การเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

นางสาวภัทราพร ชัยสำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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.

A COMPARISON OF PHYSIOLOGICAL FACTORS BETWEEN SHORT DISTANCE AND MEDIUM DISTANCE FREESTYLE SWIMMERS.

Miss Pattraporn Chaisumrej

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 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง
โดย	นางสาวภัทราพร ชัยสำเร็จ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภัทราพร ชัยสำเร็จ : การเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง. (A COMPARISON OF PHYSIOLOGICAL FACTORS BETWEEN SHORT DISTANCE AND MEDIUM DISTANCE FREESTYLE SWIMMERS.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์, 149 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ระยะสั้นและระยะกลาง ผู้วิจัยใช้วิธีวิจัยแบบการวิจัยสำรวจกึ่งทดลอง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะ เจาะจงที่เป็นนักกีฬาว่ายน้ำ 36 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 9 คน ตามเพศ (ชายและหญิง) และระยะ ทางในการว่าย (50 เมตรและ 400 เมตร) การวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำหลังนักกีฬาทำการ แข่งขันมา 1 สัปดาห์ ซึ่งตัวแปรประกอบด้วย น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณ ข้อศอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้า ปริมาตรการหายใจ สูงสุด (FVC) ค่า FEV1 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) สมรรถภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (AT) สมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิค ดัชนีความล้า (Fatigue Index) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ความดันโลหิตขณะพักและความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแปรปรวนแบบสองทางและหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูป เอส พี เอส เอส รุ่น 21.0 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อให้การวิเคราะห์ทางสถิติ เป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ ผู้วิจัยทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลว่าเป็นไปตามการกระจายตัวแบบ โค้งปกติ (normal distribution) โดยใช้สถิติ Shaprio Wilk จากการทดสอบพบว่า การกระจายตัวของข้อมูลเป็นไป ตามการกระจายตัวแบบโค้งปกติที่ p=0.01

ผลการวิจัยพบว่า

นักกีฬาว่ายน้ำเพศชายและเพศหญิงมีความต้องการทางสรีรวิทยาที่ต่างกันทั้ง 5 ระบบ และพบว่า ตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำที่มีความแตกต่างกับระยะทางในการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา (F=131.211) ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา (F=15.083) และความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (F=6.034) จากงานวิจัยนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดกับเพศและระยะทางในการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลางของ นักกีฬาว่ายน้ำ แต่พบความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะเหยียดข้อศอก และ กล้ามเนื้อขณะเหยียดข้อเท้า โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .496 และ .528 ตามลำดับ

สรุปได้ว่า ตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีความแตกต่างระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลางได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวไหล่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเท้าและความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

5578303039 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: PHYSIOLOGICAL FACTORS / SHORT DISTANCE / MEDIUM DISTANCE / FREESTYLE / SWIMMER

PATTRAPORN CHAISUMREJ: A COMPARISON OF PHYSIOLOGICAL FACTORS BETWEEN SHORT DISTANCE AND MEDIUM DISTANCE FREESTYLE SWIMMERS.. ADVISOR: ASST. PROF.CHAIPAT LAWSIRIRAT, Ph.D., 149 pp.

The purpose of this research was to compare the physiological demands between short and medium distance of free style swimmers. The quasi experimental survey was used in this study. 36 free style swimmers were recruited in this study. The participants could be divided into four groups according to gender (male or female) and swimming distance (50 or 400 m). As a result, each group had 9 participants. The data were collected one week after swimmers' competition. The collected data included weight, height, body mass index, fat percentage, muscle strength at shoulder joint, elbow joint, knee joint, and ankle joints, The forced vital capacity (FVC), The forced expiratory volume in 1 second (FEV1), Maximum Oxygen Consumtion (VO2max), Carbondioxide production (VCO2), Anaerobic Threshold (AT), Anaerobic Capacity, Fatigue Index, Resting heart rate, Heart rate during exercise period, Resting Blood pressure and Blood pressure during exercise period. Means, standard deviations, two-way ANOVA, and correlations were found using SPSS v. 21.0. Significant level was set at .05. Prior to statistical analysis, data were tested if they were normally distributed using Shapiro Wilk. The result from Shapiro Wilk confirmed that the data of all variables were normally distributed at p=0.01.

The results were as follows :

Male and female swimmers required different physiological demand for all four systems. Moreover, short and medium distance swimmers differently required the following physiological dependent variables, muscle strength at shoulder (F=131.211) and ankle (F=15.083) and blood pressure during exercise period (F=6.034). In this study, swimmers in different distance did not demand different aerobic capacity. However, we found the correlation between the rank and muscle strength in elbow extension and ankle extension at .496 and . 528, respectively.

