การตอบสนองฉับพลันของตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีต่อการฝึกในอุโมงค์น้ำด้วยวิธีการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นเยาวชนหญิง

นางสาวพัณณ์ชิตา จรัสยศวัฒน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ACUTE EFFECTS OF PHYSIOLOGICAL VARIABLES ON LONG-TERM ANAEROBIC ENDURANCE TRAINING IN WATER FLUME WITH DIFFERENT WORK : REST RATIOS IN YOUTH SHORT-DISTANCE FEMALE SWIMMERS.

Miss Panchita Jarasyossawat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตอบสนองฉับพลันของตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีต่อการฝึกในอุโมงค์น้ำด้วยวิธีการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นเยาวชนหญิง
โดย	นางสาวพัณณ์ชิตา จรัสยศวัฒน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารมย์ ตรีราช)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พัณณ์ชิตา จรัสยศวัฒน์ : การตอบสนองฉับพลันของตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีต่อการฝึกในอุโมงค์น้ำด้วยวิธีการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นเยาวชนหญิง (ACUTE EFFECTS OF PHYSIOLOGICAL VARIABLES ON LONG-TERM ANAEROBIC ENDURANCE TRAINING IN WATER FLUME WITH DIFFERENT WORK : REST RATIOS IN YOUTH SHORT-DISTANCE FEMALE SWIMMERS.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, หน้า.

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง อายุตั้งแต่15 - 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 ชั่วโมงระหว่างการฝึกแต่ละรูปแบบ บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดทั้งขณะพักและขณะฝึก นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบที (Paired sample t-test) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlation) ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก

ผลการวิจัย พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกรูปแบบ 1:1 มากกว่าขณะฝึกรูปแบบ1:4 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

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5878315839 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: LONG-TERM ANAEROBIC ENDURANCE TRAINING / BLOOD LACTATE CONCENTRATION / SHORT-DISTANCE SWIMMER

PANCHITA JARASYOSSAWAT: ACUTE EFFECTS OF PHYSIOLOGICAL VARIABLES ON LONG-TERM ANAEROBIC ENDURANCE TRAINING IN WATER FLUME WITH DIFFERENT WORK : REST RATIOS IN YOUTH SHORT- DISTANCE FEMALE SWIMMERS. . ADVISOR: ASST. PROF.CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph.D., pp.

Purpose The purpose of this study were to study the acute effects of heart rate and blood lactate concentration responses to Long-term anaerobic endurance training protocols in water flume using four different work : rest ratio in short-distance swimmer and the relationship during training between percentage of heart rate reserve and blood lactate concentrations using four different work : rest ratio.

Methods The subject were 10 female swimmer, age between 15-17 years old. All subject participated in Long-term anaerobic endurance training protocols in water flume using four different work : rest ratio by couterbalancing is 1:1 (swim 30 second rest 30 second) 1:2 (swim 30 second rest 60 second) 1:3 (swim 30 second rest 90 second) and 1:4 (swim 30 second rest 120 second) , recovery time at least 24 hours between protocal. Heart rate and Blood lactate of subject were recorded resting and training. The obtained data were analyzed in terms of means and standard deviations, compared within group by using t-test(Paired sample t-test), one-way analysis of variance with repeated measure and multiple comparison by the bonferroni and determine the significant differences of heart rate and blood lactate and correlation between percentage of heart rate reserve and blood lactate concentration during training also.

Results There were found the heart rate and blood lactate on training treatment 1:1 was higher than treatment 1:4 ($p<0.05$) and percentage of heart rate reserve during training and blood lactate concentrations during training were all positively correlated and significant all treatment.

Conclusion The percentage of heart rate reserve (71.44±.876 , 72.87±5.594 , 72.23±3.446 and 75.92±5.473 %) can be used to determine the intensity of swimming training in the water flume, instead of determining configuration by blood lactate(7.42±.687, 8.08±1.13 , 8.11±2.55 และ 8.85±1.38 mmol / L) in treatment 1:4 , treatment1:3 treatment1:2 and treatment1:1 respectively.

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

Academic Year: 2017 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความเมตตากรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งช่วยให้คำปรึกษา เป็นแรงบัลดาลใจ ให้แนวคิด ถ่ายทอดความรู้ และให้คำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพรากร อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารมย์ ตรีราช ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ รวมถึงขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้เคยอบรมสั่งสอนและให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล อาจารย์ ดร.คณางค์ ศรีหิรัญ คุณโชติวิทย์ ธรรมสุจริต และ พลตรี ดร.ธนนท์ แสงนาค ที่ได้ให้คำแนะนำและกรุณาเสียสละเวลาในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม ที่ได้ให้คำแนะนำ ผูกข้อมือต้อนรับ ให้ข้อคิดดีดี ผู้วิจัยตระหนักถึงอยู่เสมอ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณจิรายุ วงษ์ปัญญา และคุณวรเดช วิบูลย์เจริญกิจจา เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางคณะวิทยาศาสตร์และสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ สละเวลานอกเวลางาน และให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆในการเก็บข้อมูลงานวิจัยเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณสาธิต หงส์ทอง และคุณอิสรีพัชร์ เมธีศาสตร์ ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือเรื่องกลุ่มตัวอย่าง และขอบคุณคณะนักกีฬาว่ายน้ำที่เสียสละเวลามาเข้าร่วมงานวิจัย และทำอย่างเต็มความสามารถ อันส่งผลให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณพี่ๆและเพื่อนๆทุกแขนงวิชา โดยเฉพาะคุณณัฐพงษ์ ทองลอย สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจ และขอขอบคุณคุณอัจฉรี คมกฤช หัวหน้าพยาบาล และพี่ๆเจ้าหน้าที่แผนกศูนย์ข้อสะโพกและข้อเข่า โรงพยาบาลกรุงเทพ ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือเรื่องตารางงานและเป็นที่ปรึกษาที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพ่อธนิตศักดิ์ และคุณแม่ชยานิษฐ์ ที่คอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุนเรื่องการศึกษา และให้กำลังใจเสมอมา รวมถึง คุณธัญญ์นรี และคุณพีรณัฐ ที่เป็นกำลังใจ คอยช่วยเหลือในทุกทุกเรื่อง ทำให้ผ่านอุปสรรค์ต่างๆมาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมุติฐานของการวิจัย 4

คำจำกัดความของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำ 6

ความหมายของสมรรถภาพทางกาย 6

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย 7

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำ 9

ระบบพลังงาน อัตราการเต้นของหัวใจ กรดแลคติก 11

ระบบพลังงาน 11

อัตราการเต้นของหัวใจ 12

กรดแลคติก 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

การใช้ระบบพลังงานในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น 20
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเร็วในการว่ายน้ำ และ โปรแกรมการฝึกสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ 21
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเร็วในการว่ายน้ำ 21
การฝึกสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ 22
การฝึกความอดทนของระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic endurance training) 26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
กรอบแนวคิดในการวิจัย 35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36
ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 36
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37
ขั้นตอนการวิจัย 38
การเก็บรวบรวมข้อมูล 41
การวิเคราะห์ข้อมูล 41
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 59
ผลการวิจัย 59
อภิปรายผลการวิจัย 60
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 61
รายการอ้างอิง 62
ภาคผนวก 68
ภาคผนวก ก 69
ภาคผนวก ข 79
ภาคผนวก ค 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ภาคผนวก ง 81

ภาคผนวก จ 85

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 10 คน..44

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างขณะพัก และ ขณะฝึก ของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ1:2 และรูปแบบ1:1 45

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างขณะพักและขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ1:4 รูปแบบ1:3 รูปแบบ 1:2 และ รูปแบบ1:1 46

ตารางที่ 4 อัตาการเต้นหัวใจสำรองและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก รูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1 47

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึก 48

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึก ของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ1:4 รูปแบบ1:3 รูปแบบ1:2 และรูปแบบ1:1 โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferroni 49

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของ การฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1 50

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของแลคเตทในเลือดขณะฝึก.....51

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1 โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferroni 52

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกในรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ 53

ตารางที่ 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน(Pearson Correlation) ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก.....54

ตารางที่ 12 ตารางบันทึกข้อมูลขณะทำการทดลอง.....80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:1 (ฝึก 30วินาที พัก 30วินาที).....55

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:2 (ฝึก 30วินาที พัก 60วินาที).....56

แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:3 (ฝึก 30วินาที พัก 90วินาที).....57

แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:4 (ฝึก 30วินาที พัก 120วินาที) 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงการเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดช่วงอัตราการเต้นของหัวใจอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการรับรู้ความหนักของงาน บูร์กี้(Burke, 1998) 14

ภาพที่ 2 เส้นทางการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก ฟอคซ์และแมทริว(Fox & Mathews, 1981) 16

ภาพที่ 3 แสดงความหนักในการฝึกที่ระดับต่างกัน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นขอหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด เจนเซน (Janssen,1992) 20

ภาพที่ 4 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย 35

ภาพที่ 5 แสดงการแบ่งกลุ่มจัดลำดับของรูปแบบการฝึกโดยใช้หลักการถ่วงดุลลำดับ 40

ภาพที่ 6 แสดงรูปแบบการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาว ที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักของทั้ง 4 รูปแบบ 81

ภาพที่ 7 อุโมงค์น้ำ (Water flume) 82

ภาพที่ 8 เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (Lactate Analyzer) 83

ภาพที่ 9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 84

ภาพที่ 10 ตารางเกณฑ์เวลามาตรฐาน การแข่งขันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ปี 2560 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา

กีฬาว่ายน้ำนับได้ว่าเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจุบันมีการแข่งขันแทบทุกระดับทั้งในประเทศ ระหว่างประเทศ ตลอดจนเป็นกีฬาบังคับในการแข่งขันกีฬาระดับโลกอย่างโอลิมปิกด้วย ซึ่งทักษะเบื้องต้นของการว่ายน้ำที่สำคัญ ได้แก่ การใช้แขน การใช้ขา การใช้ลำตัว การหายใจ การทรงตัว การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและอวัยวะในร่างกาย การลอยตัว และการพาตัวเคลื่อนที่ไป ทักษะเบื้องต้นเหล่านี้ต้องได้รับการฝึกให้เกิดความชำนาญจนสามารถว่ายด้วยประสิทธิภาพสูงสุด ปัจจุบันมีความพยายามที่จะพัฒนาโปรแกรมการฝึกซ้อมและปรับปรุงเทคนิควิธีการต่างๆของนักกีฬาว่ายน้ำเพื่อที่จะเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำให้ดียิ่งขึ้น เคาน์ซิลแมน(Counsilman,1978) กล่าวไว้ว่าความเร็วในการว่ายน้ำจะเกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำสองแรง คือ แรงต้านทานซึ่งพยายามดึงตัวผู้ว่ายน้ำให้อยู่กับที่หรือถอยหลังเกิดจากน้ำที่ถูกดึงผ่านส่วนต่างๆของร่างกายไปด้านหลัง และ แรงผลักดันซึ่งช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้ามีผลมาจากการใช้แขนและขา ดังนั้นนักว่ายน้ำจะต้องพยายามลดแรงต้านทานให้น้อยที่สุดขณะที่เพิ่มแรงผลักดันให้มากขึ้น ซึ่งแรงผลักดันนี้จะได้มาจากการฝึกซ้อมที่ถูกวิธีด้วยแบบฝึกว่ายน้ำมีอยู่ด้วยกันหลายแบบโค้ชและนักกีฬาควรเลือกใช้ให้เหมาะกับประเภทการแข่งขัน เจริญ กระบวนรัตน์(2557) ได้กล่าวถึงการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำว่าสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ การแข่งขันว่ายน้ำระยะสั้น(Short distance) คือ ระยะทาง 50 ถึง100 เมตร การแข่งขันว่ายน้ำระยะกลาง(Middle distance)คือ ระยะทาง 200 ถึง 400 เมตร และ การแข่งขันว่ายน้ำระยะยาว(Long distance) คือ ระยะทาง 800 ถึง 1,500 เมตร นักกีฬาที่จะประสบความสำเร็จในการแข่งขันคือนักกีฬาที่ทำเวลาได้เร็วที่สุด โฮแมนและเฮนเนเบอร์ก(Hohmann, & Henneberg,2002) กล่าวว่าเป็นที่ทราบกันว่ามีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อ การพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาหนึ่งในปัจจัยนั้นคือ การปรับตัวทางสรีวิทยา เช่น ระบบไหลเวียนเลือด(Cardiovascular System) ระบบกล้ามเนื้อ(Muscular System) ระบบหายใจ(Respiratory System) ระบบประสาท (Nervous system) และ ระบบพลังงาน(Energy system) เป็นต้น ที่ต้องมีความเชื่องโยงกันเกิดเป็นโปรแกรมการฝึกซ้อม

สำหรับการว่ายน้ำนักกีฬาจะใช้พลังงานในการขับเคลื่อนร่างกายผ่านแรงต้านทานของน้ำและอากาศโดยปริมาณพลังงานที่ใช้นั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับท่าว่าย ระยะเวลา และ ระยะทาง ดังนั้น นักกีฬาว่ายน้ำต้องมีการฝึกซ้อมตามโปรแกรมที่เหมาะสมกับระยะทางที่จะแข่งขันเพื่อให้

ร่างกายสามารถใช้ระบบพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบพลังงานสามารถแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ พลังงานแบบแอโรบิกและพลังงานแบบแอนแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นจะใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิกเป็นหลัก โดยที่ เบรนท์(Brent,1992) ได้กล่าวถึง สัดส่วนในการใช้พลังงานในการว่ายน้ำระยะต่างๆ ดังนี้ ว่ายน้ำระยะสั้น 50เมตรจะใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก(Aerobic)เพียง 31 เปอร์เซ็นต์ แต่ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก(Anaerobic)ถึง 69เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ในระยะ100 เมตรจะใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก(Aerobic)ถึง 45เปอร์เซ็นต์ และระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก(Anaerobic) 55เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับวายท์และคาร์คเนล(Whyte and Cracknell,2006)ที่ได้กล่าวถึงการใช้พลังงานในการแข่งขันว่ายน้ำระยะต่างๆดังนี้ในการแข่งขันระยะสั้น เช่น การว่าย 50 เมตร จะใช้ระบบเอทีพี-ซีพี (ATP-CP) 20เปอร์เซ็นต์ แอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิส (Anaerobic glycolysis)50เปอร์เซ็นต์ และ ออกซิเดชัน (Oxidation) 30 เปอร์เซ็นต์ และ กาเบล(Kable , 2014) กล่าวว่าการใช้ระบบพลังงานสำหรับการว่ายน้ำที่อ้างอิงจากสถิติเวลาในการแข่งขัน ดังนี้การแข่งขัน 50 เมตร (19 – 30วินาที)ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก80เปอร์เซ็นต์ และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก20เปอร์เซ็นต์ และ 100 เมตร(40 - 60 วินาที)ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก65 เปอร์เซ็นต์ และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก 35เปอร์เซ็นต์ กล่าวโดยสรุประบบพลังงานที่สำคัญสำหรับนักกีฬาระยะสั้น ได้แก่ ระบบเอทีพี-ซีพี(ATP-PC) ในช่วงแรกและตามด้วยระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิส (Anaerobic glycolysis) จนกระทั่งจบการแข่งขัน ซาโล และ ริวาล์ด(Salo and Riewald,2008) กล่าวว่าในการแข่งขันว่ายน้ำนักกีฬาจะว่ายในลักษณะเดียวตลอดการแข่งขันในระยะสั้นนั้นเป็นการแข่งขันที่ใช้เวลาประมาณ 30วินาที แต่ไม่เกิน 60วินาที ดังนั้นนักกีฬาจะต้องออกแรงซ้ำๆในกลุ่มกล้ามเนื้อและลักษณะการออกแรงเหมือนเดิม เช่นการว่ายฟรีสไตล์(Front crawl)100 เมตร นักกีฬาจะต้องว่าย 40–50 สโตรค(Strokes) และ การแตะขาที่ต่อเนื่องตลอดระยะทางทำให้เกิดการเมื่อยล้าในกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จึงอาจกล่าวได้ว่า กีฬาว่ายน้ำระยะสั้นจะต้องใช้การออกแรงแบบพลังอดทน(Power endurance) นักกีฬาที่สามารถทนต่อความเมื่อยล้าในลักษณะการออกแรงเดิมๆซ้ำๆได้ก็จะได้เปรียบคู่แข่ง สนิกเกอร์ (Schnittger,1977)กล่าวว่าการสร้างความเร็วในนักกีฬาระยะสั้นวิธีฝึกต้องเน้นฝึกบ่อยครั้งและออกแรงให้เต็มที่ นอกจากนี้การฝึกควรมีช่วงพักหรือช่วงเบานานๆจนกระทั่งร่างกายฟื้นตัวในสภาพปกติแล้วฝึกซ้ำหลายๆครั้งอย่างไรก็ตามถ้ายืดช่วงเวลาพักระหว่างการฝึกนานเกินไปทำให้นักกีฬาไม่สามารถพัฒนาได้เต็มที่หรือพัฒนาได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น วายท์และคาร์คเนล(Whyte and Cracknell,2006) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนว่าความต้องการของนักกีฬาในการแข่งขันและการปรับตัวขึ้นอยู่กับลักษณะของการฝึกซ้อมเช่น ความสามารถที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น(น้อยกว่า หรือเท่ากับ 20วินาที) ขึ้นอยู่กับปริมาณของ CP

ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อในนักกีฬาประเภท 100เมตรที่ต้องการเพิ่มความเร็วจึงต้องฝึกด้วยการทำซ้ำๆ ใน 10-15วินาที โดยต้องมีระยะเวลาพักที่เพียงพอเพื่อที่จะช่วยสังเคราะห์ให้ CP เกือบเสร็จสมบูรณ์อีกครั้ง สำหรับนักกีฬาที่ต้องอาศัยความสามารถในช่วงระยะเวลายาว (20 วินาที ถึง 4นาที) จะมุ่งเน้นที่จะเพิ่มความสามารถได้ในการฝึกซ้ำๆระหว่าง 10 และ 120 วินาที เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ค่า pH จะลดลง ระดับของแลคเตทในเลือดจะขึ้นสูงมาก (มากกว่า 12 มิลลิโมลต่อลิตร) และด้วยเหตุนี้การฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจนระยะยาว(Longer-duration) จึงมีการอ้างถึง 'ความอดทนแลคเตท' (Lactact tolerance) มาใช้ในการฝึกนักกีฬาที่ต้องการใช้ความอดทนส่วนมากใช้วิธีวัดและควบ คุมความหนักของการฝึกซ้อมด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ(Heart rate) ซึ่งสามารถทำได้ง่าย

ประทุม ม่วงมี (2527) กล่าวว่าขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขันนั้นความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นมักจะเป็นขีดจำกัดในการแสดงความสามารถของนักกีฬาความเมื่อยล้า คือ ภาวะที่ร่างกายเริ่มเกิดการสะสมของแลคเตทในเลือดสูงขึ้นหรืออาจเรียกได้ว่าเป็นสารที่ทำให้เกิดการเมื่อยล้า(Fatigue substance) ซึ่งสอดคล้องกับโรเบิร์กและโรเบิท(Robergs and Roberts,1997) ที่กล่าวว่าการออกกำลังกายที่มีความหนักเพิ่มขึ้นจะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากร่างกายมีอัตราลดลงจึงส่งผลให้มีปริมาณกรดแลคติกในโลหิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เรียกว่า ระดับกั้นแลคเตท (Lactate threshold) หรือกรดแลคติกสะสมประมาณ 4 มิลลิโมลต่อลิตร ถ้าพิจารณาในด้านระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายภาวะที่ร่างกายมีความสมดุลระหว่างการเกิดกรดแลคติกและการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกร่างกายจะใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนแต่ถ้าร่างกายมีกรดแลกติกสะสมมากขึ้นเนื่องจาก ทำให้ร่างกายทำงานหนักขึ้นและการขนส่งออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการระบบการใช้พลังงานเปลี่ยนไปเป็นการเผาผลาญพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนภายหลังจากนี้สภาวะร่างกายจะเริ่มมีกรดแลคติกสะสมในปริมาณมากขึ้นถ้าร่างกายทำงานต่อไปก็จะทำให้ร่างกายเสียสมดุลและเกิดผลกระทบต่อการออกกำลังกายหรือการทำงานของร่างกาย

อนุรัติ มีเพชร (2539) กล่าวถึงว่า ในทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายเป็นที่ยอมรับกันว่าการที่ ร่างกายมีกรดแลคติกสะสมมากเกินไปเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า โดยธรรมชาติเมื่อร่างกายเกิดความเมื่อยล้าการแสดงความสามารถในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันย่อมลดลง ฮิวโก้(Hugo,2015) กล่าวว่า ในการฝึกซ้อมที่มีความหนักหรือความเข้มข้นของการฝึกเพิ่มขึ้นจะทำให้นักกีฬาเกิดความเมื่อยล้า ในสระว่ายน้ำปกติ(Regular swimming pool)นักกีฬาจะไม่สามารถควบคุมความเร็วและความเข้มข้นของการฝึกที่แน่นอนได้ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาระบบพลังงาน อย่างไรก็ตามอุโมงค์น้ำ (Water flume) สามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้และยังสามารถช่วยไว้ฝึกเทคนิคได้อีกด้วย

อุโมงค์น้ำ(Water flume) คือลู่น้ำขนาดใหญ่ที่สามารถกำหนดอัตราเร็วของกระแสน้ำได้เพื่อจำลองสภาวะในการว่ายน้ำจริง เอสพิโนส์(Espinosa, 2015) กล่าวว่าอุโมงค์น้ำ(Water flume) เป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำอื่นๆมีลักษณะเป็นลู่น้ำขนาดใหญ่ที่สามารถกำหนดอัตราเร็วของกระแสน้ำได้ออสทรานด์และเอนเลอซัน(Astrand& Englesson,1972) กล่าวว่า ด้วยคุณสมบัติของอุโมงค์น้ำในการกำหนดอัตราเร็วของกระแสน้ำได้ทำให้นักกีฬาจะต้องพยายามรักษาระดับความเร็วในการว่ายให้สม่ำเสมอด้วยเหตุผลนี้อาจช่วยทำให้ประสิทธิภาพของการฝึกโดยอุโมงค์น้ำมีมากกว่าการฝึกในสระว่ายน้ำธรรมดาตามข้อจำกัดที่นักกีฬาจะต้องควบคุมความหนักและประเมินการออกแรงด้วยตนเองตลอดการฝึกซ้อม

