูผลของการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็น

ตัวแปรที่จะศึกษาครั้งนี้ ประกอบไปด้วย

ตัวแปรต้น (Independent variables) : เวลาของการฟื้นสมรรถภาพ ในระยะเวลา 10นาที กับ 15นาที ภายหลังการว่ายน้ำประเภทท่าฟรอนท์ครอว์ล ที่ระยะ 100 เมตร และช่วงเวลาของการเจาะแลคเตท

ตัวแปรควบคุม (Control variables) :

- อุณหภูมิน้ำที่ 14 องศาเซลเซียส
- เวลาในการพัก 20 นาที

ตัวแปรตาม (Dependent variables) :

- ค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (blood lactate concentration)
- อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate)
- เวลาในการว่ายน้ำระยะ 100 เมตร (Time)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะเวลา

การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลา 1 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

สถานที่

อาคารเฉลิมราชสุดากีฬาสถาน (Sport Complex) ชั้น M สระว่ายน้ำ 50 เมตร (Outdoor) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำจำกัดความของการวิจัย

นักกีฬาว่ายน้ำ (swimmers) หมายถึง นักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย ตัวแทนทีมชาติไทยที่ได้รับการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องมากกว่า 8 เดือน อายุระหว่าง 18-24 ปี

การฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็น (Cold Water Immersion: CWI) หมายถึง วิธีการฟื้นสมรรถภาพทางกายหลังจากแข่งขันด้วยแช่น้ำในท่านั่งขาเหยียดตรงส่วนลงอ่างแช่น้ำ ในการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ระดับลิ้นปี่ (Xiphoid process)

ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (Blood lactate concentration) หมายถึงระดับความเข้มข้นของสารประกอบในเลือดที่ได้จากการสลายตัวของกรดแลคติคซึ่งเกิดจากกระบวนการสันดาป ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ มีหน่วยเป็นมิลลิโมลต่อลิตร

ความสามารถในการว่ายน้ำท่าฟร์อนท์คลอว์ (Time) หมายถึง เวลาของการว่ายน้ำในระยะ 100 เมตร จับเวลาตั้งแต่เริ่มปล่อยตัวและสิ้นสุดที่การเข้าเส้นชัยโดยการเตะขอบสระ

ช่วงเวลาของการเจาะแลคเตท (Time of lactate Draw) หมายถึง เวลาของการเจาะแลคเตทบริเวณปลายนิ้ว เพื่อวัดค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (blood lactate concentration) ก่อนทำการว่ายน้ำ ภายหลังการว่ายน้ำ และระหว่างทำการฟื้นสมรรถภาพ ช่วงระยะเวลาที่ 3นาที 10นาที 15นาที 20นาที

การฟื้นสมรรถภาพ (Recovery) หมายถึง การฟื้นสมรรถภาพทางกายหลังจากการว่ายน้ำในระยะ 100 เมตร ครั้งที่ 1 โดยการทำให้ระยะเวลาการว่ายน้ำครั้งที่ 2 เท่ากัน หรือใกล้เคียงกับการว่ายน้ำครั้งที่ 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลของการแช่น้ำเย็นโดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อการฟื้นฟูในการว่ายน้ำด้วยความเร็วเต็มที่ ระยะทาง 100 เมตร ในการว่ายน้ำท่าน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล
2. เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาในการประยุกต์เลือกระยะเวลาในการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นที่ส่งผลต่อสมรรถภาพในการแข่งขันของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาในหัวข้อผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร โดยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยได้นำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. กีฬาว่ายน้ำ
2. การว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล
3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำ
4. ระบบพลังงาน
5. อัตราการเต้นของหัวใจ
6. การฟื้นสมรรถภาพจากการออกกำลังกาย
7. การฟื้นสมรรถภาพด้วยความเย็น
8. กรดแลคติค
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - งานวิจัยต่างประเทศ
   - งานวิจัยภายในประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กีฬาว่ายน้ำ

วีระ มนัสวานิช (2545) ได้กล่าวถึงประวัติกีฬาว่ายน้ำไว้ดังนี้ กีฬาว่ายน้ำถือเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เพราะมนุษย์สามารถว่ายน้ำได้ตังแต่สมัยดึกดำบรรพ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ที่ตั้งภูมิลำเนาอยู่ตามชายทะเล แม่น้ำ ลำคลอง และที่ราบลุ่มต่าง ๆ เช่น พวกเอสซีเรีย อียิปต์ กรีกและโรมัน มีการฝึกหัดว่ายน้ำกันมาตั้งแต่ก่อนคริสตกาลเพราะมีผู้พบภาพวาดเกี่ยวกับการว่ายน้ำในถ้ำบนภูเขาแถบทะเลทรายลิบยาน การว่ายน้ำในสมัยนั้นเพียงเพื่อให้สามารถว่ายน้ำข้ามไปยังฝั่งตรงข้ามได้หรือเมื่อเกิดอุทกภัยน้ำท่วมป่าและที่อยู่อาศัยก็สามารถพาตัวไปในที่น้ำท่วมไม่ถึงได้อย่างปลอดภัย การว่ายน้ำ ได้มีวิวัฒนาการมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน แต่มีหลักฐานบันทึกไว้

ไม่นานนักว่า ราล์ฟ โทมัส (Ralph Thomas) ให้ชื่อแบบว่ายน้ำที่มนุษย์ใช้ว่ายกันมาตั้งแต่เดิมว่าฮิวแมน สโตรค (Human stroke) นอกจากนี้พวกชนชาติสลาฟและพวกสแกนดิเนเวียรู้จักการว่ายน้ำอีกแบบหนึ่งโดยใช้เท้าเคลื่อนไหวในน้ำคล้ายกบว่ายน้ำหรือที่เรียกว่า ฟล็อคคิก (Flogkick) แต่วิธีการเคลื่อนไหวแบบฟล็อค คิก จะทำความเร็วในการว่ายน้ำได้ไม่มากนักโดยการแข่งขันว่ายน้ำครั้งแรกได้จัดขึ้นที่ วูลวิช บาร์ท (Woolwich Baths) ใกล้กับกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ เมื่อปี พ.ศ. 2416 การแข่งขันครั้งนั้นมีการ แข่งขันเพียงแบบเดียวคือ แบบฟรีสไตล์ (Free style) โดยผู้ว่ายน้ำแต่ละคนจะว่ายแบบใดก็ได้ ในการแข่งขันครั้งนี้ J. Arhur Trudgen เป็นผู้ได้รับชัยชนะ โดยเขาได้ว่ายแบบเดียวกับพวกอินเดียแดงในอเมริกาใต้ คือแบบยกแขนกลับเหนือน้ำซึ่งเป็นวิธีการว่ายน้ำของเขาได้กลายเป็นแบบที่ ได้รับความนิยมมากจนได้ชื่อว่า ท่าว่ายน้ำแบบทรัดเจน (Trudgen stroke) กีฬาว่ายน้ำได้จัดเข้าไว้ในการแข่งขันโอลิมปิกเมื่อปี

พ.ศ. 2436 และได้จัดการแข่งขันมาจนถึงปัจจุบันด้วยเหตุดังกล่าวกีฬาว่ายน้ำก็ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายจากคนทั่วไปและถือเป็นส่วนหนึ่งของการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก มีการพัฒนากีฬาว่ายน้ำให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นเป็นลำดับโดยมีผู้คิดแบบและประเภทของการว่ายน้ำเพื่อความสนุกสนานและความตื่นเต้นในการแข่งขันมากขึ้น

ประวัติกีฬาว่ายน้ำในประเทศไทยสมาคมว่ายน้ำสมัครเล่นแห่งประเทศไทย ได้จดทะเบียนสมาคมต่อกรมตำรวจเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2502 ผู้ดำรงตำแหน่งนายกสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทยคนแรก คือ พลเรือโท สวัสดิ์ ภูติอนันต์ ในปีเดียวกันนี้สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทยได้เข้าเป็นสมาชิกของสหพันธ์ว่ายน้ำ นานาชาติในปี พ.ศ. 2504 รัฐบาลได้อนุมัติเงินงบประมาณจำนวน 10 ล้านบาท เพื่อก่อสร้างสระว่ายน้ำมาตรฐานขนาดความยาว 50 เมตร กว้าง 25 เมตร พร้อมทั้งที่กระโดดน้ำและอัฒจันทร์คนดู จำนวน 5,000 ที่นั่ง ณ บริเวณสนามกีฬาแห่งชาติ และเปิดใช้ในการแข่งขัน เมื่อวันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2506 เรียกว่า สระว่ายน้ำโอลิมปิก (ปัจจุบันได้เปลี่ยนชื่อเป็นสระว่ายน้ำวิสุทธารามย์) และ สมาคมว่ายน้ำสมัครเล่นประเทศไทย ได้สมัครเข้าเป็นสมาชิกของสหพันธ์ว่ายน้ำแห่งเอเชียในปี พ.ศ. 2509 ในปี พ.ศ. 2548 สมาคมว่ายน้ำสมัครเล่นแห่งประเทศไทยเปลี่ยนชื่อเป็น “สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย” ชื่อย่อ ส.ว.ท. ชื่อภาษาอังกฤษ THAILAND SWIMMING ASSOCIATION ชื่อย่อ TASA สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย ส.ว.ท. เป็นผู้ส่งเสริมสนับสนุนการเล่นกีฬาว่ายน้ำกระโดดน้ำโปโลน้ำและระบำใต้น้ำ

การว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล(Crawl stroke)

พีระพงศ์ บุญศริ (2535) กล่าวไว้ใน วิทยาศาสตร์ว่าด้วยกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกายไว้ถึงการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลดังนี้ ท่าวัดวา (Crawl stroke) การว่ายน้ำท่านี้เป็นการเคลื่อนตัวของผู้ว่ายทั้งตัวในน้ำเป็นแนวเส้นตรง (Linear movement) และเกิดจากการเคลื่อนไหวแขน

ขาในประเภทแกว่งไกว (Oscillatory and ballistic movement) เนื่องจากความต้านทานของน้ำทำให้การเคลื่อนไหวไม่ค่อยจะเต็มแบบของบอลลิสติก ทักษะนี้เป็นการเคลื่อนไหวในน้ำโดยที่ศีรษะและลำตัวทำหน้าที่สามประการ คือ ประการแรกลดความต้านทานของน้ำให้น้อยที่สุด ประการที่สอง ช่วยให้สามารถหายใจได้ และ ประการที่สาม คือ ทำหน้าที่เป็นจุดยึดที่แน่นอนมั่นคงของกล้ามเนื้อแขนขา ส่วนสำคัญของการลดความต้านทานของน้ำ ได้แก่ ตำแหน่งของศีรษะและลำตัว โดยการให้อยู่ในลักษณะที่เพรียวน้ำ (Streamlined) คือลำตัวและศีรษะเกือบจะอยู่ในแนวนอนหรือแนวขวางกับเส้นขอบฟ้า ทั้งนี้ปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณาประกอบกันอีกสามประการก็คือ ลักษณะความแตกต่างของทรวดทรงและความลอยตัว (Buoyancy) และความเร็วในการว่ายน้ำด้วยหลักในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลนั้น ช่วงในการหายใจเมื่อหันหน้าขึ้นหายใจจะต้องไม่ขัดจังหวะกับการเคลื่อนไหวของแขนขา หรือทำให้เกิดการต้านทานการเคลื่อนไหวของร่างกายไปตามแนวของการว่ายน้ำ ดังนั้นจึงไม่ควรยกศีรษะขึ้นเพื่อหายใจ แต่ใช้การพลิกใบหน้าขึ้นเป็นการเคลื่อนไหวศีรษะรอบแกนนอนของมันและในขณะที่หันพลิกหน้าขึ้นนั้นต้องพยายามให้คางแนบชิดกับด้านข้างของลำคอและปากจะอยู่เหนือระดับผิวน้ำเล็กน้อย เมื่อหายใจแล้วก็พลิกหน้าไปทางข้างหน้าดวงตาทั้งคู่อยู่ในระนาบของผิวจมูกและคางอยู่ในแนวกึ่งกลางระนาบข้างของร่างกาย ลำตัวจะต้องนิ่งเพื่อให้กล้ามเนื้อแขนขายึดเป็นฐานได้มั่นคง เพื่อให้กล้ามเนื้อท้อง (Oblique Abdominal) ทั้งซ้ายและขวาทำหน้าที่หดตัวสลับกันกับกล้ามเนื้อเหยียดกระดูกสันหลัง (Spinal Extensors) ทำให้กระดูกสันหลังและกระดูกเชิงกรานอยู่นิ่งๆ ต้านทานแรงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวไหล่และกล้ามเนื้อตะโพกที่หดตัวเพื่อดึงแขนขาสำหรับพุ่งน้ำและถีบน้ำเพื่อให้ ลำตัวพุ่งไปข้างหน้า องค์ประกอบต่างๆ ของการว่ายฟรอนท์ครอว์ล (จรูญ มีสิน, 2547) มีดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การจัดตำแหน่งของร่างกายหรือการทรงตัว
ต้องพยายามทำตัวให้ราบกับผิวน้ำมากที่สุด ด้วยการยกสะโพกขึ้นอยู่ระดับเดียวกับผิวน้ำ การที่ไหล่พ่นน้ำเพราะต้องใช้กำลังไหล่ดึงแขนให้พุ่งลงในน้ำ และต้องใช้กำลังไหล่ดึงแขนให้พ่นน้ำขึ้นมาทางด้านหลังอีกด้วย ส่วนเท่าจะกระทุ้มน้ำพ่นผิวน้ำขึ้นมาเล็กน้อย พยายามให้ศีรษะอยู่ระดับผิวน้ำ สายตามองไปข้างหน้าไกลๆ หน้าผากอยู่ในระดับเดียวกับผิวน้ำ พยายามไม่ให้ศีรษะเคลื่อนไหวมากเกินไป

2. การเคลื่อนไหวแขน กำลังแขนเป็นกำลังส่วนใหญ่ในการว่ายท่าวัดวา ต้องพยายามเคลื่อนไหวให้ต่อเนื่อง

3. การหายใจ (Breathing) มี 2 แบบ

3.1 หายใจออกขณะปากอยู่ในระดับผิวน้ำ (Trickle Breathing)

3.2 หายใจออกขณะปากอยู่เหนือน้ำ (Explosive Breathing)

นักว่ายน้ำที่ดีจะใช้การหายใจทั้ง 2 แบบผสมผสานกันไป ถ้าว่ายน้ำระยะไกล ควรจะหายใจทุกรอบของการใช้มือแตะละข้าง ถ้าว่ายระยะใกล้ เราอาจพุ่ยน้ำ 3 ครั้ง หายใจ 1 ครั้งก็ได้ (จรูญ มีสิน, 2547)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำ

การว่ายน้ำมีท่าทางการเคลื่อนไหวที่เป็นวงจรซึ่งจำเป็นต้องใช้ปัจจัยทางด้านกลไกการเคลื่อนไหวและระบบพลังงานเป็นพื้นฐานในการกำหนดระดับความสามารถ (Fernandes and Vilas-Boas, 2012) โดยมีเป้าหมายในการไปถึงระยะทางที่กำหนดในระยะเวลาที่สั้นที่สุด นักกีฬาต้องมีการจัดสรรความเร็วโดยการกระจายงานและการใช้พลังงานในการแข่งขันได้อย่างเหมาะสมซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการแสดงออกของระดับความสามารถ (Abbiss & Laursen, 2008) การว่ายน้ำในระดับการแข่งขันซึ่งมีรอบแขนในการว่าย (Stroke) แตกต่างกันในแต่ละประเภทและระยะทางในการว่ายย่อมส่งผลให้มีความแตกต่างกันในด้านของเวลาที่ใช้ในการว่ายด้วยเช่นกัน (Toussaint, Hollander, Van den Berg, & Vorontsov , 2000) ซึ่งส่งผลต่อระบบพลังงานและการเคลื่อนไหวในการว่ายน้ำในด้านปัจจัยที่ส่งผลต่อวามสามารถในการว่ายน้ำ

ทัสเซนท์และบีค (Toussaint & Beek, 1992) ได้กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วความเร็วในการว่ายน้ำนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสรีรวิทยา (Physiology) ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการใช้พลังงาน, กระบวนการการเผาผลาญพลังงาน ปัจจัยทางด้านสัณฐานวิทยา (Morphology) ซึ่งหมายถึงขนาดของมือ, ระยะในการเคลื่อนไหวไปข้างหน้า ปัจจัยต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดโดยขนาดร่างกาย ปัจจัยด้านการทำงานร่วมกันของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular properties) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการส่งผ่านแรง การทำให้เกิดงานในการเคลื่อนไหว และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคในการว่ายและการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อและปัจจัยทางด้านจิตวิทยา (Psychological profile) ซึ่งหมายถึง ความตื่นตัว,ความวิตกกังวล,แรงจูงใจ ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ (สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ, 2551) ซึ่งกล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของความเร็วในการว่ายน้ำไว้ 5 ด้าน คือ

1. ปฏิกิริยาตอบสนองและความสามารถเริ่มต้นในการออกตัว คือการสั่งการของระบบประสาทที่ส่งผลต่อการหดตัวออกแรงของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว ท้าให้มีการออกตัวได้มีประสิทธิภาพ

2. การเร่งความเร็วจนถึงความเร็วสูงสุด คือ การใช้อัตราเร่งความเร็วเริ่มต้นจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุดของแต่ละบุคคล

3. ความยาวของช่วงแขน (Stroke length) ในการว่ายน้ำ

4. ความถี่ในการดึงแขนแต่ละครั้งได้อย่างรวดเร็ว

5. การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยม (Anaerobic Performance) ที่มีประสิทธิภาพจะส่งผลต่อการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว

เซโลและรีวาร์ด (Salo & Riewald, 2008) ได้กล่าวถึงระบบพลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำว่า ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ไกลโคไลซิส (Anaerobic Glycolysis) เป็นระบบพลังงานที่เป็นช่วงแรกของกระบวนการไกลโคไลซิส (Glycolysis) ซึ่งหมายถึงไม่มีการนำเอาออกซิเจนมาเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างพลังงานระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (Anaerobic Glycolysis) จะเป็นระบบพลังงานหลักสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อในระยะเวลาต่อเนื่องกันปานกลาง และมีความหนักสูง เช่น การว่ายน้ำในระยะทาง 100-200 เมตร ขณะที่แอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (Anaerobic Glycolysis) เป็นระบบพลังงานหลัก กล้ามเนื้อจะเกิดการเมื่อยล้า (Fatigue) อย่างรวดเร็วซึ่งเกิดจากผลิตภัณฑ์จากระบบพลังงานนี้ซึ่งก็คือกรดแลคติค (Lactic acid) โดยกรดแลคติคนี้จะถูกสร้างขึ้นอีกอย่างต่อเนื่องมากขึ้นเมื่อท้ากิจกรรมที่มีความหนักสูงเป็นระยะเวลานานขึ้น ในขณะเดียวกันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ภายในเซลล์ เป็นเหตุให้เกิด ความเมื่อยล้าและทำให้ความสามารถในการหดตัวเต็มที่ของกล้ามเนื้อลดลงในขณะว่ายน้ำด้วยความหนักสูงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการฝึกจึงควรฝึกเพื่อให้ร่างกายสามารถเกิดการปรับตัวให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เกิดขึ้นและผลจากการฝึกจะทำให้ร่างกายสามารถทนต่อความหนักที่สูงขึ้นได้ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น และยังทำให้มีการฟื้นตัวที่ดีขึ้นด้วย

ระบบพลังงานแบบแอโรบิกไกลโคไลซิส (Aerobic Glycolysis) เป็นระบบพลังงานที่เกิดโดยอาศัยออกซิเจนในกระบวนการไกลโคไลซิส และมีการเพิ่มการสร้างเอทีพี (ATP) จากโมเลกุลของกลูโคสอีกด้วย แอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (Aerobic Glycolysis) เข้ามามีบทบาทเมื่อการออกกำลังกายมีการใช้ระยะเวลานานและมีความหนักที่ต่ำ (เช่น การว่ายน้ำระยะ 400 เมตรขึ้นไป)

ในขณะที่ระบบพลังงานนี้สร้างเอทีพี (ATP) เป็นจำนวนมาก แต่ก็ยังสร้างได้ช้าและไม่เพียงพอต่อความต้องการเมื่อมีการออกกำลังกายที่ความหนักสูง แอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (Aerobic Glycolysis) นั้นยังมีความจำเป็นต่อการฟื้นตัวหลังจากช่วงการออกกกำลังกายที่มีความหนักสูงหรือมีความเร็วสูง ระบบพลังงานแบบฟอสฟาเจน (Phosphagens) หรือ เอทีพี-ซีพี (ATP-CP) นอกเหนือจากกระบวนการแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (Anaerobic glycolysis) และแอโรบิกไกลโคไลซิส (Aerobic Glycolysis) แล้ว เอทีพี (ATP) สามารถถูกสร้างขึ้นจากการสลายตัวอย่างฉับพลันของสารตั้งต้นที่เรียกว่า ครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine phosphate, CP) หรือเรียกว่ากระบวนการเอทีพี-ซีพี (ATP-CP) โดยข้อจำกัดของกระบวนการเอทีพี-ซีพี (ATP-CP) คือ

ปริมาณที่จำกัดของครีเอทีนฟอสเฟต (CP) ที่สะสมในกล้ามเนื้อและการถูกนำมาใช้โดยตรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ กระบวนการ ATP-CP เกิดขึ้นเป็นหลักเมื่อมีการเริ่มต้นทำงานของกล้ามเนื้อที่มีความหนักสูงในระยะเวลาอันสั้น (เช่น การว่ายน้ำประเภทท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 50 เมตร) โดยระบบพลังงานทั้งสามจะทำงานร่วมกันตลอดระยะเวลาของกิจกรรมและตลอดทุก ๆ ระดับความหนักของกิจกรรม การสร้าง ATP เกิดขึ้นทั้งจากการใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนโดยมี อัตราส่วนการใช้พลังงานโดยประมาณดังนี้

- ในระยะสั้นที่สุดของการว่ายน้ำคือ 50 เมตร จะประกอบด้วยพลังงานที่ได้จากระบบ ATP-CP 65 เปอร์เซ็นต์, Anaerobic Glycolysis 30 เปอร์เซ็นต์ และ Aerobic Glycolysis 5 เปอร์เซ็นต์

- ในประเภทระยะ 200 เมตร ประกอบด้วยพลังงานที่ได้จากระบบ ATP-CP 10 เปอร์เซ็นต์, Anaerobic Glycolysis 50 เปอร์เซ็นต์ และ Aerobic Glycolysis 40 เปอร์เซ็นต์

- ในประเภทระยะ 1,500 เมตร ประกอบด้วยพลังงานที่ได้จากระบบ ATP-CP 2-5 เปอร์เซ็นต์, Anaerobic Glycolysis 20 เปอร์เซ็นต์ และ Aerobic Glycolysis 70-80 เปอร์เซ็นต์

- ในประเภทแบบเปิด หรือระยะไกล จะใช้พลังงานเกือบทั้งหมดจากระบบที่ใช้ออกซิเจนหรือระบบอากาศนิยม (Aerobic glycolysis) แต่ยังมีอัตราส่วนการใช้ พลังงานจาก ระบบอนากาศนิยม (Anaerobic) อยู่ในอัตราส่วนที่น้อย (ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์)

ระบบพลังงาน

สนธยา สีละมาด (2551) กล่าวว่าพลังงานที่ร่างกายใช้ในการทำงานของอวัยวะต่างๆ ได้มาจาก การสลายสารอาหารขณะทำกิจกรรมต่างๆ การทำหน้าที่ของระบบต่างๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อ (Muscular system) ในการออกกำลังกายล้วนต้องการพลังงานเพื่อการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่าในการออกกำลังกายเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องอาศัยขบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานทางเคมีที่ได้จากอาหารให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อเราจะปฏิบัติกิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายจำเป็นต้องใช้พลังงานในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งขบวนการผลิตพลังงานมีอยู่ 3 ระบบ คือ

1. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคเตท (Anaerobic alactic system) หรือ เรียกอีกชื่อว่าระบบเอทีพี พีซี (ATP – CP System) เป็นระบบที่สำรองพลังงานได้โดยตรงที่ไม่ต้องใช้ ออกซิเจนในการผลิตพลังงานและไม่ก่อให้เกิดกรดแลคเตท เมื่อการทำงานมีความหนักสูงสุดระบบนี้สามารถสำรองพลังงานเอทีพีได้ประมาณ 6 - 8 วินาที เนื่องจากปริมาณของสารครี

เอตีนฟอสเฟสจะหมดลงในเวลาอันสั้น การสำรองพลังงานโดยการเปลี่ยนรูปของสารครีเอตีนฟอสเฟสส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อเริ่มต้นออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาที่ต้องมีการเคลื่อนไหวเฉียบพลันทันทีทันใดและการ สร้างกลับคืนของครีเอตีนฟอสเฟสหลังการออกกำลังกายหยุดลงจะใช้เวลาเพียงเล็กน้อยประมาณ 3 ถึง 5 นาที

2. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติค (Anaerobic lactic system) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไกลโคไลซิส (Glycolysis system) เป็นระบบที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการสำรองพลังงาน เอทีพี เช่นเดียวกับระบบแอนแอโรบิกอแลคติค แต่การสำรองพลังงานจะก่อให้เกิดกรดแลคติคขึ้น จึงเป็นระบบที่นำมาใช้ในกรณีฉุกเฉิน เช่น มีการทำงานหนักอย่างรวดเร็วและยาวนานโดยเฉพาะการทำงานในช่วงเวลา 20 วินาที ถึง 45 วินาที พลังงานสำรองที่ได้มาจากไกลโคเจนซึ่งจะถูกนำมาใช้มากที่สุด ขบวนการของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติคจะมีการสะสมกรดแลคติคเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงหรือมีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามระดับพลังงานสำรองจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล เพศ,อายุ และระยะเวลาการออกกำลังกาย สอดคล้องกับ ดุสิต พรหมอ่อน (2549) กล่าวว่าจำนวนไกลโคเจนที่เก็บสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อสามารถสนับสนุนการวิ่งเร็วสูงสุดได้ประมาณ 70–85 วินาที อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงไม่สามารถทำได้เนื่องจากผลผลิตของกระบวนการไกลโคไลซีสจะเกิดกรดแลคติคทำให้ระดับความเป็นกรดในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของความเป็นกรดมีผลต่อองค์ประกอบที่จำเป็นของการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างน้อยสองอย่าง คือ ลดความสามารถในการทำงานของฟอสโฟฟรุคโตไคเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญของกระบวนการไกลโคไลซิสและการแทรกแซงการทำงานของแคลเซียมในการบวนการครอสบริดส์ (Cross - bridge) โดยการป้องกันการเกาะของแคลเซียมกับโทรโปรนิน-ซี (Troponin - C) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นผลผลิตของกระบวนการไกลโคไลซิสจะนำไปสู่การลดลงของการสำรองพลังงานเอทีพี ซีพี และการลดลงของแรง (Force) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อการกำจัดกรดแลคติคออกจากกล้ามเนื้อหรือร่างกายนั้นใช้ระยะเวลานานกว่าการสร้างพลังงานใหม่ขึ้นมาทดแทนอาจจะใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง ในการกำจัดกรดแลคติคให้ลดลงจนอยู่ในระดับเดียวกับก่อนออกกำลังกาย การเดินหรือการวิ่งเหยาะภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักหรือหลังจากการใช้ความเร็วสูงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยระบายหรือกำจัดกรดแลคติค

ในร่างกายให้ลดลงเร็วขึ้นโดยเฉพาะในช่วง 10 นาที แรกหลังจากเสร็จสิ้นการออกกลังกายจะช่วยลดระดับกรดแลคติคลงอย่างมาก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2538)

3. ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic system) ระบบนี้ต้องการใช้ออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญพลังงาน แต่อย่างไรก็ตามแม้จะมีออกซิเจนเพียงพอกระบวนการเผาผลาญ

ก็อาจจะถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านเอนไซม์และไมโตคอนเดรีย ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการผลิตพลังงาน และถ้ามีจำนวนจำกัดจะทำให้ปริมาณการผลิตพลังงานน้อยลง ระบบแอโรบิกสามารถใช้เชื้อเพลิงมากกว่า 1 ชนิด คาร์โบไฮเดรตและไขมันที่เก็บสะสมอยู่ในร่างกายเป็นต้นตอที่สำคัญของการผลิตพลังงานของระบบแอโรบิก การเก็บสะสมของคาร์โบไฮเดรตจะมีจำนวนจำกัดขณะที่การเก็บสะสมของไขมันจะมีจำนวนไม่จำกัด การสำรองพลังงานจากทั้งสองชนิดจะทำงานในเวลาเดียวกันแต่จะแบ่งสัดส่วนกันโดยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของการออกกำลังกาย ระยะเวลาของการออกกำลังกายและสภาพของการฝึกซ้อมแต่ละบุคคล

อัตราการเต้นของหัวใจ

วิลมอร์ และคณะ (Wilmore et al., 2008) กล่าวว่าอัตราการเต้นของหัวใจเป็นการแสดงถึงสมรรถภาพของ ระบบหัวใจและหลอดเลือดที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยความสามารถในการสูบฉีดเลือดเป็นจำนวนมากไปเลี้ยงร่างกายอย่างทั่วถึง โดยอัตราการเต้นหัวใจขณะพักของคนทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 60-80 ครั้งต่อนาที ในนักกีฬาที่ทำการฝึกความอดทนอัตราการเต้นหัวใจขณะพักอาจลดลงเหลือ 28-40 ครั้งต่อนาที ในคนที่มีการฝึกออกกำลังกายเป็นประจำจะมีผลให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักต่ำกว่าคนทั่วไปแสดงว่าการทำงานของหัวใจในผู้ที่มีการออกกำลังกายอยู่เป็นประจำนั้น ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายจึงเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการเพิ่มและลดงานที่กระทำในขณะออกกำลังกายและอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นตัวเลขที่วัดได้ของแต่ละบุคคลในขณะออกกำลังกาย โดยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หมายถึง จำนวนครั้งที่หัวใจสามารถบีบตัวใน 1 นาที โดยมีอายุเป็นตัวแปรที่สำคัญ การนำอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมาใช้เพื่อการจัดความหนักหรือความเข้มข้นในการออกกำลังกายและการฝึกซ้อมสามารถคำนวณได้ 2 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 การหาอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate) จากสูตรอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate) = 220 - อายุ หน่วยที่ได้เป็นครั้งต่อนาที (Beats per minute)

วิธีที่ 2 การหาช่วงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate reserve) เพื่อใช้ในการกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจในออกกำลังกายหรือฝึกซ้อมกีฬา เรียกว่า ชีพจรเป้าหมาย (Target heart rate) ซึ่งเมื่อชีพจรเป้าหมายที่ถือว่า “หนักพอ” ขณะออกกำลังกายจะกระตุ้นให้ร่างกายเปลี่ยนแปลง อันจะนำไปสู่การพัฒนาสมรรถภาพทางกาย โดยมีสูตรการหาชีพจรเป้าหมาย ดังนี้ (Karvonen in McArdle, 2007)

Target heart rate = (Maximum heart rate - Resting heart rate) x (%Intensity) + Resting heart rate

อัตราการเต้นหัวใจที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายนั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการขนส่งออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น หรือที่เรียกว่าเป็นการเพิ่ม Oxygen consumption (VO2) ซึ่งเป็นการเพิ่มสมรรถภาพทางกายในการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจน

คาร์นโอเวน และคณะ (Karnoven et al, 1957) กล่าวว่าการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดกำหนดความหนักของการออกกำลังกายสามารถทำได้ง่ายแต่มีความแม่นยำน้อย การใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองกำหนดความหนักในการออกกำลังกายจะมีความแม่นยำและตรงกับความสามารถของแต่ละบุคคลมากกว่า โดยค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมาใช้ในการคำนวณหาค่าความหนักในการออกกำลังกายด้วย (ตารางที่ 1)

Percent of maximum heart rate	Heart rate reserve or percent of $V^{\circ}O_2$ max	Rating of perceived exertion	Classification of intensity
< 35%	< 30%	< 9	Very light
35-59%	30-49%	10-11	Light
60-79%	50-74%	12-13	Moderate
80-89%	75-84%	14-16	Heavy
>90%	>85%	>16	Very heavy

ตารางที่ 1 แสดงการเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจ สูงสุดช่วงอัตราการเต้นของหัวใจอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการรับรู้ความหนักของงาน (Burke, 1998)

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนักในการฝึกซ้อมกับอัตราการเต้นของหัวใจ

เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) กล่าวว่าตามหลักของการฝึกซ้อมกีฬาเมื่อปรับความหนักในการฝึกซ้อมเพิ่มขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะถูกกระตุ้นให้ทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อนำเลือดหรือออกซิเจนส่งไปเลี้ยงกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของความหนักกับอัตราการเต้นของหัวใจจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน จนกระทั่งความหนักถูกปรับเพิ่มขึ้นถึงระดับขันความหนักเกือบสูงสุด (Sub maximum Load) หรือประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สภาวะการเต้นของหัวใจจะเริ่มคงสภาพหรือมิได้มีความสัมพันธ์ตามความหนักที่เพิ่มขึ้นอีกต่อไป สภาวะดังกล่าวนี้จะปรากฏเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจเข้าสู่ช่วงประมาณ 180–185 ครั้งต่อวินาที เมื่อปรับภาระงานในการฝึก (Training load) เพิ่มขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือมิได้มีการปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกับความหนักที่ถูกปรับเพิ่มขึ้น

ลาร์รี และคณะ (Larry et al., 2015) กล่าวว่าสำหรับการฝึกระบบ ATP-CP เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดของนักกีฬาสูงมากประมาณ 90–100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การฝึกเพื่อพัฒนาระบบ Anaerobic Glycolytic อัตราการเต้นหัวใจสูงสุดของนักกีฬาค่อนข้างสูงประมาณ 85– 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการฝึกเพื่อพัฒนาระบบ Aerobic ความหนักอยู่ในระดับปานกลาง อัตราการเต้น หัวใจสูงสุดประมาณ 70–90 เปอร์เซ็นต์

การฟื้นสมรรถภาพจากการออกกำลังกาย

โรเบิร์กและเคทิเยียน (Robergs & Kateyian ,2003) กล่าวว่าการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากออกกำลังกายขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของของเสียคือกรดแลคติค (Lactic acid) ไฮโดรเจนไอออน (H+) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างออกกำลังกาย ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความหนักในการออกกำลังกาย ฟอกซ์และแมทธิวส์ (Fox and Mathews, 1981) ได้กล่าวถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระยะฟื้นตัวของกล้ามเนื้อระหว่างออกกำลังกายไว้ดังนี้

1. การสร้าง ATP-PCr ขึ้นมาใหม่ในกล้ามเนื้อ โดย ATP-PCr ที่ถูกใช้ไปในการออกกำลังกายนั้นจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่ในกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วภายใน 2-3 นาที ในช่วงพักระหว่างออกกำลังกาย ATP-PCr จะถูกสร้างขึ้นมาใหม่ถึงร้อยละ 90 ใน 4 นาที และเมื่อมีการพักมากกว่า 5 นาที ร่างกาย จะสร้าง ATP ได้ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์

2. การสร้างไกลโคเจนขึ้นมาใหม่ในกล้ามเนื้อโดยการออกกำลังกายที่มีระยะเวลานานต่อเนื่อง และมีระดับความหนักต่ำไกลโคเจนจะถูกใช้ไปมากกว่า 2 เท่าของการออกกำลังกายเป็นช่วง ๆ ทำให้สารอาหารที่เป็นต้นตอต่าง ๆ เช่น กลูโคส กรดแลคติค และกรดไพรูวิกถูกใช้เป็นจำนวนมาก จึงมีปริมาณลดลงส่วนการออกกำลังกายเป็นช่วง ๆ นั้นสารต่าง ๆ ที่เป็นต้นตอนี้จะไม่ลดลงหรือลดลง เล็กน้อย ดังนั้นการออกกำลังกายเป็นช่วง ๆ จึงต้องการเวลาน้อยกว่าในการสร้างไกลโคเจนขึ้นมาใหม่ และเริ่มการสร้างไกลโคเจนขึ้นมาใหม่ได้เร็วกว่า

การฟื้นสมรรถภาพโดยการใช้ความเย็น

มนุษย์รู้จักการนำความเย็นมาใช้ เพื่อฟื้นฟูหรือบรรเทาอาการต่างๆ ของร่างกาย ตั้งแต่สมัยอดีตการ เช่นการอาบน้ำเย็นในแม่น้ำลำธาร เพื่อช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยล้าจากการตรากตรำทำงานทั้งวัน หรือช่วยลดอาการทีเกิดจากการทีกล้ามเนื้อถูกใช้งานมากเกินไป (กันยา ปาละวิวัธน์, 2532: 29) กล่าวว่า วิธีการฟื้นฟูด้วยการใช้ความเย็นนั้น สามารถทำได้ด้วยตนเอง ซึ่งนิยมการประคบน้ำแข็งเฉพาะที่ หรืออาจใช้วิธีการแช่ในอ่างน้ำเย็น ที่มีอุณหภูมิ 10 – 14 องศาเซลเซียส

หรือใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำเย็นจัด ประคบหรือชโลม โดยระยะเวลาที่ใช้ควรอยู่ประมาณ 10 – 20 นาที เป็นอย่างน้อย ซึ่งการใช้ความเย็นเพื่อการฟื้นสมรรถภาพร่างกาย ไม่เป็นเพียงการบรรเทาอาการเจ็บปวดที่ได้รับจากการบาดเจ็บจากการกีฬาเพียงอย่างเดียว การใช้ความเย็นนั้นยังสามารถฟื้นฟูหรือคืนสภาพจากการเมื่อยล้าซึ้งมีสาเหตุมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่หนักหรือนานเกินไป จนทำให้มีกรดแลกติกคั่งค้างอยู่ในกล้ามเนื้อและในร่างกาย จนทำให้มีอาการปวดเมื่อยและอักเสบระบบกล้ามเนื้อ (Willcock., 2006)

การใช้ความเย็นเพื่อการฟื้นฟูหรือคืนสภาพของร่างกายหลังจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาอย่างหนักนี้ ได้มีการใช้ในวงการกีฬามานานและได้มีการนำมาประยุกต์ในการใช้ความเย็นด้วยวิธีต่างๆ เพื่อเป็นการค้นคว้าเพื่อหาวิธีที่ให้ประโยชน์ต่อการฟื้นสภาพของร่างกายไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายอย่างหนัก (Vaile et al., 2008) แต่ยังไม่นิยมและเป็นที่แพร่หลาย ซึ่งในบางประเทศก็ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้แล้ว เช่น ในกีฬาซูโม่ ของประเทศญี่ปุ่น ได้ มีการนำนักกีฬาลงแช่ในอ่างน้ำแข็งเพื่อคลายความเมื่อยล้าหลังการแข่งและเพื่อให้พร้อมกับการแข่งขันในการแข่งขันในรอบต่อๆ ไปซึ่งมีการแข่งขันแบบเสร็จสินในวันเดียว หรือในกีฬารักบี้ของบางประเทศ ก็ได้มีการแช่น้ำเย็นหลังการแข่งขันเช่นเดียวกัน แต่ในประเทศไทยยังไม่นิยมใช้วิธีนี้ ในวงการกีฬายังใช้วิธีเพียงการรักษาหรือบรรเทาอาการเจ็บปวดซึ่งเกิดจากการบาดเจ็บเพียงเท่านั้น ยังไม่นำมาใช้ในการลดกรดแลกติกเพื่อคลายความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ซึงเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างหนักหรือมีกรดแลกติกคั่งค้างอยู่

ประโยชน์จากการใช้ความเย็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การจะนำความเย็นไปใช้ในการฟื้นตัว (Recovery) นั้น ควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์ของผิวหนังก่อน เพราะในการใช้ความเย็นในการฟื้นสภาพร่างกายเพื่อลดกรดแลกติก ในเลือดเราใช้การให้ความเย็นผ่านทางผิวหนังผิวหนังทั่วไปมีความหนาประมาณ 1 - 2 มิลลิเมตร แบ่งเป็น 2 ชัน ชั้น นอกเรียกว่าชันหนังกำพร้า (epidermis) และชั้นในเรียกว่าชันหนังแท้ (dermis) ชั้นหนังแท้มีความหนามากกว่าชั้นหนังกำพร้า และเป็นที่อยู่ของหลอดเลือดและเส้นประสาทรับความรู้สึกต่างๆ เช่น เส้นประสาทรับสัมผัส เส้นประสาทรับอุณหภูมิ ต่อมเหงื่อ ต่อมไขมันรากขน (บรรจบ ชุณหสุวรรณ, 2539) เมื่อมีความเย็นมาสัมผัสผิวหนังของเรา ร่างกายจะรู้สึกเย็นโดยอาศัยระบบประสาทรับความรู้สึกของร่างกาย โดยทีตรงส่วนปลายของเส้นประสาทรับความรู้สึกบางเส้นเป็นตัวรับความรู้สึกร้อน และบางเส้นทำหน้าที่รับความรู้สึกเย็น ตัวรับความรู้สึกร้อนทำหน้าที่รับความรู้สึกร้อนที่คงระดับหรือเพิ่มขึ้นในระหว่างช่วงอุณหภูมิ 34 - 45 องศาเซลเซียสส่วนตัวรับความรู้สึกเย็นจะทำหน้าที่รายงานความเย็นในช่วงอุณหภูมิ

12 ถึง 35 องศาเซลเซียสเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส พบว่าตัวรับความรู้สึกร้อนจะหยุดทำงาน แต่ตัวรับความรู้สึกเย็นและตัวรับความรู้สึกเจ็บปวดกลับถูกกระตุ้นให้ทำงานแทน ทำให้เกิดความรู้สึกร้อนเกิดขึ้น และเมื่ออุณหภูมิเย็นจัดมากๆ ตัวรับความรู้สึกเจ็บปวดเท่านั้นที่ถูกกระตุ้นทำให้รู้สึกเจ็บปวดแทนที่จะรู้สึกเย็น มีผู้ทำการศึกษาไว้ว่า ตัวรับความรู้สึกเย็นมีอยู่ประมาณ 6 - 23 จุดต่อตารางเซนติเมตร ตัวรับความรู้สึกร้อนมีอยู่ประมาณ 0 - 3 จุดต่อตารางเซนติเมตร และในร่างกายมีตัวรับความรู้สึกเย็นทั้งสิ้น 250,000 จุด ตัวรับความรู้สึกร้อน 30,000 จุด (กันยา ปาละวิวัธน์, 2532) การกระจายตัวรับความรู้สึกเย็นและตัวรับความรู้สึกร้อนไม่เท่ากันบางแห่งมีน้อย บางแห่งมีมาก เช่น ทีแก้มมีตัวรับความรู้สึกร้อนมากกว่าที่ปลายนิ้วมือ ที่เยื้อบุลิ้นและปากมีตัวรับความรู้สึกร้อนน้อยกว่าทีปลายนิ้วมือเป็นต้น เป็นเหตุให้บริเวณต่างๆ มีความรู้สึกต่ออุณหภูมิที่เท่ากันแตกต่างกัน และร่างกายจะรายงานความรู้สึกร้อนหรือเย็นตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ตามปริมาณตัวรับความรู้สึกร้อนหรือเย็นที่ถูกกระตุ้นและตามการถ่ายเทของความร้อน ไม่ใช่รายงานตามปริมาณความร้อนหรือความเย็นที่แท้จริง

ผลของความเย็นทีมีต่อร่างกาย

เมื่อให้ความเย็นแก่ร่างกายจะทำให้ เกิดภาวะการหดตัวของหลอดเลือดที่ระดับผิวหนัง (Willcock., 2006, Marsh and Sleivert, 1999) อธิบายไว้ว่าการได้รับความเย็นอาจส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดส่วนปลาย (Peripheral blood flow) ลดลง คือมีการหดตัวของหลอดเลือด ส่วนปลาย แต่ก่อให้เกิดการเพิ่มของการไหลเวียนของเลือดส่วนกลาง (Central blood volume) เพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเพิ่มขึ้นของ Central blood flow นี้ยังอาจส่งผลประโยชน์ต่อสมรรถภาพและความสามารถของร่างกายในภายหลัง ซึ่งจะทำให้บุคคลหรือนักกีฬานั้นๆ สามารถรักษาระดับความสามารถสูงสุด(peak performance) ได้นานยิ่งขึ้นการใช้การฟื้นสภาพโดยใช้ความเย็นนอกจากจะเป็นการบำบัดอาการบาดเจ็บแล้ว ความเย็นยังส่งผลต่อการลดลงของ creatine kinase (CK) (Wilcock., 2006) และยังทำให้ร่างกายกลับคืนสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็ว

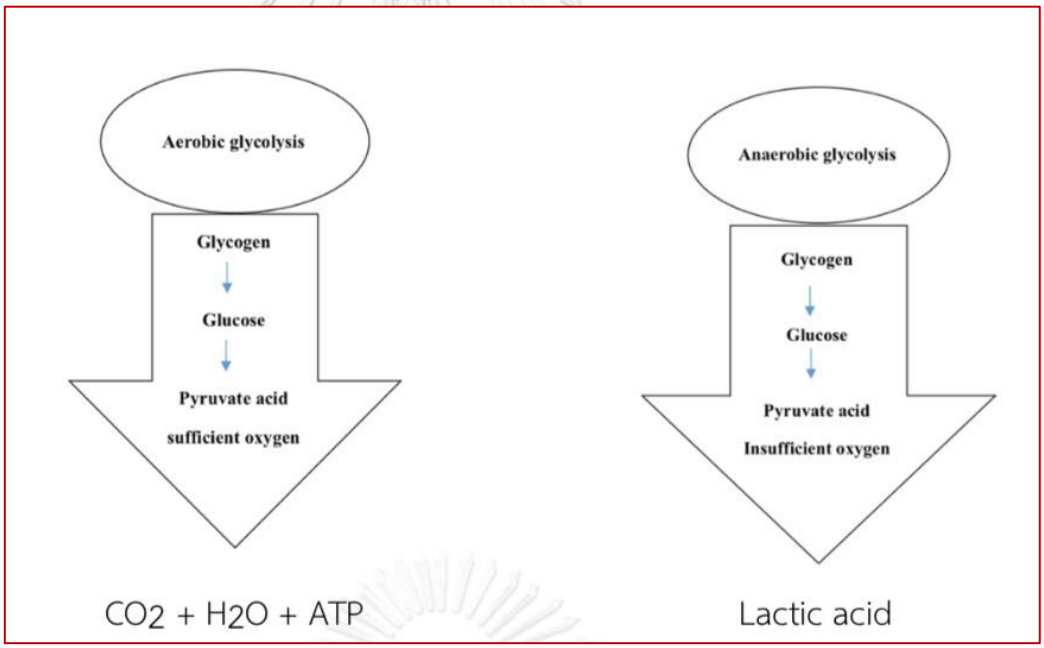
จากการเปรียบเทียบการฟื้นสภาพโดยการใช้การแช่น้าเย็น การแช่น้ำร้อนสลับเย็นและการพักปกติ การแช่น้าเย็นเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการนำไปใช้กับทีมกีฬามากกว่าวิธีการแช่นำร้อนสลับเย็นหรือพักปกติ (Ingram et al., 2007) การทีความเย็นส่งผลทำให้ Central blood volume เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณเลือดส่งไปยังกล้ามเนื้อมากขึ้นเพื่อกำจัดของเสียที่เกิดจากการใช้พลังงานจากกล้ามเนื้อ เช่น กรดแลกติกออกไปได้ (Marsh and Sleivert. 1999) สามารถทำการแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายนอกและภายในเซลล์ได้มากขึ้นในกล้ามเนื้อ แต่การใช้ความเย็นใน

การฟื้นสภาพยังไม่มีผลต่อภาวะ Delayed onset muscle soreness (DOMS) ในผู้ที่ไม่มีการฝึก วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้ในช่วงการฟื้นสภาพของนักกีฬา (Sellwood et al., 2007)

ข้อควรระวัง วิธีการบำบัดด้วยการใช้ความเย็นนั้น ผู้ที่ได้รับการบำบัดด้วยความเย็นควรได้รับความเย็นขนาดเย็นจัด ซึ่งจะมีอาการปวดเล็กน้อยแต่ทนได้ (บรรจบ ชุณหสุวรรณ. 2539)