In conclusion, the physiological demands that were required differenctly between short and medium distance swimmers were muscle strength at shoulder and ankle, and blood pressure.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

Academic Year: 2013 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา ประจำปีการศึกษา 2555 จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ช่วยเหลือแนะนำและตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คณะนักกีฬาว่ายน้ำจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชมรมว่ายน้ำสิงห์ และสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนสาธิตปทุมวัน ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ความช่วยเหลือร่วมทำ การวิจัยในครั้งนี้ด้วยความเต็มใจเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังให้ความรู้และกำลังใจแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์และคอยช่วยเหลือผู้วิจัย ตลอดเวลาการเก็บข้อมูล

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้องในครอบครัวทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยดำเนินการและทำงานวิจัยออกมาอย่างสมบูรณ์ และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ความรู้และคุณค่าใดๆ ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนผู้วิจัยตลอดมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง 1

สารบัญรูป ..... ง

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมติฐานของการวิจัย 3

ขอบเขตการวิจัย 3

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

เอกสาร, ตำรา และหนังสือที่เกี่ยวข้อง 6

ระบบกล้ามเนื้อ 9

ระบบพลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำ 11

สมรรถภาพปอด 12

สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด 13

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 14

ระบบพลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำ 16

องค์ประกอบของร่างกาย 19

สมรรถภาพปอดและหัวใจ 20

การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางสรีรวิทยากับกีฬา 22

วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 32
เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ามาศึกษา (Inclusion Criteria) 32
เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria) 32
การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง 32
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 33
วิธีดำเนินการทดลอง 34
การเก็บรวบรวมข้อมูล 34
การพิทักษ์สิทธิ์ผู้เข้าร่วมวิจัย 38
การวิเคราะห์ข้อมูล 38
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 39
ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าความแปรปรวนทางสถิติ แบบสองทาง (Two-way ANOVA) ของปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น ระยะกลาง เพศชายและเพศหญิง 40
ปัจจัยที่ 1 องค์ประกอบของร่างกาย 40
รูป 6 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬา 46
ปัจจัยที่ 2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 52
ปัจจัยที่ 3 สมรรถภาพปอด 72
ปัจจัยที่ 4 ระบบพลังงาน 76
- ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน 76
- ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน 81
ปัจจัยที่ 5 สมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือด 86
ตอนที่ 2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสถิติเวลาในการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลางกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยแยกตามเพศของนักกีฬา 94
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 106
สรุปผลการวิจัย 106
ผลการวิจัยพบว่า 107
1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้น เพศชาย 107

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย 108
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้น เพศหญิง 110
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะ กลางเพศหญิง 111
5 ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนสองทางระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำกับเพศ(ชายและหญิง) และระยะทางในการว่าย (ระยะสั้นและระยะกลาง) 113