สรุปจากการค้นคว้าไม่พบสัดส่วนของระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักและความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่แน่ชัดและการฝึกซ้อมในสระว่ายน้ำปกติอาจจะมีจุดอ่อนในการควบคุมการฝึกซ้อมของนักกีฬาผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำรูปแบบการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาว(Long-term anaerobic endurance training) ที่สอดคล้องกับระบบพลังงานของนักกีฬาระยะสั้นมาใช้กับอุโมงค์น้ำที่สามารถกำหนดความเร็วของกระแสน้ำได้ เพื่อนำมาปรับใช้หาค่าความหนัก(Intensity)ของการวางโปรแกรมโดยอ้างอิงจากอัตราการเต้นของหัวใจที่สอดคล้องกับค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดโดยไม่ต้องเจาะดูความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในทุกครั้งที่ฝึกแต่ได้ความหนักและระยะเวลาพักที่สามารถพัฒนาทางสรีรวิทยาในนักกีฬาระยะสั้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่ต่างกันจะมีการตอบสนองฉับพลันต่ออัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองในขณะฝึกมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก

คำจำกัดความของการวิจัย

ตัวแปรทางสรีรวิทยา (Physiological variables) หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจ เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด(Blood lactate concentration) หมายถึงระดับความเข้มข้นของสารประกอบในเลือดที่ได้จากการสลายตัวของกรดแลคติกซึ่งเกิดจากกระบวนการสันดาปในขณะที่ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ มีหน่วยเป็นมิลลิโมลต่อลิตร

นักว่ายน้ำระยะสั้น(Short-diatance swimmers) หมายถึงนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงที่แข่งขันในระยะ50-100 เมตร

เยาวชน (Youth) หมายถึง ช่วงอายุ ระหว่าง 15 ถึง 17 ปี

การฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาว(Long-term anaerobic endurance training) หมายถึงการฝึกว่ายน้ำเพื่อพัฒนาความอดทนแบบแอนแอโรบิกโดยใช้ระยะเวลาในการฝึกแต่ละเที่ยวไม่ต่ำกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 180 วินาที

อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก หมายถึง รูปแบบของการฝึกว่ายน้ำที่ประกอบด้วยระยะเวลาในการฝึกว่ายน้ำแต่ละเที่ยวและระยะเวลาพักก่อนที่จะฝึกว่ายน้ำเที่ยวต่อไปมีหน่วยเป็นวินาที ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 คือ1:1 (ระยะเวลาฝึก 30 วินาทีต่อระยะเวลาพัก 30 วินาที) รูปแบบที่ 2 คือ 1:2 (ระยะเวลาฝึก 30 วินาทีต่อระยะเวลาพัก 60 วินาที) รูปแบบที่ 3 คือ 1:3 (ระยะเวลาฝึก 30 วินาทีต่อระยะเวลาพัก 90 วินาที)และรูปแบบที่ 4 คือ 1:4 (ระยะเวลาฝึก 30 วินาทีต่อระยะเวลาพัก 120 วินาที)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถนำความสัมพันธ์ที่ได้มาปรับใช้ในการกำหนดความหนัก(Intensity)ของการฝึกซ้อมในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นโดยไม่ต้องเจาะหาค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดทุกครั้งที่ฝึก

2. เป็นแนวทางสำหรับนักกีฬา ผู้ฝึกสอน และผู้ที่สนใจเกี่ยวกับเรื่องนี้ได้ศึกษา

3.เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกระบบพลังงานในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ ซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องดังหัวข้อหลักต่อไปนี้

1. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำ
2. ระบบพลังงาน อัตราการเต้นของหัวใจ กรดแลคติก
3. การใช้ระบบพลังงานในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น
4. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเร็วในการว่ายน้ำและโปรแกรมการฝึกสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ
5. การฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic endurance training)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำ

ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

มิลเลอร์ และคณะ (Miller et al., 1991) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายโดยคนทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานของร่างกายซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานของระบบหลอดเลือดและหัวใจ ความอดทน ความแข็งแรง ความอ่อนตัว การทำงานประสานสัมพันธ์ และการวัดสัดส่วน ที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย

พิชิต ภูติจันทร์ และคณะ (2533) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายเป็นความสามารถของบุคคลที่จะใช้ระบบของร่างกายกระทำกิจกรรมใดๆอันเกี่ยวพันกับการแสดงออกซึ่งความสามารถทางร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือหนักหน่วงได้เป็นเวลานานติดกันโดยไม่แสดงความเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏ และสามารถฟื้นตัวสู่สภาพปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว

เฉก ธนะศิริ (2535) กล่าวว่า เรามักเรียกผู้ที่มีร่างกายสมบูรณ์อย่างแท้จริงว่า “ฟิต” นั่นไม่ได้หมายถึงว่าไม่มีโรคประจำตัวสามารถออกกำลังกายเล่นกีฬาได้ตามปกติเท่านั้น หากจะต้องมีคุณสมบัติอื่นๆอีก คือ ร่างกายฟิต (Physical fitness) ประกอบด้วย พลังแอโรบิก (Aerobic power) ความทนทานของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน(Local muscle endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอ่อนตัว(Flexibility) และสัดส่วนที่เป็นองค์ประกอบของร่างกาย(Body composition)

สุพิตร สมาหิโต(2541) กล่าวว่า สมรรถภาพร่างกาย หมายถึง สภาวะของร่างกายที่อยู่ในสภาพที่ดี เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพลดอัตราความเสี่ยงของปัญหาทางสุขภาพที่เป็นสาเหตุมาจากการขาดการออกกกำลังกายบุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดีจะสามารถปฏิบัติภารกิจต่างๆในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกาย การเล่นกีฬา และการแก้ไขสถานการณ์ต่างๆได้เป็นอย่างดี สมรรถภาพทางกายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ

จากความหมายของสมรรถภาพทางกายสามารถสรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายหมายถึง ความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากการออกกำลังกาย

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

สุพิตร สมาหิโต(2541) กล่าวถึง สมรรถภาพทางกายว่าแบ่งออกได้เป็น 2ชนิดคือสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ

1. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (health-related physical fitness) หมายถึง สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพ และเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกายซึ่งมีส่วนลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคและปัญหาต่างๆที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกายได้ ซึ่งประกอบด้วย

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในครั้งหนึ่งๆ เพื่อต้านกับแรงต้านทาน

ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) เป็นความสามรถของกล้ามเนื้อที่จะรักษาระดับการใช้แรงปานกลางได้เป็นเวลานาน โดยเป็นการออกแรงที่ติดต่อกันเป็นเวลานานๆหรือ หลายครั้งติดต่อกัน

ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถของข้อต่อต่างๆของร่างกายที่เคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหวการพัฒนาทางด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเยียดกล้ามเนื้อและเอ็นทำได้ทั้งอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (Cardiovascular endurance) เป็นความสามารถของหัวใจและหลอดเลือดที่จะลำเลียงออกซิเจน และสารอาหารไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงไปยังกล้ามเนื้อขณะทำงานให้ทำงานได้เป็นระยะเวลานาน ขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงในการพัฒนานั้นจะต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้ระยะเวลาติดต่อกันประมาณ10ถึง15นาทีขึ้นไป

องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) หมายถึง ส่วนต่างๆที่ประกอบขึ้นเป็นน้ำหนักตัวของคนเราโดยแบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นไขมัน และส่วนที่ปราศจากไขมัน เช่น กระดูก กล้ามเนื้อ และแร่ธาตุต่างๆในร่างกาย

2. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness)

สุพิตร สมาหิโต(2539) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนให้เกิดระดับความสามารถและทักษะในการแสดงออกของการเคลื่อนไหวและการเล่นกีฬาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งนอกจากจะประกอบด้วยสมรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพแล้ว ยังต้องประกอบด้วยสมรรถภาพทางกายในด้านต่อไปนี้

ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามรถในการเคลื่อนไหวไปสู่เป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุด

กำลังของกล้ามเนื้อ (Muscle power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานโดยการออกแรงสูงสุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วเป็นองค์ประกอบหลัก

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและ ตำแหน่งของร่างกายในขณะที่กำลังเคลื่อนไหวโดยใช้ความเร็วได้อย่างเต็มที่จัดเป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นในการนำไปสู่การเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานสำหรับทักษาในการเล่นกีฬาประเภทต่างๆให้มีประสิทธิภาพ

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมรักษาตำแหน่งและท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะตามที่ต้องการได้ขณะที่อยู่กับที่หรือในขณะที่มีการเคลื่อนที่

เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) หมายถึง ระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่ร่างกายมีการตอบสนองหลัง จากได้รับการกระตุ้น ซึ่งเป็นความสามารถของระบบประสารทเมื่อรับรู้การถูกกระตุ้นแล้วสามารถ สั่งการให้อวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวให้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็วได้

การทำงานประสานกัน (Coordination) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมทางกลไกที่สลับซับซ้อนในเวลาเดียวกันอย่างราบรื่นและแม่นยำ

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำ

สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ(2551) กล่าวถึง สมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำไว้ดังนี้

ความอดทนแบบแอโรบิก (Aerobic Endurance) เป็นสมรรถภาพพื้นฐานของนักกีฬาทุกประเภทเพราะจะทำให้สามารถทำการแข่งขันได้เป็นระยะเวลานานนอกจากนั้นยังทำให้มีประสิทธิภาพในการฟื้นสภาพร่างกายหรือหายเหนื่อยได้อย่างรวดเร็ว โดยแหล่งพลังงานที่ใช้มาจากระบบแอโรบิก (Aerobic System) โดยเฉพาะมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำระยะยาว

ความอดทนแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Endurance) มีความสำคัญมากกับนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลางดังนี้ระบบแอนแอโรบิกอแลคติก(Anaerobic alactic) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น ส่วนระบบแอนแอโรบิกแลคติก(Anaerobic lactic) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬาทุกประเภทการพัฒนาความแข็งแรงอดทน(Strength Endurance) ของกล้ามเนื้อแขนจะเพิ่มความสามารถในการปฏิบัติทักษะในการว่ายน้ำซ้ำๆอย่างต่อเนื่อง จนสิ้นสุดการแข่งขันนอกจากนี้กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงที่ดีจะช่วยป้องกันการบาดเจ็บ และสามารถรับแรงกระแทกได้มากขึ้น

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในกีฬาว่ายน้ำ คือพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่(Starting Power) ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อที่ดีกว่าจะออกตัวได้เร็วกว่า

ความอ่อนตัว (Flexibility) การพัฒนาความอ่อนตัวจะเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อเพื่อลดการเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ และช่วยเพิ่มความสามารถทางการกีฬาโดยเฉพาะความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อแขนและหัวไหล่จะมีความสำคัญมากสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ

ปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) นักกีฬาว่ายน้ำจะต้องมีการพัฒนาปฏิกิริยาตอบสนองต่อเสียงเพื่อเพิ่มความสามารถในการออกตัว

อสมาภรณ์ พิมพา(2558) กล่าวถึง สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำไว้ดังนี้ ว่ายน้ำเป็นกิจกรรมทางกายที่มีลักษณะคล้ายกรีฑาที่มีการฝึกและแข่งขันกันในลู่เป็นหลักและต้องการความสมบูรณ์ของร่างกายสูงมากเช่นกันและเป็นกีฬาที่ไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบจึงใช้สมรรถภาพร่างกาย เป็นหลักดังนั้นนักว่ายน้ำจึงต้องมีทั้งความรวดเร็วความแข็งแรงความอดทนความยืดหยุ่นความคล่องตัวและใช้พลังงานอย่างมากในการเล่นนักว่ายน้ำจึงมีความเหนื่อยและล้าไม่น้อยกว่ากีฬาอื่นๆนักว่ายน้ำที่มีสมรรถภาพทางกายดีคือมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความอ่อนตัวความอดทนและความเร็วยิ่งมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความพร้อมทางร่างกายมากเท่าไรการว่ายน้ำก็ยิ่งมีประสิทธิภาพที่ นำไปสู่ผลการแข่งขันมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นเราจึงควรทราบถึงการมีสมรรถภาพทางกายเพื่อการ ว่ายน้ำที่ดีดังนี้

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) ในการว่ายน้ำระยะต่างๆเช่น ระยะใกล้ ระยะกลางหรือระยะไกลนักกีฬาว่ายน้ำล้วนต้องการพลังกล้ามเนื้อทั้งแขนและขาเป็นส่วนประกอบหลัก ยิ่งมีพลังมากเท่าไรการว่ายน้ำยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น จึงควรรับรู้เรื่องของความสามารถของกล้ามเนื้อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนอกจากทำให้นักกีฬาทำทักษะได้ดีและว่ายน้ำอย่างมีประสิทธิภาพแล้วยังช่วยลดหรือป้องกันการบาดเจ็บด้วย

ความอดทน(Endurance) เมื่อร่างกายสามารถทำงานอย่างราบรื่นด้วยความแข็งแรงแล้วนักว่ายน้ำที่สามารถใช้กล้ามเนื้อหรือข้อต่ออย่างต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพกว่าย่อมมีโอกาสของ การว่ายน้ำที่ดีมากกว่าความนานในการเล่นกีฬานี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าความอดทน ส่วนอาการตรงข้ามของความอดทนคือความเมื่อยล้าของร่างกายซึ่งส่งผลกระทบในทางลบต่อการว่ายน้ำ

ความอ่อนตัว(Flexibility) การที่นักกีฬามีความอ่อนตัวกล้ามเนื้อในระหว่างการว่ายช่วยทำให้นักกีฬาว่ายน้ำสามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างราบรื่นและมีโอกาสของการฉีกขาดของกล้ามเนื้อน้อย ข้อต่อของร่างกายทำงานเคลื่อนไหวในระยะทางมุมที่ไกลและกว้างความอ่อนตัวนี้ช่วยลดการฉีกขาดของเอ็นและข้อต่อด้วยการอบอุ่นร่างกายที่ตามด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อน และหลังการว่ายน้ำที่เหมาะสมเพียงพอจึงเป็นเรื่องจำเป็น

ความเร็ว(Speed) ในบางรายการของว่ายน้ำเช่นระยะสั้นที่มีการเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในเวลาอันสั้นนั้นนอกจากความเร็วในการเคลื่อนไหวแล้วความเร็วในการตอบสนองทางด้านจิตใจหรือความรู้สึกก็เป็นความเร็วที่ส่งผลต่อการเล่นด้วยอีกทางหนึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กล่าวโดยสรุปถึงองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำ ต้องมีทั้งสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related physical fitness) ซึ่งได้แก่ ความอดทน (Endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ(Muscular strength)และ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness) ได้แก่ พลังกล้ามเนื้อ(Muscular power) ความเร็ว(Speed) เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) รวมทั้งต้องมีความอดทนแบบแอโรบิก(Aerobic endurance) และ ความอดทนแบบแอนแอโรบิก(Anaerobic endurance) ด้วย

ระบบพลังงาน อัตราการเต้นของหัวใจ กรดแลคติก

ระบบพลังงาน

สนธยา สีละมาด(2551) กล่าวว่าพลังงานที่ร่างกายใช้ในการทำงานของอวัยวะต่างๆได้มาจากการสลายสารอาหารขณะทำกิจกรรมต่างๆการทำหน้าที่ของระบบต่างๆของร่างกายโดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อMuscular system ในการออกกำลังกายล้วนต้องการพลังงานเพื่อการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกับชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์(2536) ที่กล่าวว่าในการออกกำลังกายเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งต้องอาศัยขบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานทางเคมีที่ได้จากอาหารให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อเราจะปฏิบัติกิจกรรมใดๆก็ตามที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายจำเป็นต้องใช้พลังงานในการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งขบวนการผลิตพลังงานมีอยู่3 ระบบคือ

1. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลกติก(Anaerobic alactic system) หรือเรียกอีกชื่อว่าระบบเอทีพีพีซี(ATP – CP System) เป็นระบบที่สำรองพลังงานได้โดยตรงที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงานและไม่ก่อให้เกิดกรดแลคติก เมื่อการทำงานมีความหนักสูง สุดระบบนี้สามารถสำรองพลังงาน เอทีพีได้ประมาณ 6-8วินาที เนื่องจากปริมาณของสารครีเอตีนฟอสเฟสจะหมดลงในเวลาอันสั้น การสำรองพลังงานโดยการเปลี่ยนรูปของสารครีเอตีนฟอสเฟสส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อเริ่มต้นออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาที่ต้องมีการเคลื่อนไหวเฉียบพลันทันทีทันใดและการสร้างกลับคืนจองครีเอตีนฟอสเฟสหลังการออกกำลังกายหยุดลงจะใช้เวลาเพียงเล็กน้อยประมาณ3ถึง5นาที

2. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลกติก(Anaerobic lactic system)หรือ เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไกลโคไลซิส(Glycolysis system) เป็นระบบที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการสำรองพลังงานเอทีพี เช่นเดียวกับระบบแอนแอโรบิกอแลคติกแต่การสำรอง พลังงานจะก่อให้เกิดกรดแลคติกขึ้นจึงเป็นระบบที่นำมาใช้ในกรณีฉุกเฉิน เช่นมีการทำงานหนักอย่างรวดเร็วและยาวนานโดยเฉพาะการทำงานในช่วงเวลา 20วินาที ถึง 45วินาที พลังงานสำรองที่ได้มาจากไกลโคเจนซึ่งจะถูกนำมาใช้มากที่สุดขบวนการของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรด แลคติกจะมีการสะสมกรดแลคติกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงหรือมีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้นอย่างไรก็ตามระดับพลังงานสำรองจะมากหรือน้อยขึ้น อยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล เพศ,อายุ และระยะเวลาการออกกำลังกาย สอดคล้องกับ ดุสิต พรหมอ่อน(2549) ที่กล่าวว่าจำนวนไกลโคเจนที่เก็บสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อสามารถสนับสนุนการ วิ่งเร็วสูงสุดได้ประมาณ 70–85 วินาที อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงไม่สามารถทำได้เนื่องจาก ผลผลิตของกระบวนการไกลโคไลซีส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเกิดกรดแลคติกทำให้ระดับความเป็นกรดในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของความเป็นกรดมีผลต่อองค์ประกอบที่จำเป็นของการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่าง น้อยสองอย่าง คือ ลดความสามารถในการทำงานของฟอสโฟฟรุคโตไคเนสซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญของกระบวนการไกลโคไลซิสและการแทรกแซงการทำงานของแคลเซียมในการบวนการครอสบริดส์(Cross - bridge) โดยการป้องกันการเกาะของแคลเซียมกับโทรโปรนิน-ซี(Troponin - C) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นผลผลิตของกระบวนการไกลโคไลซิสจะนำไปสู่การลดลงของการสำรองพลังงาน เอทีพี ซีพีและการลดลงของแรง (Force) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อการกำจัดกรดแลคติกออกจากกล้ามเนื้อ หรือร่างกายนั้นใช้ระยะเวลานานกว่าการสร้างพลังงานใหม่ขึ้นมาทดแทนอาจจะใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง ในการกำจัดกรดแลคติกให้ลดลงจนอยู่ในระดับเดียวกับก่อนออกกำลังกาย การเดินหรือการวิ่งเหยาะภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักหรือหลังจากการใช้ความเร็วสูงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยระบายหรือกำจัดกรดแลคติกในร่างกายให้ลดลงเร็วขึ้น โดยเฉพาะในช่วง 10 นาที แรกหลังจากเสร็จสิ้นการออกกลังกายจะช่วยลดระดับกรดแลคติกลง อย่างมาก เจริญ กระบวนรัตน์ (2538)

3. ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic system) ระบบนี้ต้องการใช้ออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญ แต่อย่างไรก็ตามแม้จะมีออกซิเจนเพียงพอกระบวนการเผาผลาญก็อาจจะถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านเอนไซม์และไมโตคอนเดรีย ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการผลิตพลังงานและถ้ามีจำนวนจำกัดจะทำให้ปริมาณการผลิตพลังงานน้อยลง ระบบแอโรบิคสามารถใช้เชื้อเพลิงมากกว่า 1 ชนิด คาร์โบไฮเดรตและไขมันที่เก็บสะสมอยู่ในร่างกายเป็นต้นตอที่สำคัญ ของการผลิตพลังงานของระบบแอโรบิคการเก็บสะสมของคาร์โบไฮเดรตจะมีจำนวนจำกัด ขณะที่การเก็บสะสมของไขมันจะมีจำนวนไม่จำกัดการสำรองพลังงานจากทั้งสองชนิดจะทำงานในเวลาเดียวกันแต่จะแบ่งสัดส่วนกันโดยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของการออกกำลังกาย ระยะเวลาของการออกกำลังกายและสภาพของการฝึกซ้อมแต่ละบุคคล

อัตราการเต้นของหัวใจ

วิลมอร์ (Wilmore ,2008) กล่าวว่า อัตราการเต้นของหัวใจเป็นการแสดงถึงสมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยความสามรถในการสูบฉีดเลือดเป็นจำนวนมากไปเลี้ยงร่างกายอย่างทั่วถึง โดยอัตราการเต้นหัวใจขณะพักของคนทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 60-80 ครั้งต่อนาที ในนักกีฬาที่ทำการฝึกความอดทน อัตราการเต้นหัวใจขณะพักอาจลดลงเหลือ 28-40 ครั้งต่อนาที ในคนที่มีการฝึกออกกำลังกายเป็นประจำจะมีผลให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักต่ำกว่าคนทั่วไป แสดงว่าการทำงานของหัวใจในผู้ที่มีการออกกำลังกายอยู่เป็นประจำนั้นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายจึงเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการเพิ่มและลดงานที่กระทำในขณะออกกำลังกาย และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นตัวเลขที่วัดได้ของแต่ละบุคคลในขณะออกกาลังกายโดยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 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) เพื่อใช้ในการกำหนด อัตราการเต้นของหัวใจในออกกำลังกายหรือฝึกซ้อมกีฬา เรียกว่า ชีพจรเป้าหมาย (Target heart rate) ซึ่งเมื่อชีพจรเป้าหมายที่ถือว่า “หนักพอ” ขณะออกกาลังกายจะกระตุ้นให้ร่างกายเปลี่ยนแปลงอันจะนำไปสู่การพัฒนาสมรรถภาพทางกาย โดยมีสูตรการหาชีพจรเป้าหมาย ดังนี้ (Kavonen, cited in McArdle ., 2007)

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

อัตราการเต้นหัวใจที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายนั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ การขนส่งออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น หรือที่เรียกว่าเป็นการเพิ่ม Oxygen consumption (VO_2) ซึ่งเป็นการเพิ่มสมรรถภาพทางกายในการสร้างพลังงานแบบใช้ออกซิเจน คาร์โวเนน และ คณะ (Karnoven et al, 1957) กล่าวว่าการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดกำหนดความหนักของการออกกำลังกายสามารถทำได้ง่ายแต่มีความแม่นยำน้อย การใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองกำหนดความหนักในการออกกำลังกายจะมีความแม่นยำและตรงกับความสามารถของแต่ละบุคคลมากกว่า โดยนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมาใช้ในการคำนวณหาค่าความหนักในการออกกำลังกายด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

ภาพที่ 1 แสดงการเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดช่วงอัตราการเต้นของหัวใจอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการรับรู้ความหนักของงาน บูร์กี้(Burke, 1998)

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนักในการฝึกซ้อมกับอัตราการเต้นของหัวใจ