กรดแลคติค (lactic acid)

เคทช์ (Katch ,2011) กล่าวว่าการสลายกลูโคสเพื่อให้ได้พลังงานโดยกระบวนการ Glycolysis ผลสุดท้ายที่ได้เป็น Pyruvate, ATP และ NADH โดย NADH จะต้องส่งอิเล็กตรอนผ่านMitochondrial membrane เข้าไปใน Mitochondrial matrix เพื่อให้ได้พลังงานส่วน Pyruvate จะเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle) เพื่อให้ได้พลังงานออกมาในรูปของ ATP, NADH และ FADH หลังจากนั้น NADH และ FADH ที่ได้จาก Mitochondrial รวมทั้ง NADH ที่ได้จากกระบวนการGlycolysis จะผ่านเข้าสู่ขบวนการ Oxidative phosphorylation เพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่มีพลังงานสูง คือ ATP (Adenosine triphosphate) (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 เส้นทางการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก ฟอคซ์และแมทริว (Fox & Mathews, 1981)

ขบวนการ Oxidative phosphorylation จะเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ต้องมีออกซิเจนเป็นตัวรับส่งอิเล็กตรอนในขั้นตอนสุดท้ายของขบวนการ ดังนั้นในภาวะที่ร่างกายขาดออกซิเจนไม่ว่าด้วย

สาเหตุใดก็ตามจะทำให้ขบวนการ Oxidative phosphorylation หยุดลงและมีสาร NADH และ FADH คั่งอยู่ภายใน Mitochondrial matrix ซึ่งมีผลทำให้ Kreb's cycle หยุดลง Pyruvate ไม่สามารถเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ได้จึงถูกเปลี่ยนเป็น Lactate โดยเอนไซม์ Lactate dehydrogenase และสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสได้โดยเข้าสู่ขบวนการGluconeogenesis ซึ่ง Lactate จะเปลี่ยนเป็น Pyruvate โดยเอนไซม์ Lactate dehydrogenase ในร่างกายแหล่งที่เกิด Lactate คือกล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดง ซึ่งกล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดง นั้นไม่สามารถเปลี่ยน Lactate เป็น Pyruvate ได้เองจึงต้องส่ง Lactate เข้าสู่กระแสโลหิตไปยังตับด้วย เหตุนี้ตับจึงทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นกลูโคสโดยผ่านขบวนการ Gluconeogenesis แล้วจึงส่งกลูโคสกลับเข้าสู่กระแสโลหิตไปให้กล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดงใช้ต่อไป และสามารถเก็บสะสมให้อยู่ในรูปของกลูโคสในตับและไกลโคเจนในกล้ามเนื้อได้วัฏจักรดังกล่าวเรียกว่า Cori cycle

บทบาทของกรดแลคติคในการออกกำลังกาย

อาสทรานและราเดล (Astrand & Radahl, 1970) ได้เสนอแนะว่าการสร้างกรดแลคติคจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนและความหนักของการออกกำลังกายซึ่งได้สรุปไว้ดังนี้

1.ขณะออกกำลังกายเบาๆ (Light exercise) ร่างกายมักไม่มีปัญหาในเรื่องปริมาณของออกซิเจนเพราะออกซิเจนที่มีสะสมอยู่เล็กน้อยกับออกซิเจนที่ระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต สามารถที่จะขนส่งไปยังกล้ามเนื้อในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการได้ดังนั้นกรดแลคติคจึงถูกสร้างขึ้นน้อยมาก

2. ขณะออกกำลังกายที่มีความความเข้มข้นปานกลาง (Moderate exercise) ร่างกายจะสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ในระยะเริ่มต้นของการออกกำลังกายจนกระทั่งการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic) เข้ามามีบทบาทในการสร้างพลังงานแทน เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ซึ่งกรดแลคติคที่ถูกสร้างขึ้นมาจะแพร่เข้าสู่กระแสเลือดและเมื่อการออกกำลังกายในลักษณะนี้จะดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ ปริมาณกรดแลคติคจะลดน้อยลงจนถึงระดับที่เท่ากับสภาวะปกติ

3. ขณะออกกำลังกายที่หนัก (Heavy exercise) ร่างกายเริ่มจะมีปัญหาเกี่ยวกับปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการที่จะน้าไปใช้ในการสร้างพลังงานทำให้กรดแลคติคถูกสร้างมากขึ้นและพบกรดแลคติคสะสมในกล้ามเนื้อและแลคเตทในเลือดมีปริมาณที่สูง

4. ขณะออกกำลังกายที่หนักมาก (Severe exercise) ร่างกายจะมีปัญหามากขึ้นเนื่องจากปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการหรือปริมาณที่ขาดหายไป (Oxygen deficit) มี

จำนวนมากขึ้นการออกกำลังกายในลักษณะนี้มักดำเนินต่อไปได้ไม่เกิน 2-3 นาที เพราะกล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานต่อไปได้

สอดคล้องกับ พาวเวอร์และฮาวเลย์ (Powers & Howley, 2009) กล่าวว่า เมื่อกรดแลคติคเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อภายในเซลล์จะมีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น ทำให้การปล่อย แคลเซียม (Ca2+) จาก Sarcoplasmic reticulum ลดลง และจะยับยังการทำงานงานของเอนไซม์ Phosphofructokinase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญของกระบวนการ Anaerobic glycolysis รบกวนการจับของแคลเซียม (Ca2+) กับโทรโปรนิน C (Troponin C) ขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้ Actin กับ Myosin จับตัวกันได้ยาก และกล้ามเนื้อหดตัวได้ช้าก่อให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อกรดแลคติคที่สะสมปริมาณมากยังส่งผลให้เลือดมีค่า pH ลดต่ำลงมีสภาพของความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีสภาวะการหายใจที่ตื้นและเร็วผิดปกติ และสุดท้ายทำให้หายใจลำบากซึ่งเป็นผลมาจากการมีออกซิเจนต่ำทำให้มีปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที(Minute ventilation) เพิ่มขึ้น เนื่องจากศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมองส่วนของพอนส์ (Pons) ถูกกระตุ้นส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการออกกำลังกาย

ในปัจจุบันการวิเคราะห์หาระดับของแลคเตทในเลือดเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ประเมินความสามารถของนักกีฬา โดยอาศัยการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการและการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบพกพาและแผ่นทดสอบสำเร็จรูป ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือดด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบพกพาและแผ่นทดสอบสำเร็จรูปจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือดที่เกิดขึ้นทั่วทั้งร่างกายได้เช่นกัน ตามที่ ล็อคกี้และรัซเซล (Lockey & Russell, 2002) กล่าวถึงเรื่องการวิเคราะห์แลคเตทในเลือดไว้ว่าการวิเคราะห์แลคเตทในเลือดด้วยเครื่องแบบพกพา (Accusport) และแผ่นทดสอบสำเร็จรูปเป็นวิธีการที่ง่ายสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายค่าใช้จ่ายค่อนข้างถูกมีความน่าเชื่อถือเทียบเท่ากับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ(Laboratory) เช่นเดียวกับ พัทราวิน และคณะ (Pattharawin et al., 2011) พบว่าการวิเคราะห์หาระดับแลคเตทในเลือดด้วยเครื่องตรวจแบบพกพาจากหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดแดงฝอยบริเวณปลายนิ้วมีความสัมพันธ์กันในระดับที่ดี

โฮเกน และคณะ (Hogan et al., 1995) แนะนำว่าการเจาะเลือดภายหลังสิ้นสุดการออกกำลังกายจะต้องดำเนินการให้เร็วที่สุด ซึ่งจะต้องทำการเจาะทันทีหรือไม่เกิน 5 นาที เพื่อได้ให้ค่าของแลคเตทในเลือดที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด เฮอเมนสันและสเทนเสน (Hermansen & Stensvold, 1972) เห็นตรงกับ โบเนนและเบลคัสโต (Bonen & Belcastro, 1976) ว่าค่าครึ่งชีวิตหรือเรียกว่า Half-life ของแลคเตทในเลือดจะมีค่าเท่ากับ 15-25 นาที และ

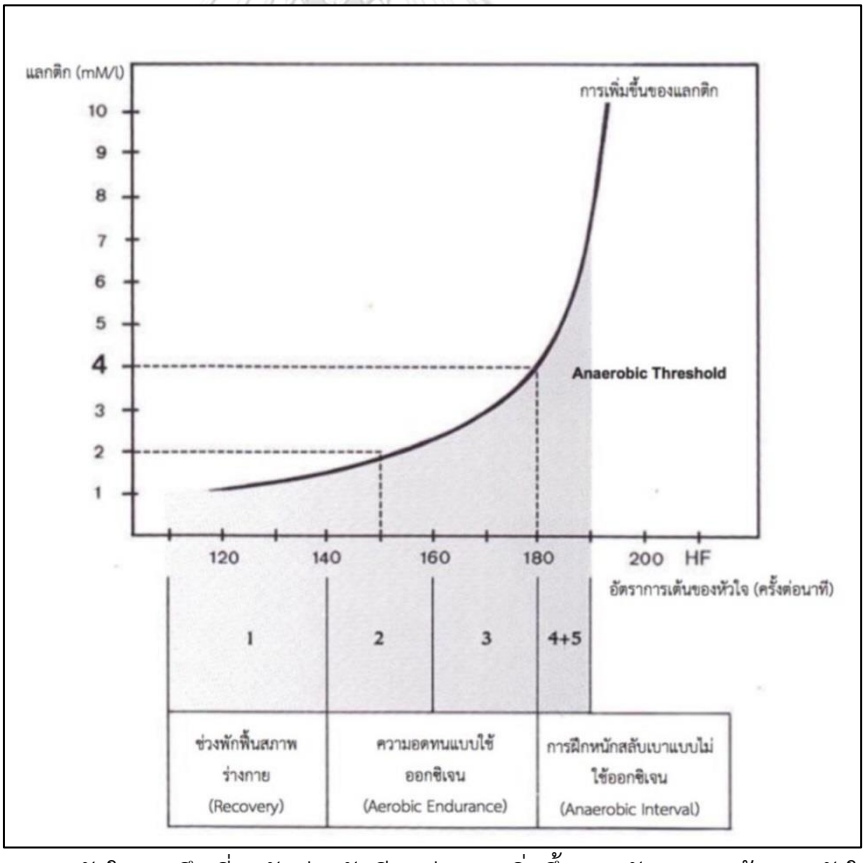
จะกลับสู่ภาวะเกือบปกติใน 60 นาทีหลังจากการออกกำลังกาย และ ครัสและคาร์สัน (Kruse & Carlson, 1987) อธิบายว่าปริมาณกรดแลคติคร้อยละ 50 จะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสโดยผ่านกระบวนการ Gluconeogenesis และอีกร้อยละ 50 จะถูกย่อยสลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และเข้าสู่ Cori cycle โดยจะมีเพียงตับและไตเท่านั้นที่สามารถเปลี่ยนกรดแลคติคไปเป็นกลูโคสได้เนื่องจากมีเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว

เมกลิสโช และคณะ(Meglischo et al., 1982) และ เฮน และคณะ(Hein et al, 1989) กล่าวว่าการวัดค่าความเข้มข้นของแลกเตทในเลือดและความเร็วของการว่ายน้ำเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ตรวจสอบสถานะของการฝึกโดยระบุความหนัก (ความเร็ว) ที่ความเข้มข้นของเลือด โดย พีน (Pyne, 2001) ได้กล่าวเสนอแนะว่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการปรับตัวของการฝึกที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อที่จะเป็นประโยชน์ต่อการฝึกความอดทนได้ (Endurance fitness) เช่นเดียวกับ ลูโทสตอสกา และคณะ(Lutostawska et al., 1998) ที่เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างกรดแลคติคกับการฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงตามมาจากการนำไปใช้กับการฝึกซ้อม

พีระพงศ์ บุญสิริ (2538) กล่าวว่าในระหว่างการออกกำลังกายกล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยมีพลังงานในกล้ามเนื้อเป็นตัวการทำให้กล้ามเนื้อทำงานเมื่อกล้ามเนื้อทำงานหนักๆ นาน ๆ จะมีส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อของเสียดังกล่าวคือกรดแลคติค (Lactic Acid) ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการสร้างพลังงานในกล้ามเนื้อหรือกระบวนการสร้างพลังงานจากสารอาหารกลูโคส เมื่อมีการสร้างพลังงานอย่างต่อเนื่องของเสียจากกระบวนการสร้างพลังงานจะมีอะตอมของไฮโดรเจนกับน้ำทำปฏิกิริยากับกรดไพรูวิกก็จะเกิดเป็นกรดแลคติคขึ้น ถ้าปริมาณนำเข้าของออกซิเจนสมดุลกับความต้องการการทำงานของกล้ามเนื้อกรดแลคติคที่เกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อจะถูกทำลายให้สลายไปเป็นพลังงานอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอเมื่อมีปริมาณกรดแลคติคที่มากเกินไปก็จะเกิดภาวะการณ์ที่ทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถยืดหรือหดได้ตามปกติ

ชัชรินทร์ อังศุภากร (2540) กล่าวว่าการที่มีกรดแลคติคสะสมในเซลล์กล้ามเนื้อในปริมาณมากจะไปกระตุ้นประสาทรับรู้ด้านความเจ็บปวด ทำให้มีอาการปวดกล้ามเนื้อและเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้งานของกล้ามเนื้อหลายปัจจัยได้แก่การใช้งานกลุ่มกล้ามเนื้อซ้ำ ๆ ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน การลดลงของพลังงานที่สะสมการขาดออกซิเจนการที่มีกรดแลคติคสะสมในกล้ามเนื้อมากจะทำให้มีอาการปวดเกร็งที่กล้ามเนื้อเมื่อมีอาการล้าเกิดขึ้น กล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวลำบากเคลื่อนไหวได้ช้าและทำงานได้ไม่เต็มที่

อำพร ศรียาภัย (2544) กล่าวว่าโดยปกติกรดแลคติคจะเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อก่อนแล้วแพร่กระจายออกมาสู่กระแสเลือดภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาทีหลังจากเกิดกรดแลคติคขึ้น ภาวะปกติในเลือดจะมีความเข้มข้นของกรดแลคติคประมาณ 10 มิลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร หากค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดสูงกว่า 0.03-0.2 กรัมเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อจะหยุดทำงาน ระดับของแลคเตทในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้นมาภายใน 5-10 นาทีของการออกกำลังกายสูงสุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ15 มิลลิโมลต่อลิตร โดยทั่วไปในคนที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะทนต่อการมีแลคเตทในเลือดได้ถึง 130 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ ในบางรายอาจสูงถึง 300 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ กล่าวได้ว่าอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มของของแลคเตทในเลือด เป็นสองตัวแปรที่สามารถนำมากำหนดและใช้ประเมินความหนักของโปรแกรมการฝึกซ้อม ทั้งสองตัวแปรจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับออกซิเจนในกล้ามเนื้อ โดยอัตราการเต้นหัวใจที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการขนส่งออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่วนการสร้างกรดแลคติคจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนและความหนักของการออกกำลังกาย (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แสดงความหนักในการฝึกที่ระดับต่างกันมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด เจนเซน (Janssen,1992)

กรีน และคณะ (Green et al., 1983) กล่าวว่าการใช้ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด นักวิจัยสามารถตรวจสอบได้ด้วยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของเลือดและ อัตราการเต้นของหัวใจสามารถใช้เพื่อกำหนดความหนักของการออกกำลังกายที่เหมาะสมได้

การใช้ระบบพลังงานในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น

จากสถิติในรุ่นกลุ่ม 1 (อายุ 15 - 17 ปี) แสดงให้เห็นว่าการว่ายน้ำระยะสั้นจะใช้เวลาในการว่าย 30 ถึง 60 วินาที ดังนั้นระบบพลังงานที่นักกีฬาจำเป็นต้องใช้มากที่สุด ได้แก่ ATP-CP จะถูกใช้หมด เวลาประมาณ 6 วินาทีแรกของการใช้พลังงานและระบบพลังงานแบบ Anaerobic glycolysis จะถูก นำมาใช้ต่อและหมดภายใน 1–2 นาที ดังนั้นการว่ายน้ำระยะสั้นจึงต้องใช้ระบบพลังงานทั้งสองเป็นหลัก

เบรนท์ (Brent ,1990) ได้กล่าวถึงสัดส่วนในการใช้พลังงานในการว่ายน้ำระยะต่างๆ ไว้ว่าในระยะสั้น 50 เมตร ใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic) เพียง 31 เปอร์เซ็นต์ แต่ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ถึง 69 เปอร์เซ็นต์ และในระยะ 100 เมตร ใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic) 45 เปอร์เซ็นต์, ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) 55 เปอร์เซ็นต์

ไวทิและเครกเนว (Whyte & Cracknell, 2006) ได้แบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานของ นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นดังนี้

ระยะทาง 50 เมตร	ATP-CP	20 เปอร์เซ็นต์
	Anaerobic glycolysis	50 เปอร์เซ็นต์
	Oxidation	30 เปอร์เซ็นต์
ระยะทาง 100 เมตร	ATP-CP	19 เปอร์เซ็นต์
	Anaerobic glycolysis	26 เปอร์เซ็นต์
	Oxidation	55 เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เคเบิล (Kable, 2014) กล่าวถึงการใช้ระบบพลังงานสำหรับการว่ายน้ำที่อ้างอิงจากสถิติเวลาในการแข่งขันดังนี้การแข่งขัน 50 เมตร (19 – 30 วินาที) ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก 80 เปอร์เซ็นต์ และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก 20 เปอร์เซ็นต์ และ การแข่งขัน 100 เมตร (40 - 60 วินาที) ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก 65 เปอร์เซ็นต์และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก 35 เปอร์เซ็นต์

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

Ingram et. al.(2007) ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลของการแช่น้ำแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการฟื้นสภาพหลังการออกกำลังกายในรูปแบบทีมกีฬา เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้การแช่น้ำร้อนสลับเย็น การแช่น้ำเย็น และพักเฉยๆ โดยการพักให้หลังจากการออกกำลังกายแบบทีมจนหมดแรง ทดสอบการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำๆ ความแข็งแรง วัดความรู้สึกอาการล้าของกล้ามเนื้อภายหลัง 48 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายในทีมกีฬา ทำการทดสอบเป็นเวลา 3 วัน และเว้นการทดสอบแต่ละครั้ง 2 สัปดาห์ วันแรกทดสอบเพื่อดูค่าพื้นฐานของความสามารถ เมื่อเสร็จสิ้นจากการออกกำลังกายและหลังจากการออกกำลังกาย 24 ชั่วโมง ให้กลุ่มตัวอย่างทำการฟื้นสภาพร่างกายด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้เป็นเวลา 15 นาที ที่ชั่วโมงที่ 48 หลังการออกกำลังกายทำการทดสอบความสามารถทางกายอีกครั้ง วิเคราะห์ค่าของกรดแลคติคในเลือดและวัดระดับความรู้สึกล้าก่อนและระหว่างการออกกำลังกายในครั้งที่ 2 และชั่งโมงที่ 24 ชั่วโมงที่ 8 ในการเปรียบเทียบพบว่ากลุ่มแช่น้ำร้อนสลับเย็นกับกลุ่มควบคุม กลุ่มแช่น้ำเย็นให้ผลค่าความแตกต่างของความรู้สึกล้าที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตลอดจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงของขา ภายหลังชั่วโมงที่ 48 การแช่น้ำเย็นส่งผลทำให้ความสามารถการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ๆ กลับสู่สภาวะเดิมได้เร็วขึ้น ประโยชน์ที่ได้จากการแช่น้ำร้อนสลับเย็นมีเพียงค่าของค่าความล้าที่ชั่วโมงที่ 24 ที่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการแช่น้ำเย็นให้ผลดีที่สุดภายหลังจากการออกกำลังกายจนเกิดความล้าซึ่งเป็นวิธีที่ดีกว่าการแช่น้ำร้อนสลับเย็นและการพักเฉยๆ

Viale et al.(2008) ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลของการแช่น้ำเย็นที่มีต่อความสามารถในการปั่นจักรยานซ้ำ ๆ ในสภาวะอากาศร้อนเพื่อประเมินผลของการใช้การแช่น้ำเย็นและการฟื้นสภาพแบบไม่อยู่กับที่ในการปั่นจักรยานซ้ำในที่ที่มีอากาศร้อน มีกลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครนักกีฬาจักรยานชาย จำนวน 10 คน อบอุ่นร่างกาย 5 นาทีตามด้วยการปั่นที่ความหนัก 125 วัตต์ 150 วัตต์ 175 วัตต์ 200 วัตต์ และที่ระดับ 75% ของพลังความสามารถสูงสุด รวมเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นให้ฟื้นสภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ แช่น้ำที่ 10°C 15°C 20°C 20 °C ต่อเนื่องและการฟื้นสภาพแบบมีกิจกรรม (Active Recovery) อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเวลา 15 นาที แล้วหลังจากการปั่นครั้งแรก 1 ชั่วโมง (รวมวอร์มอัพก่อนการปั่นครั้งที่ 2 เป็นเวลา 5 นาที) กลุ่มตัวอย่างทำการปั่นจักรยานครั้ง ที่ 2 เป็นเวลา 30 นาที เปรียบเทียบค่าความสามารถที่ทำได้ระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พักการทดลอง 1 สัปดาห์ จึงทำการทดลองอีกครั้งโดยสลับกลุ่มการทดลอง ผลการทดลองพบว่าค่าความสามารถที่ทำได้มีค่าความแตกต่างกันในกลุ่ม

Active Recovery อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ใช้การแช่น้ำเย็น แต่ค่าความแตกต่างของระดับของกรดแลคติคในกลุ่มการใช้ความเย็นในทุกกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่กลุ่ม Active Recovery พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างไรก็ตามการใช้ความเย็นในการแช่เย็นในทุกกลุ่มมีผลในการลดการบาดเจ็บตึงเครียดจากความร้อนเพื่อคงสภาพในการรักษาความสามารถในการปั่นที่ระดับความหนักสูงได้ดีกว่ากลุ่ม Active Recovery

Selwood et. al.(2007) ได้ทำการศึกษาเรื่องการแช่น้ำแข็ง และการรู้สึกถึงความล้าของกล้ามเนื้อ เพื่อศึกษาอธิบายถึงการใช้ความเย็นด้วยการแช่น้ำแข็งในการฟื้นสภาพหลังการออกกำลังกายด้วยท่างอเข่า(eccentric quadriceps) ที่ส่งผลให้ภาวะการเกิดความล้าลดลง (Delayed-Onset Muscle Soreness: DOMS) โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบ double blind จากอาสาสมัคร 40 คนที่ไม่เคยผ่านการฝึก ให้ออกกำลังกายแบบ eccentric ในขาด้านที่ไม่ถนัด กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นสามกลุ่ม แช่น้ำ 1 นาทีที่อุณหภูมิ 5 ± 1°C ที่อุณหภูมิน้ำอุ่นปกติ (24°C) และกลุ่มควบคุม วัดผลดูจากการรู้สึกถึงความล้าของกล้ามเนื้อ ความนุ่มของเนื้อเยื่อ ขนาดเส้น รอบวงต้นขา กลไกการทำงานกล้ามเนื้อโดยการกระโดดขาเดียวเพื่อดูค่าความแข็งแรงสูงสุด บันทึกข้อมูลระดับ creatine kinase (CK) เป็นข้อมูลพื้นฐาน และภายหลังการออกกำลังกายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ผลการทดลองปรากฏว่า ระดับค่า CK ความรู้สึกถึงความล้าที่สังเกตได้จากกราฟ ความนุ่มของเนื้อเยื่อ ความแข็งแรง เส้นรอบวงต้นขา นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงค่าที่บ่งบอกถึงการบาดเจ็บเพิ่มขึ้นจากการทำย่อและยืดขา (sit to stand) ที่ช่วง 24 ชั่วโมง กับชั่วโมงหลังจากการทำการออกกำลังกายในกลุ่มแช่น้ำเย็น วิธีการในแบบการฟื้นสภาพโดยการใช้น้ำแข็งนี้ไม่ค่อยมีผลในกลุ่มนักกีฬาที่ไม่มีการฝึกฝน แต่จะใช้การศึกษานี้ได้ผลดีกับช่วงการพักของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Crowe et. al.(2006) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการฟื้นสภาพโดยใช้น้ำเย็นให้ผลในการลดความสามารถของระบบแอนแอโรบิก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการแช่น้ำเย็นในการฟื้นสภาพหลังจากการปั่นจักรยานแบบแอนแอโรบิก โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นชาย 13 คนและหญิง 4 คนโดยแบ่งเป็นสองกลุ่มเพื่อสลับทำการทดลอง ให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานที่ความสามารถสูงสุด 30 วินาที และวอร์มดาวน์บนจักรยาน 10 นาที พักฟื้นสภาพเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กลุ่มหนึ่งนั่งพักปกติ อีกกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็น 15 นาที (ที่อุณหภูมิ 13-14 องศาเซลเซียส) หลังจากครบ 1 ชั่วโมง ให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานที่ความสามารถสูงสุด 30 วินาที อีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่า ค่าความสามารถสูงสุดของการปั่นครั้งที่ 2 และค่ากรดแลคติคในเลือดของกลุ่มแช่น้ำเย็นมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนั่งพักปกติพบว่ามีความแตกต่างกัน อัตราการเต้นหัวใจของกลุ่มแช่น้ำเย็นลดลงเร็วกว่ากลุ่มนั่งพักปกติ แต่ค่าระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) และค่า pH

ในเลือดไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามช่วงการพัก1 ชั่วโมงโดยใช้วิธีการแช่น้ำเย็นนั้น ส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพในการปั่นจักรยานของกลุ่มตัวอย่างอย่างเห็นได้ชัดเจน

Corder et. al.(2000) ได้ศึกษาผลของการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม (active) และการนั่งพักเฉยๆ (passive) ที่มีต่อระดับแลคเตทในเลือด ระดับของการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) และความสามารถของกล้ามเนื้อ ระหว่างการฝึกด้วยแรงต้าน ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 15 คน ประกอบด้วย การฝึกโดยใช้ท่า Squat จำนวน 6 เซต ที่ความหนัก 85% ของ 10 RM แต่ละเซตพัก 4 นาที โดยแต่ละเซตที่พักจะทำให้ร่างกายฟื้นตัวโดยการนั่งพัก และการปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของระดับค่าบ่งชี้ความล้าของกรดแลคติค (Onset of Blood Lactate Accumulation: OBLA) และที่ 50% ของ OBLA โดยใช้จักรยานวัดงาน ปั่นที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที ความสามารถวัดโดยหลังจากฝึกท่า Squat ในเซตสุดท้าย ให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความหนัก 65% ของ 10 RM โดยการยกให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเจาะเลือดจะเจาะตอนก่อนอบอุ่นร่างกาย หลังฝึกเซตที่ 2, 4 และ 6 และหลังวิธีการทำให้ฟื้นตัวเซตที่ 2 ,4 และ 6 และหลังการยก ให้ได้จำนวนครั้งสูงสุด ผลการทดลองพบว่า ระดับกรดแลคติคในเลือดและระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ระหว่างวิธีการทำให้ร่างกายฟื้นตัว โดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของ OBLA ต่ำกว่า การนั่งพักเฉย ๆ และการนั่งปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% ของ OBLA และจำนวนครั้งที่สามารถยกได้มากที่สุด โดยที่การปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของ OBLA สามารถยกได้มากกว่าการนั่งพักเฉยๆ และการปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% ของ OBLA จึงสรุปได้ว่า วิธีการทำให้ฟื้นตัวแบบมีกิจกรรม โดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 25% ของ OBLA สามารถที่จะให้ผลที่มีประสิทธิภาพต่อการลระดับกรดแลคติคในเลือดระหว่างการฟื้นตัวและเพิ่มความสามารถของการฝึกท่า Squat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยภายในประเทศ

พัณณ์ชิตา จรัสยศวัฒน์ (2560) ศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองฉับพลันของตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีต่อการฝึกในอุโมงค์น้ำด้วยวิธีการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นเยาวชนหญิง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง อายุตั้งแต่ 15 - 17 ปี จำนวน 10 คน ได้รับการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบโดยการถ่วงดุลลำดับ ได้แก่รูปแบบ 1:1 (ฝึก 30 วินาที พัก 30 วินาที) รูปแบบ 1:2 (ฝึก 30 วินาที พัก 60 วินาที) รูปแบบ 1:3 (ฝึก 30 วินาที พัก 90 วินาที) รูปแบบ1:4 (ฝึก 30 วินาที พัก 120 วินาที) ให้พักอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ระหว่างการฝึกแต่ละรูปแบบ บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดทั้งขณะพักและขณะฝึก นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบที (Paired sample t-test) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก

ผลการวิจัย พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกรูปแบบ 1:1 มากกว่าขณะฝึกรูปแบบ 1:4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง4รูปแบบ สรุปผลการวิจัย สามารถนำเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง 71.44±.876 , 72.87±5.594 , 72.23±3.446 และ 75.92±5.473 ไปใช้กำหนดความหนักในการฝึกว่ายน้ำในอุโมงค์น้ำแทนการกำหนดความหนักด้วยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด(7.42±.687, 8.08±1.13 , 8.11±2.55 และ 8.85±1.38 มิลลิโมลต่อลิตร) ได้ในการฝึกรูปแบบ1:4 รูปแบบ1:3 รูปแบบ1:2 และ รูปแบบ1:1 ตามลำดับ

วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ (2552) ศึกษาเกี่ยวกับผลของการแช่น้ำเย็นที่มีผลต่อการฟื้นสภาพและความสามารถทางกาย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสภาพร่างกายและเปรียบเทียบผลของการฟื้นสภาพของร่างกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 12 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบค่าพลังความสามารถสูงสุดด้วยวิธีการวินเกต ต่อด้วยการฟื้นสภาพด้วยวิธีการแตกต่างกัน 3 วิธี คือ การนั่งอยู่กับที่ การนั่งแช่น้ำเย็น และการแช่เท้าในน้ำเย็น วิเคราะห์ค่ากรดแลคติคในเลือดทุกช่วง 5 นาที ตั้งแต่เสร็จสิ้น การปั่นวินเกตครั้งแรกตลอดจนถึงก่อนเริ่มการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 รวมการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติคในเลือด 6 ครั้ง ทำการเก็บข้อมูลการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางกาย ภายหลังการฟื้นสภาพด้วยวิธีต่างกัน 3 แบบ นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติคในเลือดและค่าความสามารถทางกายที่ทำได้ มาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบคงที่และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำและเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ โดยวิธีการของบอน เฟอโรนี ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มของอัตราการลดลงของกรดแลคติคในเลือด

1.1 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติคในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตระหว่างทั้ง 3 การทดลอง ไม่แตกต่างกัน

1.2 ค่าเฉลี่ยของกรดแลคติคในเลือดในการเจาะเลือดครั้งที่ 4 ครั้งที่ 5 และครั้งที่ 6 ภายหลังการทดสอบด้วยวิธีวินเกตแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถทางกายภายในของก่อนและหลังการฟื้นสภาพ

2.1. ค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งปกติและกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

2.2. ค่าเฉลี่ยของพลังความสามารถ ในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งปกติและภายในกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

2.3. ค่าเฉลี่ยความล้า ในการปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มนั่งปกติและกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นนั้นไม่แตกต่างกัน แต่การปั่นวินเกตครั้งที่ 1 กับการปั่นวินเกตครั้งที่ 2 ภายในกลุ่มแช่เท้าในน้ำเย็นนั้นแตกต่างกัน

สรุปได้ว่า การฟื้นสภาพโดยการแช่น้ำเย็นนอกจากจะใช้ในการลดการบาดเจ็บและการอักเสบของกล้ามเนื้อแล้วยังมีประสิทธิภาพในการฟื้นสภาพร่างกายภายหลังจากการออกกำลังกายอย่างหนักได้ดีทั้งยังช่วยในการลดกรดแลคติคในเลือดได้เร็วขึ้นด้วย

ธาวุฒิ ปลื้มสำราญ (2526) ทำการศึกษาผลของการพักระหว่างช่วงฝึกโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ที่มีผลต่อการฝึกว่ายท่าควอร์ลระยะทาง 100 เมตรและ 200 เมตร จุดประสงค์ของ การวิจัยเพื่อศึกษาผลของระยะเวลาพักระหว่างช่วงโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ โดยตั้งสมมติฐานของการวิจัยด้วยการพักด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ 100 90 และ 80 ครั้งต่อนาทีว่ามีผลต่อการว่ายทั้งสองระยะทางแตกต่างกันหรือไม่ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 12 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มกลุ่มละ 3 คน ทำการทดสอบความเร็วท่าครอวล์ระยะทาง 100 เมตรของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวกำหนดโปรแกรมการฝึกของแต่ละบุคคลทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วันเป็นเวลา 8 สัปดาห์นำผลที่ได้จากการทดสอบความเร็วทั้งสองระยะในการทดสอบก่อนการทดลอง

ระหว่างการทดลองทุก สัปดาห์ และหลังการทดลองครบ 8 สัปดาห์ผู้วิจัยอภิปรายผลการศึกษาว่า ผลการวิจัยพบว่าการพักในระหว่างการฝึกด้วยอัตราการเต้นของหัวใจทั้งสองระยะไม่แตกต่างกัน แต่ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มความแตกต่างของเวลาที่ลดลงเรื่อย ๆ จากค่าเฉลี่ยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติอาจเนื่องมาจากความหนักของงานและระยะเวลาการฝึกในแต่ละสัปดาห์ไม่เพียงพอ

สมนึก แสงนาค (2524) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบช่วงพักนานกับแบบทำซ้ำต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 50 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดยะลา ปีการศึกษา 2524 ที่มีทักษะการว่ายน้ำชั้นสูงและผ่านการเรียนว่ายน้ำมาแล้ว จำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 12 คน พิจารณากลุ่มโดยใช้เกณฑ์เฉลี่ยความเร็วของความสามารถในการว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ใกล้เคียงกัน กำหนดให้ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแบบช่วงพักนาน คือ ว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 25 เมตร 30 เที่ยวมีเวลาพักระหว่างเที่ยวประมาณ 20 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแบบทำซ้ำคือ ว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 25 เมตร 12 เที่ยว มีเวลาพักระหว่างเที่ยวประมาณหนึ่งนาทีสามสิบวินาที และกลุ่มควบคุมไม่มีการฝึก ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆละ 5 วัน คือ จันทร์-ศุกร์ เวลา 6.00-8.00 น. ทดสอบความเร็วใน การว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ในวันเสาร์ของสัปดาห์ที่หนึ่ง สัปดาห์ที่สอง สัปดาห์ที่สาม สัปดาห์ที่สี่ สัปดาห์ที่ห้า และสัปดาห์ที่หก ผลการวิจัยพบว่า ผลของการฝึกแบบช่วงพักนานกับแบบ ทำซ้ำต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 50 เมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 โดยการฝึกแบบท้าซ้ำให้ผลดีกว่าการฝึกแบบช่วงพัก ส่วนผลการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ทุกสัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่หนึ่งและกลุ่มทดลองที่สอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความเร็วดีขึ้น (เวลา ลดลง) สำหรับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าไม่มีการพัฒนาความเร็ว

เทเวศร์ พิริยะพฤนท์ (2523) ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปริมาณของกรดแลคติคที่เกิดขึ้นในเลือดภายหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ลในระยะทาง 100เมตร 200เมตร 400เมตร และ 1,500เมตร ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เป็นนิสิตชายที่มีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์และทุกคนเป็นนักกีฬาทางน้ำระดับคณะและมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุเฉลี่ย 23.3 ปี ทุกคน จะต้องถูกเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักและหลังการว่ายน้ำในระยะทางต่าง ๆที่กำหนดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ขณะพักผ่อนและหลังว่ายท่าครอว์ลทั้ง 4 ระยะทาง มีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 เมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

หลังว่ายน้ำระยะทาง 100เมตร 200เมตร และ 400เมตร สูงกว่าขณะพัก(P <.01) ส่วนความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพักและ หลังว่ายน้ำ 1,500เมตร ไม่แตกต่างกัน (P >.01)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ประชากร

นักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย อายุระหว่าง 18-24 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติ เพศชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 12 คน ได้มาจากสโมสรว่ายน้ำในประเทศไทย โดยขอนักกีฬาผ่านทางสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย และเพื่อป้องกัน การสูญหายของกลุ่มตัวอย่างจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 15 คน โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาคำนวนผ่านโปรแกรม GPower 3.1 โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% (α=.05) จากค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.8 ค่าขนาดของผล (Effect size) ที่ 1.1 และไม่มีประวัติการป่วยเป็นโรคเลือด โรคหัวใจ โรคหอบหืด โรคความดันโลหิต หลังจากนั้นทำการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คนด้วยวิธีการซุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยแต่ละลำดับจะทำตามเงื่อนไข “Counter balance design”

เกณฑ์การคัดเข้า

1. เป็นนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย เพศชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี
2. ต้องมีการฝึกซ้อมต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 เดือนหรือ 5 วันต่อสัปดาห์ ก่อนการทดลอง
3. ไม่มีประวัติการป่วยเป็นโรคเลือด โรคหัวใจ โรคหอบหืด โรคความดันโลหิต
4. สมัครใจเข้าร่วมงานวิจัย
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องผ่านแบบสอบถามข้อมูลของผู้เข้าร่วมการทดสอบ (ภาคผนวก ง) ทุกข้อ

เกณฑ์การคัดออก

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยขอถอนตัวออกจากการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดการบาดเจ็บจนเป็นอุปสรรคต่อการวิจัย
3. ผู้ร่วมวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมตามรูปแบบการทดสอบได้ครบ 3 ครั้ง

ขั้นตอนการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยต่างๆ

2. ทำเรื่องขอ อาคารเฉลิมราชสุดากีฬาสถาน (Sport Complex) ชั้น M สระว่ายน้ำ 50 เมตร (Outdoor) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นสถานที่ดำเนินงานและเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้

3. เตรียมสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย

4. จัดการหาผู้ช่วยวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งอธิบาย และสาธิตวิธีการต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ปฏิบัติและบันทึกผลไปในทิศทางตรงกัน โดยคุณสมบัติ คือ สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

5. จัดหากลุ่มตัวอย่างจากสโมสรว่ายน้ำในประเทศไทย โดยขอตัวนักกีฬาผ่านทางสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย ทำการนัดกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับวัน เวลา สถานที่ และสิ่งที่ต้องเตรียมมาในวันที่วิจัยในครั้งนี้

6. ชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัยและขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำงานวิจัยได้อย่างเที่ยงตรง ผู้วิจัยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย และทำแบบสอบถาม

7. ขอสถิติเวลาของการว่ายน้ำระยะ 100 เมตร ประเภทฟรอนท์ครอว์ลของนักกีฬาว่ายน้ำโดยอ้างอิงจากเวลาสถิติที่ทางสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย รับรองในรายการแข่งขันต่างๆ โดยทำเรื่องขอจากทางสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย เพื่อดูเวลาของการแข่งขันจริงที่ทำได้

8. เตรียมการทดลองโดยการตรวจและตั้งค่าของเครื่องมือต่าง ๆ และเตรียมเครื่องมือวิเคราะห์ค่าแลคเตทในเลือด และอ่างแช่น้ำ

9. เตรียมสระว่ายน้ำโดยจัด 1 ลู่ สำหรับการทดลอง และจับเวลาโดยผู้ตัดสินจากสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย จำนวน 4 คน การจับเวลานักกีฬาว่ายน้ำครั้งนี้ใช้นาฬิกาจับเวลา สีดำ รุ่น HS-3 โดยว่าด้วยกติกา FINA SWIMMING RULES 201 – 2021 ของดังนี้

> SW11.3 การจับเวลาที่ใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้จับเวลา ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของนาฬิกาจับเวลาเสียก่อน ซึ่งการจับเวลาด้วยนาฬิกามือ จะต้องใช้ผู้จับเวลา 3 คน ที่ได้รับแต่งตั้ง หรือมีการรับรองจากคณะกรรมการประเทศนั้นๆ นาฬิกาจับเวลาทุกเรือน จะถูกทดสอบความเที่ยงตรง จนเป็นที่พอใจจากคณะกรรมการชุดดังกล่าว การจับเวลาโดยกรรมการจะต้องมีการบันทึกเวลาโดยใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ของเศษวินาที ดังนั้นกรณีที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์จับเวลาอัตโนมัติ เวลาที่ได้จากกรรมการจับเวลาอย่างเป็นทางการ จะมีหลักพิจารณาดังนี้

SW 11.3.1 ถ้านาฬิกาจับเวลาสองเรือนในสามเรือนเวลาเท่ากัน และนาฬิกาเรือนที่สามเวลาแตกต่างออกไป จะใช้เวลาจากนาฬิกาสองเรือนที่เท่ากันเป็นเวลาทางการ

SW 11.3.2 ถ้านาฬิกาจับเวลาสามเรือนมีเวลาแตกต่างกัน จะใช้เวลาจากนาฬิกาเรือนที่ มีเวลาระหว่างกลางเป็นเวลาทางการ (FINA SWIMMING RULES 2017 – 2021)

10. ดำเนินการทดลอง

วันที่ทำการทดสอบ (นั่นคือวันจันทร์ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดลองเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 พร้อมกันทุกคน) โดยมีขั้นตอนดังนี้

10.1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำการกรอกข้อมูลทั่วไปของแต่ละบุคคลทั้งอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและโรคประจำตัว โดยกลุ่มตัวอย่างจะเข้ารับการทดลองทีละ 1 คน วันละ 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย 6 คน

10.2 ทำการเจาะเลือดกลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจแลคเตทก่อนทำการว่ายน้ำบริเวณบนแท่นปล่อยตัว

10.3 เริ่มการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลในระยะ 100 เมตร ด้วยความเร็วเต็มที่

10.4 เมื่อนักกีฬาว่ายน้ำในระยะ 100 เมตรถึงจุดเส้นชัย จะทำการเจาะเลือดเพื่อตรวจแลคเตทหลังการว่ายน้ำทันที

10.5 ติดสายคาดอกวัดการอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) ในช่วงของการแช่น้ำและนั่งพักจนครบระยะเวลา 20 นาทีโดยติดสายวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) โดยใช้สายคาดอกรุ่น Polar H10

10.6 เมื่อขึ้นจากสระน้ำจะฟื้นสมรรถภาพโดยใช้กลุ่มตัวอย่างชุดเดียวกัน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม เพื่อแต่ละกลุ่มจะเวียนปฏิบัติในแต่ละการทดลอง จนครบ 3 การทดลอง ดังนี้ (Counter balance design)

กลุ่มตัวอย่าง	ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2	ทดลองครั้งที่ 3
คนที่ 1-4	ไม่แช่น้ำเย็น นั่งพัก 20 นาที	แช่น้ำเย็น 15 นาที นั่งพัก 5 นาที	แช่น้ำเย็น 10 นาที นั่งพัก 10 นาที
คนที่ 5-8	แช่น้ำเย็น 10 นาที นั่งพัก 10 นาที	ไม่แช่น้ำเย็น นั่งพัก 20 นาที	แช่น้ำเย็น 15 นาที นั่งพัก 5 นาที
คนที่ 9-12	แช่น้ำเย็น 15 นาที นั่งพัก 5 นาที	แช่น้ำเย็น 10 นาที นั่งพัก 10 นาที	ไม่แช่น้ำเย็น นั่งพัก 20 นาที

กลุ่มตัวอย่างชุดเดียวกัน ทำการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ โดยแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ด้วยท่านั่งเหยียดขาตรง น้ำสูงระดับลิ้นปี่ (xiphoid process) (ภาคผนวก ฉ) และควบอุณหภูมิระหว่างแช่น้ำโดยวิธีการวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิบริเวณส่วนกึ่งกลางของอ่างแช่น้ำ ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจะทำการเติมน้ำเย็นและน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิคงที่ 14 องศา กลุ่มไม่แช่น้ำเย็นจะนั่งพักเพียงอย่างเดียวบนเก้าอี้ และทดลองแต่ละครั้งเว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

10.7 ทำการเจาะเลือดเพื่อดูค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด โดยทำการเจาะเลือดที่บริเวณปลายนิ้วนางข้างซ้าย ปริมาณ 60-100uL/ml โดยนักเทคนิคการแพทย์ที่ผ่านการสอบใบวิชาชีพ (ภาคผนวก จ)

ช่วงเวลาในการเจาะเลือดตรวจแลคเตท	สถานที่ในการเจาะเลือดของกลุ่มแช่น้ำ 10 นาที	สถานที่ในการเจาะเลือดของกลุ่มแช่น้ำ 15 นาที	สถานที่ในการเจาะเลือดของกลุ่มนั่งพัก 20 นาที
ก่อนว่ายน้ำ	บนแท่นปล่อยตัว	บนแท่นปล่อยตัว	บนแท่นปล่อยตัว
หลังจากว่ายน้ำเข้าเส้นชัย	ขอบสระว่ายน้ำ	ขอบสระว่ายน้ำ	ขอบสระว่ายน้ำ
นาทีที่ 3	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ที่นั่งพัก
นาทีที่ 10	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ที่นั่งพัก
นาทีที่ 15	ที่นั่งพัก	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ที่นั่งพัก
นาทีที่ 20	ที่นั่งพัก	ที่นั่งพัก	ที่นั่งพัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10.8 ให้กลุ่มตัวอย่างทำการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลในครั้งที่ 2 เพื่อดูผลของการฟื้นสมรรถภาพโดยการแช่น้ำหรือนั่งพักที่ส่งผลต่อเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ

100 เมตร จะเว้นระยะห่างจากการว่ายครั้งที่ 1 เป็นเวลา 20 นาที โดยจะดูเวลาของการว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว

10.9 กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนจะเว้นช่วงของการทดลองเป็นเวลา 1 วันการทดลองนี้ใช้เวลาต่อผู้เข้าร่วมวิจัย 1 คน ทั้งสิ้น 30 นาที

ข้อตกลงเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างจะงดแอลกอฮอล์ในช่วงของการทดลอง ในระหว่างการทดลอง 1 สัปดาห์ ผู้ทดลองจะไม่มีการควบคุมเรื่องการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และการใช้ชีวิตประจำวัน และ กลุ่มตัวอย่างจะว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร ด้วยความเร็วเต็มที่ของกลุ่มตัวอย่าง

11.นำข้อมูล ค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ระหว่างการแช่น้ำเย็น อัตตราการเต้นของหัวใจขณะแช่น้ำเย็น และเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์หลังการแช่น้ำเย็น มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

12.สรุปผลการทดสอบและอภิปรายผลการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยที่ อาคารเฉลิมราชสุดากีฬาสถาน (Sport Complex) ชั้น M สระว่ายน้ำ 50 เมตร (Outdoor) วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ติดต่อกันซึ่งตลอดจนการเก็บรวบรวมข้อมูลจะมีผู้ช่วยวิจัย

-การเก็บรวบรวมครั้งนี้มีผู้ช่วยวิจัยจำนวน 9 คน โดยแบ่งออกเป็น

1. ผู้ช่วยวิจัยจำนวน 4 คน ทำหน้าที่ เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและผลของการทดลองโดยมีคุณสมบัติดังนี้