เจริญ กระบวนรัตน์(2016) กล่าวว่า ตามหลักของการฝึกซ้อมกีฬาเมื่อปรับความหนักในการฝึกซ้อมเพิ่มขึ้นอัตราการเต้นของหัวใจจะถูกกระตุ้นให้ทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อนำเลือดหรือออกซิเจนส่งไปเลี้ยงกล้ามเนื้อตามส่วนต่างๆของร่างกายเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของความหนักกับอัตราการเต้นของหัวใจจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันจนกระทั่งความหนักถูกปรับเพิ่มขึ้นถึงระดับขั้นความหนักเกือบสูงสุด(SubmaximumLoad) หรือประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สภาวะการเต้นของหัวใจจะเริ่มคงสภาพ หรือมิได้มีความสัมพันธ์ตามความหนักที่เพิ่มขึ้นอีกต่อไป สภาวะดังกล่าวนี้จะปรากฏเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจเข้าสู่ช่วงประมาณ 180–185 ครั้งต่อวินาที เมื่อปรับภาระงานในการฝึก(Training load)เพิ่มขึ้นอัตราการเต้นของหัวใจจะมีการเปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือมิได้มีการปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกับความหนักที่ถูกปรับเพิ่มขึ้น แลรี่และคณะ(Larry, et al. 2015) กล่าวว่าสำหรับการฝึกระบบ ATP-CP เปอร์เซ็นต์ของอัตราการ เต้นหัวใจสูงสุดของนักกีฬาสูงมากประมาณ 90–100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การฝึกเพื่อพัฒนาระบบ Anaerobic Glycolytic อัตราการเต้นหัวใจสูงสุดของนักกีฬาค่อนข้างสูงประมาณ85–100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการฝึกเพื่ออพัฒนาระบบAerobic ความหนักอยู่ในระดับปานกลางอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ประมาณ 70–90 เปอร์เซ็นต์

การฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย

โรเบิร์กและเคทียน(Robergs and Kateyian ,2003) กล่าวว่าการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากออกกำลังกายขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของของเสียคือกรดแลคติก(Lactic acid)ไฮโดรเจนไอออน(H^+) และคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างออกกำลังกายซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความหนักในการออกกำลังกายซึ่งฟอกซ์และแมธิว(Fox and Mathews ,1981) ได้กล่าวถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระยะฟื้นตัวของกล้ามเนื้อระหว่างออกกำลังกายไว้ดังนี้

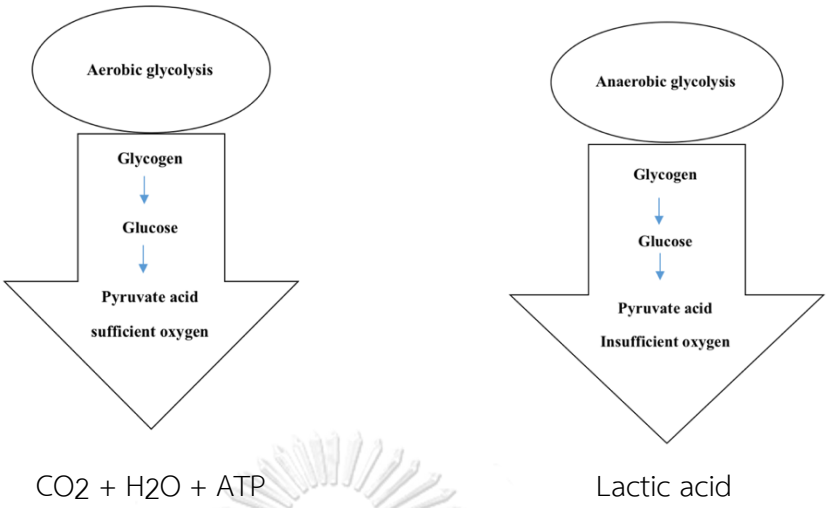
1. การสร้าง ATP-PCr ขึ้นมาใหม่ในกล้ามเนื้อ โดย ATP-PCr ที่ถูกใช้ไปในการออกกำลัง กายนั้นจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่ในกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วภายใน 2-3 นาที ในช่วงพักระหว่างออก กำลังกาย ATP-PCr จะถูกสร้างขึ้นมาใหม่ถึงร้อยละ 90 ใน 4 นาที และเมื่อมีการพัก มากกว่า 5 นาที ร่างกายจะสร้าง ATP ได้ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์

2. การสร้างไกลโคเจนขึ้นมาใหม่ในกล้ามเนื้อโดยการออกกำลังกายที่มีระยะเวลานานต่อเนื่อง และมีระดับความหนักต่ำไกลโคเจนจะถูกใช้ไปมากกว่า 2 เท่าของการออกกำลังกายเป็นช่วงๆทำให้สารอาหารที่เป็นต้นตอต่างๆ เช่น กลูโคส กรดแลคติกและกรดไพรูวิกถูกใช้เป็นจำนวนมาก จึงมีปริมาณลดลง ส่วนการออกกำลังกายเป็นช่วงๆนั้นสารต่างๆที่เป็นต้นตอนี้จะไม่ลดลงหรือลดลงเล็กน้อย ดังนั้นการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ จึงต้องการเวลาน้อยกว่าในการสร้างไกลโคเจนขึ้นมาใหม่และเริ่มการสร้างไกลโคเจนขึ้นมาใหม่ได้เร็วกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรดแลคติก

เคทช์(Katch ,2011) กล่าวว่าการสลายกลูโคสเพื่อให้ได้พลังงานโดยกระบวนการGlycolysis ผลสุดท้ายที่ได้เป็นPyruvate, ATP และNADH โดยNADH จะต้องส่งอิเล็กตรอนผ่านMitochondrial membrane เข้าไปในMitochondrial matrix เพื่อให้ได้พลังงานส่วนPyruvate จะเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle) เพื่อให้ได้พลังงานออกมาในรูปของATP, NADH และFADH หลังจากนั้นNADH และFADH ที่ได้จากMitochondrialรวมทั้งNADH ที่ได้จากกระบวนการGlycolysis จะผ่านเข้าสู่ขบวนการOxidative phosphorylation เพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่มีพลังงานสูงคือ ATP(Adenosine triphosphate)



ภาพที่ 2 เส้นทางการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก ฟอคซ์และแมทริว(Fox & Mathews, 1981)

ขบวนการOxidative phosphorylation จะเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ต้องมีออกซิเจนเป็นตัวรับส่งอิเล็กตรอนในขั้นตอนสุดท้ายของขบวนการดังนั้นในภาวะที่ร่างกายขาดออกซิเจนไม่ว่าด้วยสาเหตุ ใดก็ตามจะทำให้ขบวนการOxidative phosphorylation หยุดลงและมีสารNADH และFADH คั่ง อยู่ภายในMitochondrial matrix ซึ่งมีผลทาให้Kreb's cycle หยุดลงPyruvate ไม่สามารถเข้าสู่ วัฏจักรเครบส์ได้จึงถูกเปลี่ยนเป็นLactate โดยเอนไซม์Lactate dehydrogenase และสามารถ เปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสได้โดยเข้าสู่ขบวนการGluconeogenesis ซึ่งLactate จะเปลี่ยนเป็นPyruvate โดยเอนไซม์Lactate dehydrogenase

ในร่างกายแหล่งที่เกิดLactate คือกล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดงซึ่งกล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดงนั้นไม่สามารถเปลี่ยนLactate เป็นPyruvate ได้เองจึงต้องส่งLactate เข้าสู่กระแสโลหิตไปยังตับด้วยเหตุนี้ตับจึงทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นกลูโคสโดยผ่านขบวนการGluconeogenesis แล้วจึงส่งกลูโคสกลับเข้าสู่กระแสโลหิตไปให้กล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดงใช้ต่อไปและสามารถเก็บสะสมให้อยู่ในรูปของกลูโคสในตับและไกลโคเจนในกล้ามเนื้อได้วัฏจักรดังกล่าวเรียกว่าCori cycle

บทบาทของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย

ออสทรานด์และราดาฮล์ (Astrand and Radahl,1970) ได้เสนอแนะว่า การสร้างกรดแลคติกจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนและความหนักของการออกกำลังกายซึ่งได้สรุปไว้ดังนี้

1. ขณะออกกำลังกายเบาๆ(Light exercise) ร่างกายมักไม่มีปัญหาในเรื่องปริมาณของออกซิเจนเพราะออกซิเจนที่มีสะสมอยู่เล็กน้อยกับออกซิเจนที่ระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตสามารถที่จะขนส่งไปยังกล้ามเนื้อในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการได้ดังนั้นกรดแลคติกจึงถูกสร้างขึ้นน้อยมาก

2. ขณะออกกำลังกายที่มีความความเข้มข้นปานกลาง(Moderate exercise) ร่างกายจะสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิก(Anaerobic) ในระยะเริ่มต้นของการออกกำลังกายจนกระทั่งการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก(Aerobic) เข้ามามีบทบาทในการสร้างพลังงานแทนเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกายซึ่งกรดแลคติกที่ถูกสร้างขึ้นมาจะแพร่เข้าสู่กระแสเลือดและเมื่อการออกกำลังกายในลักษณะนี้จะดำเนิน ต่อไปเรื่อยๆปริมาณกรดแลคติกจะลดน้อยลงจนถึงระดับที่เท่ากับสภาวะปกติ

3. ขณะออกกำลังกายที่หนัก(Heavy exercise) ร่างกายเริ่มจะมีปัญหาเกี่ยวกับปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการที่จะนำไปใช้ในการสร้างพลังงานทำให้กรดแลคติกถูกสร้างมากขึ้นและพบกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อและแลคเตทในเลือดมีปริมาณที่สูง

4. ขณะออกกำลังกายที่หนักมาก(Severe exercise) ร่างกายจะมีปัญหามากขึ้นเนื่องจากปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการหรือปริมาณที่ขาดหายไป(Oxygen deficit) มีจำนวนมากขึ้นการออกกำลังกายในลักษณะนี้มักดำเนินต่อไปได้ไม่เกิน2-3 นาทีเพราะกล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานต่อไปได้สอดคล้องกับที่พาวเวอร์และฮาวเลย์(Powers and Howley,2009) กล่าวว่าเมื่อกรดแลคติกเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อภายในเซลล์จะมีสภาวะเป็นกรดมากขึ้นทำให้การปล่อยแคลเซียม(Ca^{2+}) จาก Sarcoplasmic reticulumลดลงและจะยับยั้งการทำงานงานของเอนไซม์Phosphofructokinase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญของกระบวนการAnaerobic glycolysis รบกวนการจับของแคลเซียม(Ca^{2+}) กับโทรโปรนินC(Troponin C) ขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งทำให้Actin กับMyosin จับตัวกันได้ยากและกล้ามเนื้อหดตัวได้ช้าก่อให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อกรดแลคติกที่สะสมปริมาณมากยังส่งผลให้เลือดมีค่าpH ลดต่ำลงมีสภาพของความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้นทำให้มีสภาวะการหายใจที่ตื้นและเร็วผิดปกติและสุดท้ายทำให้หายใจลำบากซึ่งเป็นผลมาจากการมีออกซิเจนต่ำทำให้มีปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที(Minute ventilation) เพิ่มขึ้นเนื่องจากศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมองส่วนของพอนส์(Pons)ถูกกระตุ้นส่งผลให้อัตราการเต้น ของหัวใจและความดันโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการออกกำลังกาย

ในปัจจุบัน การวิเคราะห์หาระดับของแลคเตทในเลือดเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ประเมินความสามารถของนักกีฬาโดยอาศัยการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการและการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบพกพาและแผ่นทดสอบสำเร็จรูปซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและได้รับความนิยมเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างมากดังนั้นการวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือดด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบพกพาและแผ่นทดสอบสำเร็จรูปจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือดที่เกิดขึ้นทั่วทั้งร่างกายได้เช่นกันตามที่โค้ทสมิทรอคกี้และรัสเซล(Coats Smith Lockey and Russell,2002) ได้กล่าวถึงเรื่องการวิเคราะห์แลคเตทในเลือดไว้ว่าการวิเคราะห์แลคเตทในเลือดด้วยเครื่องแบบพกพา (Accusport) และแผ่นทดสอบสำเร็จรูปเป็นวิธีการที่ง่ายสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายค่าใช้จ่ายค่อนข้างถูกมีความน่าเชื่อถือเทียบเท่ากับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ(Laboratory) เช่นเดียวกับ ภัทราวิน (Pattharawin Pattharanitima ,2011) พบว่าการวิเคราะห์หาระดับแลคเตทในเลือดด้วยเครื่องตรวจแบบพกพาจากหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดแดงฝอยบริเวณปลายนิ้วมีความสัมพันธ์กันในระดับที่ดี

โฮแกนกลาเดนเคอร์แดคและพูลย์(Hogan, Gladden, Kurdak and Poole,1995) แนะนำว่าการเจาะเลือดภายหลังสิ้นสุดการออกกำลังกายจะต้องดำเนินการให้เร็วที่สุดซึ่งจะต้องทำการเจาะทันทีหรือไม่เกิน5นาที เพื่อได้ให้ค่าของแลคเตทในเลือดที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุดเฮอแมนเซนและสแทนโวล(Hermansen & Stensvold,1972)เห็นตรงกับ โบเนนและบีคาสโทร(Bonen and Belcastro,1976) ว่าค่าครึ่งชีวิตหรือเรียกว่าHalf-life ของแลคเตทในเลือดจะมีค่าเท่ากับ15-25 นาทีและจะกลับสู่ภาวะเกือบปกติใน60 นาทีหลังจากการออกกำลังกายและครูสและคาล์สัน(Kruse and Carlson,1987) อธิบายว่าปริมาณกรดแลคติกร้อยละ50 จะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสโดยผ่านกระบวนการGluconeogenesis และอีกร้อยละ50 จะถูกย่อยสลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และเข้าสู่Cori cycle โดยจะมีเพียงตับและไตเท่านั้นที่สามารถเปลี่ยนกรดแลคติกไปเป็นกลูโคสได้เนื่องจากมีเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมกริโช(Meglischo,1982) และฮายน์(Hein,1989) กล่าวว่าการวัดค่าความเข้มข้นของแลกเตตในเลือดและความเร็วของการว่ายน้ำเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ตรวจสอบสถานะของการฝึกโดยระบุความหนัก(ความเร็ว)ที่ความเข้มข้นของเลือด โดยเพนย์(Pyne ,2001) ได้กล่าวเสนอ แนะว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการปรับตัวของการฝึกที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อที่จะเป็นประโยชน์ต่อการฝึกความอดทนได้(Endurance fitness) เช่นเดียวกับ ลูทัสก้าและคณะ (Lutostawska ,1998) ที่เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างกรดแลคติคกับการฝึกแบบไม่ใช้ ออกซิเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงตามมาจากการนำไปใช้กับการฝึกซ้อม

พีระพงศ์บุญสิริ(2538) กล่าวว่าในระหว่างการออกกำลังกายกล้ามเนื้อมีการทำงานอย่างต่อเนื่องโดยมีพลังงานในกล้ามเนื้อเป็นตัวการทำให้กล้ามเนื้อทำงานเมื่อกล้ามเนื้อทำงานหนักๆนานๆ จะมีส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อของเสียดังกล่าวคือกรด แลคติก(Lactic Acid) ซึ่งเกิดขึ้นจาก

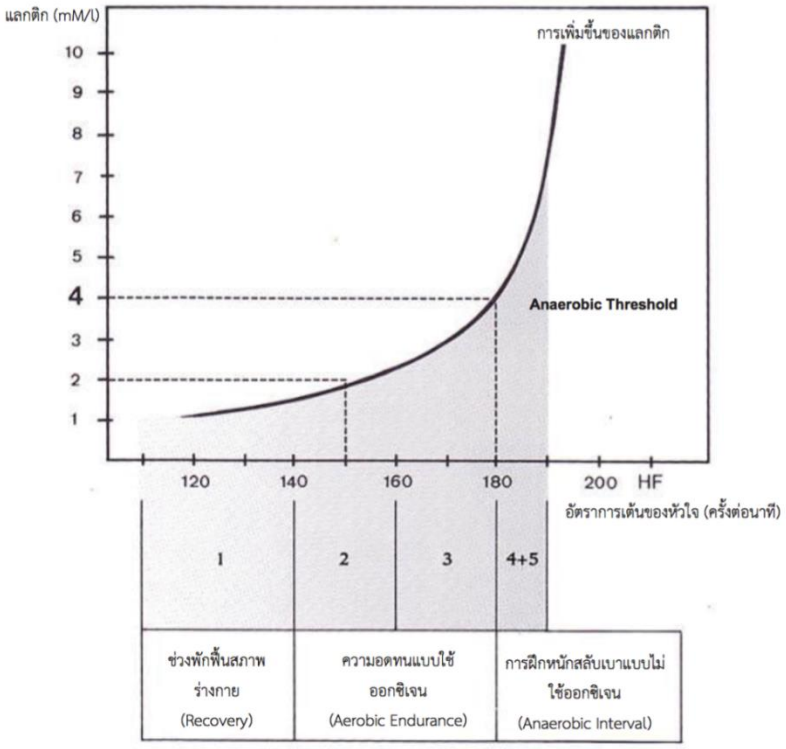
กระบวนการสร้างพลังงานในกล้ามเนื้อหรือกระบวนการสร้างพลังงานจากสารอาหารกลูโคสเมื่อมีการสร้างพลังงานอย่างต่อเนื่องของเสียจากกระบวนการสร้างพลังงานจะมีอะตอมของไฮโดรเจนกับน้ำทำปฏิกิริยากับกรดไพรูวิกก็จะเกิดเป็นกรดแลคติกขึ้นถ้าปริมาณนำเข้าของออกซิเจนสมดุลกับความต้องการการทำงานของกล้ามเนื้อกรดแลคติกที่เกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อจะถูกทำลายให้สลายไปเป็นพลังงานอย่างต่อเนื่องแต่ถ้าปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอเมื่อมีปริมาณกรดแลคติกที่มากเกินไปก็จะเกิดภาวะการณ์ที่ทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถยืดหรือหดได้ตามปกติ

ชัชรินทร์ อังศุภากร(2540) กล่าวว่าการที่มีกรดแลคติกสะสมในเซลล์กล้ามเนื้อในปริมาณมากจะไปกระตุ้นประสาทรับรู้ด้านความเจ็บปวดทำให้มีอาการปวดกล้ามเนื้อและเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้งานของกล้ามเนื้อหลายปัจจัยได้แก่การใช้งานกลุ่มกล้ามเนื้อซ้ำๆต่อเนื่องกันเป็นเวลานานการลดลงของพลังงานที่สะสมการขาดออกซิเจนการที่มีกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อมากจะทำให้มีอาการปวดเกร็งที่กล้ามเนื้อเมื่อมีอาการล้าเกิดขึ้นกล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวลำบากเคลื่อนไหวได้ช้าและทำงานได้ไม่เต็มที่

อำพร ศรียาภัย(2544) กล่าวว่าโดยปกติกรดแลคติกจะเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อก่อนแล้วแพร่กระจายออกมาสู่กระแสเลือดภายในระยะเวลาประมาณ5 นาทีหลังจากเกิดกรดแลคติกขึ้นภาวะปกติในเลือดจะมีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณ10 มิลิกรัมต่อเลือด100 มิลลิลิตรหากค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดสูงกว่า0.03-0.2 กรัมเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อจะหยุดทำงานระดับของแลคเตทในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้นมาภายใน5-10 นาทีของการออกกำลังกายสูงสุดซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ15 มิลลิโมลต่อลิตรโดยทั่วไปในคนที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะทนต่อการมีแลคเตทในเลือดได้ถึง130 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ในบางรายอาจสูงถึง300 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กล่าวได้ว่าอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มของของแลคเตทในเลือด เป็นสองตัวแปรที่สามารถนำมากำหนดและใช้ประเมินความหนักของโปรแกรมการฝึกซ้อม ทั้งสองตัวแปรจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับออกซิเจนในกล้ามเนื้อโดยอัตราการเต้นหัวใจที่เพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการขนส่งออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่วนการสร้างกรดแลคติกจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจน และความหนักของการออกกำลังกาย



ภาพที่ 3 แสดงความหนักในการฝึกที่ระดับต่างกัน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นขอหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด เจนเซน (Janssen,1992)

กรีน และคณะ (Green et al ,1983) กล่าวว่า การใช้ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด นักวิจัยสามารถตรวจสอบได้ด้วยค่าพารามิเตอร์ต่างๆและแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ สามารถใช้เพื่อกำหนดความหนักของการออกกำลังกายที่เหมาะสมได้

การใช้ระบบพลังงานในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น

จากสถิติในรุ่นกลุ่ม 1 (อายุ 15-17 ปี) แสดงให้เห็นว่า การว่ายน้ำระยะสั้นจะใช้เวลาในการว่าย 30 ถึง 60วินาที ดังนั้นระบบพลังงานที่นักกีฬาจำเป็นต้องใช้มากที่สุด ได้แก่ ATP-CP จะถูกใช้หมดเวลาประมาณ 6 วินาทีแรกของการใช้พลังงาน และระบบพลังงานแบบAnaerobic glycolysis จะถูกนำ มาใช้ต่อและหมดภายใน 1–2 นาที ดังนั้นการว่ายระยะสั้นจึงต้องใช้ระบบพลังงานทั้งสองเป็นหลัก

เบรนท์(Brent ,1992) ได้กล่าวถึงสัดส่วนในการใช้พลังงานในการว่ายน้ำระยะต่างๆไว้ว่าในระยะสั้น50เมตรใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก(Aerobic)เพียง31 เปอร์เซ็นต์แต่ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก(Anaerobic) ถึง69 เปอร์เซ็นต์และในระยะ100เมตรใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic) 45 เปอร์เซ็นต์, ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) 55 เปอร์เซ็นต์

วายท์และคาร์คเนลWhyte and Cracknell,(2006) ได้แบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นดังนี้

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

กาเบิล(Kable , 2014) กล่าวถึงการใช้ระบบพลังงานสำหรับการว่ายน้ำที่อ้างอิงจากสถิติเวลาในการแข่งขันดังนี้การแข่งขัน50 เมตร(19 – 30 วินาที) ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก80 เปอร์เซ็นต์ และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก20เปอร์เซ็นต์ และ การแข่งขัน100 เมตร(40 - 60 วินาที) ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก65 เปอร์เซ็นต์ และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก35 เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเร็วในการว่ายน้ำ และ โปรแกรมการฝึกสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเร็วในการว่ายน้ำ

เคาน์ซิลแมน(Counsilman,1978) ได้ให้แนวความคิดไว้ว่าความเร็วในการว่ายน้ำจะเกี่ยวข้องกับแรงสองแรงคือแรงต้านทาน ซึ่งพยายามดึงตัวผู้ว่ายน้ำให้อยู่กับที่หรือถอยหลังเกิดจากน้ำที่ถูกดึงผ่านส่วนต่างๆของร่างกายไปด้านหลัง และ แรงผลักดันซึ่งช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้ามีผลมาจากการใช้แขนและขา

ทัวซองและบีค (Toussaint & Beek, 1992) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำไว้ว่า โดยทั่วไปแล้วความเร็วในการว่ายน้ำขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางสรีรวิทยาซึ่งหมายถึงความสามารถในการใช้พลังงาน,กระบวนการเผาผลาญพลังงาน ปัจจัยทางด้านสัณฐานวิทยาซึ่งหมายถึงขนาดของมือระยะในการเคลื่อนไหวไปข้างหน้า,ปัจจัยต่างๆที่ถูกกำหนดโดยร่างกาย ปัจจัยด้านการทำงานร่วมกันของระบบประสาทกล้ามเนื้อซึ่งหมายถึงการส่งผ่านแรงการทำให้เกิดงานในการเคลื่อนไหวและอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคในการว่ายน้ำและทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อ และปัจจัยทางด้านจิตวิทยาซึ่งหมายถึงความวิตกกังวล,ความตื่นตัว,แรงจูงใจ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ(สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ,2551)ที่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของความเร็วในการว่ายน้ำไว้5ด้าน คือ ปฏิกิริยาตอบสนองและความสามารถเริ่มต้นในการออกตัวการเร่งความเร็วจนถึงความเร็วสูงสุดความยาวช่วงแขนในการว่ายน้ำ (Stroke length) ความถี่ในการดึงแขนแต่ละครั้งได้อย่างรวดเร็วและการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Anaerobic performance) ที่มีประสิทธิภาพจะส่งผลต่อการ เคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว

โดยสรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำมีทั้งทางสรีวิทยาและทางจิตวิทยา นอกจากนั้นแล้วยังต้องคำนึงถึงการออกแรงและแรงที่มากระทำต่อร่างกายขณะอยู่ในน้ำต้องพยายามลดแรงต้านทานให้น้อยลงและเพิ่มแรงผลักดันให้มากขึ้นซึ่งแรงผลักดันนี้จะได้มาจากการฝึกซ้อมที่ถูกวิธี

การฝึกสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ

ธาวุฒิ ปลื้มสำราญ(2542)ได้กล่าวถึงหลักการฝึกว่าการฝึก คือ การทำให้ส่วนของร่างกายที่ใช้ในการเคลื่อนไหวมีการทำงานมากกว่าภาวะปกติอย่างเป็นระบบเป็นผลให้ส่วนของร่างกายและอวัยวะที่เกี่ยวข้องมีการเปลี่ยนแปลงในด้านรูปร่างและการทำงานเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของกีฬาที่ฝึกการฝึกซ้อมไม่ได้หมายถึงการให้นักกีฬาฝึกปฏิบัติกิจกรรมรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งซ้ำๆเท่านั้นแต่ยังรวมถึงการควบคุมความหนักเบาในการฝึกซ้อมให้เป็นไปตามตารางฝึกที่วางไว้อย่างเป็นระบบต่อเนื่องกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกายอันเป็นผลเนื่องมาจากการฝึกนั้นจะสังเกตเห็นหรือทดสอบได้ การฝึกที่มีการกำหนดความหนักเบาที่เหมาะสมจะช่วยพัฒนาการเคลื่อนไหวและระบบการทำงานของอวัยวะให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่วนการฝึกที่ขาดความต่อเนื่องเบาเกินไปจะไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬานั้นมิใช่เพียงแต่ผู้ฝึกเท่านั้นที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจนักกีฬาเองก็ควรทำความเข้าใจให้ถูกต้องเพื่อให้ได้ประโยชน์จากการฝึกอย่างแท้จริง ระดับของการฝึกจำแนกได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. การฝึกขั้นพื้นฐาน (Basic training) การฝึกในขั้นนี้เป็นการเสริมสร้างสมรรถภาพพื้นฐานของร่างกายที่สำคัญ และจำเป็นต่อการเคลื่อนไหว การฝึกจะมีการเตรียมร่างกายในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทน ความเร็ว และความคล่องแคล่ว ว่องไว เพื่อให้พร้อมที่จะรับ การฝึกในขั้นต่อไป การฝึกในขั้นพื้นฐานจัดว่าเป็นจุดเริ่มต้นของระบบการฝึกซ้อม

2 การฝึกขั้นก้าวหน้า (Advanced training) การฝึกในขั้นนี้จะมุ่งเน้นที่การพัฒนาสมรรถภาพความสามารถของร่างกายโดยเฉพาะเจาะจงหลังจากที่ได้รับการฝึกขั้นพื้นฐานมาเป็นอย่างดีทั้งนี้จะต้องพิจารณาทักษะการเคลื่อนไหวที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกีฬาแต่ละประเภท และมุ่งเน้นการฝึกไปในด้านเทคนิคและทักษะเฉพาะด้านเพื่อพัฒนาศักยภาพในการเล่นกีฬานั้นๆ

3 การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถขั้นสูงสุด (Training to build up performance) การฝึกจะเป็นทางด้านเทคนิคทักษะเฉพาะตัวให้เกิดความชำนาญสูงสุดโดยจะมุ่งพัฒนาทางด้านความสามารถของแต่ละบุคคลในแต่ละประเภทกีฬา ให้มีการพัฒนาไปถึงขีดสูงสุดสิ่งสำคัญอีกประการในการฝึกซ้อมกีฬา คือ ช่วงการพัก ช่วงเวลาของการพักที่นานเกินไปหรือน้อยเกินไปมีผลต่อร่างกายของผู้ฝึกซ้อมเพราะขณะที่ฝึกซ้อมร่างกายใช้พลังงานมากกว่าภาวะปกติพลังงานสำรองที่ร่างกายเก็บสะสมไว้จะถูกนำมาใช้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพการฝึกว่ามีความหนักเพียงใด ในช่วงเวลาพักขบวนการผลิตพลังงานในร่างกายจะทำหน้าที่ผลิตพลังงานขึ้นมาทดแทนพลังงานที่ใช้ไปในช่วงฝึกทำให้ร่างกายฟื้นจากสภาพเหน็ดเหนื่อยสามารถทำการฝึกต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นช่วงเวลาพักควรเป็นเวลาที่แน่นอนไม่สั้นหรือยาวเกินไปเพราะถ้าพักยาวนานเกินไปอาจเกิดปัญหาในการปรับตัวให้อยู่สภาพที่พร้อมได้ช้าขาดการต่อเนื่องหรือถ้าสั้นเกินไปร่างกายอาจฟื้นตัวไม่ทัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ(2551) ได้กล่างถึงรูปการฝึกตามสมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำไว้ดังนี้

ความอดทนแบบแอโรบิก (Aerobic endurance) รูปแบบการฝึกได้แก่

- การวิ่งระยะทางไกล 5-10 กิโลเมตร
- การวิ่งอย่างต่อเนื่อง ใช้ความเร็วต่ำ เวลา 30 นาทีขึ้นไป
- การว่ายน้ำระยะทางไกล 1-5 กิโลเมตร

ความอดทนแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic endurance) รูปแบบการฝึกได้แก่

- การว่ายน้ำด้วยความเร็วสูงสุดเป็นเวลา10วินาที
- วิ่งเร็วเต็มที่ 60 เมตร จำนวน 15 เที่ยว เวลาพักระหว่างเที่ยว 60 วินาที
- วิ่งกลับตัว 20 เมตร จำนวน 20 เที่ยว เวลาพักระหว่างเที่ยว 45 วินาที

- การว่ายน้ำด้วยความเร็วเกือบสูงสุด(Maximum effort) ใช้เวลาตั้งแต่ 30 วินาที ถึง 2 นาที พักจนฟื้นสภาพอย่างสมบูรณ์แล้วจึงจะทำการฝึกต่อไป

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) รูปแบบการฝึกได้แก่

- การฝึกความแข็งแรงพื้นฐานโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน เช่น ดันพื้น ลุกนัง ฯลฯ
-การฝึกโดยใช้น้ำหนักโดยมีจุดมุ่งหมายพัฒนาความแข็งแรง พื้นฐานไปสู่ความแข็งแรงอดทนและความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power)รูปแบบการฝึกได้แก่

- การฝึกโดยใช้น้ำหนัก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อ
- การฝึกพลัยโอเมตริกของขา

ความอ่อนตัว (Flexibility)รูปแบบการฝึกได้แก่

- การพัฒนาความอ่อนตัวโดยใช้วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าที่เกี่ยวข้องกับกีฬาว่ายน้ำ

ด้านเคาน์ซิลแมน(Counsilman,1978) ได้กล่าวว่าแบบฝึกว่ายน้ำมีอยู่ด้วยกันหลายแบบควรเลือกใช้ตามจุดประสงค์ของโปรแกรมการฝึกซ้อม

แบบฝึกแบบฟาร์ทเลค(Fartlek training) ประกอบด้วยการว่ายน้ำระยะยาวประมาณ1ไมล์หรือมากกว่าติดต่อกันโดยใช้ความเร็วต่างๆกันวิธีการฝึกชนิดนี้จุดมุ่งหมายใหญ่เพื่อต้องการพัฒนาด้านความอดทนและยังสามารถพัฒนาความเร็วได้ด้วย

แบบฝึกโอเวอร์-ดิสแท้นซ์(Over – distance training)แบบฝึกชนิดนี้นักว่ายน้ำจะต้องว่ายระยะไกลกว่าระยะทางแข่งขันจริงและความเร็วจะต้องช้ากว่าการแข่งขันจริงด้วยจุดประสงค์ของวิธีฝึกชนิดนี้มี3 ประเภทคือเพื่อพัฒนาด้านความอดทนเพื่อปรับปรุงท่าของการว่ายและเพื่อพัฒนาความมั่นใจให้เกิดในตัวนักว่ายน้ำ

แบบฝึกสปรินท์(Sprint training) เป็นการฝึกการว่ายน้ำโดยใช้แรงทั้งหมดเพื่อให้เร็วที่สุดการว่ายน้ำแต่ละครั้งจะต้องไม่เกิน100 เมตรส่วนใหญ่ใช้ระยะทาง25 50 เมตร ความสัมพันธ์ในการฝึกระหว่างเที่ยวควรจะสัมพันธ์กับการว่ายน้ำแต่ละครั้งด้วยเพื่อให้การกลับคืนสู่สภาพปกติของหัวใจและการหายใจใกล้เคียงกับสภาพปกติมากกว่าการฝึกแบบทำซ้ำ(Repetition training) วิธีฝึกชนิดนี้ควรจะควบคู่ไปกับการออกกำลังกายบนบก(Dryland exercise) ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพื่อพัฒนาความเร็ว

การฝึกช่วงพัก(Interval training) การฝึกนี้ประกอบด้วยการว่ายเป็นชุดซ้ำๆกันกำหนดระยะทางและควบคุมเวลาพักระหว่างเที่ยวการพักระหว่างเที่ยวนั้นนานพอที่ร่างกายจะสามารถปรับตัวได้แต่การกลับคืนสู่สภาพปกติของหัวใจยังไม่สมบูรณ์จุดประสงค์ใหญ่ของวิธีนี้เพื่อต้องการปรับปรุง

ระบบการทำงานของหัวใจและการไหลเวียนเลือดซึ่งจะเกิดขึ้นในระหว่างพัก ระยะทางในการว่ายซ้ำๆ กันจะไม่เกินระยะทางที่ว่ายในการแข่งขันจริงเวลาในการว่ายแต่ละเที่ยวจะใกล้เคียงกับเวลาที่ว่ายจริง และพยายามรักษาความเร็วแต่ละเที่ยวให้คงที่ด้วย แบบฝึกสลับช่วงพักมีอยู่2ชนิด คือ แบบฝึกช่วงพักสั้นเป็นการว่ายซ้ำๆกันด้วยความเร็วช้ากว่า การแข่งขันจริงมีระยะเวลาระหว่างเที่ยวสั้นและกลับคืนสู่สภาพปกติของหัวใจยังไม่สมบูรณ์ระยะเวลาพักระหว่างเที่ยวจะสั้นกว่าเวลาที่ใช้ว่ายแต่ละเที่ยวแบบฝึกชนิดนี้เป็นการพัฒนาความอดทนไม่ได้ช่วยสร้างความเร็วมากนักและ แบบฝึกช่วงพักนานการฝึกนี้แตกต่างจากวิธีแรกตรงที่ระยะพักระหว่างเที่ยวนานกว่าคือใกล้เคียงกับเวลาที่ว่ายแต่ละเที่ยวดังนั้นการกลับคืนสู่สภาพปกติของหัวใจจะมากกว่าซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็ว ในการว่ายแต่ละเที่ยวด้วยโดยใช้เวลาว่ายแต่ละเที่ยวใกล้เคียงกับเวลาที่แข่งขันจริง

แบบฝึกทำซ้ำ(Repetition training)ประกอบด้วยการว่ายน้ำเป็นชุดๆในระยะทางสั้นกว่าและความเร็วจะเร็วกว่าการแข่งขันจริงเวลาพักระหว่างเที่ยวนานจนกระทั่งการกลับคืนสู่สภาพของหัวใจและการหายใจเกือบปกติการฝึกชนิดนี้จะสามารถทำงานได้มากกว่าแบบฝึกช่วงพักกลายเป็นความเร็วเป็นหลักและให้ความอดทนเป็นอันดับรอง

เห็นได้ว่าแบบฝึกช่วงพักนานเน้นหนักด้านความเร็วมากกว่าแบบฝึกช่วงพักสั้นแบบฝึกชนิดนี้จะให้ประโยชน์สำหรับการพัฒนากล้ามเนื้อหัวใจกล้ามเนื้อโครงร่างช่วยปรับปรุงความอดทนของกล้ามเนื้อดังกล่าวซึ่งจะสามารถทนต่อความเหน็ดเหนื่อยและทนต่อการทำงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic)

จรูญ มีสิน(2547) ได้กล่าวถึงการฝึกสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำโดยแยกตามระยะทางดังนี้

การฝึกนักกีฬาระยะสั้นคือนักกีฬาระยะ50-100เมตร นักกีฬาประเภทนี้ต้องได้รับการฝึกในปริมาณที่พอเหมาะ คือ เน้นอย่างหนักด้านเทคนิคท่าว่ายที่ถูกและการฝึกความเร็วและเร่งความเร็ว โปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น ควรฝึกว่ายระยะสั้น พักนานในอัตราว่าย:พักคือ 1:3 ถึง1:6 ต้องออกแรงเต็มที่ระยะทางรวมของการฝึกประมาณ400-500 เมตรนอกจากนี้ควรมีการฝึกว่ายตามระยะที่แข่งขันโดยมีอัตรา ว่าย:พักคือ1:1 การว่ายต้องทำเวลาเฉลี่ยให้ใกล้เคียงกับ เวลาที่ดีที่สุดการว่ายประเภทนี้จะเกิดความเมื่อยล้ามากจึงต้องพยายามควบคุมความเร็วให้สม่ำเสมอ

การฝึกนักกีฬาระยะกลางคือ นักกีฬาระยะ200-400เมตรนักกีฬาประเภทนี้จะต้องใช้ทั้งเทคนิคและพละกำลังความเร็วการฝึกซ้อมจึงต้องเน้นทางพละกำลังเป็นสำคัญนักกีฬาจะต้องแบ่งกำลังในการว่ายให้ถูกต้อง

การฝึกนักกีฬาระยะยาว คือ นักกีฬาระยะ400เมตรขึ้นไปเน้นการฝึกด้านพละกำลัง และความอดทนมากที่สุด

เจนเซน(Janssen, 1992) กล่าวว่า รูปแบบการฝึกซ้อมที่หลากหลายย่อมมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับแลคเตทและอัตราการเต้นของหัวใจ ดังต่อไปนี้

1.ช่วงพักฟื้นร่างกาย (Recovery) หรือทช่วงการชดเชยพลังงานในการทำงานให้ร่างกาย ความหนักของการฝึกซ้อมในช่วงนี้ควรอยู่ในระดับที่ร่างกายเกิดแลคเตทต่ำกว่า 2 มิลลิโมล หรืออัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 110 - 140 ครั้งต่อนาที

2. ช่วงฝึกความอดทนขั้นเบา (Extensive endurance) ความหนักของการฝึกซ้อมในช่วงนี้ควรอยู่ในระดับที่ร่างกายเกิดแลคเตทประมาณ 2 มิลลิโมล หรืออัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 140–160 ครั้งต่อนาที

3. ช่วงฝึกความอดทนขั้นหนัก (Intensive endurance) ความหนักของการฝึกซ้อมในช่วงนี้ควรอยู่ในระดับที่ร่างกายเกิดแลคเตทประมาณ 3-4มิลลิโมล หรืออัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 160–180 ครั้งต่อนาที

4. ช่วงฝึกควบคุมความเร็วเที่ยวต่อเที่ยว (Tempo duration) ความหนักของการฝึกซ้อมในช่วงนี้ควรอยู่ในระดับที่ร่างกายเกิดแลคเตทประมาณ 4-6มิลลิโมล หรืออัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่า 180 ครั้งต่อนาที

5.ช่วงฝึกใช้ความเร็วเที่ยวต่อเที่ยวสูงสุด(Intensive repetition) ความหนักของการฝึกซ้อมในช่วงนี้ควรอยู่ในระดับที่ร่างกายเกิดแลคเตทประมาณ 6-12มิลลิโมล หรืออัตราการเต้นของหัวใจ สูงกว่า 180 ครั้งต่อนาที

การฝึกความอดทนของระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic endurance training)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ไวท์(Whyte,2006) ได้กล่าวถึงการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกไว้ว่าเป้าหมายโดยทั่วไปของการฝึกคือสร้างความท้าทายให้กับร่างกาย ทำให้ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มระดับความสามารถซึ่งความต้องการใช้พลังงานของนักกีฬานั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือการแสดงออกซึ่งความสามารถของนักกีฬา เช่น เกิดในช่วงระยะเวลาสั้นๆ(ไม่เกิน20วินาที) จะมีความเกี่ยวข้องอย่างมากกับปริมาณของ CP ที่เก็บสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและอัตราการลดลงของปริมาณการสังเคราะห์ ATP ขึ้นมาใหม่ ดังนั้นเป็นเหตุผลว่าทำไมนักวิ่งระยะ 100เมตร ที่ต้องการเพิ่มความเร็วเฉลี่ยในการวิ่งจึงจำเป็นต้องฝึกอย่างหนักในช่วงเวลา 10-15วินาที โดยเว้นช่วงเวลาในการพักให้นานพอที่จะให้ร่างกายสังเคราะห์ ATPขึ้นมาใหม่ได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนนักกีฬาที่ต้องใช้ระยะเวลาที่นานขึ้น (20วินาที– 4นาที) จะต้องเน้นการฝึกเพื่อให้ร่างกายทนต่อภาวะเป็นกรดสูงของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นกรดที่เกิดจากการสันดาปพลังงาน โดยการฝึกให้ฝึกโดยการออกกำลังกายในช่วง 10-120วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่ค่า pH ลดลง กล่าวคือเป็นกรดมากขึ้นและมีการเกิดขึ้นของแลคเตทในเลือดในระดับสูง

มากกว่า 12 มิลลิโมลต่อลิตร ด้วยเหตุนี้การฝึกระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกที่มีระยะ เวลาในการฝึกที่นานขึ้นจึงมีลักษณะการฝึกเพื่อทนต่อแลคเตท(Lactate tolerance)

การฝึกความอดทนในระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกระยะสั้น (Short-term anaerobic endurance training) เป็นการฝึกในระยะเวลาสั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ15 วินาที) จำทำให้เกิดการพัฒนาของความสามารถในการเก็บสะสม CP เข้ากล้ามเนื้อ และเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ ATP ขึ้นมาใหม่ดังนั้นจึงส่งผลไปยังพลัง(Power output)ที่ดีขึ้น และส่งผลต่อสามารถที่จะรักษาพลังที่เกิดขึ้นได้นานกว่าเดิมได้จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการฝึกด้วยความเร็วสูงสุด(Sprint) ฝึกซ้ำๆกัน หลายครั้งจะทำให้เกิดภาวะกรดจากการเผาผลาญ(Metabolic acidosis) และเกิดการสะสมแลคเตทในเลือดซึ่งสามารถลดลงได้หากมีระยะเวลาพักตามหลักการการฟื้นฟูของเซลล์ โดย CP สามารถ สังเคราะห์ATP ขึ้นมาใหม่ค่อนข้างรวดเร็ว(90% ใน3-4 นาที) ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างระยะเวลา ฝึกต่อระยะเวลาพักควรจะเท่ากับ1:10 กล่าวคือฝึก15 วินาทีพัก150 วินาที(พักประมาณ2 นาทีครึ่ง) โดยขณะฝึกนั้นควรฝึกด้วยความหนักสูงสุดในช่วงระยะเวลาอันสั้น ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาการฝึกแบบแอนแอโรบิกระยะสั้น Short-term anaerobic endurance trainingสามารถเพิ่มความอดทนของพลังงานATP-CP และช่วยเสริมสร้างพลังของกล้ามเนื้อ

การฝึกความอดทนในระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกระยะยาว(Long - term anaerobic endurance training)เป็นการออกกำลังกายสูงสุดในช่วง 1-3นาที ซึ่งร่างกายจะมีความต้องการใช้ การพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนสูงและนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงระดับค่า pH ทั้งในกล้ามเนื้อและ นอกกล้ามเนื้อ ระยะเวลาพักที่นานเพียงพอระหว่างการฝึกแต่ละรอบส่งผลต่อการการเอื้อการฟื้นฟู ภายในเซลล์รวมไปถึงการลดสภาวะกรดที่จะนำไปสู่การสร้างแลคเตทด้วย อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่ใช้ในการฝึกอยู่ในช่วง 1:4 การฝึกความอดทนในระบบพลังงานนี้ทั่วไปใช้กับนักกีฬาที่ต้องออกแรงด้วยระดับความหนักที่สูง โดยใช้ระยะเวลาในการออกแรงที่นานขึ้นประมาณ 30–180วินาที จะใช้วิธีการฝึกระยะเวลาประมาณ 20–120วินาที โดยใช้ความหนัก สูงเท่าที่นักกีฬาทำได้ สลับด้วยการพักระยะสั้น(อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อพักอยู่ที่ 1:1) เพื่อเป็นการฝึกความอดทนต่อแลคเตท(Lactate tolerance training) ตัวอย่างการฝึกเช่น ฝึกรอบละ 30วินาที สลับช่วงพัก 30วินาที ซึ่งอาจจะทำจำนวน 4 ถึง 6 รอบต่อเซท และหลังจากพักจน ร่างกายฟื้นฟูกลับมาแล้วฝึกซ้ำจนครบ 4-6เซท เป็นอันจบการฝึก โดยการฝึกนี้จะส่งผลให้สภาวะ กรดจากการสันดาปพลังงานในระดับสูง ถึงแม้จะไม่ค่อยมีงานวิจัยถึงผลเฉียบพลันและผลในระยะ ยาวของการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ได้จากการฝึกประเภทนี้ แต่การฝึกนี้นิยมอย่างแพร่หลายใน กลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นักกีฬาและผู้ฝึกสอนกีฬา ไบแลท (Billat,2000) กล่าวว่า การฝึกรูปแบบนี้อาจจะเป็นหนึ่ง ในวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการพัฒนา VO2max