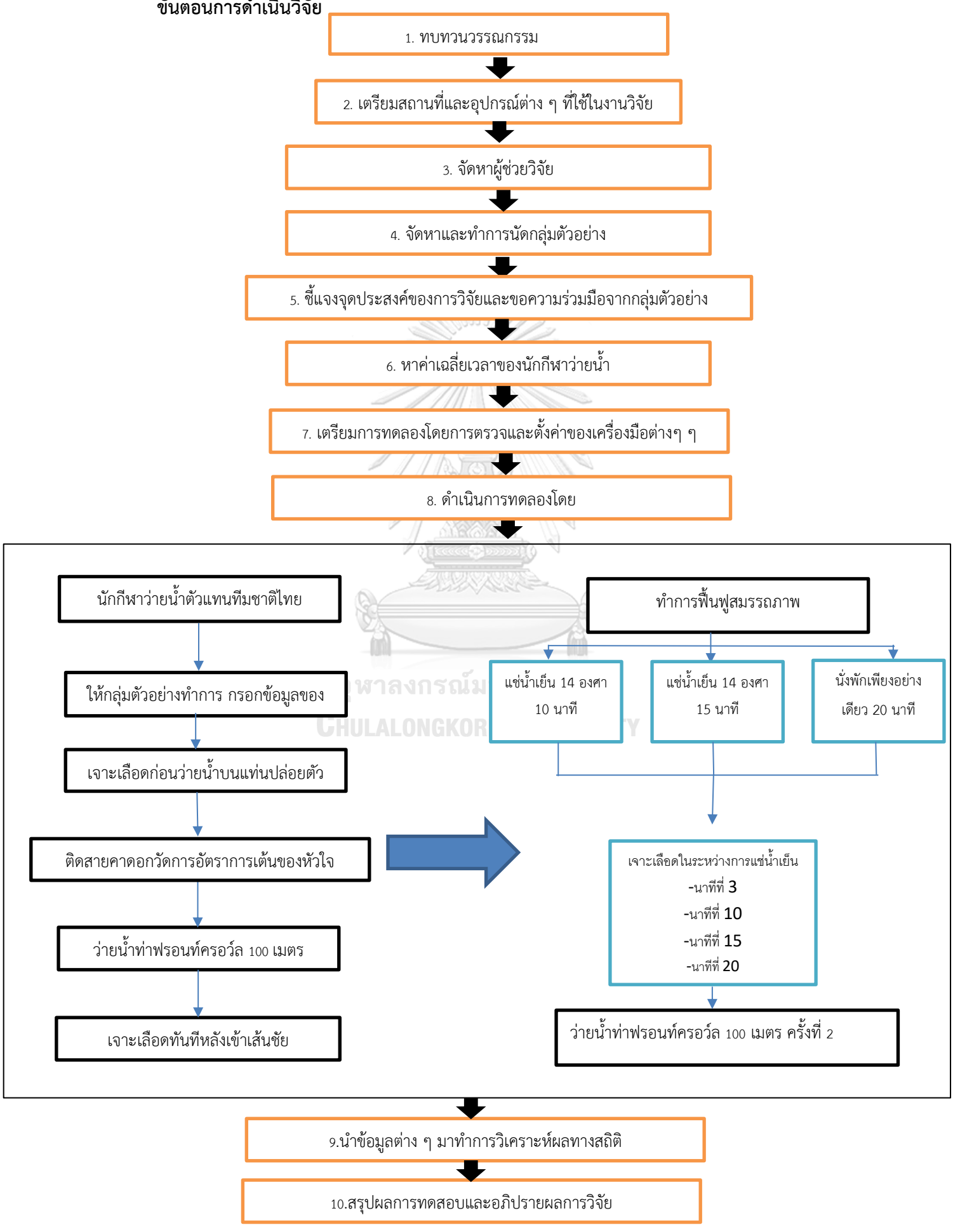
- สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ผู้ตัดสินกีฬาว่ายน้ำจำนวน 4 คน ทำหน้าที่ ปล่อยตัวนักกีฬา ดูเข้าเส้นชัยและ จำเวลานักกีฬาว่ายน้ำ

3. นักเทคนิคการแพทย์จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ เจาะเลือดบริเวณปลายนิ้วของนักกีฬาว่าย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการดำเนินวิจัย



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (Lactate Analyzer) ยี่ห้อ Analog Instrument รุ่น P-LM5
2. เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อ Polar รุ่น H10
3. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ SEIKO HS-3
4. เข็มเจาะเลือด ยี่ห้อ Accu Check Safe-T-Pro Uno
5. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 แท่ง
6. ถังน้ำสำหรับแช่น้ำเย็น (ความยาว 120 เซนติเมตร กว้าง 84 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร)
7. น้ำและน้ำแข็งใช้ในการให้ความเย็น
8. สำลีและแอลกอฮอล์
9. เก้าอี้นั่งพัก
10. ถุงมือยาง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS statistical software for windows เพื่อหาค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

นำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean)
2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard division)
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ100 เมตร ในครั้งที่ 1 (ก่อนแช่น้ำเย็น) และครั้งที่ 2 (หลังแช่น้ำเย็น) ของกลุ่มตัวอย่างที่แช่น้ำเย็นในระยะเวลา 10 นาที, 15 นาที และกลุ่มความคุมโดยการนั่งพักแบบหยุดนิ่ง 20 นาที โดยการทดสอบที (paired sample t-test)
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างและค่าแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และค่าอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละช่วงเวลาของการแช่น้ำเย็นในแต่ละช่วงเวลา คือ 10 นาที และ 15 นาที กลุ่มควบคุมโดยการนั่งพักเพียงอย่างเดียว 20 นาที โดยวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบสองทาง (2 way repeated ANOVA)
5. หากผลความแตกต่างเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของ LSD
6. ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ .05

บบที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลผลของการเปรียบเทียบการฟื้นสมรรถภาพ 3 รูปแบบ ได้แก่ การนั่งพักเพียงอย่างเดียว 20 นาที(รูปแบบควบคุม) กับการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 14 องศาเซลเซียส โดยการแช่น้ำ 10 นาที ตามด้วยนั่งพักเพียงอย่างเดียว 10 นาที (รูปแบบทดลองที่ 1) และการแช่น้ำ 15 นาที ตามด้วยนั่งพักเพียงอย่างเดียว 5 นาที (รูปแบบที่ 2) ที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตทหลังจากการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลด้วยความพยายามเต็มที่ระยะ 100 เมตร ในนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทยเพศชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 15 คน อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 รายได้ขอถอนตัวออกจากการวิจัยเนื่องจากมีอาการบาดเจ็บ ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 12 ราย ผลจากทางสถิติผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิกราฟโดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ100 เมตร ในครั้งที่ 1 (ก่อนแช่น้ำเย็น) และครั้งที่ 2 (หลังแช่น้ำเย็น) ของกลุ่มตัวอย่างที่แช่น้ำเย็นในระยะเวลา 10 นาที, 15 นาที และกลุ่มความคุมโดยการนั่งพักเพียงอย่างเดียว20 นาที โดยการทดสอบที (paired sample t-test)

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจและแลคเตท ก่อน-หลัง และระหว่างขณะพัก ของรูปแบบการฟื้นตัวทั้ง 3 รูปแบบ(2 Way ANOVA with repeated measure)

ตอนที่ 4 แผนภูมิเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการเต้นของหัวใจและแลคเตท ภายหลัง การฟื้นฟู ระหว่างการฟื้นฟูโดยกลุ่มนั่งพักเพียงอย่างเดียว กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 12 คน

ข้อมูล	$\bar{x}$	$S.D.$
อายุ(ปี)	22.16	0.66
น้ำหนัก(กิโลกรัม)	78.25	2.88
ส่วนสูง(เซนติเมตร)	177.58	2.06

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 12 คน มีอายุเฉลี่ย 22.16 ± .66 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 78.25 ± 2.88 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 177.58 ± 2.06 เซนติเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ100 เมตร ในครั้งที่ 1 (ก่อนแช่น้ำเย็น) และครั้งที่ 2 (หลังแช่น้ำเย็น) ของกลุ่มตัวอย่างที่แช่น้ำเย็นในระยะเวลา 10 นาที, 15 นาที และกลุ่มความคุมโดยการนั่งพักเพียงอย่างเดียว 20 นาที

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ของค่าเฉลี่ยของเวลาในการว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ100 เมตร ในครั้งที่ 1 (ก่อนแช่น้ำเย็น) และครั้งที่ 2 (หลังแช่น้ำเย็น) ของกลุ่มตัวอย่างที่แช่น้ำเย็นในระยะเวลา 10 นาที, 15 นาที และกลุ่มความคุมโดยการงพักเพียงอย่างเดียว 20 นาที โดยการทดสอบที (paired sample t-test)

	ว่ายน้ำครั้งที่ 1		ว่ายน้ำครั้งที่ 2			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	t	*p*
รูปแบบควบคุม	58.67	1.07	59.31	0.70	-4.07	0.002
รูปแบบทดลองที่ 1	58.82	0.97	59.46	0.69	-3.94	0.002
รูปแบบทดลองที่ 2	59.30	0.68	59.74	0.42	-3.22	0.008

*p<.05

จากตารางที่ 3 แสดงว่าให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยเวลาของการว่ายน้ำระยะ 100 เมตร ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเวลาการว่ายน้ำครั้งที่ 1 ของรูปแบบควบคุม มีค่า58.67±1.07 วินาที การว่ายน้ำครั้งที่ 2 มีค่า 59.31±0.70 วินาที พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาการว่ายน้ำครั้งที่ 1 มีสถิติเวลาดีกว่าการว่ายน้ำครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2. ค่าเฉลี่ยเวลาการว่ายน้ำครั้งที่ 1 ของรูปแบบ 1 มีค่า58.82±0.97 วินาที การว่ายน้ำครั้งที่ 2 มีค่า 59.46±0.69 วินาที พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาการว่ายน้ำครั้งที่ 1 มีสถิติเวลาดีกว่าการว่ายน้ำครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

3. ค่าเฉลี่ยเวลาการว่ายน้ำครั้งที่ 1 ของรูปแบบ 2 มีค่า59.30±0.68 วินาที การว่ายน้ำครั้งที่ 2 มีค่า 59.74±0.42 วินาที พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาการว่ายน้ำครั้งที่ 1 มีสถิติเวลาดีกว่าการว่ายน้ำครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง(2 Way ANOVA with repeated measure) วิธีการฟื้นสมรรถภาพ ระยะเวลาว่ายน้ำของการว่ายน้ำครั้งที่ 1 และการว่ายน้ำครั้งที่ 2 และความสัมพันธ์ของวิธีการทดสอบและระยะเวลาว่ายก่อนและหลังทำการทดสอบ

ตัวแปร	SS	df	MS	F	*p*
วิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพ	3.51	2	1.75	2.78	0.06
ระยะเวลาว่ายน้ำก่อนและหลัง	6.10	1	6.10	9.68	0.003*
อิทธิพลร่วมของวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพและระยะเวลาว่ายน้ำก่อนและหลัง	0.18	2	0.09	0.14	0.86

*p<.05

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางปรากฏว่าค่า *p* ของระยะเวลาว่ายน้ำก่อนและหลังมีค่า .003 พบว่าเวลาก่อนว่ายน้ำมีระยะเวลาที่น้อยกว่าหลังว่ายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และวิธีการฟื้นสมรรถภาพมีค่า *p* ที่ .06 และค่าอิทธิพลร่วมของวิธีการฟื้นสมรรถภาพและระยะเวลาว่ายน้ำก่อนและหลังมีค่า *p* ที่ 0.86 จึงไม่พบความแตกต่างของวิธีการฟื้นสมรรถภาพและค่าอิทธิพลร่วมของวิธีการฟื้นสมรรถภาพและระยะเวลาว่ายน้ำก่อนและหลังทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจและแลคเตท ก่อน-หลัง และระหว่างขณะพัก ของรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพทั้ง 3 รูปแบบ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ของค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจของก่อนว่ายน้ำ การว่ายน้ำครั้งที่ 1 และระหว่างขณะพัก ของรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพทั้ง 3 รูปแบบในเวลา 20 นาที

ช่วงเวลา	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)					
	รูปแบบควบคุม		รูปแบบทดลองที่ 1		รูปแบบทดลองที่ 2	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
ก่อนว่ายน้ำ	80.66	4.20	78.33	4.53	78.58	7.54
ว่ายน้ำครั้งที่ 1	166.58	5.71	164.66	5.01	162.66	6.15
3 นาที	115.66	24.69	97.00	10.10	99.16	11.60
10 นาที	98.00	10.49	87.50	9.92	88.58	10.00
15 นาที	93.75	7.50	82.91	9.24	84.33	7.19
20 นาที	88.00	9.52	81.25	6.10	83.00	8.54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5 แสดงว่าให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยนและส่นเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของ กลุ่มนั่งพักเพียงอย่างเดียว กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจจากการว่ายน้ำครั้งที่ 1 ของการนั่งพักเพียงอย่างเดียว มีค่า 80.66±4.20 ครั้งต่อนาที การแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 78.33±4.53 ครั้งต่อนาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 78.58± 7.54 ครั้งต่อนาที

2. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการว่ายน้ำครั้งที่ 2 ของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 166.58±5.71ครั้งต่อนาที การแช่น้ำเย็น 10 นาทีมีค่า 164.66±5.01 ครั้งต่อนาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาทีมีค่า 162.66±6.154 ครั้งต่อนาที

3. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 3 นาทีของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 115.66±24.69 ครั้งต่อนาที การแช่น้ำเย็น 10 นาทีมีค่า 97.00±10.108 ครั้งต่อนาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 99.16±11.60 ครั้งต่อนาที

4. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 10 นาทีของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 98.00±10.49 ครั้งต่อนาที การแช่น้ำเย็น 10 นาทีมีค่า 87.50±9.92 ครั้งต่อนาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาทีมีค่า 88.58±10.00 ครั้งต่อนาที

5. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 15 นาที ของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 93.75±7.50 ครั้งต่อนาที การแช่น้ำเย็น 10 นาทีมีค่า 82.91±9.24 ครั้งต่อนาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 84.33±7.19 ครั้งต่อนาที

6. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 20 นาทีของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 88.00±9.52 ครั้งต่อนาที การแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 81.25±6.10 ครั้งต่อนาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาทีมีค่า 83.00±8.54 ครั้งต่อนาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (2 Way ANOVA with repeated measure) วิธีการฟื้นสมรรถภาพ ระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพ และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นสมรรถภาพต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

ตัวแปร	$\bar{x}$	S.D.	F	*p*
รูปแบบการฟื้นสมรรถภาพ	3179.70	1589.852	16.43	.00*
ระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพ	183822.14	36764.43	380.06	.00*
อิทธิพลร่วมรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพและระยะเวลาการเจาะแลคเตท	1380.35	138.035	1.42	0.17

*p<.05

จากตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางปรากฏว่าค่า *p* ของรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพมีค่า .00 พบว่ารูปแบบการฟื้นสมรรถภาพส่งผลต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และค่า *p* ของระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพมีค่า .00 พบว่าระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพทส่งผลต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบสองทางของค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่อรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพทั้ง 3 รูปแบบ

วิธีการทดสอบ		รูปแบบควบคุม	รูปแบบทดลองที่ 1	รูปแบบทดลองที่ 2
	ค่าเฉลี่ยของHR (ครั้ง/นาที)	107.11	98.61	99.38
รูปแบบควบคุม	107.11		8.50*	7.72*
รูปแบบทดลองที่ 1	98.61			-0.77
รูปแบบทดลองที่ 2	99.38			

*p<.05

จากตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่อวิธีการทดสอบ ทั้ง 3 รูปแบบพบว่าค่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยภายหลังของรูปแบบควบคุมมีมากกว่ารูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการเปรียบเทียบความแปรปรวนรายคู่ของค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ระยะ 3นาที 10นาที 15นาที 20นาที โดยใช้วิธีการทดลอง LDS

ระยะเวลาพัก		ก่อนว่ายน้ำ	ว่ายน้ำครั้งที่ 1	นาทีที่ 3	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15	นาทีที่ 20
	ค่าเฉลี่ยของHR (ครั้ง/นาที)	79.194	164.63	103.94	91.36	87.00	84.08
ก่อนว่ายน้ำ	79.19		-85.44*	-24.75*	-12.16*	-7.80*	-4.88*
ว่ายน้ำครั้งที่ 1	164.63			60.69*	73.27*	77.63*	80.55*
นาทีที่ 3	103.94				12.58*	16.94*	19.86*
นาทีที่ 10	91.36					4.36	7.27*
นาทีที่ 15	87.00						2.91
นาทีที่ 20	84.08						

*p<.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จาตารางที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่อระยะเวลาในการฟื้นสมรรถภาพพบว่า

1. ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในช่วงระยะเวลาที่ 3นาที มีค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าน้อยกว่าหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในช่วงระยะเวลาที่ 10 นาที มีค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าน้อยกว่าหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในช่วงระยะเวลาที่ 15 นาที มีค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าน้อยกว่าหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในช่วงระยะเวลาที่ 20 นาที มีค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าน้อยกว่าหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5. ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในช่วงระยะเวลาที่ 10 นาที กับค่าอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงระยะเวลาที่ 15 นาที ไม่พบความความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

6. ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ในช่วงระยะเวลาที่ 15 นาที กับค่าอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงระยะเวลาที่ 20 นาที ไม่พบความความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) ของค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของก่อนว่ายน้ำ ว่ายน้ำครั้งที่ 1 และระหว่างขณะพัก ของรูปแบบการฟื้นตัวทั้ง 3 รูปแบบ ในเวลา 20 นาที

ช่วงเวลา	ค่าปริมาณของแลคเตท (มิลลิโมล/ลิตร)					
	รูปแบบควบคุม		รูปแบบทดลองที่ 1		รูปแบบทดลองที่ 2	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
ก่อนว่ายน้ำ	1.66	0.27	1.75	0.20	1.70	0.33
ว่ายน้ำครั้งที่ 1	15.37	2.75	14.39	2.84	14.35	2.07
3 นาที	15.62	3.07	12.51	3.05	12.21	3.14
10 นาที	12.37	3.57	9.50	2.68	9.49	2.98
15 นาที	10.85	2.83	8.06	2.17	8.45	2.87
20 นาที	9.24	2.83	6.54	1.67	6.10	1.71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 9 แสดงว่าให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าปริมาณของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ขณะพักของ กลุ่มนั่งพักเพียงอย่างเดียว กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนว่ายน้ำ ของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 1.66±0.27 มิลลิโมลต่อลิตร การแช่น้ำเย็น 10 นาทีมีค่า 1.75±0.20 มิลลิโมลต่อลิตร และการแช่น้ำเย็น 15 นาทีมีค่า 1.70± 0.33 มิลลิโมลต่อลิตร

2. ค่าเฉลี่ยของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หลังจากว่ายน้ำครั้งที่ 1 ของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 15.37±2.75 มิลลิโมลต่อลิตร การแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 14.39±2.84 มิลลิโมลต่อลิตร และการแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 14.35± 2.07 มิลลิโมลต่อลิตร

3. ค่าเฉลี่ยของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ขณะพัก 3 นาทีของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 15.62±3.57 มิลลิโมลต่อลิตร การแช่น้ำเย็น 10 นาทีมีค่า 12.51±3.05 มิลลิโมลต่อลิตร และการแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 12.21± 3.14 มิลลิโมลต่อลิตร

4. ค่าเฉลี่ยของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ขณะพัก 10 นาทีของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 12.37±3.57 มิลลิโมลต่อลิตร การแช่น้ำเย็น 10 นาทีมีค่า 9.50±2.68 มิลลิโมลต่อลิตร และการแช่น้ำเย็น 15 นาทีมีค่า 9.49± 2.98 มิลลิโมลต่อลิตร

5. ค่าเฉลี่ยของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนว่ายน้ำของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 10.85±2.83 มิลลิโมลต่อลิตร การแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 8.06±2.17 มิลลิโมลต่อลิตร และการแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 8.45± 2.87 มิลลิโมลต่อลิตร

6. ค่าเฉลี่ยของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนว่ายน้ำของการนั่งพักเพียงอย่างเดียวมีค่า 9.24±2.83 มิลลิโมลต่อลิตร การแช่น้ำเย็น 10 นาที มีค่า 6.54±1.67 มิลลิโมลต่อลิตร และการแช่น้ำเย็น 15 นาที มีค่า 6.10± 1.71 มิลลิโมลต่อลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง(2 Way ANOVA with repeated measure) วิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพ ระยะเวลาการฟื้นฟูสมรรถภาพ และอิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นสมรรถภาพต่อค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

ตัวแปร	$\bar{x}$	S.D.	F	*P*
วิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพ	211.58	105.79	16.90	.00
ระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพ	3938.32	787.66	125.85	.00
อิทธิพลร่วมของเวลาและวิธีการฟื้นสมรรถภาพ	72.26	7.22	1.15	.32

*p<.05

จากตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางปรากฏว่าค่า *p* ของวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพมีค่า .00 พบว่าวิธีการฟื้นสมรรถภาพส่งผลต่อค่าปริมาณแลคเตทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และค่า *p* ของระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพมีค่า .00 พบระยะเวลาการฟื้นสมรรถภาพส่งผลต่อค่าปริมาณแลคเตท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบสองทางของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ที่ระยะ 3 นาที 15 นาที และ 20นาทีของการพัก

วิธีการทดสอบ		รูปแบบควบคุม	รูปแบบทดลองที่ 1	รูปแบบทดลองที่ 2
	ค่าเฉลี่ยของแลคเตท (มิลลิโมล/ลิตร)	10.85	8.79	8.72
รูปแบบควบคุม	10.85		2.06*	2.13*
รูปแบบทดลองที่ 1	8.79			0.07
รูปแบบทดลองที่ 2	8.72			

*p<.05

จากตารางที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของค่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดต่อวิธีการทดสอบ ทั้ง 3 รูปแบบพบว่าค่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ของรูปแบบควบคุมมีมากกว่า รูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ต่อช่วงระยะเวลาพักที่ 3นาที 10นาที 15นาที 20นาที โดยใช้วิธีการทดลอง LDS

ระยะเวลาพัก		ก่อนว่ายน้ำ	ว่ายน้ำครั้งที่ 1	นาทีที่ 3	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15	นาทีที่ 20
	ค่าเฉลี่ยของแลคเตท	1.70	14.70	13.45	10.45	9.12	7.29
ก่อนว่ายน้ำ	1.706		-13.00*	-11.74*	-8.75*	-7.42*	-5.59*
ว่ายน้ำครั้งที่ 1	14.70			1.25*	4.25*	5.58*	7.41*
นาทีที่ 3	13.45				2.99*	4.32*	6.15*
นาทีที่ 10	10.45					1.32*	3.15*
นาทีที่ 15	9.12						1.83*
นาทีที่ 20	7.29						

*p<.05

จากตารางที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดต่อระยะเวลาในการฟื้นสมรรถภาพพบว่า

1. ค่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ในช่วงระยะเวลาที่ 3 นาที มีค่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีค่าน้อยหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ค่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ในช่วงระยะเวลาที่ 10 นาที มีค่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีค่าน้อยหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. ค่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ในช่วงระยะเวลาที่ 15 นาที มีค่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีค่าน้อยกว่าหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

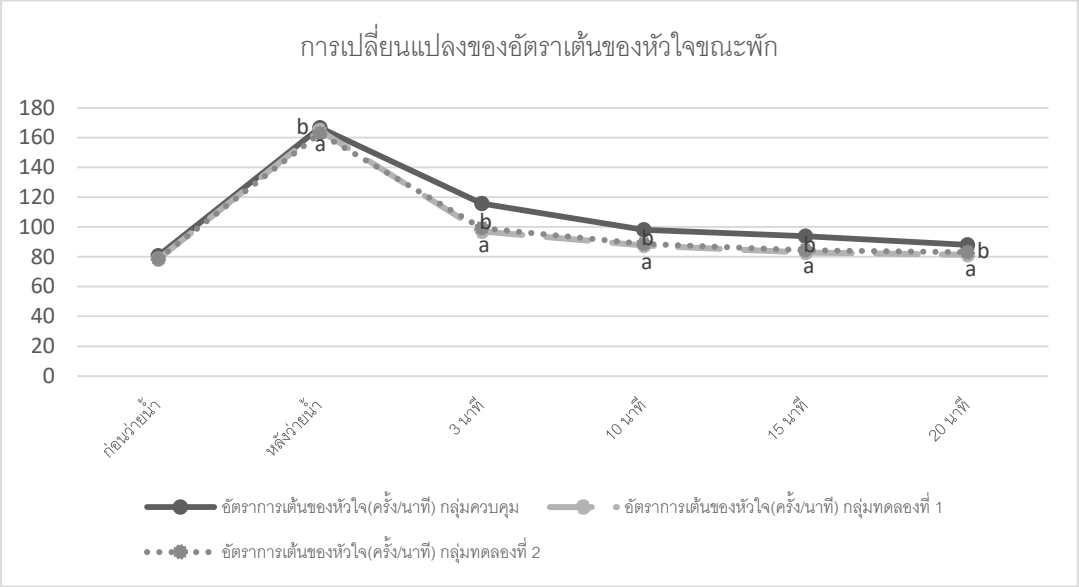
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ค่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ในช่วงระยะเวลาที่ 20 นาที มีค่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีค่าน้อยกว่าหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5. ค่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ในช่วงระยะเวลาที่ 3 นาทีของกลุ่มควบคุมมีค่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีค่ามากกว่าหลังว่ายน้ำครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 แผนภูมิเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลัง การฟื้นสมรรถภาพ ระหว่างการฟื้นสมรรถภาพโดยกลุ่มนั่งพักเพียงอย่างเดียว กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาที



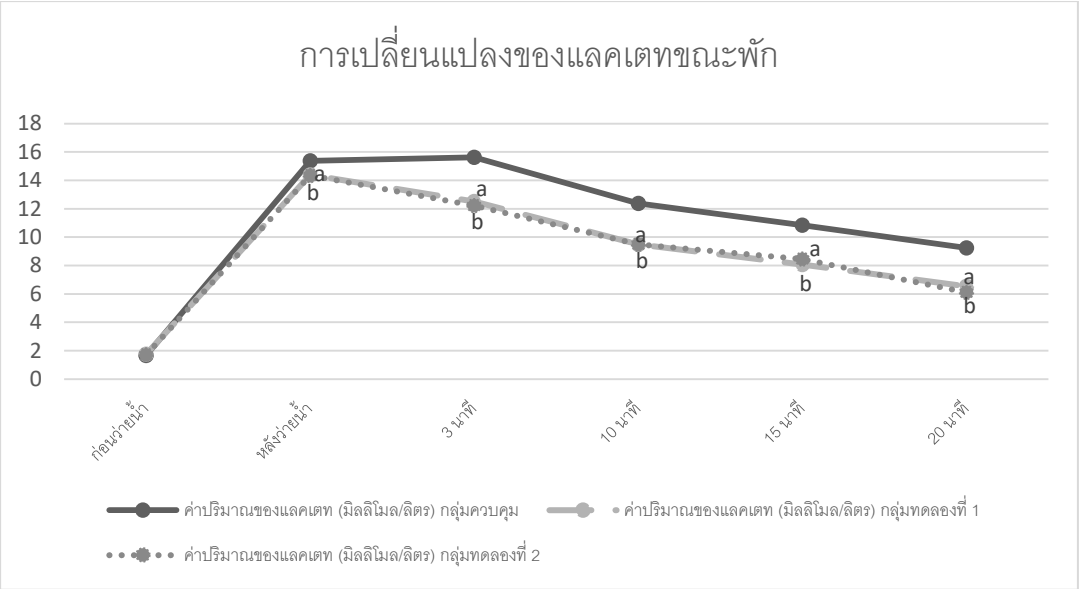
แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการฟื้นฟู ระหว่างการฟื้นฟูโดยการนั่งพักเพียงอย่างเดียว การแช่น้ำเย็น 10 นาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

[a]P< .05 เมื่อรูปแบบทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับรูปแบบควบคุม

[b]P< .05 เมื่อรูปแบบทดลองที่ 2 เปรียบเทียบกับรูปแบบควบคุม

จากแผนภูมิที่ 1 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการฟื้นสมรรถภาพของกลุ่มนั่งพักเพียงอย่างเดียว กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาทีมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ตั้งแต่ภายหลังการว่ายน้ำ เป็นต้นไป ซึ่งมีค่ามากที่สุด



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายหลัง การฟื้นฟูระหว่างการฟื้นสมรรถภาพโดยการนั่งพักแบบปกติ การแช่น้ำเย็น 10 นาที และการแช่น้ำเย็น 15 นาที

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

[a]P< .05 เมื่อรูปแบบทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับรูปแบบควบคุม

[b]P< .05 เมื่อรูปแบบทดลองที่ 2 เปรียบเทียบกับรูปแบบควบคุม

จากแผนภูมิที่ 2 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของแลคเตท ภายหลังการฟื้นสมรรถภาพของกลุ่มนั่งพักเพียงอย่างเดียว กลุ่มแช่น้ำเย็น 10 นาที และกลุ่มแช่น้ำเย็น 15 นาทีมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ตั้งแต่นาทีที่ 3 เป็นต้นไป ซึ่งมีค่ามากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพของสถิติเวลาของการว่าย และปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลด้วยความพยายามสูงสุดระยะทาง 100 เมตร ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลผลของการเปรียบเทียบการฟื้นสมรรถภาพ 3 รูปแบบ ได้แก่ การนั่งพักแบบหยุดนิ่ง 20 นาที(รูปแบบควบคุม) กับการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 14 องศาเซลเซียส โดยการแช่น้ำ 10 นาที ตามด้วยนั่งพักเพียงอย่างเดียว 10 นาที (รูปแบบทดลองที่ 1) และการแช่น้ำ 15 นาที ตามด้วยนั่งพักเพียงอย่างเดียว 5 นาที(รูปแบบทดลองที่ 2) ที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพและปริมาณแลคเตทหลังจากการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลด้วยความพยายามเต็มที่ระยะ 100 เมตร ในนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทยเพศชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 12 คน การทดสอบแต่ละครั้งเว้นระยะห่างเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทดสอบหลังจากการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร และหลังจากทำการฟื้นสมรรถภาพ ด้วยตัวแปร ปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการเต้นของหัวใจ และเวลาการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างและแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ ระหว่างกลุ่มโดยใช้การทดสอบเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบสองทาง (2 way ANOVA with repeated measure) โดยวิธีเปรียบเทียบของ LSD กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. จากข้อมูลพื้นฐานกลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 22.16 ± .66 ปีน้ำหนักเฉลี่ย 78.25 ± 2.88 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 177.58 ± 2.06 เซนติเมตร

2. การเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบสองทางพบว่าสถิติเวลาเฉลี่ยก่อนทำการฟื้นสมรรถภาพของ รูปแบบควบคุม รูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 เร็วกว่าสถิติเวลาเฉลี่ยภายหลังของการฟื้นสมรรถภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (p = .003) และเมื่อเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยสถิติเวลาภายหลังการฟื้นสมรรถภาพ พบว่าค่าเฉลี่ยสถิติเวลาการว่ายน้ำของรูปแบบควบคุม รูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างอย่างกันอย่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p=.69)

3. การเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบรายคู่ของค่าอัตราการเต้นของหัวใจของวิธีการฟื้นสมรรถภาพพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยที่สูงมากกว่ารูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 ในช่วงระยะเวลาพักที่ 3นาที 10นาที 15นาที และ20นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05(P=.00) และพบว่าค่าอัตราการเต้นของหัวใจของรูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (p=.63)

4. การเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบรายคู่ของค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่อระยะเวลาของการฟื้นสมรรถภาพพบว่าค่าอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากการว่ายน้ำมีอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยที่สูงกว่า อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยที่ระยะพัก 3นาที 10นาที 15นาที และ 20นาที ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P=.00)

5. การเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบรายคู่ของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ของวิธีการฟื้นสมรรถภาพพบว่ากลุ่มความคุมมีปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มากกว่า รูปแบบทดลองที่ 1 และ รูปแบบทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05(P=.00) และพบว่าปริมาณแลคของรูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P=.86)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. การเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบรายคู่ของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ของระยะเวลาของการฟื้นสมรรถภาพพบว่าปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดภายหลังจากการว่ายน้ำมีค่ามากกว่า ระยะพักที่ 3นาที 10นาที 15นาที และ 20นาที ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P=.00)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการฟื้นสมรรถภาพของสถิติเวลาของการว่ายน้ำ และปริมาณแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร ภายหลังการฟื้นสมรรถภาพเปรียบเทียบกับก่อนการว่ายน้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยสถิติเวลาการว่ายน้ำของรูปแบบควบคุม รูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 ก่อนรับการฟื้นสมรรถภาพมีค่าเฉลี่ยสถิติเวลาที่เร็วกว่า ค่าเฉลี่ยสถิติเวลาของการว่ายน้ำหลังจากได้รับการฟื้นสมรรถภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p=0.003) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสถิติเวลาภายหลังการฟื้นสมรรถภาพ พบว่าค่าเฉลี่ยสถิติเวลาการว่ายน้ำของรูปแบบควบคุม รูปแบบทดลองที่ 1 และรูปแบบทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างอย่างกันอย่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p=0.69) เนื่องจากร่างกายต้องใช้ระยะเวลาพัก 25 นาที สำหรับการฟื้นสมรรถภาพด้วยการพัก (Rest recovery) ภายหลังจากการออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อเคลื่อนย้าย แลคเตทที่สะสมอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง และต้องใช้ระยะเวลาถึงประมาณ 75 นาที ในการเคลื่อนย้ายกรดแลกติกที่สะสมอยู่ออกประมาณ 95% (Foss; & Keteyian.,1998) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีเวลาพักเพียง 20 นาที จึงทำให้แลคเตทยังคงสะสมอยู่ในปริมาณที่เกินกว่าครึ่งหนึ่ง จากการว่ายน้ำในรอบแรก ในขณะที่สำหรับกลุ่มที่ได้รับการพักประกอบกับการแช่น้ำเย็นนั้นอาจจะได้รับผลกระทบจากการแช่น้ำเย็นทำให้สมรรถภาพที่แสดงออกในการว่ายน้ำนั้นลดลง จึงส่งผลต่อร่างกายทำให้ ประสิทธิภาพของการว่ายน้ำลดน้อยลง ความเร็วลดลง และสถิติเวลาที่มากขึ้น จากงานวิจัยของ Parouty และคณะ(2010) พบว่าจากการฟื้นฟูสมรรถภาพโดยการแช่น้ำ ส่งผลต่อสถิติเวลาการว่ายน้ำที่ลดลงเนื่องจากการอุณหภูมิแกนกลาง (core temperature)ที่ลดลงและค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงจึงทำให้ประสิทธิภาพการว่ายน้ำลดลงงานวิจัยของ Peiffer และคณะ (2010) พบว่าการแช่น้ำเย็นส่งผลต่ออุณหภูมิแกนกลางของร่างกายที่สูงขึ้น จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของร่างกายลดลงหลังจากการแช่น้ำเย็นจนนำไปสู่สถิติเวลาที่มากขึ้น ซึ่งแม้เวลาสถิติภายหลังการแช่น้ำเย็นจะยังคงช้ากว่าเวลาสถิติก่อนการได้รับการฟื้นสมรรถภาพ แต่เมื่อเปรียบเทียบเวลาหลังจากการได้รับการฟื้นสมรรถภาพของทั้ง 3 พบว่าเวลาไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องการพักประกอบกับการแช่น้ำเย็นนั้น ส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดส่วนปลาย (Peripheral blood flow) ที่ลดลง คือมีการหดตัวของหลอดเลือดส่วนปลาย แต่ก่อให้เกิดการเพิ่มของ การไหลเวียนของเลือดส่วนกลาง (Central blood volume)

เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของ Central blood flow นี้ยังอาจส่งผลต่อสมรรถภาพและความสามารถของร่างกายในภายหลังการฟื้นสมรรถภาพ ทำให้นักกีฬาสามารถรักษาระดับความสามารถสูงสุด (peak performance) ได้นานยิ่งขึ้น จึงอาจทำให้รักษาความเร็วในการว่ายน้ำ (Wilcock.,2006) จากงานวิจัยของ Soultanakis และคณะ (2015) พบว่าหลังจากฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็นที่ 15 นาที ไม่ส่งผลต่อเวลาสถิติของการว่ายน้ำ ในนักกีฬาที่มีการฝึกซ้อมที่มีความเข้มข้นสูง และด้วยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย ที่มีการฝึกซ้อมสม่ำเสมอและเทคนิคการว่ายที่มีประสิทธิภาพ โดย Kjendlie และคณะ (2006) พบว่าปริมาณการฝึกซ้อมของการฝึกซ้อมส่งผลกับความเร็วของการว่ายน้ำและเทคนิคของนักกีฬามีผลอย่างมากกับการว่ายน้ำระยะ 100 เมตร แต่จากสถิติเวลาก่อนทำการฟื้นสมรรถภาพมีค่าที่ดีกว่าหลังการฟื้นสมรรถภาพ เกิดจากการแช่น้ำเย็นที่ส่งผลให้อุณหภูมิของกล้ามเนื้อลดลงและการนำกระแสประสาทที่ช้าลง (Crowe et al., 2007) แต่การที่จะกลับมาฟื้นสมรรถภาพให้ใกล้เคียงเดิมนั้น Peiffer และคณะ (2008, 2010) เสนอว่านักกีฬาจะต้องเพิ่มเติมการอบอุ่นร่างกายใหม่เพื่อให้อุณหภูมิกลับสู่สภาพวะปกติ ก่อนการแข่งขันในรอบต่อไป

เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบรายคู่ของค่าอัตราการเต้นของหัวใจของวิธีการฟื้นสมรรถภาพพบว่ารูปแบบควบคุมมีค่าอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยหลังจากการว่ายน้ำที่สูงกว่า รูปแบบทดลองที่ 1 และ รูปแบบทดลองที่ 2 ในระยะเวลาพักที่ 3นาที 10นาที 15นาที และ 20นาที ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p = .05) เนื่องจากการอุณหภูมิจากการแช่น้ำเย็นทำให้เกิดเส้นเลือดตีบ (Vasoconstriction) บริเวณผิวหนังแบบเฉียบพลัน เกิดการเปลี่ยนทิศทางของเลือดให้กลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดส่วนเกลาง (Central blood volume) มากขึ้น จากอุณหภูมิแกนกลางของร่างกายที่ลดลง จึงทำให้ระบบไหลเวียนเลือดถูกจำกัดการไหลเวียนไปยังส่วนต่างๆ และลดลงของความตรึงเครียดของระบบหัวใจ หลอดเลือดและการไหลเวียนของเลือดหลังการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็น ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง (Ihsan et al., 2016) และการสัมผัสกับความเย็นจะช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจและเพิ่มการบีบตัวของหลอดเลือดเพื่อลดการไหลเวียนเลือดไปยังส่วนปลาย เนื่องจากร่างกายพยายามปรับสมดุลอุณหภูมิร่างกายที่ลดลง (Bonde-Petersen, SchultzPedersen, and Dragsted 1992) งานวิจัยของ Schniepp และคณะ (2002) และ Yeargin และคณะ (2006) ได้พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างการออกกำลังกายของรูปแบบการฟื้นสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำมีค่าต่ำกว่าการนั่งพักแบบหยุดนิ่ง เนื่องจากการแช่น้ำเย็นส่งผลต่อต่อการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic *nervous system*) ที่ลดทันทีหลังจากการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แช่น้ำเย็น ส่งผลให้อัตราการเต้นของลดลง 10% จากช่วงแรกของการออกกำลัง และจากงานวิจัยของ Crowe และคณะ (2007) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างพักของการฟื้นฟูแบบนั่ง กับค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในระหว่างการปั่นจักรยาน 30 วินาทีหลังจากแช่น้ำย็น 15 นาที ที่อุณหภูมิน้ำ 14 เซลเซียส พบว่าค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดระหว่างการปั่นจักรยานช่วง 30 วินาที ภายหลังแช่น้ำเย็นมีค่าต่ำกว่า ค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงสุดระหว่างพักของกลุ่มฟื้นสมรรถภาพแบบนั่งพัก ซึ่งผลจากการแช่น้ำเย็นส่งผลต่อการลดลงของอัตราการเต้นของหัวใจ ทำให้การแช่น้ำเย็นช่วยส่งผลต่อการฟื้นสมรรถภาพจากความเหนื่อยล้าอย่างรวดเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบการนั่งพังแบบหยุดนิ่งเพียงอย่างเดียว

การเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบรายคู่ของปริมาณค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของวิธีการฟื้นสมรรถภาพพบว่ารูปแบบควบคุมมีปริมาณแลคเตทคงค้างหลังจากการว่ายน้ำที่มากกว่ารูปแบบทดลองที่ 1 และ รูปแบบทดลองที่ 2 ในระยะพักที่ 3นาที 10นาที 15นาที และ 20นาที ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p=.00) เนื่องจากภายหลังจากการว่ายน้ำ จะมีแลคเตทคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อและเลือดจึงทำให้มีการเมื่อยล้า การฟื้นสมรรถภาพย่อมต้องการเคลื่อนย้ายแลคเตทออกไปก่อน (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) ซึ่งแลคเตทเกิดจากการสลายกลูโคสโดยไม่ใช้ออกซิเจนจากกระบวนการสร้างกลูโคสขึ้นมาใหม่ (Gluconeogenesis) ถ้าร่างกายได้รับออซิเจนไม่เพียงพอ จะทำให้มีแลคเตทสะสมมากขึ้น จากการใช้ความเย็นส่งผลทำให้อัตราการไหลเวียนของเลือดบริเวณหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral blood flow) มีอัตราลดลงเนื่องจากหลอดเลือดบริเวณชั้นผิวหนังมีการหดตัวแต่ด้วยเหตุนี้ทำให้ อัตราการไหลเวียนโลหิตกลับเข้าสู่หัวใจ (cardiac preload) เพิ่มขึ้น คือ ทำให้ระดับการไหลเวียนเลือดส่วนกลาง (central blood volume) เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในขณะบีบตัว (stroke volume) และปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (cardiac output) เพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้มีปริมาณเลือดเพียงพอที่ส่งไปยังกล้ามเนื้อเพื่อแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายนอกและภายในเซลล์และ อาจกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในระบบการทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น แลคเตทออกไปได้มากกว่าการนั่งพักแบบปกติ (Ihsan et al., 2016) โดยการเปลี่ยนแลคเตทกลับไปเป็นกลูโคสได้โดยเข้าสู่ขบวนการไกลโคไลซิส (Gluconeogenesis) ซึ่ง แลคเตทจะเปลี่ยนเป็น Pyruvate โดยเอนไซม์ Lactate dehydrogenase ในร่างกาย แลคเตทเกิดการสะสมที่กล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดง ซึ่งกล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดง จะส่งแลคเตทเข้าสู่กระแสโลหิตไปยังตับเพื่อ เปลี่ยนแลคเตทเป็นกลูโคสโดยผ่านขบวนการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Gluconeogenesis แล้วจึงส่งกลูโคสกลับเข้าสู่กระแสโลหิต และสามารถเก็บสะสมให้อยู่ในรูปของกลูโคสในตับและ ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อได้วัฏจักรดังกล่าวเรียกว่า วัฏจักรคอริ (Cori cycle) งานวิจัยของ Marsh และ Sleivert (1999) ที่พบว่าการที่ความเย็นส่งผลทำให้ การไหลเวียนเลือดส่วนกลางเพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณเลือด ส่งไปยังกล้ามเนื้อมากขึ้น เพื่อกำจัดของเสียที่เกิดจากการใช้พลังงานจากกล้ามเนื้อ ทำให้ปริมาณแลคเตทในเลือดลดลงจึงส่งผลให้การฟื้นสมรรถภาพจากความล้าได้ดีขึ้น จากการศึกษาของ Wilcock (2006) ได้อธิบายว่าการได้รับความเย็นอาจส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดส่วนปลาย (Peripheral blood flow) ลดลง คือมีการหดตัวของหลอดเลือดส่วนปลาย แต่ก่อให้เกิดการเพิ่มของ การไหลเวียนของเลือดส่วนกลาง (Central blood volume) เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของ Central blood flow นี้ยังอาจส่งผลต่อสมรรถภาพและความสามารถของร่างกายในภายหลังการฟื้นสมรรถภาพ

จากการวิจัยสรุปได้ว่า การใช้การแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียสโดยการแช่น้ำ 10 นาที ตามด้วยนั่งพักแบบหยุดนิ่ง 10 นาที และการแช่น้ำ 15 นาที ตามด้วยนั่งพักแบบหยุดนิ่ง 5 นาที ไม่แตกต่างกันเนื่องจากทั้ง 2 รูปแบบ ส่งผลทำให้ร่างกายสามารถฟื้นตัวจากความเมื่อยล้าได้โดยการเพิ่มการไหลเวียนของระบบไหลเวียนเลือดส่วนกลาง ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของเสีย คือ แลคเตทในเลือดออกจากกล้ามเนื้อและเลือดได้อย่างรวดเร็วขึ้น และเนื่องจากการแช่น้ำเย็นทั้ง 2 รูปแบบ ส่งผลช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจและเพิ่มการบีบตัวของหลอดเลือดเพื่อลดการไหลเวียนเลือดไปยังส่วนปลาย เพื่อปรับสมดุลอุณหภูมิแกนกลางที่ลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ในการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำมีการพักระหว่างการแข่งระหว่างรายการ 20 นาที นักกีฬาสามารถนำวิธีการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิของน้ำที่ 14 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลา 10 และ 15 นาที ระหว่างการทำการแช่น้ำควรมีผู้เชี่ยวชาญค่อยควบคุมเรื่อง ความปลอดภัย ระยะเวลาและอุณหภูมิของน้ำ โดยทำการวัดอุณหภูมิน้ำด้วยปรอทจากบริเวณกึ่งกลางของน้ำ

ข้อจำกัดการวิจัย

หลังจากการฟื้นสมรรถภาพอาจทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อจากอุณหภูมิที่เย็น อาจต้องเพิ่มการอบอุ่นร่างกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของร่างกายก่อนทำการแข่งขัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นกับการฟื้นตัววิธีอื่นๆ เช่น การนวด การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลของการฟื้นสมรรถ โดยระยะทางของการว่ายที่ที่หลากหลาย หรือว่ายซ้ำๆ เผื่อเป็นประโยชน์ต่อการฝึก

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิของกล้ามเนื้อก่อนและหลังของการแช่น้ำเย็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กันยา ปาละวิวัธน์. (2532). **คู่มือรักษาตนเองรักษาด้วยความร้อนและความเย็น**. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.

จรูญ มีสิน. (2547). **การเป็นผู้ฝึกสอนกีฬาทางน้ำ**. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2544). **เอกสารประกอบการอบรมปฏิบัติการเรื่อง วิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2557). **วิทยาศาสตร์การฝึกสอนกีฬา Science of coaching**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บริษัท สินธนาก๊อปปี้เซ็นเตอร์ จำกัด.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2559). หลักการพิจารณาความหนักที่เหมาะสมในการฝึก. **บทความรับเชิญ วารสารคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ** 19/2 (กรกฎาคม-ธันวาคม): 1-17

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. (2536). **สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย**. กรุงเทพฯ.

ชัชรินทร์ อังศุภากร. (2540) **สรีรวิทยามนุษย์**: คณะแพทยศาสตร์รามาธิบดีมหาวิทยาลัยมหิดล : พริ้นติ้งกราฟฟิก.

ดุสิต พรหมอ่อน. (2549) **ความสัมพันธ์ของพลังอนากาศนิยม สมรรถภาพอนากาศนิยม ปริมาณกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจ ระหว่างการทดสอบด้วยวิธีวินเกท และวิธีรันนิ่งเบสแอนแอโรบิคสปรี๊นท์ ในนักกีฬาฟุตบอล**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ.

เทเวศร์ พิริยะพฤนท์. (2523). **กรดแล็คติคในเลือดกับการว่ายน้ำแบบครอว์ล** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์. วิทยานิพนธ์ (ค.ม.)—จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.

ธาวุฒิ ปลื้มสำราญ (2526). **ผลของการพักระหว่างฝึกโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ที่มีต่อการฝึกว่ายน้ำท่าควอร์ล ระยะทาง 100 และ 200 เมตร**.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. (2555). **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : บริษัทตีรณสาร.