จากจากวิเคราะห์ตามสมรรถภาพทางกาย ระบบพลังงานของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำ เห็นได้ว่าประเภทของการฝึกความอดทนของระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ที่เหมาะสมนำมาปรับเป็นรูปแบบการฝึก คือ แบบระยะยาว เนื่องจากในการแข่งขันจะใช้เวลาประมาณ 30 - 60วินาที จุดประสงค์คือฝึกเพื่อให้ทนต่อความเมื่อยล้า ให้ตลอดระยะเวลาแข่งขันทุกช่วงแขนที่ดึงตั้งแต่เริ่มต้นจนแตะขอบสระมีประสิทธิภาพ การฝึกแบบสั้นอาจจะพัฒนาได้แค่ช่วงต้นๆของการใช้พลังงานเท่านั้น ตามที่ เตชิต เลิศอเนกวัฒนา (2559) ได้เสนอแนะไว้ว่าการฝึกความอดทนระยะสั้นส่งผลอย่างชัดเจนในการพัฒนาการออกแรงสูงสุดในระยะสั้นหรือการออกแรงที่ใช้พลังงานจากระบบ ATP-CP เป็นหลักเหมาะสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับกีฬา ประเภทอื่นที่มีการออกแรงแบบ เฉียบพลัน คือใช้ระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

คอนโคนี และ คณะ(Conconi et al., 1982) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์หาระดับจุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold) ด้วยวิธีการทดสอบแบบทางอ้อม(Non – invasive) ในนักกีฬาว่ายน้ำ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาว่ายน้ำ โดยกลุ่มตัวเป็นอย่างมีจำนวนทั้งหมด110 คน เป็นนักกีฬาว่ายน้ำสุขภาพแข็งแรงจำนวน 60 คนเป็นเพศชาย 46คน เพศหญิง 14คน และเป็นนักกีฬาว่ายน้ำระดับชาติจำนวน 50คน เป็นเพศชาย 36 คน เพศหญิง 14คน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นจากเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ(Telemetric cardiofrequency meter) เมื่อความเร็วในการว่ายน้ำเพิ่มขึ้นโดยกลุ่มตัวอย่างเริ่ม ต้นด้วยความเร็วจากต่ำไปสูง ผลการวิจัยพบว่าเส้นกราฟคงที่เมื่อระดับความเร็วคงที่อัตราการเต้น ของหัวใจคงที่และเส้นกราฟเปลี่ยนแปลงเมื่อระดับความเร็วเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่ม ทำให้ พบว่าระหว่างระดับการเกิดจุดเริ่มล้าและปริมาณการเกิดกรดแลคติก 4 มิลิโมลต่อลิตร มีความสัมพันธ์กันในระดับ0.84 ความเร็วที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงมีความ สัมพันธ์กันในระดับ0.91ดังนั้นระดับการเกิดจุดเริ่มล้าสามารถใช้วิธีการทดสอบแบบทางอ้อมได้

ฮาร์ตแมน มาเดอร์ และ โฮลแมน Hartmann, Mader and Hollmann (1988) ทำการศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทขณะฝึกความอดทนในนักกีฬาเรือพาย ระหว่างปีพ. ศ.1985 และปี พ.ศ. 1988 จำนวน40 คน ความสูงเฉลี่ย196 ซม. น้ำหนักเฉลี่ย93 กก. และอายุเฉลี่ย 23 ปี กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกสำหรับการแข่งขันมาเป็นเวลาอย่างน้อย5 ปี. ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หลังจากฝึกโปรแกรมแบบต่างๆด้วยเครื่องกรรเชียงบก (ergometer rowing) ในนาทีที่3 นาทีที่5 นาทีที่7 และ นาทีที่10 ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแบบ 7 นาที 3 เซ็ต ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดเท่ากับ 6.84 ± 1.49 อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยเท่ากับ 184.1 ± 10.6 ครั้งต่อนาที การฝึกแบบ 4 นาที 3 เซ็ต ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 8.52 ± 2.00 อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยเท่ากับ 183.8 ± 12.9 ครั้งต่อนาที ข้อเสนอแนะจากการศึกษา คือ อัตราการเต้นของหัวใจดูเหมือนจะเป็นพารามิเตอร์ที่มีความหมายเฉพาะสำหรับการควบคุมความหนักในโปรแกรมการฝึกในระหว่างการพายเรือระยะทางไกล สามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจที่87-88% ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่ 4 มิลลิโมล / ลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับการฝึกกรีฑาและว่ายน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วาคาโยชิ(Wakayoshi,1992) ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการที่ง่ายในการกำหนดความเร็วในการว่ายน้ำด้วยการใช้เกณฑ์ความเมื่อยล้าในการว่ายน้ำเป็นสำคัญศึกษาทั้งในสระปกติ และความเร็วที่ว่ายในอุโมงค์น้ำ โดยตัวแปรที่สนใจคือความอดทนนักกีฬาว่ายน้ำระหว่าง2 ตัวแปรคือความหนัก (Distance) กับระยะเวลา(Duration) ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างระหว่าง 2 ตัวแปรเล็กน้อยทั้งในสระว่ายน้ำปกติและในอุโมงค์น้ำส่งผลต่อvo2max , ความเร็วในการว่ายจนถึงความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด4 มิลลิโมลต่อลิตรและความเร็วเฉลี่ยในการว่ายฟรีสไตล์400 เมตรใกล้เคียงกัน สรุปผลการศึกษาว่าทั้งในสระว่ายน้ำแบบปกติและในอุโมงค์น้ำสามารถสร้างศักยภาพด้านความอดทนได้เหมือนกันแต่แตกต่างที่ความหนักและระยะเวลาฝึก

บาร์โบซา(Barbosa,2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระบบพลังงานที่นักกีฬาว่ายน้ำใช้ในการแข่งขันการศึกษาครั้งนี้ศึกษาในนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง4 ท่าได้แก่ฟรีสไตล์, กบ, กรรเชียงและผีเสื้อโดยเริ่มการเจาะเลือดก่อนการว่าย1 ครั้งเพื่อดูค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพัก หลังจากนั้นให้นักกีฬาว่ายในท่าที่ตนเองถนัดระยะทาง200 เมตรเป็นจำนวน7 ครั้งโดยในแต่ละครั้งที่ครบ200 เมตรจะทำการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อดูค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดผลการวิจัยพบว่าท่าฟรีสไตล์เป็นท่าที่ต้องใช้พลังงานมากที่สุดรองลงมาคือท่ากรรเชียง, ท่าผีเสื้อและท่ากบตามลำดับ

โจนาธาน(Jonathan , 2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการกระจายความเข้มของการฝึกในนักกีฬาวัตถุประสงค์ของการศึกษาคือเพื่อเปรียบเทียบผลของ2 โปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันเห็นได้ชัดเมื่อเทียบค่าของจุดเริ่มล้ากับค่าของการเกิดกรด แลคติดสูงสุดกลุ่มตัวอย่างเป็นนักวิ่ง12 คนถูกสุ่มให้ได้โปรแกรมการฝึกที่เน้นความเข้มต่ำ(Subthreshold) (Z1) หรือปานกลางความเข้มสูง (Z2) ความเข้มของการฝึกในช่วงเริ่มต้นของการศึกษาดำเนินการทดสอบการแรงสูงสุดเพื่อตรวจสอบเครื่องช่วยหายใจ(VT) และเกณฑ์การชดเชยทางเดินหายใจ(RCT) ซึ่งการฝึกถูกควบคุมอยู่บนพื้นฐานของอัตราการเต้นหัวใจในระหว่างการฝึกซ้อมช่วงระยะเวลาการฝึก5 เดือนการฝึกขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ใน3 โซน: โซนที่1 (ความเข้มต่ำ<VT) โซนที่2 (ความเข้มปานกลางระหว่างVT และRCT) และโซนที่3 (ความเข้มสูง> RCT) เวลาการฝึกทั้งหมดที่ใช้ในโซนที่1 และ2 ได้รับการควบคุมให้มีการฝึกเพิ่มเติมความเข้มต่ำในZ1 มากกว่าในZ2 ในขณะที่ผลงานของความเข้มสูง(โซน3) การฝึกมีความคล้ายคลึงกับการทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ($p = 0.03$) ในZ1 มากกว่าในZ2 ผลการศึกษาเหล่านี้สนับสนุนค่าของเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างใหญ่ของการฝึกความเข้มข้นต่ำกว่าเป็นระยะเวลานาน5 เดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เบลเชอร์ และ พีมเบอร์ตัน(Belcher and Pemberton ,2012) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในการพัฒนาการฝึกของกีฬากรีฑาและการวิ่งระยะไกล โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาและสร้างแนวทางมาตรฐานของการฝึก และใช้ประยุกต์สำหรับกีฬาว่ายน้ำ ของ USA ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 8 คน แบ่งออกเป็นชาย4 คน และหญิง 4 คนทำการทดสอบ T-30 จำนวน 5ครั้ง ที่ความเร็วแตกต่างกัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรมาหาค่า สัมประสิทธิ์สัมพันธ์(Correlation)ด้วยวิธีของ Pearson ผลการวิจัยพบว่าระหว่างความเข้มของ แลคเตทในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียว กับอัตราการเต้นของหัวในและRPE รวมทั้งความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดและRPE ก็มีความ สัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฮาเซล,แมคเพอร์สัน,การ์ฟีล และเลมอน (Hazell, Macpherson, Gravelle and Lemon ,2010) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการวิ่งสปริ้นท์ด้วยความเร็วสูงสุดระหว่างช่วงเวลา 10 และ30วินาที ที่มีต่อความสามารถแอนแอโรบิกและแอโรบิก ตัวแปรที่ศึกษาคือค่าออกซิเจน สูงสุด, การทดสอบวิ่งจับเวลาในระยะ 5 กิโลเมตร และการทดสอบวินเกต โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ตามช่วงเวลาการฝึก(วินาที) ต่อช่วงเวลาการพัก(นาที) ดังนี้ กลุ่มที่1(ฝึก30วินาที พัก4นาที) กลุ่มที่2(ฝึก10วินาที พัก4นาที) กลุ่มที่3(ฝึก10วินาที พัก2นาที) และกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม (ซึ่งไม่ได้รับการฝึก) การฝึกประกอบด้วย การปั่นจักรยาน 3ครั้งต่อสัปดาห์ เริ่มจากครั้งละ 4 เซท การฝึกและทุกๆสองครั้งของการฝึกจะมีการเพิ่มจำนวนเซท 1เซท ผลการทดลองพบว่าก่อนเริ่มฝึก ทั้ง4กลุ่มมีค่าเริ่มต้นในด้านต่างๆไม่ต่างกัน ส่วนหลังการฝึกพบว่าการฝึกแบบพักช่วง 10วินาที ทั้ง สองรูปแบบมีค่ากำลังสูงสุด,กำลังเฉลี่ย,และกำลังต่ำสุด สูงกว่าการฝึกแบบช่วงระยะเวลา30วินาที อย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของการทดสอบวิ่งจับเวลาในระยะทาง 5กิโลเมตร พบว่าการฝึกแบบช่วง ระยะเวลา 30วินาที ส่งผลต่อความสามารถในด้านนี้มากกว่าแบบช่วงระยะเวลา 10วินาที ทั้งสองรูป แบบอย่างมีนัยสำคัญ ค่าการ ใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 (ฝึก30 วินาที)เพิ่มสูงขึ้น แต่ในกลุ่มที่ 3(ฝึก10 วินาที) ไม่มีการเพิ่มขึ้นของค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด

เอร์เคน(Ercan , 2012) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบระดับแลคเตทในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจด้วยการทดสอบWingateสำหรับพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาพลศึกษาจำนวน 11คนอายุเฉลี่ย23.00±1.78 ปี ความสูงเฉลี่ย174.36±6.24 ซม. น้ำหนักเฉลี่ย66.58 ±5.76กก. ทำการทดสอบด้วย Wingate จำนวน3 ครั้ง ความหนักของการทดสอบ อยู่ที่ 75 กรัม , 85กรัม และ 95กรัมของน้ำหนักตัว บันทึกข้อมูล ความดันโลหิต ระดับแลคเตทใน เลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ3ช่วง คือก่อนการทดสอบ(ขณะพัก) หลังจากการทดสอบ

ทันทีและ ช่วงการฟื้นตัวของแต่ละความหนักที่แตกต่างกัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทั้งหมด และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)ตรวจสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวแปร(LSD) ผลการวิจัยพบว่าอัตราการ เต้นของหัวใจ ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และความดันโลหิต ของการวัดก่อนทดสอบขณะทำการทดสอบและหลังทดสอบWingateที่ความหนักแตกต่างกัน แสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติทั้งในขณะพัก หลังจากทดสอบเสร็จทันที และ ช่วงการฟื้นตัว

ฮิวโก้(Hugo , 2015) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์และศึกษาเปรียบเทียบการว่ายท่าฟร้อนคอล์(Front crawl) เบื้องต้นระหว่างในสระว่ายน้ำปกติและในอุโมงค์น้ำจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างความเร่งในสระปกติกับในอุโมงค์น้ำว่าส่งผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพของนักกีฬาว่ายน้ำแตกต่างกันอย่างไรโดยดูจากผลเปรียบเทียบกับจังหวะการว่ายปกติ สรุปผลการวิจัยพบว่ามีหลักฐานทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างเล็กๆระหว่างสระว่ายน้ำและอุโมงค์น้ำในการเคลื่อนไหวของข้อมือMedio ด้านข้าง(0.64 <R <0.75) เป็นค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์(0.75<R<0.83)และ(0.82<R<0.89)อื่นๆสำหรับสองแกน

งานวิจัยในประเทศ

เทเวศร์ พิริยะพฤนท์(2523) ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในเลือดภายหลังการว่ายน้ำแบบครอว์ล ในระยะทาง 100เมตร 200เมตร 400เมตร และ 1,500เมตร ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เป็นนิสิตชายที่มีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์ และทุกคนเป็นนักกีฬาทางน้ำระดับคณะและมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุเฉลี่ย 23.3ปี ทุกคนจะต้องถูกเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักและหลังการว่ายน้ำในระยะทางต่างๆที่กำหนด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพักผ่อนและหลังว่ายท่าครอว์ลทั้ง 4 ระยะทาง มีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 เมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังว่ายน้ำระยะทาง 100เมตร 200เมตร และ 400เมตร สูงกว่าขณะพัก(P <.01) ส่วนความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพักและหลังว่ายน้ำ 1,500เมตร ไม่แตกต่างกัน (P >.01)

สมนึก แสงนาค(2524) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบช่วงพักนานกับแบบทำซ้ำต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 50 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดยะลา ปีการศึกษา 2524 ที่มีทักษะการว่ายน้ำชั้นสูง และผ่านการ

เรียนว่ายน้ำมาแล้ว จำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 12 คน พิจารณากลุ่มโดยใช้เกณฑ์เฉลี่ยความเร็วของความสามารถในการว่ายน้ำท่าครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร ใกล้เคียงกัน กำหนดให้กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแบบช่วงพักนานคือ ว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 25 เมตร 30 เที่ยว มีเวลาพักระหว่างเที่ยวประมาณ 20 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแบบทำซ้ำคือ ว่ายน้ำท่าครอว์ล ระยะทาง 25 เมตร 12 เที่ยว มีเวลาพักระหว่างเที่ยวประมาณหนึ่งนาทีสามสิบวินาที และกลุ่มควบคุมไม่มีการฝึก ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน คือ จันทร์-ศุกร์ เวลา 6.00-8.00 น. ทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร ในวันเสาร์ของสัปดาห์ที่หนึ่ง สัปดาห์ที่สอง สัปดาห์ที่สาม สัปดาห์ที่สี่ สัปดาห์ที่ห้า และสัปดาห์ที่หก ผลการวิจัยพบว่า ผลของการฝึกแบบช่วงพักนานกับแบบทำซ้ำต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการฝึกแบบทำซ้ำให้ผลดีกว่าการฝึกแบบช่วงพัก ส่วนผลการทดสอบความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ลระยะทาง 50 เมตร ทุกสัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่หนึ่งและกลุ่มทดลองที่สอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความเร็วดีขึ้น (เวลาลดลง) สำหรับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าไม่มีการพัฒนาความเร็ว

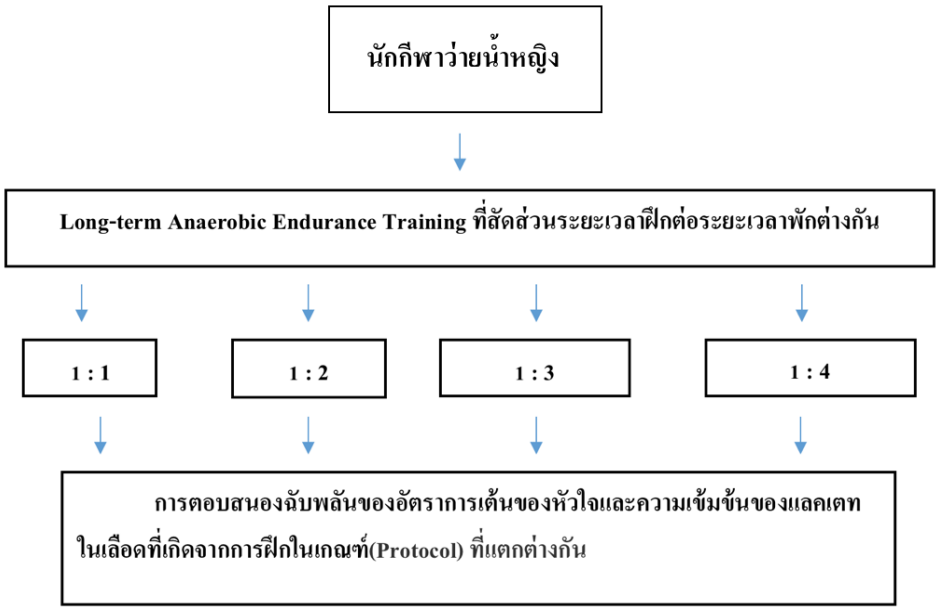
ธาวุฒิ ปลื้มสำราญ(2526) ทำการศึกษาผลของการพักระหว่างช่วงฝึกโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ที่มีผลต่อการฝึกว่ายท่าควอร์ลระยะทาง100 เมตรและ200 เมตรจุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของระยะเวลาพักระหว่างช่วงโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจโดยตั้งสมมติฐานของการวิจัยด้วยการพักด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ100 90 และ80 ครั้งต่อนาทีว่ามีผลต่อการว่ายทั้งสองระยะทางแตกต่างกันหรือไม่ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง12 คนแบ่งออกเป็น4 กลุ่มกลุ่มละ3คนทำการทดสอบความเร็วท่าครอวล์ระยะทาง100 เมตรของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวกำหนดโปรแกรมการฝึกของแต่ละบุคคลทำการฝึกสัปดาห์ละ3 วันเป็นเวลา8 สัปดาห์นำผลที่ได้จากการทดสอบความเร็วทั้งสองระยะในการทดสอบก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองทุก สัปดาห์ และหลังการทดลองครบ 8สัปดาห์ผู้วิจัยอภิปรายผลการศึกษาว่าผลการวิจัยพบว่าการพัก ในระหว่างการฝึกด้วยอัตราการเต้นของหัวใจทั้งสองระยะไม่แตกต่างกัน แต่ผลการวิจัยแสดงให้ เห็นถึงแนวโน้มความแตกต่างของเวลาที่ลดลงเรื่อยๆ จากค่าเฉลี่ยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติอาจเนื่องมาจากความหนักของงานและระยะเวลาการฝึกในแต่ละสัปดาห์ไม่เพียงพอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาภัสรา อัครพันธ(2534) ทำการศึกษาวิจัยเรื่องแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์ในนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลางและระยะไกลทำการศึกษาในกลุ่มนักศึกษาชาย4 กลุ่มอายุระหว่าง15-25 ปีโดยกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มของผู้ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำจำนวน5คนอีก3กลุ่มเป็นกลุ่มของนักวิ่งซึ่งเป็นนักวิ่งระยะสั้น4 คนนักวิ่งระยะกลาง4 คนและนักวิ่งระยะไกล9 คนใช้จักรยานวัดงานในการทดสอบหาค่าแอนแอโรบิคเธรชโฮลด์โดยเพิ่มงานทุกนาทีต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถึงงานสูงสุดที่ผู้เข้ารับการทดสอบสามารถทำได้ตลอดการทดสอบอากาศที่หายใจเข้าและออกถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาตรรวมถึงปริมาณของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละครั้งของการหายใจนอกจากนั้นตัวอย่างเลือดจะถูกเก็บทุกนาทีเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของแลคเตทแล้วใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้ถึงแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์ซึ่งจะแสดงในรูปของอัตราการใช้ออกซิเจนที่แอนแอโรบิกเธรชโฮลด์ผลการศึกษาพบว่านักวิ่งมีแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์สูงกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำประมาณ1.4 เท่าเมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นเกณฑ์ในขณะที่จะมีค่าสูงกว่าถึง1.8 เท่าเมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของแลคเตทเป็นเกณฑ์นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของค่าแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์ในระหว่างกลุ่มนักวิ่ง3 กลุ่ม

วิรัตน์ สนธิ์จันทร์ และ ปทุม ม่วงมี(2556) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาลใน ระดับความหนักและระยะเวลาพักต่างกัน ที่มีต่อความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ปริมาณฮีโมโกลบิน สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก และแอนแอโรบิกเทรชโฮล ทำการศึกษาในนิสิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา เพศชาย จำนวน 32คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกวิ่งระดับความหนัก 90-95% กลุ่มที่ 2 ความหนัก 80-85% กลุ่มที่ 3 ความหนัก 70-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมตัวแปรที่ศึกษาคือคามสามารถสูงสุดใน การนำออกซิเจนไปใช้ ปริมาณฮีโมโกลบิน สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก และแอนแอโรบิกเทรชโฮล ข้อมูลที่ได้ก่อนและหลังการฝึกถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test) และวิเคราะห์แบบแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) นัยสำคัญทางสถิติ กำหนดไว้ที่ .05 ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกแบบอินเทอร์วาลเป็นเวลา 8สัปดาห์กลุ่มที่ 2 มีค่าความสามารถสูงสุดในการนออกซิเจนไปใช้(ทดสอบด้วยการวิเคราะห์ลมหายใจ) และค่าแอนแอโรบิกเทรชโฮลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพียงกลุ่มเดียว และกลุ่มที่1 ค่าความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณฮีโมโกลบินและสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก(ทดสอบด้วยวิธีการของวินเกต)ของทุกกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลงทำให้สรุปได้ว่าการฝึกแบบอินเทอร์วาลที่ระดับความหนัก 80-85%ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดสามารถพัฒนาค่าความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจน ไปใช้และค่าแอนแอโรบิกเทรชโฮลให้เพิ่มขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 4 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ ซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องดังหัวข้อหลักต่อไปนี้

1. ประชากร กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร : นักกีฬาว่ายน้ำ รุ่นอายุ 15-17 ปี

กลุ่มตัวอย่าง : นักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง อายุตั้งแต่15 ถึง 17 ปี สโมสรในกรุงเทพมหานครที่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเข้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การคัดเลือกเข้ามาศึกษา (Inclusion criteria)

1. เป็นนักกีฬาว่ายน้ำแข่งขันในระยะสั้น อายุ15-17ปี
2. มีการฝึกซ้อมต่อเนื่องมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี
3. เป็นนักกีฬาชุดเตรียมยูธโอลิมปิกที่ผ่านตามเกณฑ์ของสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย
4. เป็นนักกีฬาที่ผ่านเกณฑ์เวลามาตรฐานปี 2560 การแข่งขันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ของ สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย กลุ่ม 1 หญิง ท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร เกณฑ์เวลาอยู่ที่ 1.06.55 วินาที

5. สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย
6. ไม่มีประวัติป่วยเป็นโรคเลือด

เกณฑ์การคัดเลือกออกจากศึกษา (Exclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยขอถอนตัวออกจากการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดการบาดเจ็บจนเป็นอุปสรรค์ต่อการวิจัย
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมตามรูปแบบการฝึกได้ครบ 4 ครั้ง
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสภาพร่างกายไม่พร้อมที่จะทำการวิจัย เป็นผลให้ค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือกขณะพักสูงมากกว่าค่าเฉลี่ยของขณะพักครั้งอื่นๆ

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงที่มีอายุระหว่าง 15 – 17 ปี ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการทดลองผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนของกลุ่มตัวอย่างโดยการเปิดตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของCohen ซึ่งมีการกำหนดค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ95 % อำนาจการทดสอบ(power of test) เท่ากับ.80 และeffect size เท่ากับ. 50 ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน12 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. รูปแบบการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาว (Long - term anerobic endurance training) ที่มีระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันตามหลักการของการฝึก
2. อุโมงค์น้ำ (Water flume) ที่อาคารจุฬาพัฒน์ 10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (Lactate Analyzer) ยี่ห้อ AnaloxInstrument รุ่น P-LM5
4. เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitior) ยี่ห้อ Polar รุ่น T31-CODE
5. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ CASIO STOP-WATCH รุ่น HS-30W
6. เข็มเจาะเลือด ยี่ห้อ Accu Chek Safe-T-Pro Uno

ขั้นตอนการวิจัย

แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ก่อนการทดลอง

1.1. ศึกษาค้นคว้า หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วรวบรวมแนวคิดจากความรู้ที่ได้ มาสร้างรูปแบบการฝึกความอดทนที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่ ต่างกัน

1.2. นำรูปแบบการฝึกที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความเรียบร้อย

1.3. นำรูปแบบการฝึกไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและวิเคราะห์หาความเที่ยง

1.3.1 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการฝึกให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา(Validity)ของแบบประเมินโดยการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินใช้เกณฑ์ในการตัดสินคือค่าดัชนี (Item Objective Congruence, IOC) โดยแบบประเมินทุกข้อมีค่าดัชนี IOC ระหว่าง 0.5-1.0 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นรูปแบบการฝึกที่เหมาะสม

1.4. นำรูปแบบการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้งก่อนนำไป ใช้ในงานวิจัย

1.5. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6. ขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7. ทำการศึกษานำร่อง(Pilot study)

ครั้งที่ 1 ในนักกีฬากลุ่มที่มีคุณสมบัติเหมือนกลุ่มตัวอย่าง(แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) จำนวน2 คน ทำการทดสอบโดยเริ่มจากให้นักกีฬาลงอบอุ่นร่างกาย ทำความคุ้นเคยกับอุโมงค์น้ำ และเริ่ม การทดสอบด้วยการว่ายต่อเนื่อง 30 วินาที โดยเวลาเฉลี่ยของนักกีฬากลุ่มศึกษานำร่องใกล้ เคียงกัน ดังนั้นผู้วิจัยจะปรับความเร็วน้ำเพิ่มขึ้นเรื่องๆ เริ่มจาก 1.3-1.65 เมตรต่อวินาที ในการ ปรับเพิ่มแต่ละความเร็วจะให้ นักกีฬาพักอย่างน้อย 3 นาที จนพบความเร็วน้ำที่นักกีฬาแต่ละคน ไม่สามรถว่ายได้ ครบตามกำหนด(30วินาที) และผู้ช่วยวิจัยใช้เครื่อง Heart Rate Mornitor วัดอัตราการเต้นของหัวใจทุกครั้งหลังจากว่ายใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเร็วนั้นๆเสร็จ เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดความเร็วน้ำของ แต่ละคนที่จะสามารถทนต่อการฝึกให้ครบทั้ง4 รอบได้

ครั้งที่ 2 เมื่อได้ความเร็วน้ำของกลุ่มศึกษาทดลองแล้วผู้วิจัยลองนำความเร็วนั้นมาใส่ใน รูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาพักที่ต่างกัน 1:1 และ 1:4 ให้กลุ่มศึกษาทดลอง ปฏิบัติพบว่ากลุ่มศึกษาทดลองสามารถทำตามรูปแบบการฝึกได้

2. ขณะทำการทดลอง
   2.1. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ ใบบันทึกผล เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
   2.2. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยจากเกณฑ์การคัดเข้าที่กำหนดไว้
   2.3. ผู้วิจัยอธิยาบวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยรวมถึงขั้นตอนการเก็บข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และเมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยและหนังสือขออนุญาตผู้ปกครองของกลุ่มตัวอย่าง
   2.4. ผู้วิจัยอธิบายรูปแบบการฝึกที่มีระยะเวลาพักแตกต่างกันตามหลักการของการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวLong-termanaerobicendurancetrainingที่กำหนดระยะเวลาฝึกที่30–180 วินาทีและ มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก1:1 ถึง1:4 ทำซ้ำ4 -6 รอบ(โดยใช้ค่าขั้น ต่ำในการฝึกคือ30 วินาทีทำซ้ำ4 รอบ) ตามกำหนดในรูปภาพที่ 6 ในภาคผนวก

ในการฝึกจะกำหนดค่าความเร็วของน้ำในอุโมงค์น้ำหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ที่นักกีฬาสามารถ ว่ายต้านความเร็วของน้ำที่ตั้งไว้ได้อย่างต่อเนื่องในเวลาที่กำหนด(30 วินาที) ครบทั้ง4 รอบการฝึกโดยใช้ความเร็วของน้ำที่เท่ากันในรอบที่2 3 และ4 ของอย่างน้อยในระยะเวลาฝึก30 วินาที นักกีฬาจะต้องว่ายต้านความเร็วของน้ำจากอุโมงค์น้ำไม่ให้พาตัวไหลไปที่ปลายอุโมงค์อีกข้างให้ได้และจะทำวัดอัตราการเต้นของหัวใและจการเจาะหาค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หลังจากฝึกรอบที่4 เสร็จทันที

การวัดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ด้วยเครื่องเครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด Lactate Analyzer ยี่ห้อAnaloxInstrument รุ่น P-LM5 การเจาะเลือดจะทำโดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนักเทคนิคการแพทย์ เจาะเลือดจากปลายนิ้วมือ จะทำการเจาะก่อนเริ่มทำการทดลองในแต่ละรูปแบบการฝึก(ขณะพัก)และ หลังจากฝึกในรอบที่ 4 ของแต่ละรูปแบบการฝึกรวมทั้งสิ้น 8 ครั้งต่อคน ใช้เลือดขนาดเท่าหัวเข็มหมุด การเจาะเลือดจะทำในห้องควบคุมภายในภายใน 30วินาที โดยใช้ผ้าสะอาดเช็ดปลายนิ้วให้แห้ง และใช้แอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาดก่อนและหลังเก็บตัวอย่างเลือดเมื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อ่านค่าเสร็จก็ทิ้งเข็มเจาะและจะใช้เข็มเจาะเลือดอันใหม่สำหรับคนต่อไปทุกครั้ง และเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในแต่ละครั้ง เลือดและเข็มเจาะที่อยู่ในถุงที่ผูกปากถุงจะถูกฝากทิ้งที่คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทันที

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ด้วยเครื่อง Heart Rate Mornitor ยี่ห้อ Polar รุ่น T 31-CODE วัดโดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนิสิตระดับมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่ผ่านการเรียนการใช้ เครื่องดังกล่าว โดยจะวัดก่อนเริ่มทำการทดลองในแต่ละรูปแบบการฝึก(ขณะพัก)และ หลังจากฝึกใน รอบที่ 4 ของแต่ละรูปแบบการฝึกรวมทั้งสิ้น 8 ครั้งต่อคน

2.5. ทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างโดยใช้หลักการถ่วงดุลลำดับ Counterbalancing ในการแบ่ง กลุ่มจัดลำดับของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่ต่างกันโดยกลุ่มตัวอย่างทุกคนจะต้องเข้าทุกโปรแกรมการฝึกให้ครบทั้ง4 รูปแบบและตามหลัก ของการฟื้นตัวต่อการฝึกแบบแอนแอโรบิก(Anaerobic) ใช้เวลาประมาณ5-24 ชั่วโมงบอมพา(Bompa, 1999) ดังนั้นดังนั้นหลังจากฝึกโปรแกรมในครั้งที่1 แล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำการพัก1 วัน(24ชั่วโมง) และจึงมาฝึกในลำดับที่2 3 และ4 ต่อไปตามลำดับ และเพื่อ ไม่ให้ลำดับการฝึกมีผลกระทบต่อผลการวิจัยจึงแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น4 กลุ่ม

- กลุ่มที่1 คือผู้เข้ารับการทดลองคนที่1,2 และ3
- กลุ่มที่2 คือผู้เข้ารับการทดลองคนที่4,5 และ6
- กลุ่มที่3 คือผู้เข้ารับการทดลองคนที่7,8 และ9
- กลุ่มที่4 คือผู้เข้ารับการทดลองคนที่10,11 และ12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบฝึกที่/ ครั้งที่	1	2	3	4
1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
2	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 1
3	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
4	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3

ภาพที่ 5แสดงการแบ่งกลุ่มจัดลำดับของรูปแบบการฝึกโดยใช้หลักการถ่วงดุลลำดับ

2.6. นำข้อมูลค่าอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของแต่ละรูปแบบ มาทำการวิเคาะห์เพื่อนำไปใช้เทียบเคียงในการกำหนดความหนักต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเพื่อขอความอนุเคราะห์แจ้งกับโค้ชและผู้ดูแลกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยควบคุมการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเองตลอดการทดลอง
3. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้สถานที่ อุปกรณ์ทดสอบของ เพื่อใช้อุปกรณ์และสถานที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องมาจากมีผู้เข้าร่วมวิจัยสองคนมีคุณสมบัติตรงกับเกณฑ์การคัดออกข้อที่ 4 คือ สภาพร่างกายไม่พร้อมเข้ารับการวิจัย กล่าวคือ มีความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพักสูงกว่าค่าเฉลี่ยในการฝึกรูปแบบ 1:2 และ 1:4 ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจึงเหลือเพียง 10 คน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าต่างๆดังนี้

1. นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง4 แบบ โดยการทดสอบที (t-test)
3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพักและขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง4 แบบ โดยการทดสอบที (t-test)
4. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึก ของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ
5. วิเคราะห์ความแปรปรวนของทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ
6. หาค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของค่าเฉลี่ยของทั้ง 4 รูปแบบ
7. กำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ ในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิง อายุ15-17ปี ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิกราฟโดยแบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้

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

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างขณะพักและขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก ทั้ง 4 รูปแบบ โดยการทดสอบที (Paired sample t-test)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ(One- way analysis of variance with repeated measure) ของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึก ต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ

ตอนที่ 5 แผนภูมิกราฟแสดงความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 10 คน

ข้อมูล	$\overline{X}$	SD
อายุ (ปี)	16.00	.816
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	56.60	6.186
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	163.60	5.719
ดัชนีมวลกาย BMI	21.14	1.944

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน10 คน มีอายุเฉลี่ย 16.00 ± 816 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 56.60 ± 6.186 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 163.60 ± 5.719 เซนติเมตร และ ค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย 21.14 ± 1.944

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างขณะพักและขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก ทั้ง 4 รูปแบบ โดยการทดสอบที (paired sample t-test)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างขณะพัก และ ขณะฝึก ของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ1:2 และ รูปแบบ1:1

	ขณะพัก		ขณะฝึก			
อัตราส่วนระหว่าระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	t	p-value
รูปแบบ 1:4	74.10	9.608	166.90	.876	31.291*	.000
รูปแบบ 1:3	79.40	10.554	170.20	5.594	34.606*	.000
รูปแบบ 1:2	77.60	7.442	168.90	3.446	37.549*	.000
รูปแบบ 1:1	78.60	11.890	173.80	5.473	33.760*	.000

*p <.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจของรูปแบบ1:4 ขณะพักมีค่า74.10 ครั้งต่อนาที ขณะฝึกมีค่า166.90 ครั้งต่อนาที , รูปแบบ1:3 ขณะพักมีค่า79.40 ครั้งต่อนาที ขณะฝึกมีค่า170.20 ครั้งต่อนาที ,รูปแบบ1:2 ขณะพักมีค่า77.60 ครั้งต่อนาที ขณะฝึกมีค่า168.90 ครั้งต่อนาที และ รูปแบบ1:1 ขณะพักมีค่า78.60 ครั้งต่อนาที ขณะฝึกมีค่า173.80 ครั้งต่อนาที

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและขณะฝึกโดยการทดสอบที(t-test) พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกรูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1 มากกว่าขณะพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างขณะพักและขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ1:4 รูปแบบ1:3 รูปแบบ1:2 และ รูปแบบ1:1

	ขณะพัก		ขณะฝึก			
อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	t	p-value
รูปแบบ1:4	2.640	.4274	7.420	.6877	19.034*	.000
รูปแบบ1:3	2.450	.7215	8.080	1.1302	12.404*	.000
รูปแบบ1:2	2.750	.8303	8.110	.5527	20.415*	.000
รูปแบบ1:1	2.730	.6499	8.850	1.3898	12.605*	.000

*p <.05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของรูปแบบ1:4 ขณะพัก มีค่า2.640 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะฝึกมีค่า7.420 มิลลิโมลต่อลิตร , รูปแบบ1:3 ขณะพักมีค่า 2.450 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะฝึกมีค่า8.080 มิลลิโมลต่อลิตร , รูปแบบ1:2 ขณะพักมีค่า2.750 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะฝึกมีค่า8.110 มิลลิโมลต่อลิตร และรูปแบบ1:1 ขณะพักมีค่า2.730 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะฝึกมีค่า8.850 มิลลิโมลต่อลิตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพักและขณะฝึกโดยการทดสอบที(t-test) พบว่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกรูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1 มากกว่าขณะพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One- way analysis of variance with repeated measure) ของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจสำรองขณะฝึกและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก รูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1

อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก	อัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึก(ครั้งต่อนาที)		อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด(ครั้งต่อนาที)		เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง(%)	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
1:4	166.90	.876	204	.816	71.44	.876
1:3	170.20	5.594			72.87	5.594
1:2	168.90	3.446			72.23	3.446
1:1	173.80	5.473			75.92	5.473

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกของรูปแบบ 1:4 เท่ากับ71.44 เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกของรูปแบบ1:3 เท่ากับ72.87 เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกของรูปแบบ1:2 มีค่า72.23 และเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกของรูปแบบ1:1 เท่ากับ75.92

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึก

ตัวแปร	SS	df	MS	F	p-value
อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง	38.679	1	38.679	5.245*	.044

*p <.05

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึก ของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่าง ระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักของทั้ง 4 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferroni ดังเสนอในตารางที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ1:4 รูปแบบ1:3 รูปแบบ1:2 และรูปแบบ1:1 โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferroni

อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก		1:4	1:3	1:2	1:1
	HRR *(%)*	71.44	72.87	72.23	75.92
1:4	71.44	-	2.250	2.667	6.667*
1:3	72.87		-	.417	4.417
1:2	72.23			-	4.000
1:1	75.92				-

*p <.05

จากตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกพบว่าการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:1 มีเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกมากกว่ารูปแบบ 1:4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1

อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก	1:4		1:3		1:2		1:1	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก	7.420	.6877	8.080	1.1302	8.110	.5527	8.850	1.3898

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของรูปแบบ1:4 มีค่า7.420 มิลลิโมลต่อลิตร รูปแบบ1:3 มีค่า8.080 มิลลิโมลต่อลิตร รูปแบบ1:2 มีค่า 8.110 มิลลิโมลต่อลิตร และ รูปแบบ1:1 มีค่า8.850 มิลลิโมลต่อลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยของแลคเตทในเลือดขณะฝึก

ตัวแปร	SS	df	MS	F	p-value
ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด	1.214	1	1.214	6.289*	.028

*p <.05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักของทั้ง 4 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferroni ดังเสนอในตารางที่ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:4 รูปแบบ 1:3 รูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:1 โดยใช้วิธีการทดสอบของ Bonferroni

อัตราส่วนระหว่าง		1:4	1:3	1:2	1:1
ระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก	$\bar{x}$	7.420	8.080	8.110	8.850
1:4	7.420	-	.660	.690	1.430*
1:3	8.080		-	.030	.770
1:2	8.110			-	.740
1:1	8.850				-

*p <.05

จากตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกพบว่าการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:1 มีความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกมากกว่ารูปแบบ 1:4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 4 หาค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์(Correlation) ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึก กับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของทั้ง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกในรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ

อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก	เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึก(%)		ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก(มิลลิโมล/ลิตร)	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
รูปแบบ 1:1	75.92	5.473	8.85	1.38
รูปแบบ 1:2	72.23	3.446	8.11	2.55
รูปแบบ 1:3	72.87	5.594	8.08	1.13
รูปแบบ 1:4	71.44	.876	7.42	.687

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า ในรูปแบบ 1:1 มีเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกเท่ากับ75.92 ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกเท่ากับ8.85 ± 1.38 มิลลิโมลต่อลิตร รูปแบบ 1:2 มีเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกเท่ากับ72.23 ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกเท่ากับ8.11 ± 2.55 มิลลิโมลต่อลิตร รูปแบบ 1:3 มีเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกเท่ากับ72.87 ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกเท่ากับ 8.08 ± 1.13 มิลลิโมลต่อลิตร และรูปแบบ 1:4 มีเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกเท่ากับ71.44 ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกเท่ากับ7.42 ± .687 มิลลิโมลต่อลิตร

ตารางที่ 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน(Pearson Correlation) ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก

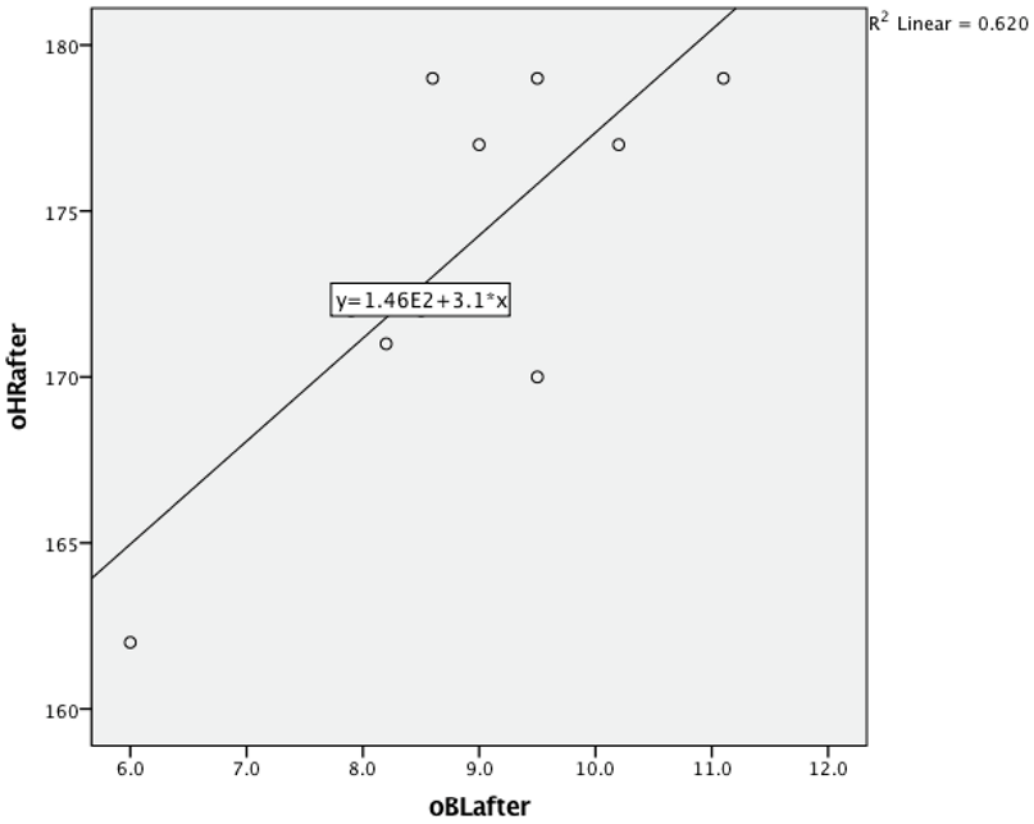
	เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก	
อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียรสัน Pearson correlation (r)	p-value
รูปแบบ 1 : 1	.787*	.007
รูปแบบ 1 : 2	.636*	.048
รูปแบบ 1 : 3	.749*	.013
รูปแบบ 1 : 4	.650*	.042

*Correlation p < 0.05 (2 tailed)

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า การฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบการฝึก มีเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึก และ ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ที่สัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

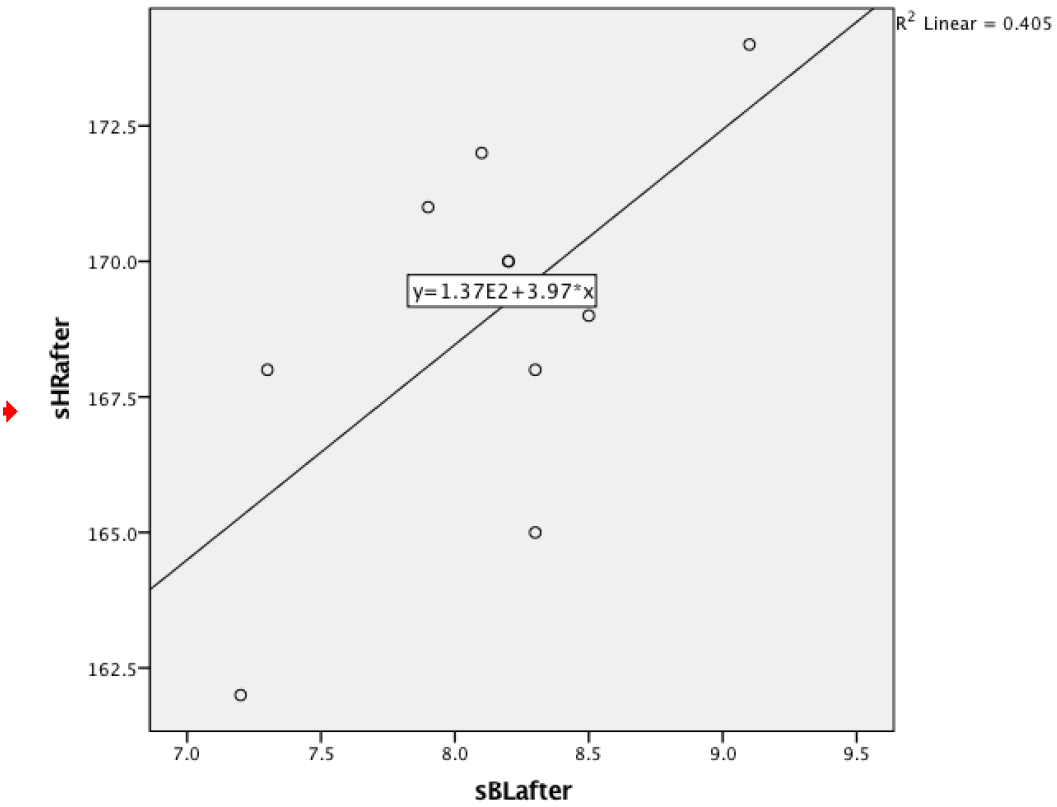
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 5 แผนภูมิกราฟแสดงความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) ของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือกขณะฝึกของรูปแบบการฝึกทั้ง 4 รูปแบบ