บรรจบ ชุณหสุวรรณ. (2539). **วารีบำบัด"อานุภาพแห่งสายน้ำ"**. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์

พัณณ์ชิตา จรัสยศวัฒน์. (2560). **การตอบสนองฉับพลันของตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีต่อการฝึกในอุโมงค์น้ำด้วยวิธีการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นเยาวชนหญิง**.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พีระพงษ์ บุญศริ. (2538). **สรีรวิทยาองการออกกำลังกาย(วิทยาศาสตร์การกีฬา)**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

วรวิทย์ รัตนเสถียรกิจ. (2552). **ผลของการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นสภาพและความสามารถทางกาย**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีระ มนัสวานิช. (2545). **เทคนิคการว่ายน้ำ สำหรับนักว่ายน้ำ ครูและผู้สอน**: กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สำนึก แสงนาค. (2545). **การเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบช่วงพักนานกับแบบทำซ้ำต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ล ระยะทาง50 เมตร**. วิทยนิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 152หน้า. ถ่ายเอกสาร

สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย. (2557). **คู่มือกติกาการตัดสินว่ายน้ำ สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย ปี 2556-2560** [ออนไลน์]. ค้นหาจาก: www.tasa.in.th.

สนธยา สีละมาด. (2551). **หลักของการสอนทักษะกีฬา**. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ. (2551*). คู่มือการใช้วิทยาศาสตร์การกีฬา เพื่อพัฒนาศักยภาพนักกีฬาไทยระดับนักเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2557). **การประยุกต์วิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ**. โรงพิมพ์วีรวรรณ พริ้นติ้งค์ แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง.

อำพร ศรียาภัย, สุพิตร สมาหิโต. (2544). **ผลของการพักการยืดเหยียดการเนื้อแบบอยู่กับที่ และการซาวน่าที่มีต่อระดับกรดแลคติคในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา** 2 ฉบับ: 2 : 177-130

เอกสารประกอบการอบรมเชิง ปฏิบัติการนานาชาติเรื่อง **Swimming sport science SE Asia conference** 26–27 เมษายน 2557 ณ โรงเรียนนานาชาติร่วมฤดี

ภาษาอังกฤษ

Abbiss, C. R., and Laursen, P. B. (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Medicine**, 38(3), 239-252.

Astrand, P. O., and Radahl, K. (1970). **Textbook of work physiology**. New York:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

McGrawHill.

Bleakley, C. M., and Davison, G. W. (2010). What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**., 44(3), 179–87.

Bonde-Petersen F, Schultz-Pedersen L, Dragsted N (1992) Peripheral and central blood flow in man during cold, thermoneutral, and hot water immersion. **Aviat Space Environ Med** 63:346–350.

Bonen, A., & Belcastro, A. N. (1976). Comparison of self-selected recovery method on lactic acid removal rates. **Journal of Medicine and Science in Sport**, 8(3), 176-178.

Brent S. Rushall, (1990). International Center for Aquatic Research annual - Studies by the International Center for Aquatic Research.United States Swimming Press, 1750 East Boulder Street, Colorado Springs, Colorado, USA 80909-5770.

Bruce, L. (2000). The role of skeletal muscle in Lactate exchange during exercise: Introduction. **Medicine & Science in Sports in Sports & Exercise** 32: 753-755

Burke, E. R. (1998). Precision heart rate training. Champaign, Illinois: *Human Kinetics.*

Coats, T. J., Smith, J. E., Lockey, D., & Russell, M. (2002). Early increases in blood lactate following injury. **Journal Royal Army Medicine Corporations**, 148, 140-143.

Coffey, V., Leveritt, M., and Gill, N. (2004). Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 7, 1-10.

Corder, K. P., Potteiger, J. A., K. Nau, K. L., Figoni, S. F., and Hershberger, S. L. (2000). Effect of active and passive recovery conditions on blood lactate, rating of perceived exertion and Performance during resistance exercise. **The Journal of Strength and Conditioning Tesearch**, 14(2), 151-156.

Cote, D. J., Prentice, W. E., Hooker, D. N., et al. 1988. Comparison of three treatment procedures for minimizing ankle sprain swelling. **Physical Therapy**, 68(7), 1072-1076.

Crowe, M. J., O' Connor, D., and Rudd, D. (2006, December). Cold water recovery reduces anaerobic performance. **Sport Medicine**, 28, 994-998.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Fernandes, R., and Vilas-Boas, J. (2012). Time to exhaustion at the VO2max velocity in swimming: A review. **Journal of Human Kinetics**, 32, 121-134.

Foss, M.L. and S.J. Keteyian. (1998). **Fox's Physiological Basic for Exercise and Sport**. 6th ed. The McGraw-Hill Companies, Michigan.

Fox, E. L. & Mathews, D. K. (1981). **The Physiological Basis of Physical Education and Athletics** (Eds.) p. 258. Philadelphia: Saunders College Publishing.

Green, H. J., R. L. Hughson, G. W. Orr, and D. A. Ranney. (1983).Anaerobic threshold, blood lactate, and muscle metabolites in progressivw exercise. **The Journal of Physiology London**. 54: 1032-1038.

Halson Shona L. (2013) recovery techniques for athletes. **Sports Science Exchange**. Vol 26, No. 120, 1-6

Hein, M. S., J. M. Kelly, and R. J. Zeballos. (1989). A fixed velocity swimming protocol for determination of individual anaerobic threshold. **Journal of Swimming Research**, 5, 15-19.

Herman. (2007). Physics of Human body. New York: Springer Berlin Heidelberg.

Hermansen, L., & Stensvold, I. (1972). Production and removal of lactate during exercise in men. **Journal of Acta Physiologica Scandinavica**, 86, 191-201.

Hogan, M. C., Gladden, L. B., Kurdak, S. S., & Poole, D. C. (1995). Increased lactate in work dog muscle reduces tension development independent of pH. **Journal of Medicine & Science in Sport & Exercise**, 27(3), 371-377.

Horita T, Ishiko T. Relationships between muscle lactate accumulation and surface EMG activities during isokinetic contractions in man. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. 1987;56(1):18-23.

Ian, M. W., Cronin, J., B., and Wayne, A. (2006). Physiological response to Water Immersion A Method for Sport Recovery?. **Sports Medicine**, 36(9),747-765.

Ihsan, M., Watson, G., and Abbiss, C. R. (2016). **What are the physiological mechanisms for post-exercise cold water immersion in the recovery from prolonged endurance and intermittent exercise? Sports Med**. 46, 1095–1109.

Indonesia Asian Game Organizing Committee, the 18th Asian Games Indonesia 2018,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sport Technical Handbook for the 18th Asian Games Indonesia 2018 AQUATICS, (ver. 2.0), (February 2018): 40.

Ingram, J., Dawson, B., Carmel, G., Wallman, K. and Beilby, J. (2007). Effect of water immersion method on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. **Journal of Science & Medicine in Sport**, 12, 417-421.

Janssen, P. (1992). Lactate Threshold Training. Champaign, IL. :*Human Kinetics*.

Kable A. (2014) . **Swimming physiology-energy systems and applications**. เอกสารประกอบการอบรมเชิง ปฏิบัติการนานาชาติเรื่อง Swimming sport science SE Asia conference 26-27 เมษายน 2557 ณ โรงเรียนนานาชาติร่วมฤดี.

Karvonen, M., Kentala, K., and Mustalo, O. (1957) The effect of Training on Heart Rate: A Longitudinal Syudy. **Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae**, 35, 307-15

Kjendlie, P., Pedersen, T. (2006) The effect of the breathing action on velocity in front crawl sprinting. **Portuguese Journal of Sport Sciences Vol 6**, Suppl 2, Porto, pp. 75-77.

Kostoulas, I. D., Toubekis, A. G., Paxinos, T., Volaklis, K. & Tokmakidis, S. P. (2018). Active recovery intervals restore initial performance after repeated sprints in swimming. **The European Journal of Sport Science**, 18(3), 323–331.

Kruse, J. A., et al. (1987). **Significance of blood lactate levels in critically II patients with liver disease**. *The American journal of medicine* 83(1): 77-82.

Linda S. (2002) . Chesterton Skin Temperature Response to Cryotherapy Linda S. Chesterton, BSc, MCSP, SRP, Nadine E. Foster, MCSP, DPhil, Lesley Ross, Grad Dip Phys, MCSP, SRP. **Archives of Physical Medicine & Rehabilitation**; 83: 543-9.

Larry K. W., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). **Physiology of Sport and Exercise**. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Lockey and Russell. (2002) **Early Increases in Blood Lactate Following Injury**. Journal of the Royal *Army Medical Corps.* Jun;148(2):140-3.

Lutoslawska G., Hubner-Wozniak E., Sitkowski D., Borkowski L. (1998). **Relationship between anaerobic capacity and blood lactate following the Wingate test**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

in elite wrestlers during an annual training cycle. Biology of Sport 15, 67-74

Machado, A. (2015). Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold. **Sports Medicine**. 48:1369–1387.

Marsh, D., & Sleivirt, G. (1999). Effect of precooling on high intensity cycling performance. **British Journal of Sports Medicine**, 33(6).

Maglischo, E. W., C. W. Maglischo, and R. A. Bishop. (1982) Lactate testing for training pace. Swimming Technique, **Journal of Strength and Conditioning Research** .19, 31-37.

Nagasawa Y, Komori S, Sato M, et al. Effects of hot bath immersion on autonomic activity and hemodynamics: comparison of the elderly patient and the healthy young. **Journal of the Japanese Circulation Society**. 2001; 65 (7): 587-92

Parouty, J., Haddad, H. A., Quod, M., Leprêtre, P. M., Ahmaidi, S., and Buchheit, M. (2010). Effect of cold water immersion on 100-m sprint performance in well-trained swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, *109:483–490.*

Pattharanitima, P., Tongyoo, S., Ratanarat. R., Wilachone, W., Poompichet, A., & Permpikul, C. (2011). Correlation of arterial, central venous and capillary lactate levels in septic shock patients. **Journal of Medical Association, Thailand**, 94(1), S175-S180.

Peiffer J, Abbiss C, Watson G, et al. (2010). Effect of a 5 min cold water immersion recovery on exercise performance in the heat. **British Journal of Sports Medicine**. ;44(6):461–5.

Peiffer, JJ., Abbiss, CR., Wall. BA., Watson. G., Nosaka. K., Laursen. PB, . (2008). Effect of a 5 min cold water immersion recovery on exercise performance in the heat. **British Journal of Sports Medicine**. Jun 6.

Powers, S. K., and Howley, E. I. (2009). **Exercise physiology: theory and applications to fitness and performance**. Boston, MA: McGraw-Hill.

Pyne, D. B., H. Lee, and K. M. Swanwick. (2001). Monitoring the lactate threshold in world ranke swimmers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 33, 291-297.

Robertson, V., J., and Duck, F. A. (2001). A review of therapeutic ultrasound: biophysical

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

effects. **Physical Therapy**, 81, 1351-8.

Robergs, S. & Keteyian, S. J. (2003). **Fundamentals of Exercise Physiology: For Fitness, Performance, and Health**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Education.

Rushall, B. S. (1990). International Center for Aquatic Research annual – Studies by the International Center for Aquatic Research. United States Swimming Press, 1750 East Boulder Street, **Colorado Springs**, Colorado, USA 80909-5770.

Salo, D., & Riewald, S. A. (2008). **Complete conditioning for swimming:** *Human Kinetics*.

Schniepp J, Campbell TS, Powell KL, Pincivero DM (2002) The effects of cold-water immersion on power output and heart rate in elite cyclists. **J Strength Cond Res** 16:561–566

Seelwood, K. L., Brukner, P., William, D., Nicol, A., and Hinman, R. (2007). Ice water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomized controlled trial. **British Journal of Sports Medicine**, 41(6), 392-397.

Smith, L. L. (1990). Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 23(5), 542-551.

Soultanakis H.N., Nafpaktiitou D., S.M. Mandaloufa (2015). Impact of cool and warm water immersion on 50-m sprint performance and lactate recovery in swimmers. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**.

Thailand Swimming Association. (2013). Recovery Techniques For Athletes Recovery Center Australian. **Institute of Sport Canberra Australia Sports Science Exchange**, 26(120),1-6.

Tomlin, D. L., and Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**, 31(1), 1-11.

Toussaint, H. M., and Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. **Sports Medicine**, 13(1), 8-24.

Toussaint, H. M., Hollander, A. P., Van den Berg, C., and Vorontsov, A. (2000). Biomechanics of swimming. **Exercise and Sport Science**, 639-660.

Turner, B., Pennefather, J., and Edmonds, C. (1980). *Cardiovascular effects of hot water immersion* (suicide soup). **Journal of Medicine**., 2 (1), 39-40.

Vaile, J., Halson, S., Gill, N. and Dawson, B. (2008). Effect of cold water immersion on

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. **Journal of Sports Science**. March., 26(5), 431-440.

Whyte, G. (2006). *The Physiology of Training*. In G. W. Editors, N. S. M. by & J. Cracknell (Eds.), The Physiology of Training. Edinburgh, Churchill Livingstone.

Willcock, I. (2006). **The effect of water immersion, active recovery and passive recovery on repeated bouts of explosive exercise and blood plasma**. Master of Health Science: Auckland University of Technology.

Wilmore, J., Costill, D., & Kenney, W. L. (2008). Physiology of sport and exercise (4th ed.). Champaign, Illinois: **Human Kinetics**.

Yeargin SW, Casa DJ, McClung JM, Knight JC, Healey JC, Goss PJ, Harvard WR, Hipp GR (2006) Body cooling between two bouts of exercise in the heat enhances subsequent performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**., 20:383–389.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

รูปที่ 1 เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (Lactate Analyzer)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2 อาคารเฉลิมราชสุดากีฬาสถาน (Sport Complex) ชั้น M สระว่ายน้ำ 50 เมตร (Outdoor)

รูปที่ 3 สำลีและแอลกอฮอล์

รูปที่ 4 เก้าอี้นั่งสำหรับพัก

รูปที่ 5 ถุงมือยาง

รูปที่ 6 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ

รูปที่ 7 เข็มเจาะเลือด Accu-CHEK รุ่นSafe-T-Pro Uno

รูปที่ 8 นาฬิกาจับเวลา สีดำ รุ่น HS-3

รูปที่ 9 แผนรองรับเลือดบีเอ็มแลคเตท (BM Lactate)

รูปที่ 10 อ่างน้ำสำหรับแช่น้ำเย็น

(ความยาว 120 เซนติเมตร กว้าง 84 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร)

รูปที่ 11 สายคาดอก Polar รุ่น H-10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกผลการวิจัย

แบบบันทึกผลการวิจัย (Exercise testing)

รหัสอาสาสมัคร.....

วัน.....เดือน.....พ.ศ. .....เวลา.....

อายุ.....ปี ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม BMI.....kg/m2

Heart rate rest.....bpm Heart rate peak.....bpm

อุณหภูมิน้ำ.....เซลเซียส

แบบบันทึกค่าแลคเตท(mmol/L)

Series	ควบคุม(ไม่แช่น้ำเย็น)	แช่น้ำเย็น 10 นาที	แช่น้ำเย็น 15 นาที
ก่อนว่ายน้ำ			
หลังว่ายน้ำทันที			
นาทีที่ 3			
นาทีที่ 10			
นาทีที่ 15			
นาทีที่ 20			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปริมาณค่าแลคเตทสูงสุด.....mmol/L ในระยะเวลาที่.....

ปริมาณค่าแลคเตทต่ำสุด.....mmol/L ในระยะเวลาที่.....

เวลาในการว่ายน้ำในท่าฟอร์นครอว์ลระยะ 100 เมตร

Series	ก่อนแช่น้ำเย็น	หลังแช่น้ำเย็น
กลุ่มควบคุม(ไม่แช่น้ำ)		
แช่น้ำ 10 นาที		
แช่น้ำ 15 นาที		

ตารางบันทึก Heart rate ขณะแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ

stage	Time(min)	Heart rate	Heart rate zone (%)
1	ก่อนว่ายน้ำ		
2	หลังว่ายน้ำทันที		
3	3		
4	10		
5	15		
6	20		

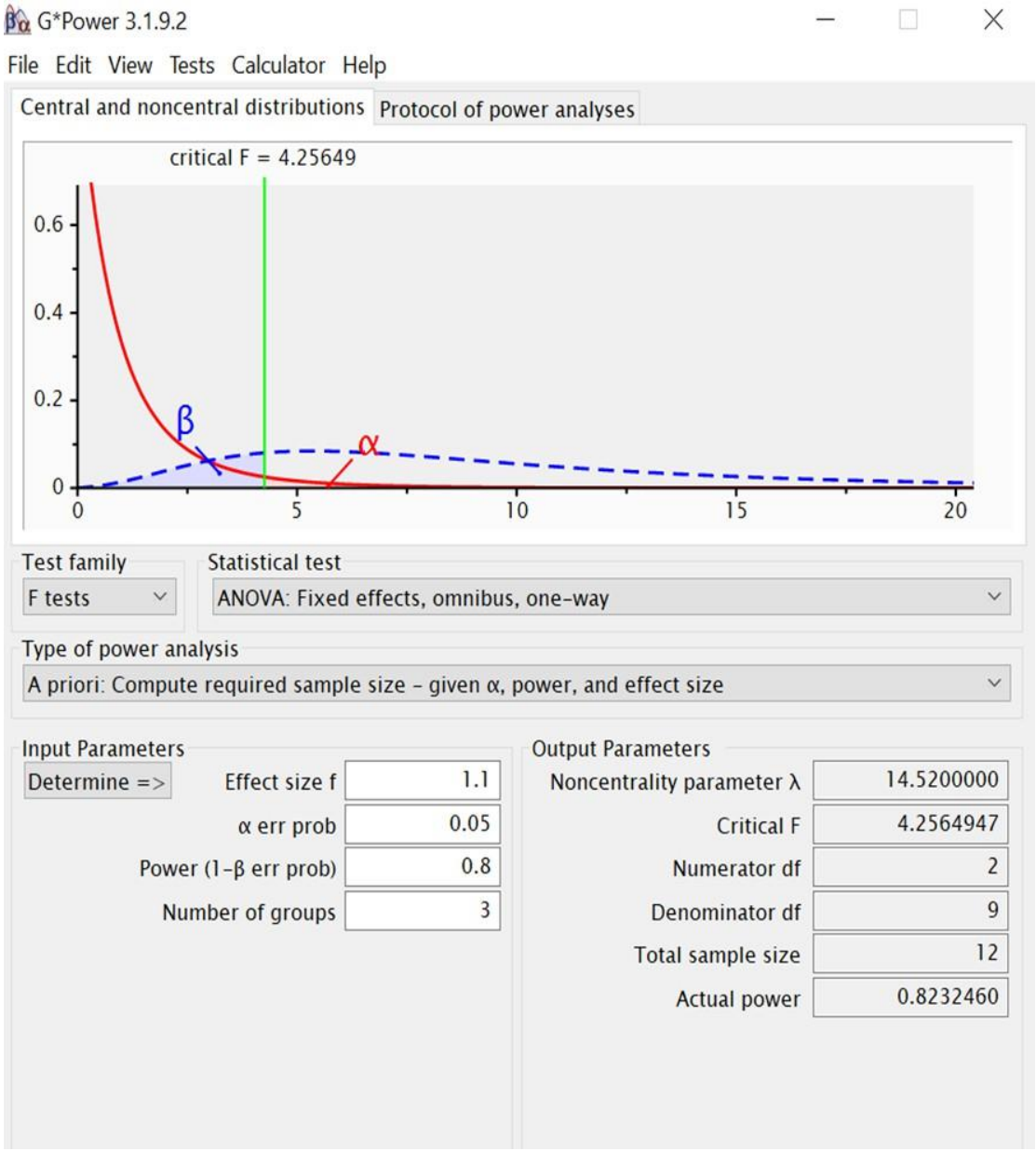
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Heart rate peak.....bpm นาทีที่.....

Heart rate resating.....bpm นาทีที่.....

ภาคผนวก ค

โปรแกรม GPower 3.1.9.2



ภาคผนวก ง

แบบสอบถามข้อมูลของผู้เข้าร่วมการทดสอบ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามต่อไปนี้จะเป็นความลับและใช้ในงานวิจัยเท่านั้น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมทดสอบ

รหัส.....

น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ประวัติการติดทีมชาติ.....ปี การฝึกซ้อมก่อนร่วมงานวิจัย.....เดือน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทางด้านสุขภาพของผู้ทดสอบ

2.1 ท่านป่วยเป็นโรคเลือด โรคหัวใจ หอบหืด ความดันโลหิตหรือไม่? (ถ้ามีโปรดระบุ)

☐ มี ☐ ไม่มี (โปรดระบุ) .....

2.2 ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บรุนแรงหรือไม่ (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....

2.3 ท่านเคยได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยการผ่าตัดของกล้ามเนื้อและข้อต่อหรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....

2.4 ในระยะเวลา 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการทดสอบ ท่านได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยวิธีการที่มากกว่าการทานยา หรือยาถูนวด หรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....

สรุปผลแบบสอบถามสุขภาพ

☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ ☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยไม่ได้

.....

(นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม)

ผู้ดำเนินการสอบถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ
วิธีการใชเครื่องวัดปริมาณกรดแลคติค

1. เปดสวิตซเครื่องแลคเตท อนาลิเซอร (Lactate Analyzer)

2. ใสแผนรหัสของแผนรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) ในเครื่องแลคเตท อนาลิเซอร (Lactate Analyzer) แลวดึงออก เครื่องจะแสดงรหัสของแผนรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate)

3. ใสแผนรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) ในเครื่องแลคเตท อนาลิเซอร (Lactate Analyzer) จนมีสัญญานดัง ใหเปดฝาเครื่องแลคเตท อนาลิเซอร (Lactate Analyzer) ขึ้น แลวนำแผน รองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) ออกมา

4. นำเข็มเจาะเลือด Accu-CHEK รุ่นSafe-T-Pro Uno มาเตรียมเพื่อเจาะปลายนิ้ว

5. ให้ผู้ถูกเจาะเลือดล้างมือให้สะอาดและเช็ดมือให้แห้ง นวดคลึงปลายนิ้วที่จะทำการเจาะเลือดเพื่อให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น นำสำลีชุบ 70% แอลกอฮอล์เช็ดบริเวณที่จะเจาะเลือดจากนั้นรอให้แห้ง

6. นำเข็มเจาะเลือด Accu-CHEK รุ่นSafe-T-Pro Uno จอที่ปลายนิ้วนางขางซ้ายแลว กดที่ปุมเพื่อใหเข็มเจาะเลือดแอคคู-เชก ซอฟทคลิกซ (ACCU-CHEK Softclix) ดีดออกจากปลาย ปากกายิงเจาะเลือด ซอฟ คลิกซ 2 (Soft clix 2) เจาะที่ปลายนิ้ว

7. นำแผนรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) รองรับเลือดที่เจาะจนเต็มแผ่นใสเขาไปในเครื่องแลคเตท อนาลิเซอร (Lactate Analyzer) และปดฝารอประมาณ 1 นาที

8. ให้ผู้ถูกเจาะเลือดใช้สำลีก้อนกลมสะอาดกดบริเวณที่ถูกเจาะเอาไว้ประมาณ 5 นาทีหรือจนกว่าเลือดจะหยุดไหลสนิท

9. นำแผนรองรับเลือดบีเอ็ม แลคเตท (BM Lactate) ทิ้งลงในถังขยะสำหรับขยะติดเชื้อและเข็มเจาะเลือด Accu-CHEK รุ่นSafe-T-Pro Uno ที่ใชแลวทิ้งลงในถังทิ้งขยะมีคมติดเชื้อ เปลี่ยนอันใหม่ใชตอไป

หมายเหตุ หากต้องทำการเจาะเลือดครั้งถัดไป ควรเจาะเลือดจากนิ้วอีกข้างหนึ่งจากข้างที่เคยเจาะหรือเปลี่ยนไปใช้นิ้วกลางแทน(นิ้วที่เหมาะสมกับการเจาะเลือดปลายนิ้วคือนิ้วนางและนิ้วกลาง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

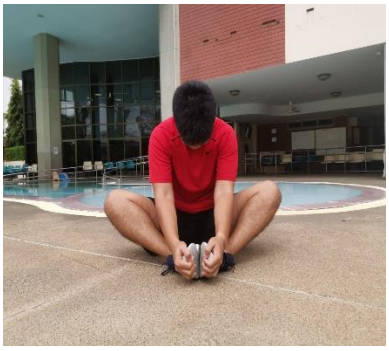
ภาคผนวก ฉ
ท่านั่งแช่น้ำและนั่งพัก

ท่านั่งแช่น้ำเย็นในอ่างน้ำ

ท่านั่งพักแบบหยุดนิ่ง

ภาคผนวก ช

ท่ายืดเหยียด



ท่าที่ 1

ท่าที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 3

ท่าที่ 4

ท่าที่ 5

ท่าที่ 6

ท่าที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าที่ 8

หมายเหตุ การยืดเหยียดแบบคงค้างทุกท่า ทำค้างท่าละ 15 วินาที ทั้ง ซ้ายและขวา

ภาคผนวก ซ

แบบประเมิน

แบบประเมินโปรแกรมการทดสอบผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นของสมรรถภาพและปริมาณกรดแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 50 เมตร