แผนภูมิที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:1 (ฝึก 30วินาที พัก 30วินาที)

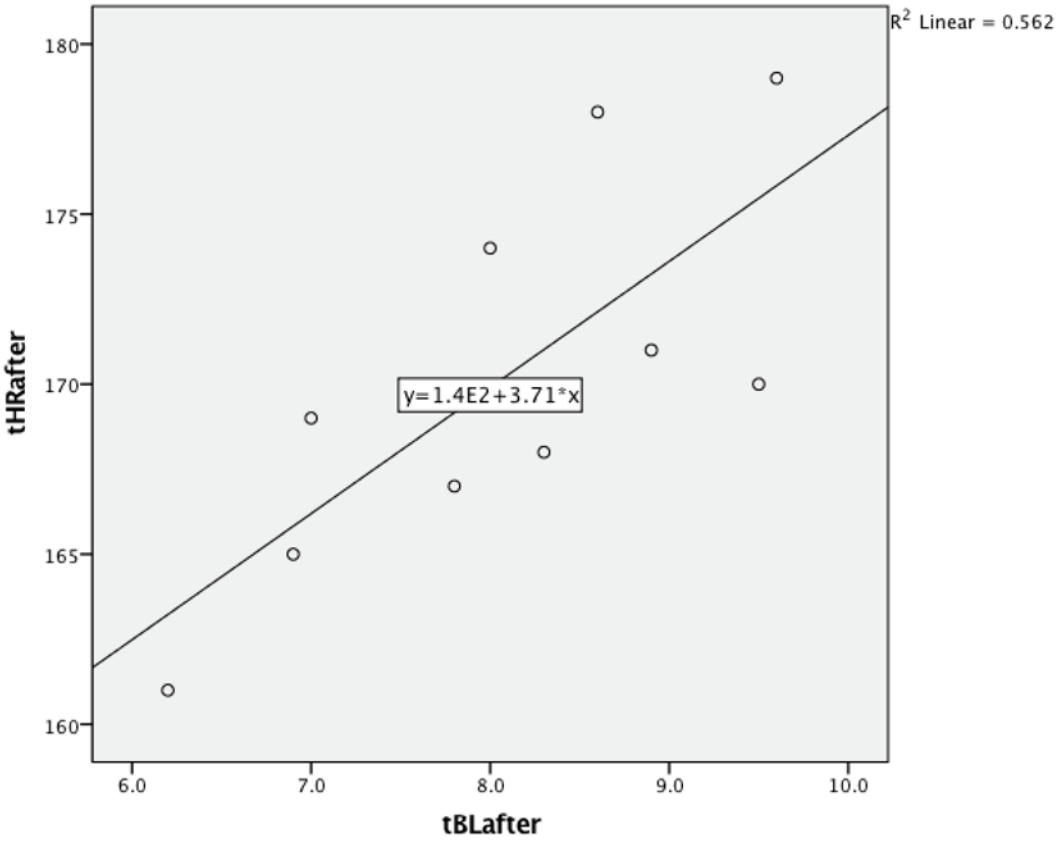
จากแผนภูมิที่ 1 พบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาพักต่อระยะเวลาฝึก 1:1 มีความสัมพันธ์กันทางบวก r = .787 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:2 (ฝึก 30วินาที พัก 60วินาที)

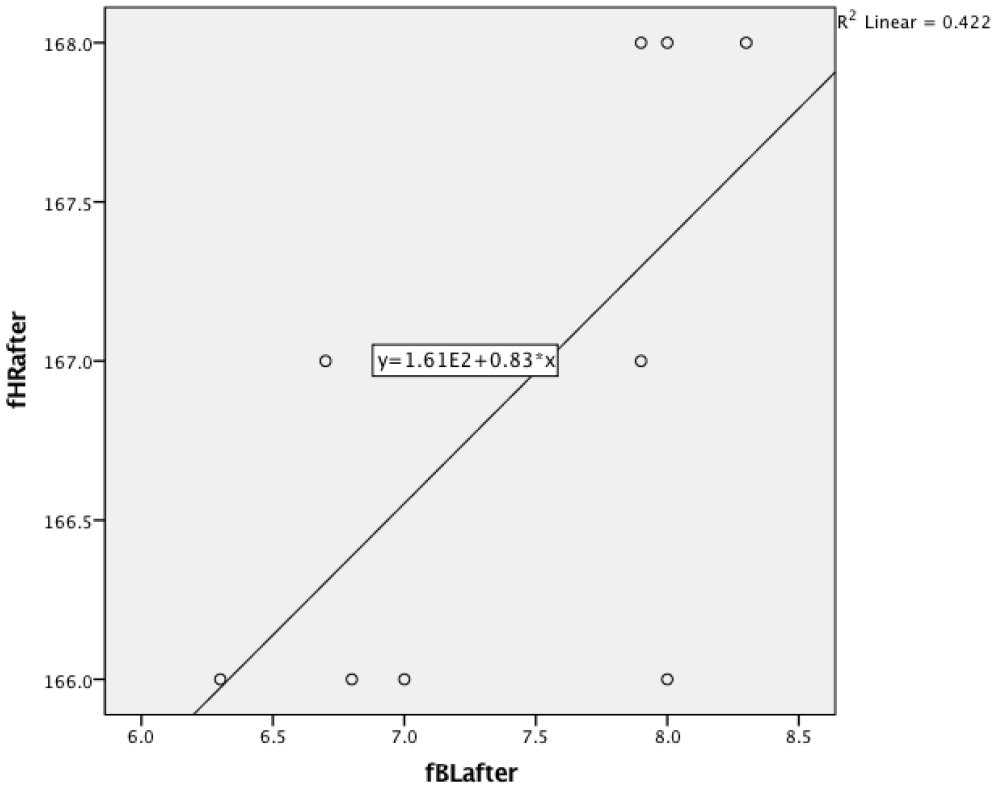
จากแผนภูมิที่ 2 พบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาพักต่อระยะเวลาฝึก 1:2 มีความสัมพันธ์กันทางบวก r = .636 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:3 (ฝึก 30วินาที พัก 90วินาที)

จากแผนภูมิที่ 3 พบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาพักต่อระยะเวลาฝึก 1:3 มีความสัมพันธ์กันทางบวก r = .749 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ฯของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 1:4 (ฝึก 30วินาที พัก 120วินาที)

จากแผนภูมิที่ 4 พบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาพักต่อระยะเวลาฝึก 1:4 มีความสัมพันธ์กันทางบวก r = .650 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพัก 4 รูปแบบ ในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิงอายุระหว่าง15-17 ปี จำนวน10 คน โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นบุคคลที่มีสุขภาพดีและไม่มีปัญหาด้านการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการทำวิจัย ยินยอมให้เจาะเลือด และสามารถเข้าร่วมได้จนสิ้นสุดการวิจัย โดยผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนเข้ารับการฝึกที่อุโมงค์น้ำด้วยรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่ต่างกัน 4 รูปแบบ การทดลองแต่ละรูปแบบจะเว้นระยะห่างอย่างน้อย 24 ชั่วโมง และทำการบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจและค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของขณะพัก และขณะฝึกภายหลังจากรอบที่ 4 ของแต่ละรูปแบบ

ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและขณะฝึก เมื่อทำการทดสอบค่าที (Pair-sample t-test) พบว่ารูปแบบที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะพักและขณะฝึกเมื่อทำการทดสอบค่าที (Pair-sample t-test) พบว่ารูปแบบที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure)เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni method พบว่ารูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักรูปแบบ 1:1 มีค่าเฉลี่ยของ

เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกกับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกแตกต่างกับรูปแบบ 1:4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05แต่ไม่แตกต่างจากรูปแบบ 1:2 และรูปแบบ 1:3

4. เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกของรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักทั้ง 4 รูปแบบ มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยข้อ1 ที่ว่า การฝึกด้วยอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่ต่างกันจะมีการตอบสนองฉับพลันต่ออัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่ต่างกัน ผลการวิจัยพบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกของรูปแบบ 1:1 มากกว่ารูปแบบ 1:4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ เจนเซน (Janssen,1992) ที่กล่าวว่า รูปแบบการฝึกซ้อมที่หลากหลายย่อมมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับแลคเตทและอัตราการเต้นของหัวใจ และสอดคล้องกับ เทเวศร์ พิริยะพฤนท์ (2523) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของกรดแลคติดที่เกิดขึ้นในเลือดภายหลังการว่ายแบบครอว์ล พบว่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังว่ายน้ำระยะทาง 100 เมตร สูงกว่าขณะพัก

จากสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่ว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองในขณะฝึกมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึก ผลการวิจัยพบว่าทั้ง 4 รูปแบบการฝึกมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกที่สัมพันธ์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งหมด เป็นไปตามที่ เบลเชอร์ และ พิมเบอร์ตัน(Belcher and Pemberton ,2012) ที่ทำการวิจัยเรื่องการใช้ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในการพัฒนาการฝึก ผลการวิจัยพบว่าระหว่างความเข้มของแลคเตทในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปจากผลการวิจัยทำให้ได้ทราบว่าการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาวในอุโมงค์น้ำนั้นอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดมีการตอบสนองที่ต่างกันในรูปแบบที่มีเวลาพักต่างกัน และเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรองขณะฝึกมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดขณะฝึกในแต่ละรูปแบบจึงสามารถนำเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (71.44±.876 , 72.87±5.594 , 72.23±3.446 และ 75.92±5.473) ไปใช้กำหนดความหนักในการฝึกว่ายน้ำในอุโมงค์น้ำแทนการกำหนดความหนักด้วยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(7.42 ± .687, 8.08 ± 1.13 , 8.11 ± 2.55 และ 8.85 ± 1.38 มิลลิโมลต่อลิตร) ได้ในการฝึกรูปแบบ 1:4 รูปแบบ1:3 รูปแบบ1:2 และ รูปแบบ1:1 ตามลำดับ ตามที่ กรีนและคณะ(Green et al ,1983) กล่าวว่า การใช้ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดนักวิจัยสามารถตรวจสอบได้ด้วยค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจสามารถใช้เพื่อกำหนดความหนักของการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับแต่ละคนให้สามารถออกกำลังกายให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดและเป็นเวลานาน ซึ่งสอดคล้องกับ ฮาร์ตแมน มาเดอร์ และ โฮลแมน Hartmann,Mader and Hollmann(1988) ที่ทำการศึกษาในนักกีฬาเรือพาย พบว่า การฝึกที่มีระยะเวลาฝึกต่างกันนั้น มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ184.0±11.6 ครั้งต่อนาที และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดอยู่ที่ 7.59±1.92 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ คาร์โวเนน และ คณะ (Karnoven et al, 1957) ยังได้กล่าวอีกว่าการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดกำหนดความหนักของการออกกำลังกายสามารถทำได้ง่ายแต่มีความแม่นยำน้อย การใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองกำหนดความหนักในการออกกำลังกายจะมีความแม่นยำและตรงกับความสามารถของแต่ละบุคคลมากกว่า โดยนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมาใช้ในการคำนวณหาค่าความหนักในการออกกำลังกายด้วย ด้าน เคาน์ซิลแมน(Counsilman,1978) ได้ให้แนวความคิดไว้ว่านักกีฬาว่ายน้ำควรจะได้รับการฝึกด้วยโปรแกรม ที่มีความเหมาะสมกับความสามารถไม่หนัก ไม่เบา เกินไป ต้องมีความต่อเนื่องสม่ำเสมอและควรวางแผนการฝึกและทำตามแผนการฝึกอย่างเป็นระบบ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ในการฝึกนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นให้มีการพัฒนาการที่ดีผู้ฝึกสอนควรจัดโปรแกรมการฝึก ในรูปแบบต่างๆให้เหมาะสมกับช่วงเวลาและความสามารถของนักกีฬาเพื่อให้นักกีฬาพัฒนาศักยภาพอย่างเป็นขั้นตอนโดยความหนักและระยะเวลาพักที่เหมาะสมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้สมรรถภาพของนักกีฬาพัฒนาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรมีการนำผลฉับพลันนี้ไปปรับใส่ใช้ในการออกแบบโปรแกรมฝึกให้นักกีฬาได้ฝึก และทดสอบดูการความแตกต่างนะหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก

2.ควรมีการทำวิจัยในลักษณะเดียวกันนี้ในนักกีฬาเพศชาย เพราะด้วยสมรรถภาพต่างๆ ระหว่างนักกีฬาเพศชายและนักกีฬาเพศหญิงย่อมมีความแตกต่างกัน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

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

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

จรูญ มีสิน.(2547). **การเป็นผู้ฝึกสอนกีฬาทางน้ำ Aquatic Sports coaching**: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัชรินทร์ อังศุภากร.(2540) ส**รีรวิทยาของมนษุย์**: คณะแพทยศาสตร์รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร : พริ้นติ้งกราฟฟิก

เตชิต เลิศเอนกวัฒนา.(2559). **ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกความอดทนทางอนากาศนิยมระยะสั้นที่มีต่อความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและความสามารถในการว่ายน้ำในท่าฟรอนท์ครอว์ลระยะ 50 เมตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทเวศร์ พิริยะพฤนท์. (2534). **กรดแลคติกในเลือดกับการว่ายน้ำแบบครอว์ล**. วิทยานิพนธ์ คม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

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

ประทุม ม่วงมี. (2527). **รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและพลศึกษา**. กรุงเทพมหานคร :บูรพาสาสน์.

พรพจน์ ไชยนอก และศักดิ์ชาย พิทักษ์วงศ์. (2555)**. การบรูณาการวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อการฝึกซ้อมและการแข่งขันในนักกีฬาว่ายน้ำ**, วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ ปีที่ 13 ฉบับที่ 2

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

วิรัตน์ สนธิ์จันทร์ และปทุม ม่วงมี. (2556). **ผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาลในระดับความหนักและระยะเวลาต่างกันที่มีต่อความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ปริมาณฮีโมโกลบิน**

สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก และแอนแอโรบิกเทรชโฮล. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพาม8(1), 68-79

ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2538). **ทฤษฎีและเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง**. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

สนธยา สีละมาด. (2551). **หลักของการสอนทักษะกีฬา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมนึก แสงนาค. (2524). **การเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบช่วงพักนานกับแบบทำซ้ำต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร**. วิทยนิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 152หน้า. ถ่ายเอกสาร

สุพิตร สมาหิโต.(2555). **แบบทดสอบสมรรถภาพและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกาย สำหรับเด็กไทยอายุ 7-18 ปี** : สำนักพิมพ์สัมปรัญญะ.

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

อาภัสรา อัครพันธ.(2534). **แอนแอโรบิกเธรชโฮลดในนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลางและระยะไกล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

อนุรัติ มีเพชร. (2539). **ผลของการนวดแบบลึกที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการฟื้นตัว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อำพร ศรียาภัย, สุพิตร สมาหิโต. (2544). **ผลของการพักการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการชาวน่าที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2 ฉบับที่ : 2 : 117-130

อสมาภรณ์ พิมพา.(2558). สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำ.(ออนไลน์). **สมรรถภาพทางกาย**: แหล่งที่มา http://sportscience.dpe.go.th/

ภาษาอังกฤษ

Astrand, P. O., & Radahl, K. (1970). T**extbook of work physiology**. New York: McGraw-Hill.

Astrand, P., & Englesson, S. (1972). A swimming flume. **Journal of applied physiology**, 33(4), 514-514.

A. Gratas-Delamarche, R. Le Cam, P. Delamarche, M. Monnier ,H. Koubi. (1994). Lactate and catecholamine responses in male and female sprinters during a

Wingate test. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology** , Volume 68, Issue 4, pp 362–366.

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

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.

Brinkert, W., Rommes, J. H., & Bakker, J. (1999). Lactate measurements in critically ill patients with a hand-held analyser. **Journal of Intensive Care Medicine**, 25, 966-969.

Bompa, Tudor O. (1999). Periodization : **Theory and Methodology of training**. 4th ed. Champaign, IL., : Human Kinetics.

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.

Billat, V., Slawinski, J., Bocquet, V., Demarle A., Lafitte, L., Chassaing, P., & Koralsztein, J. (2000). Intermittent runs at vVo2max enables subjects to remain at VO2max for a longer time than submaximal runs. **European Journal of Applied Physiol**, 81, 188-196

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Counsilman, James E. (1978). **The Science of Swimming**. P.127.

Conconi, F.; Ferrari, M.; Ziglio, P. G.; Droghetti, P.; and Codega, L (1982). Determination of the anaerobic threshold by noninvasive field test for runner. **Journal of Applied Physiology**, 52 : 869-873

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

Chris P. Belcher and Cynthia L. Pemberton. (2012). The Use of the Blood Lactate Curve to Develop Training Intensity Guidelines for the Sports of Track and

Field and Cross-Country. **Educational Leadership and Instructional Design**, Idaho State University, Pocatello, ID, USA Int J Exerc Sci 5(2) : 148-159..

Edelmann-Nusser, J., Hohumann, A., & Henneberg, B.(2002). Modeling and prediction of competitive performance in swimming upon neutral networks. **European Journal of Sport Science** , 2(2) : 1-10.

Ercan Gür. (2012). A Comparison of Blood Lactate Level and Heart Rate Following a Peak Anaerobic Power Test in Different Exercise Loads. **European Journal of Experimental Biology**, Pelagia Research Library, 2 (5):1854-1861.

Espinosa,H. G., Nordsborg, N., &Thiel, D. V. (2015). Front Crawl Swimming Analysis Using Accelerometers: **A Preliminary Comparison between Pool and Flume**. Procedia Engineering,112,497-501

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

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 Researc,**. 5 : 15-19.

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

Hoger.(1989).**Lifetime Physical Fitness and Wellness** (2nded.). Colorado: Morton Publishing Company.

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 and Science in Sport and Exercise**, 27(3), 371-377

Hazell,T. J., MacPherson, R.E., Gravelle, B. M., & Lemon, P. W. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. **European journal of applied physiology,** 110(1), 153-160.

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

Jonathan Esteve-Lanao Carl Foster ,Stephen Seiler, Alejandro. (2007). Impact of Training Intensity distribution on performance in endurance athletes. **Journal of Strength andConditioning Research**, 21(3):943-9.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Karvonen,M., Kentala, K., and Mustalo, O. (1957) The efect of Training on Heart Rate : A Longitudinal Syudy. **Ann Med Exp Biol Pinn**. 35 : 307-15

K.Wakayoshi',TYoshida,M.Udo,TKasai,TMoritani,Y.Mutoh and M. Miyashita, (1992). A Simple Method for Determining Critical Speed as Swimming Fatigue threshold in Competitive Swimming. **Int J Sports Med**,Vol 13, No5, pp367—37l.

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

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

Lucile Vasile. (2014). Endurance training in performance swimming. **Procedia – Social and behavioral Sciences,** 117,32-237.

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

Miller, A.J., I.M. Grais, E. winslow and L.A. Kaminsky. (1991) The Definition of Physical Fitness. **Journal of Sport Medicine and Physical Fitness**, 31, 639 -640.

Peter Schnittger. (1977). Principle of training, **Scientifical Course of coaches and sport Trainners**, Bangkok , P.8

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

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 .

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

Salo, D.,PhD & Riewald, S. A.,PhD. (2008). **Complete Conditioning for Swimming** : Human Kinetic

Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

swimming. **Sports medicine**, 13(1), 8-24

T.M., Barbosa., & J.P., Vilas-Boas. (2006). Evaluation of energy expenditure in Competitive Swimming Strokes. **International Journal of Sports Medicine**, 27, 848-889.

U. Hartmann, A. Mader and W. Hollmann (1988) Heart Rate and Lactate During Endurance Training Programs in Rowing and its Relation to the Duration of Exercise by Top Elite Rowers **FISA Coaching Development Programme Course - Level III**. Germany

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

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218 3202
ที่ จว 523/2560 **วันที่** 5 มิถุนายน 2560
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

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

โครงการวิจัยที่ 070.1/60 เรื่อง การตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อวิธีการฝึกความอดทนระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิงอายุ 15-17 ปี (ACUTE HEART RATE AND BLOOD LACTATE CONCENTRATION RESPONSES TO LONG-TERM ANAEROBIC ENDURANCE TRAINING PROTOCOLS IN WATER FLUME USING DIFFERENT WORK : REST RATIO IN FEMALE SPRINTER AGED 15-17 YEAR) **ของ นางสาวพัณณ์ชิตา จรัยยศวัฒน์**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

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

AF 01-12

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

COA No. 119/2560

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 070.1/60 : การตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อวิธีการฝึกความอดทนระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิงอายุ 15-17 ปี

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวพัฒน์ชิดา จรัสยศวัฒน์

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

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

วันที่รับรอง : 2 มิถุนายน 2560 **วันหมดอายุ** : 1 มิถุนายน 2561

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย ลงชื่อที่โครงการวิจัย 070.1/60
4) แบบสอบถาม ลงชื่อรับรอง - 2 มิ.ย. 2560
วันหมดอายุ - 1 มิ.ย. 2561

เงื่อนไข

1. ข้อความในหนังสือรับรองนี้ ให้ถือเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารโครงการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องหยุดชั่วคราว เมื่อต้องการต่ออายุโครงการวิจัย ต้องยื่นขอต่ออายุก่อนวันหมดอายุอย่างน้อย 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ให้ลงนามรับรองเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตรารับรองโดยคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากมีเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 3 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย *(AF 03-12)* และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยสิ้นสุด สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจ และความเข้มข้นของแลคเตท ในเลือด ที่มีต่อวิธีการฝึกความอดทนระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิงอายุ15-17ปี

ชื่อผู้วิจัย นางสาวพัณณ์ชิตา ชรัยศรัณย์ ตำแหน่ง นิสิตปริญญาโท

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระรามที่ 1 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์มือถือ 094-249-7650 E-mail : Pnan.jaras@gmail.com

เรียนผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

1. ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำมาเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไรกรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

2. โครงการนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) ศึกษาการตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจ และความเข้มข้นของแลคเตท ในเลือดที่มีต่อวิธีการฝึกความอดทนระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิงอายุ15-17ปี

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาการตอบสนองแบบฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของ แลคเตทในเลือดที่มีต่อการฝึกความอดทนระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และนำมาปรับใช้เป็นความหนัก (Intensity) ในการวางโปรแกรมการฝึกต่อไป

4. รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย กลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้คือ นักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง อายุระหว่าง 15-17 ปี โดยการเลือกผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน *14* คน

เกณฑ์การคัดเข้าสู่การศึกษา

1.) เป็นนักกีฬาว่ายน้ำแข่งขันในระยะสั้น อายุ 15-17ปี

2.) มีการฝึกซ้อมต่อเนื่องมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

3.) เป็นนักกีฬาชุดคัดเลือกโอลิมปิกที่ผ่านเกณฑ์ของสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย

4.) เป็นนักกีฬาที่ผ่านเกณฑ์เวลามาตรฐานปี 2560 การแข่งขันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ของสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทยกลุ่ม 1 หญิง ท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร เกณฑ์เวลาอยู่ที่ 1.06.55 วินาที

5.) สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา

1.) ผู้เข้าร่วมวิจัยขอถอนตัวออกจากการวิจัย

2.) ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดการบาดเจ็บจนเป็นอุปสรรคต่อการวิจัย

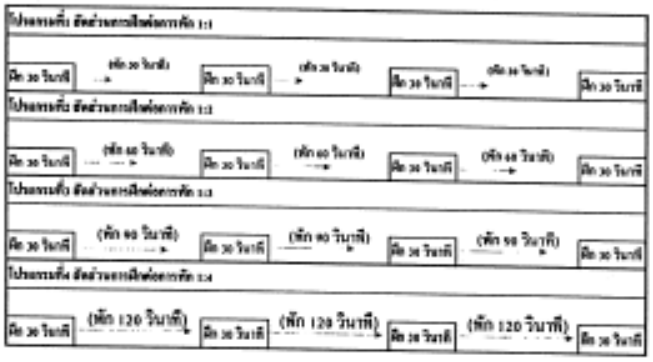
3.) ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมตามโปรแกรมการฝึกได้ครบ 4 ครั้ง

รับที่โครงการวิจัย 070-1/60
วันที่รับรอง - 2 มิ.ย. 2560
วันหมดอายุ - 1 มิ.ย. 2561

AF 04-07

5.กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยประสานงานกับทางสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทยและให้ผู้ควบคุมของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยชุดเครื่องมูลโอลิมปิก เพื่อขอความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้น ผู้วิจัยจะนัดกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้ามารับการทดลองที่อุโมงค์น้ำ (Water Flume) อาคารอุทกพัฒน์ 10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา อุทกลองกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วย คนเอง กลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมี 14 คนผู้วิจัยใช้หลักการถ่วงดุลลำดับ (Counterbalancing) ในการแบ่งกลุ่ม ชัดลำดับของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมการทดลองเป็นการว่ายต้านกระแสน้ำในอุโมงค์น้ำด้วยท่าฟรีสไตล์ (Front Crawl) 30 วินาที โดยกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องเข้าทุกโปรแกรมการฝึกให้ครบทั้ง 4 รูปแบบที่มีอัตรา ส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกัน และตามหลักของการฟื้นตัวต่อการฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) ใช้เวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้น หลังจากฝึกโปรแกรมในครั้งที่หนึ่ง แล้วผู้วิจัยจะให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการพัก 1 วัน (24 ชั่วโมง) แล้วจึงมาฝึกในลำดับที่ 2 3 และ 4 ต่อไปตามลำดับ การวิจัยนี้มีการนำส่วนประกอบของร่างกายไปศึกษาด้วย โดยจะทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่อง Heart Rate Monitor ยี่ห้อ Polar และ เจาะเลือดจากปลายนิ้วมือ รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 ครั้งต่อคน ได้แก่ ก่อนเริ่มทำการทดลองในแต่ละโปรแกรม(ขณะพัก)และ หลังจากฝึกในรอบที่ 4 ของแต่ละโปรแกรมการเจาะเลือดจะโดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนักเทคนิคการแพทย์ ใช้เลือดขนาดเท่าหัวแม่หมุด (ประมาณ 1-3 ไมโครลิตร) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจนั้นจะทำโดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนิสิตระดับมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา และเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในแต่ละครั้ง เลือดและเข็มเจาะที่อยู่ในถุงมูกปากถุงและเขียนอย่างชัดเจนว่าเป็นขยะติดเชื้อจะถูกฝากทิ้งที่คณะสหเวชศาสตร์ อุทกลองกรณ์มหาวิทยาลัย ทันที

ตารางแสดงรูปแบบการฝึกที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกัน 4 แบบ



6. กระบวนการให้ข้อมูลแก่กลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยทำการอธิบายชี้แจงรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการดำเนินงานวิจัย และขั้นตอนการปฏิบัติอย่างละเอียดก่อนการทดลองจริงแก่กลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเพื่อให้เข้าใจและเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการทดลองรวมทั้งผลที่เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ และเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัยได้ตลอดหลังการอธิบายจนกระทั่งผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย มีความเข้าใจอย่างชัดเจน รวมทั้งมีการอธิบายข้อมูลแก่ผู้ปกครองของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเพื่อขอความยินยอมให้ กลุ่มผู้มีส่วนร่วมเข้าร่วมโครงการวิจัยและให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและผู้ปกครองลงนามในใบยินยอมก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 0301.1/60
วันที่รับรอง - 2 มิ.ย. 2560
วันหมดอายุ - 1 มิ.ย. 2561

AF 04-07

7. อันตรายหรือความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดมีน้อยมาก เนื่องจากกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นนักศึกษาที่มีการฝึกซ้อมอยู่สม่ำเสมอและโปรแกรมการทดลองมีรูปแบบคล้ายคลึงกับการฝึกอาจมีความหนักที่บ้างหรือน้อยกว่าเล็กน้อยแต่หากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับอันตรายหรือมีอาการแสดงที่อาจมีผลต่อร่างกายในระหว่างการทดลองผู้วิจัยจะหยุดการทดลองทันที ทั้งนี้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยต้องรีบแจ้งผู้วิจัยทราบโดยเร็วและผู้วิจัยมีการเตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้นเพื่อช่วยในการปฐมพยาบาลและในกรณีที่อาการไม่ดีขึ้นผู้วิจัยจะทำการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลใกล้เคียง คือ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ผู้วิจัยมีแนวทางการป้องกันคือตรวจเช็คอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัยอย่างรอบคอบเพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายและระมัดระวังในการทำวิจัยทุกขั้นตอน และหากผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับบาดเจ็บจนต้องเข้ารับการรักษาผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด

8. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เข้าร่วมงานวิจัยคือ ทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยได้ทราบถึงอัตราการเต้นของหัวใจในระดับความเข้มข้นของเยื่อคล่างๆของตัวเองและนำไปใช้ในการกำหนดความหนักในการฝึกซ้อมด้วยอัตราการเต้นของหัวใจดังกล่าวโดยไม่ต้องเจาะเยื่อเพื่อนำเยื่อคบวิเคราะห์ทุกครั้ง รวมทั้งเป็นแนวทางในการฝึกซ้อมเพื่อเตรียมความพร้อมเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกซ้อม และการแข่งขัน ให้แก่นักกีฬาและเป็นทางเลือกให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนตลอดจนบุคคลที่สนใจสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

9. การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดยสมัครใจและสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

10. หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลาและหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัยผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่าจะสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

11. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงานและเมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นผู้วิจัยจะทำลายเอกสารที่สามารถระบุถึงผู้เข้าร่วมงานวิจัยในทันที

12. การวิจัยครั้งนี้มีการจ่ายค่าพาหนะและค่าชดเชยการเสียเวลาให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ครั้งละ 100 บาท ต่อคน รวม 4 ครั้ง เป็น 400 บาทต่อคน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียมน้ำดื่ม สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

13. หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม การ วิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

รหัสโครงการวิจัย 070.1/60

วันที่รับรอง -2 ธ.ค. 2560

วันหมดอายุ -1 ธ.ค. 2561

AP05-07

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่ อุโมงค์น้ำ อาคารจุฬาพัฒน์ 10
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เรื่อง ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การตอบสนองฉับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่มีต่อวิธีการฝึกความอดทนระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะ เวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิง อายุ 15-17ปี

ชื่อผู้วิจัย นางสาว พัณณ์ชิตา ชรัถยวัฒน์

ที่อยู่ที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์ 094-249-7650

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยงอันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดย ข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมรับโปรแกรมการฝึกในอุโมงค์น้ำ ที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันทั้ง 4 แบบ (ระยะเวลาฝึก 30 วินาที) 4 รอบการฝึกในหนึ่งโปรแกรม โดยผู้วิจัยจะทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและเจาะเลือดจากปลายนิ้วมือ *ก่อนเริ่มทดลองในแต่ละโปรแกรม และหลังการฝึกในรอบที่ 4 ของ แต่ละโปรแกรม รวมทั้งสิ้น 8 ครั้งต่อคน การเจาะเลือดทำโดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนักเทคนิคการแพทย์ขนาดเลือดคนทำหัวเข็มหมุด (ประมาณ 1-3 ไมโครลิตร) การวัดอัตราการเต้นของ หัวใจทำโดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนิสิตที่กำลังศึกษาระดับมหาบัณฑิตวิทยาศาสตร์การกีฬา เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยในแต่ละครั้งเลือดและเข็มเจาะที่อยู่ในถุงที่มีการผูกปากถุงและเขียนอย่างชัดเจนว่าเป็นขยะติดเชื้อจะถูกฝากทิ้งที่ คณะสาธารณสุขศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยจะทดลอง ณ อุโมงค์น้ำ (Water Flume) อาคารจุฬาพัฒน์10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวม เท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202

E-mail: eccu@chula.ac.th

เลขที่โครงการวิจัย 070.1/60
วันที่รับรอง -2 มี.ค. 2560
วันหมดอายุ -1 มี.ค. 2561

V.2.4/2558

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วม การวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(นางสาวพัฒน์ชิตา จรัสอรวัฒน์)
ผู้วิจัยหลัก

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

เลขที่โครงการวิจัย 070.1/60
วันที่รับรอง - 2 มี.ค. 2560
วันหมดอายุ - 1 มี.ค. 2561

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

AF06-07

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
สำหรับพ่อแม่ ผู้ปกครอง และผู้อยู่ในปกครอง

ทำที่ อุโมงค์น้ำ อาคารจุฬาพัฒน์ 10
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เรื่อง ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การตอบสนองจับพลันของอัตราการเต้นของหัวใจ และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ที่มีต่อวิธีการฝึกความอดทนระยะยาวในอุโมงค์น้ำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นหญิงอายุ15-17ปี

ชื่อผู้วิจัย นางสาวพัณณ์ชิตา จรัสชวัลน์

ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์มือถือ 094-249-7650 E-mail : Psan.jaras@gmail.com

ข้าพเจ้าและผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและ วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติความเสี่ยง/ อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารข้อมูลสำหรับ กลุ่มประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัยจนเข้าใจเป็น อย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า เข้าร่วมในการวิจัยและผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยนี้ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไปรูปแบบการฝึกในอุโมงค์น้ำที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักที่แตกต่างกันทั้ง 4 แบบ (ระยะเวลาฝึก3นาที) 4รอบการฝึก โดยจะทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่อง Heart Rate Monitor ยี่ห้อ Polar และ เจาะเลือดจากปลายนิ้วมือ รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 ครั้งต่อคน ได้แก่ ก่อนเริ่มทำการทดลองในแต่ละ โปรแกรม(ขณะพัก)และ หลังจากฝึกในรอบที่ 4 ของแต่ละโปรแกรม การเจาะเลือดจะ โดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนักเทคนิคการแพทย์ ใช้เลือดขณาดเท่าหัวเข็มหมุด (ประมาณ 1-3 ไมโครลิตร) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจนั้นจะทำโดยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนิสิตระดับมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในแต่ละครั้งเลือดและเข็มเจาะที่อยู่ในถุงมือปากถุงและเขียนอย่างชัดเจนว่าเป็นขยะติดเชื้อจะถูกฝากทิ้งที่คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทันที

ข้าพเจ้ามีสิทธิให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าหรือเป็นความประสงค์ของผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแล ถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้นจะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้าทั้งสิ้น

เลขที่โครงการวิจัย 070.1/60
วันที่รับรอง - 2 ธ.ค. 2560
วันสิ้นสุด - 1 ธ.ค. 2561

AF06-07

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยและข้อมูลใดๆที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลจากการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้า

หากผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าและผู้ที่อยู่ในปกครองเข้าใจข้อความในข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือยินยอมโดยตลอดแล้ว ได้ซักถามข้อสงสัยจนเป็นที่พอใจ ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก

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

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

เอกสารโครงการวิจัย 0701/60
วันที่รับรอง - 2 มิ.ย. 2560
วันหมดอายุ - 1 มิ.ย. 2561

ลงชื่อ.....
(.....)
พ่อแม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแล

เชิญชวนนักกีฬาว่ายน้ำ
เข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย ที่อุโมงค์น้ำ
ที่เดียวในประเทศไทย ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
ติดต่อสอบถามเพิ่มเติม ผู้วิจัย พัณณ์ชิดา โทร094-2497650

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบประเมินเครื่องมือวิจัย

1.อาจารย์ ดร. ทศพร ยิ้มลมัย	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2.อาจารย์ ดร. สุทธิกร อาภานุกูล	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3.อาจารย์ ดร. คณางค์ ศรีหิรัญ	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายโชติวิทย์ ธรรมสุจริต	ประธานอนุกรรมการฝ่ายว่ายน้ำ สมาคมกีฬาว่ายน้ำแห่งประเทศไทย
5. พลตรี ดร. ธนนท์ แสงนาค	อุปนายกฝ่ายเทคนิค สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกข้อมูล

ตารางแบบบันทึกข้อมูล

ลำดับที่ _____ กลุ่ม _____

ความเร็วน้ำในอุโมงค์ที่ใช้ _____ เมตรต่อวินาที

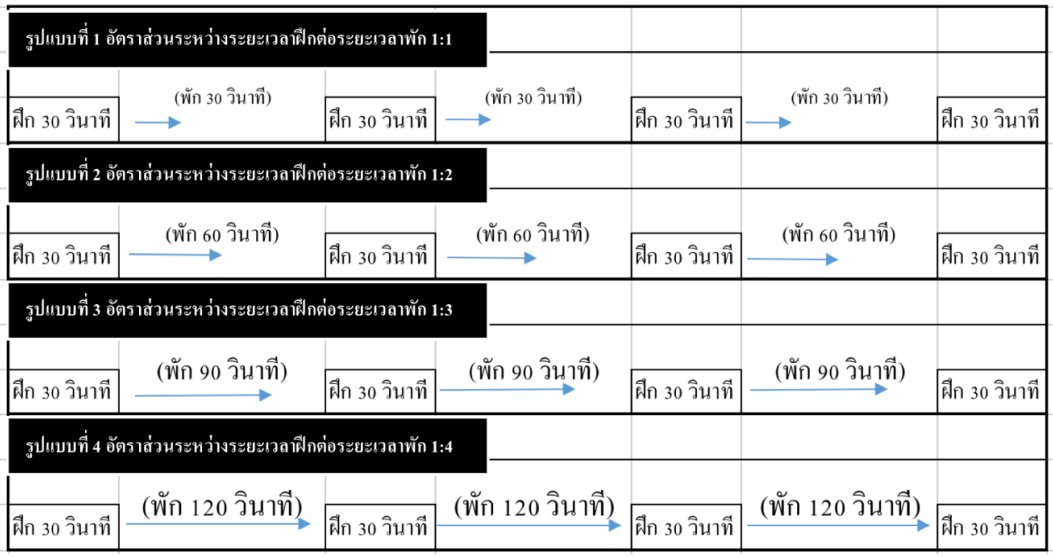
รูปแบบการฝึก อัตราส่วน ฝึกต่อพัก	อัตราการเต้นของหัวใจ		ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด	
	ขณะพัก	หลังจากฝึกรอบที่ 4	ขณะพัก	หลังจากฝึกรอบที่ 4
1:1				
1:2				
1:3				
1:4				

ตารางที่ 12 ตารางบันทึกข้อมูลขณะทำการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ 6 แสดงรูปแบบการฝึกความอดทนแบบแอนแอโรบิกระยะยาว ที่มีอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาฝึกต่อระยะเวลาพักของทั้ง 4 รูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 7 อุโมงค์น้ำ (Water flume)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สถานที่ตั้ง : อาคารจุฬาพัฒน์ 10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 8 เครื่องตรวจความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (Lactate Analyzer)

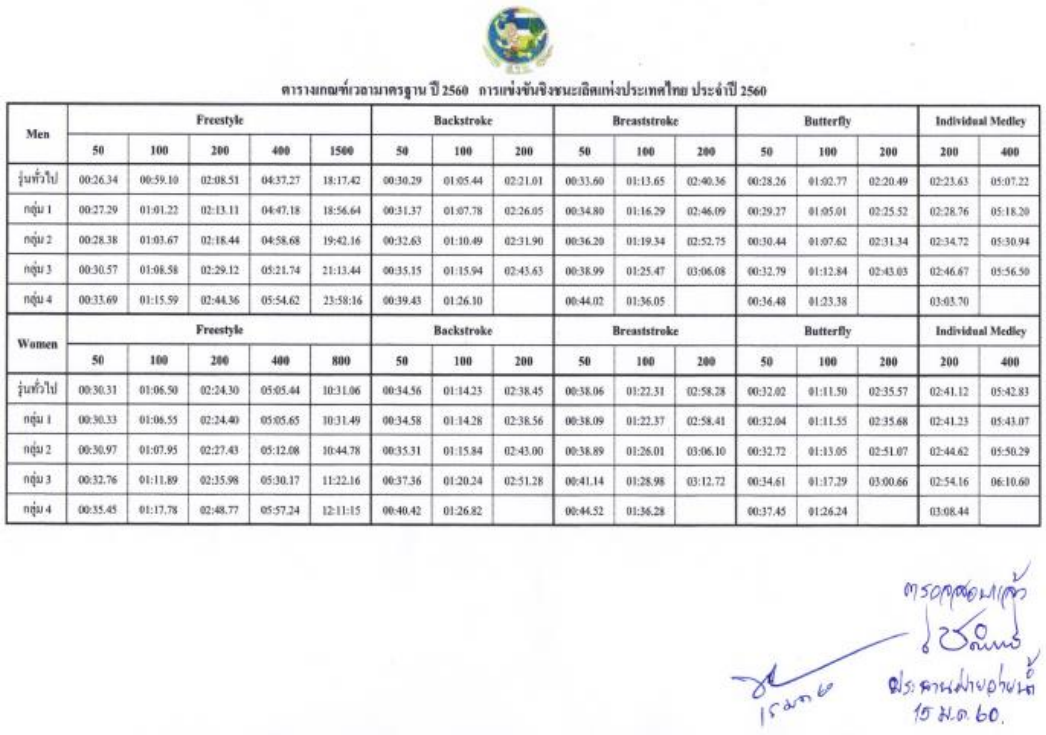
ยี่ห้อ : AnaloxInstrument รุ่น P-LM5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ประกอบด้วย เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitior) ยี่ห้อ Polar รุ่น T31-CODE , นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ CASIO STOP-WATCH รุ่น HS-30W , เข็มเจาะเลือด ยี่ห้อ Accu Chek Safe-T-Pro Uno ,ถุงมือสะอาด แอลกอฮอล์ทำความสะอาด และ สำลีสะอาด

ภาคผนวก จ



ตารางเกณฑ์เวลามาตรฐาน ปี 2560 การแข่งขันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ประจำปี 2560

Men	Freestyle					Backstroke			Breaststroke			Butterfly			Individual Medley	
	50	100	200	400	1500	50	100	200	50	100	200	50	100	200	200	400
รุ่นทั่วไป	00:26.34	00:59.10	02:08.51	04:37.27	18:17.42	00:30.29	01:05.44	02:21.01	00:33.60	01:13.65	02:40.36	00:28.26	01:02.77	02:20.49	02:23.63	05:07.22
กลุ่ม 1	00:27.29	01:01.22	02:13.11	04:47.18	18:56.64	00:31.37	01:07.78	02:26.05	00:34.80	01:16.29	02:46.09	00:29.27	01:05.01	02:25.52	02:28.76	05:18.20
กลุ่ม 2	00:28.38	01:03.67	02:18.44	04:58.68	19:42.16	00:32.63	01:10.49	02:31.90	00:36.20	01:19.34	02:52.75	00:30.44	01:07.62	02:31.34	02:34.72	05:30.94
กลุ่ม 3	00:30.57	01:08.58	02:29.12	05:21.74	21:13.44	00:35.15	01:15.94	02:43.63	00:38.99	01:25.47	03:06.08	00:32.79	01:12.84	02:43.03	02:46.67	05:56.50
กลุ่ม 4	00:33.69	01:15.59	02:44.36	05:54.62	23:58:16	00:39.43	01:26.10		00:44.02	01:36.05		00:36.48	01:23.38		03:03.70	
Women	**Freestyle**					**Backstroke**			**Breaststroke**			**Butterfly**			**Individual Medley**	
	50	100	200	400	800	50	100	200	50	100	200	50	100	200	200	400
รุ่นทั่วไป	00:30.31	01:06.50	02:24.30	05:05.44	10:31.06	00:34.56	01:14.23	02:38.45	00:38.06	01:22.31	02:58.28	00:32.02	01:11.50	02:35.57	02:41.12	05:42.83
กลุ่ม 1	00:30.33	01:06.55	02:24.40	05:05.65	10:31.49	00:34.58	01:14.28	02:38.56	00:38.09	01:22.37	02:58.41	00:32.04	01:11.55	02:35.68	02:41.23	05:43.07
กลุ่ม 2	00:30.97	01:07.95	02:27.43	05:12.08	10:44.78	00:35.31	01:15.84	02:43.00	00:38.89	01:26.01	03:06.10	00:32.72	01:13.05	02:51.07	02:44.62	05:50.29
กลุ่ม 3	00:32.76	01:11.89	02:35.98	05:30.17	11:22.16	00:37.36	01:20.24	02:51.28	00:41.14	01:28.98	03:12.72	00:34.61	01:17.29	03:00.66	02:54.16	06:10.60
กลุ่ม 4	00:35.45	01:17.78	02:48.77	05:57.24	12:11:15	00:40.42	01:26.82		00:44.52	01:36.28		00:37.45	01:26.24		03:08.44	

ภาพที่ 10 ตารางเกณฑ์เวลามาตรฐาน การแข่งขันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ปี 2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล นางสาว พัณณ์ชิตา จรัสยศวัฒน์

เกิดวันที่ 25 มกราคม 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน 32/4 เพชรเกษม แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนศึกษานารี ปีการศึกษา 2553

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2557

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University