ขอให้ท่านผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเนื้อหาแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับโปรแกรมการทดสอบผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นของสมรรถภาพและปริมาณกรดแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 50 เมตร ว่าเหมาะสมเพียงใด

+1 หมายถึง มีความเหมาะสมในโปรแกรมการทดสอบ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมในโปรแกรมการทดสอบ

-1 หมายถึง ไม่มีความเหมาะสมในโปรแกรมการทดสอบ

เนื้อหา	**ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ**			**ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**
	+1	0	-1	
โปรแกรมการทดสอบ				
● ท่าที่ใช้ในการทดสอบ ใช้ท่าว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล (Front Crawl)	5			1
● ระยะทางในการทดสอบ : 50 เมตร	4	1		0.8
สัดส่วนที่ใช้ในการทดสอบ				
● แช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศา (10 นาที + นั่งพักแบบหยุดนิ่ง 10 นาที)	4	1		0.8
● แช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศา (15 นาที + นั่งพักแบบหยุดนิ่ง 5 นาที)	4			1
● แช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 14 องศา (นั่งพักแบบหยุดนิ่ง 20 นาที)	3	1	1	0.4
● แช่ระดับลิ้นปี่ (Xiphoid process)	5			1
● จำนวนครั้งในการทดสอบ : 3 ครั้ง	5			1
● ความถี่ของการทดสอบ : 1 ครั้ง/สัปดาห์	4		1	0.6
รวม	34	3	2	0.825

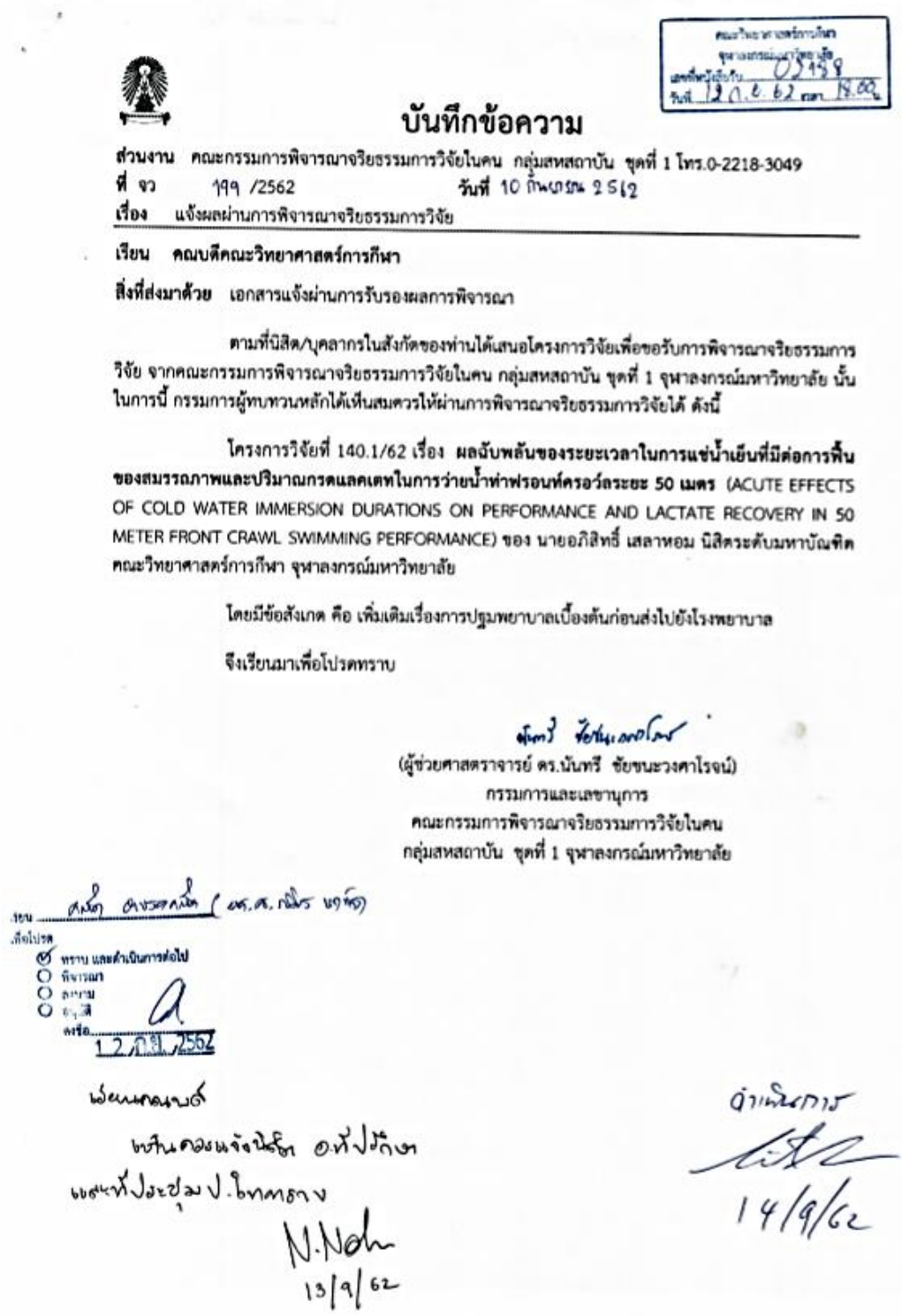
ข้อเสนอแนะ

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฌ

เอกสารจริยธรรมในการวิจัย



คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่รับ 03158
วันที่ 12 ก.ย. 62 เวลา 15.00 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-3049
ที่ จว 199 /2562 **วันที่** 10 กันยายน 2562
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน **คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา**

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 140.1/62 เรื่อง **ผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นของสมรรถภาพและปริมาณกรดแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 50 เมตร** (ACUTE EFFECTS OF COLD WATER IMMERSION DURATIONS ON PERFORMANCE AND LACTATE RECOVERY IN 50 METER FRONT CRAWL SWIMMING PERFORMANCE) ของ นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม นิสิตระดับมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยมีข้อสังเกต คือ เพิ่มเติมเรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้นก่อนส่งไปยังโรงพยาบาล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

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

เรียน ...
เพื่อโปรด
☑ ทราบ และดำเนินการต่อไป
○ พิจารณา
○ อนุมัติ
ลงชื่อ ...
12 กันยายน 2562

ดำเนินการ
14/9/62

เรียนคณบดี
ขอให้คณะแจ้งนิสิต อ.ที่ปรึกษา
และหัวหน้าประชุม ป.โททราบ
N.Noh
13/9/62

AF 02-12

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 210/2562

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 140.1/62 : ผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นของสมรรถภาพและปริมาณกรดแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 50 เมตร

ผู้วิจัยหลัก : นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (มคจค.) 2556, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

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

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

วันที่รับรอง : 20 สิงหาคม 2562 **วันหมดอายุ** : 19 สิงหาคม 2563

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) แบบสอบถาม

ลำดับที่โครงการวิจัย 140.1/62
วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2562
วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2563

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการพิจารณาจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารชี้ชวนเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 02-14) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย/ผู้อยู่ในปกครองและหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย เรื่องผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นของสมรรถภาพและปริมาณกรดแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร

ชื่อผู้วิจัย นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม ตำแหน่ง นิสิตมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย
(ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 11000
(ที่บ้าน) 48 หมู่ 6 ตำบล ท่าผา อำเภอ บ้านโป่ง จังหวัด ราชบุรี 70110 โทรศัพท์ที่บ้าน 032-212017
โทรศัพท์มือถือ 089-4918992 E-mail : Apisitc1991@gmail.com

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัย ผลฉับพลันของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่มีต่อการฟื้นของสมรรถภาพและปริมาณกรดแลคเตทในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 100 เมตร ก่อนตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยในครั้งนี้ โปรดทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับอะไรและทำเพราะเหตุใดกรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างรอบคอบ หากมีข้อความใดที่อ่านแล้วไม่เข้าใจหรือไม่ชัดเจนโปรดสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยจะอธิบายจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1. งานวิจัยนี้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นในเวลาที่ต่างกันเพื่อทราบว่าจะมีผลต่อนักกีฬาว่ายน้ำชายหรือไม่ *และการเปลี่ยนของกรดแลคติคช่วยลดความเมื่อยล้าหลังจากการแข่งขันได้หรือไม่*

   1.1. วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการแช่เย็นร่างกายในระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพและปริมาณกรดแลคเตทในการว่ายน้ำด้วยความเร็วสูงสุด ระยะทาง 100 เมตร ในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล

2. **รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ**

   ผู้เข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย เพศชาย อายุระหว่าง 18 – 24 ปี *(ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2544)* จำนวน 15 คน โดยคัดกรองจากแบบสอบถามข้อมูลของผู้เข้าร่วมการทดสอบ

ผู้สมัครใจเข้าร่วมต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. *เป็นนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย ประเภทฟรอนท์ครอว์ล เพศชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี (ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2544)*
2. *ต้องมีการฝึกซ้อมต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 เดือนหรือ 5 วันต่อสัปดาห์ ก่อนการทดลอง*
3. *ไม่มีประวัติการป่วยเป็นโรคเลือด โรคหัวใจ โรคหอบหืด โรคความดันโลหิต*
4. *สมัครใจเข้าร่วมงานวิจัย*

เลขที่โครงการวิจัย 140.1/62
วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2562
วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2563

AF 04-07

5. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องผ่านแบบสอบถามข้อมูลของผู้เข้าร่วมการทดสอบทุกข้อ

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการติดต่อกับนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย สโมสรว่ายน้ำในประเทศไทย โดยผ่านทางสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัยกับนักกีฬา จากนั้นผู้วิจัยจะเริ่มอธิบายวัตถุประสงค์ การเก็บข้อมูล และชี้แจงรายละเอียดกับขั้นตอนการคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยทำการคัดกรอง ดังนี้

1. คัดกรองโดย เป็นนักกีฬาว่ายน้ำตัวแทนทีมชาติไทย ประเภทท่าฟรอนท์ครอว์ล เพศชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี *(ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2544)* ต้องมีการฝึกซ้อมต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 เดือน หรือไม่น้อยกว่า 5 วัน/สัปดาห์ และไม่มีการบาดเจ็บที่มีผลต่อการดำเนินการวิจัย
2. สอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยมี อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และสถิติการว่ายน้ำในระยะ 100 เมตร ท่าประเภทฟรอนท์ครอว์ล

ผู้วิจัยทำการคัดกรอง *อาคารเฉลิมราชสุดากีฬาสถาน (Sport Complex) ชั้น M สระว่ายน้ำ 50 เมตร (Outdoor) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เวลาในการคัดกรอง 10 นาที* โดยประมาณ หากผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่ผ่านการคัดกรองจะได้รับ สมุดของจุฬาฯ *เป็นของที่ละลึก* ถ้าผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่ผ่านการคัดกรอง หากพบผู้ที่อยู่ในสภาวะที่สมควรได้รับคำแนะนำ/ความช่วยเหลือ ผู้วิจัยทำการสอบถาม ในความสะดวกให้ผู้วิจัยช่วยเหลือเบื้องต้นหรือไม่ ถ้าสะดวกจะหาแนวทางช่วยเหลือผู้เข้าร่วมวิจัยต่อไป โดยอาจจะปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง เช่น แพทย์ นักวิทยาศาสตร์การกีฬา หรืออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้คำแนะนำที่เหมาะสม และผู้วิจัยจะนำมาแจ้งแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย

หากผู้เข้าร่วมการวิจัยมีคุณสมบัติผ่านตามเกณฑ์คัดเข้าตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจะอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ตลอดจนโปรแกรมการทดสอบ และจำนวนครั้งในการทดสอบในการเข้าร่วมการวิจัยให้ทราบ พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ยินดีเข้าร่วมการวิจัยลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมในการวิจัย ซึ่งขั้นตอนการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนอนพักผ่อนให้เพียงพอ อย่างน้อย 6-8 ชั่วโมง
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องงดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ทุกชนิดในช่วงของการทดลอง ในระหว่างการพัก 1 สัปดาห์
3. ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการทดลอง ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้เข้าใจ
4. ทำการทดลองโดย การเก็บข้อมูลประกอบด้วยการทดสอบ 3 ครั้ง โดยการทดสอบมี 3 รูปแบบดังนี้

   รูปแบบที่ 1 แช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ด้วยท่านั่งเหยียดขาตรง น้ำสูงระดับลิ้นปี่ (xiphoid process) 10 นาที และ นั่งพักแบบหยุดนิ่ง 10 นาที

   รูปแบบที่ 2 แช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ด้วยท่านั่งเหยียดขาตรง น้ำสูงระดับลิ้นปี่ (xiphoid process) 15 นาที และ นั่งพักแบบหยุดนิ่ง 5 นาที

   รูปแบบที่ 3 นั่งพักบนเก้าอี้แบบหยุดนิ่ง โดยไม่มีการแช่น้ำ 20 นาที

เลขที่โครงการวิจัย 140.1/62
วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2562
วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2563
V5.0/2562

โดยการทดสอบแต่ละรูปแบบจะห่างกัน 48 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ฟื้นตัวอย่างเต็มที่ เป็นผลให้ไม่มีการเกิดผลสะสมต่อเนื่องจากการทดสอบที่ให้ก่อนหน้า และจะทดสอบในเวลาเดิมทุกครั้ง

5. ก่อนทำการทดสอบจริง ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการเตรียมความพร้อมร่างกายด้วยการอบอุ่นร่างการแบบเคลื่อนไหว ทำการติดสายวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) โดยใช้สายคาด อก หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องทำการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล ระยะ 100 เมตร ด้วยความเร็วเต็มที่ ในการทดสอบมีการเก็บข้อมูลโดยการเจาะเลือดเพื่อดูค่ากรดแลคเตทในเลือด เจาะเลือดที่*บริเวณปลายนิ้วนางข้างซ้าย ปริมาณ 60-100uL/ml* โดยนักเทคนิคการแพทย์ที่ผ่านการสอบใบวิชาชีพและมีอุปกรณ์ทางการแพทย์เพื่อช่วยเหลือกลุ่มตัวอย่างกรณีฉุกเฉินในขณะทดลอง *เช่น จมน้ำ คะคิว สิ่นสัม*

ช่วงเวลาในการเจาะเลือดตรวจแลคเตท	สถานที่ในการเจาะเลือดของกลุ่มแช่น้ำ 10 นาที	สถานที่ในการเจาะเลือดของกลุ่มแช่น้ำ 15 นาที	สถานที่ในการเจาะเลือดของกลุ่มนั่งพัก 20 นาที
ก่อนว่ายน้ำ	บนแท่นปล่อยตัว	บนแท่นปล่อยตัว	บนแท่นปล่อยตัว
หลังจากว่ายน้ำเข้าเส้นชัย	ขอบสระว่ายน้ำ	ขอบสระว่ายน้ำ	ขอบสระว่ายน้ำ
นาทีที่ 3	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ที่นั่งพัก
นาทีที่ 10	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ที่นั่งพัก
นาทีที่ 15	ที่นั่งพัก	ในอ่างแช่น้ำเย็น	ที่นั่งพัก
นาทีที่ 20	ที่นั่งพัก	ที่นั่งพัก	ที่นั่งพัก

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ลในครั้งที่ 2 เพื่อดูผลของการฟื้นฟูสมรรถภาพโดยการแช่น้ำหรือนั่งพักที่ส่งผลต่อเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรอนท์ครอว์ล ระยะ 100 เมตร จะเว้นระยังห่างจากการว่ายครั้งที่ 1 เป็นเวลา 20 นาที โดยจะดูเวลาของการว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว

หมายเหตุ *มีการจับเวลาทุกครั้งของการว่ายน้ำ*โดยผู้ตัดสินจากสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย จำนวน 4 คน การจับเวลานักกีฬาว่ายน้ำครั้งนี้ใช้นาฬิกาจับเวลา *โดยว่าด้วยกติกา FINA SWIMMING RULES 2017 – 2021 ของดังนี้*

SW11.3 การจับเวลาที่ใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้จับเวลา ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของนาฬิกาจับเวลาเสียก่อน ซึ่งการจับเวลาด้วยนาฬิกามือ จะต้องใช้ผู้จับเวลา 3 คน ที่ได้รับแต่งตั้ง หรือมีการรับรองจากคณะกรรมการประเทศนั้นๆ นาฬิกาจับเวลาทุกเรือน จะถูกทดสอบความเที่ยงตรง จนเป็นที่พอใจจากคณะกรรมการชุดดังกล่าว การจับเวลาโดยกรรมการจะต้องมีการบันทึกเวลาโดยใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ของเศษวินาที ดังนั้นกรณีที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์จับเวลาอิเล็กทรอนิกส์ เวลาที่ได้จากกรรมการจับเวลาอย่างเป็นทางการ จะมีหลักพิจารณาดังนี้

เลขที่โครงการวิจัย 140.1/62
วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2562
วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2563

SW 11.3.1 ถ้านาฬิกาจับเวลาสองเรือนในสามเรือนเวลาเท่ากัน และนาฬิกาเรือนที่สามเวลาแตกต่างออกไป จะใช้เวลาจากนาฬิกาสองเรือนที่เท่ากันเป็นเวลาทางการ

SW 11.3.2 ถ้านาฬิกาจับเวลาสามเรือนมีเวลาแตกต่างกัน จะใช้เวลาจากนาฬิกาเรือนที่ มีเวลาระหว่างกลางเป็นเวลาทางการ (FINA SWIMMING RULES 201 – 2021)

ในการทดสอบแต่ละครั้งใช้เวลาโดยประมาณ 30นาที/คน ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ช่วงเวลาตั้งแต่ 08:00-17:00 น. เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

ผู้ดำเนินการ คือ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง และมีผู้ช่วยวิจัยจำนวน 9 คน โดยแบ่งออกเป็น

1.ผู้ช่วยวิจัยจำนวน 4 คน ทำหน้าที่ เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและผลของการทดลอง ประสานงานสำคับการทดสอบกับผู้เข้าร่วมวิจัย **โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ** ตามเอกสารแนบ

โดยมีคุณสมบัติ สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ผู้ตัดสินกีฬาว่ายน้ำจำนวน 4 คน ทำหน้าที่ ปล่อยตัวนักกีฬา ดูเข้าเส้นชัยและ จับเวลานักกีฬาว่ายน้ำ โดยเป็นผู้ตัดสินกีฬาว่ายน้ำ ที่ได้รับการรับรองจากสมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย

3.นักเทคนิคการแพทย์จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ เจาะเลือดบริเวณปลายนิ้วของนักกีฬาว่าย มีคุณสมบัติเป็น นักเทคนิคการแพทย์ ที่ผ่านการสอบใบประกอบวิชาชีพ จากสภาเทคนิคการแพทย์

4. **ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

5. **เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว** ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลายโดยใช้ *เครื่องทำลายเอกสาร*

6. **ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย**

ความเสี่ยงต่อร่างกาย ผู้เข้าร่วมการวิจัย เช่น อาจจะมีอาการชาและเมื่อยล้าหลังจากการทดลอง ผู้วิจัยได้จัดเตรียมน้ำผ้าเช็ดตัว ผ้าห่มเพื่อให้ความอบอุ่น และท่าผ่อนคลายกล้ามเนื้อให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลไว้เบื้องต้น และอาจ*เกิดความเสี่ยงของการเจาะเลือด และ การแช่เย็น เช่น เจาะลึกเกินไปจนเกิดความเจ็บปวด ขณะเจาะมีอาการเลือดไหลไม่หยุด หนาวสั่นไม่หยุด หน้ามืด เป็นลม จะทำการส่งตัวผู้เข้าร่วมการวิจัยไปยัง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย* ผู้วิจัยกับผู้ช่วยวิจัยจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยและผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษา หากเกิดอุบัติเหตุเกิดขึ้น

8. **ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย**

8.1 ทำให้ทราบถึงผลของการแช่น้ำเย็นโดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อการฟื้นสมรรถภาพในการว่ายน้ำด้วยความเร็วเต็มที่ ระยะทาง 100 เมตร ในการว่ายท่าฟรอนท์ครอว์ล

8.2 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาในการประยุกต์เลือกระยะเวลาในการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นที่ส่งผลต่อสมรรถภาพในการแข่งขันของนักกีฬา

9.การวิจัยครั้งนี้มีค่าตอบแทนผู้เข้าร่วมการวิจัย *ประโยชน์ส่วนบุคคลที่จะได้รับ โดยเป็นค่าเสียเวลาแบบเหมาจ่ายคนละ 1,200 บาท โดยแบ่งจ่ายเป็น 4 ครั้ง ครั้งละ 400 บาทต่อครั้ง* และขณะว่างระหว่างทำการวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 140.1/62
วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2562 V3.0/2562
วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2563

AF 04-07

และมีของที่ระลึกเป็นสมุดจุฬาฯ โดยมอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเสร็จจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย และคำขอบคุณสำหรับการเสียสละเวลาในหาร่วมวิจัย

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดย**สมัครใจ** สามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ **โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย**

11. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

12. **หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่** คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร *0-2218-3049* E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว

จึงลงนามยินยอม/ยินยอมด้วยวาจา เข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารไว้ 1 ชุดแล้ว

ลงชื่อ.....
(นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม)
ผู้วิจัยหลัก
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้เข้าร่วมการวิจัย
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน
วันที่...../...../.....

เลขที่โครงการวิจัย 140.1/62
วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2562
วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2563

V3.0/2562

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามข้อมูลของผู้เข้าร่วมการทดสอบ

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามต่อไปนี้จะเป็นความลับและใช้ในงานวิจัยเท่านั้น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมทดสอบ

รหัส.....

น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ประวัติการติดทีมชาติ.....ปี การฝึกซ้อมก่อนร่วมงานวิจัย.....เดือน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทางด้านสุขภาพของผู้ทดสอบ

2.1 ท่านป่วยเป็นโรคเลือด โรคหัวใจ หอบหืด ความดันโลหิตหรือไม่? (ถ้ามีโปรดระบุ)

☐ มี ☐ ไม่มี (โปรดระบุ) .....

2.2 ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บรุนแรงหรือไม่ (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....

2.3 ท่านเคยได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยการผ่าตัดของกล้ามเนื้อและข้อต่อหรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....

2.4 ในระยะเวลา 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการทดสอบ ท่านได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยวิธีการที่มากกว่าการทานยา หรือยาถูนวด หรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....

สรุปผลแบบสอบถามสุขภาพ

☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ ☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยไม่ได้

.....

(นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม)

ผู้ดำเนินการสอบถาม

เลขที่โครงการวิจัย 140.1/62

วันที่รับรอง 20 ส.ค. 2562

วันหมดอายุ 19 ส.ค. 2563

ภาคผนวก ญ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบ

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
  ผู้เชี่ยวชาญด้านสรีรวิทยาการกีฬา

- อาจารย์ ดร.สายฝน กองคำ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
  อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์
  และเทคโนโลยีการกีฬา
  มหาลัยมหิดล

- นายวรพงศ์ พัชรวิชญ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
  ประธานฝ่ายพัฒนาผู้ตัดสิน
  สมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย

- อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
  อาจารย์ประจำแขนงวิทยาศาสตร์การกีฬา
  คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
  จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
  อาจารย์ประจำแขนงวิทยาศาสตร์การกีฬา
  คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
  จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายอภิสิทธิ์ เสลาหอม

วัน เดือน ปี เกิด 22 ตุลาคม 2536

สถานที่เกิด จังหวัดราชบุรี

วุฒิการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี ปีการศึกษา 2548
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้นศึกษา โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี ปีการศึกษา 2551
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายศึกษา โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี ปีการศึกษา 2554
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขา วิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2558

ที่อยู่ปัจจุบัน 48 หมู่ 6 ต.ท่าผา อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี 70110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University