อภิปรายผลการวิจัย 115

การประยุกต์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้ 120

ข้อเสนอแนะ 121

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ 121

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 122

รายการอ้างอิง 123

ภาคผนวก ก แสดงวิธีการทดสอบปัจจัยทางสรีรวิทยา ทั้ง 5 ปัจจัย 129

ปัจจัยที่ 1 วัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 129

ปัจจัยที่ 2 การวัดองค์ประกอบของร่างกาย 131

ปัจจัยที่ 3 วัดการใช้ระบบพลังงาน 132

ปัจจัยที่ 4 วัดสมรรถภาพของปอด 133

ปัจจัยที่ 5 วัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด 135

ภาคผนวก ข แสดงใบเก็บข้อมูล 136

ภาคผนวก ค ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน 138

ภาคผนวก จ ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 139

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงกล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 10
ตารางที่ 2ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ อายุ น้ำหนักร่างกาย ส่วนสูง ปริมาณ ไขมันในร่างกาย ดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 40
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ อายุ น้ำหนักร่างกาย ส่วนสูง ปริมาณไขมันในร่างกาย ดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 42
ตารางที่ 4 แสดงค่าสถิติ F ที่ได้จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบทางกายกับเพศ และระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 43
ตารางที่ 5ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวแขนและขาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 47
ตารางที่ 6ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวแขนและขา ของนักกีฬาว่ายน้ำ เพศหญิง 48
ตารางที่ 7 ค่าความแปรปรวนระหว่างความยาวแขน-ขา กับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬา ว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 49
ตารางที่ 8ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขณะหมุนหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 52
ตารางที่ 9ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 53
ตารางที่ 10ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่กับเพศและระยะใน การว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 54
ตารางที่ 11ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 57
ตารางที่ 12ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 58
ตารางที่ 13ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกกับเพศและระยะ ในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 59
ตารางที่ 14ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 62
ตารางที่ 15 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 16ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่ากับเพศและระยะ ในการว่ายของนักกีฬา ว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 64
ตารางที่ 17ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 67
ตารางที่ 18ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 68
ตารางที่ 19ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้ากับเพศและระยะ ในการว่ายของนักกีฬา ว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 69
ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพปอดในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 72
ตารางที่ 21แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพปอด ในนักกีฬา ว่ายน้ำเพศหญิง 73
ตารางที่ 22ค่าความแปรปรวนระหว่างสมรรถภาพปอดกับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬา ว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 74
ตารางที่ 23แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 76
ตารางที่ 24แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบไม่ใช่ออกซิเจน ในนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 77
ตารางที่ 25ค่าความแปรปรวนระหว่างระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนกับเพศและระยะ ในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 78
ตารางที่ 26แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 81
ตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 82
ตารางที่ 28ค่าความแปรปรวนระหว่างระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนกับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 83
ตารางที่ 29แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพหัวใจและ หลอดเลือดในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย 86
ตารางที่ 30แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพหัวใจและ หลอดเลือดในนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง 88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 31ค่าความแปรปรวนระหว่างสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดกับเพศและระยะในการ ว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง 90
ตารางที่ 32แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสถิติเวลาในการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์เพศ หญิงระยะสั้นและระยะกลางกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ..... 94
ตารางที่ 33แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงและ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อ..... 95
ตารางที่ 34 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสถิติเวลาในการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์เพศ ชายระยะสั้นและระยะกลางกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ..... 100
ตารางที่ 35แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายและ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อ..... 101
ตารางที่ 36แสดงความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำกับเพศ 113

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูป 1แสดงท่าทางการว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์(Colwin, 1999) 7

รูป 2แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อน้ำหนักตัว 44

รูป 3 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อส่วนสูง 44

รูป 4แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อดัชนีมวลกาย 45

รูป 5แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อการว่ายต่อปริมาณไขมัน 45

รูป 6แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬา 46

รูป 7 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อความยาวแขนขวา 50

รูป 8แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อความยาวแขนซ้าย 50

รูป 9 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อความยาวขาขวา 51

รูป 10 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อความยาวขาซ้าย 51

รูป 11 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา 55

รูป 12 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา 55

รูป 13 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย 56

รูป 14 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย 56

รูป 15 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา 60

รูป 16 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอศอกขวา 60

รูป 17 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย 61

รูป 18 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย 61

รูป 19 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา 65

รูป 20 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา 65

รูป 21 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย 66

รูป 22 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย 66

รูป 23 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา 70

รูป 24 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา 70

รูป 25 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย 71

รูป 26 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย 71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูป 27 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า FVC 75
รูป 28 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า FEV1 75
รูป 29 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Peak Power 79
รูป 30 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Anaerobic Capacity 79
รูป 31 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Fatigue Index 80
รูป 32 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า VO2max 84
รูป 33 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า VCO2 84
รูป 34 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Anaerobic threshold 85
รูป 35 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า VT 85
รูป 36 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่ออัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 91
รูป 37 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (SBP)ขณะพัก 91
รูป 38 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (DBP)ขณะพัก 92
รูป 39 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่ออัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย 92
รูป 40 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (SBP)ขณะออกกำลังกาย 93
รูป 41 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (DBP)ขณะออกกำลังกาย 93
รูป 42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น 96
รูป 43 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง 96
รูป 44 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอก ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น 97
รูป 45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอก ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง 97
รูป 46 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น 98
รูป 47แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง 98
รูป 48 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น 99

รูป 49 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง 99
รูป 50 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น..... 102
รูป 51แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง..... 102
รูป 52 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอก ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น..... 103
รูป 53 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอก ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง..... 103
รูป 54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น..... 104
รูป 55 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง..... 104
รูป 56 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น..... 105
รูป 57 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้า ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง..... 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาที่ได้รับความสนใจและนิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะนอกจากจะเป็นกีฬาที่ช่วยในการออกกำลังกายได้ครบทุกส่วนแล้ว หากมองในด้านกีฬาเพื่อความเป็นเลิศแล้ว ยังพบว่าเป็นกีฬาอีกชนิดที่สามารถทำเหรียญรางวัลได้มากมาย เนื่องจากกีฬาว่ายน้ำมีการแบ่งรายการการแข่งขันออกเป็นหลายประเภท โดยแบ่งตามท่าทางและระยะทางในการว่ายที่ต่างกัน ซึ่งในแต่ละประเภทการแข่งขันก็จะใช้นักกีฬาที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นนักกีฬาในแต่ละประเภทการแข่งขันจำเป็นจะต้องมีปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ต่างกันไม่ว่าจะเป็นในการแข่งขันระยะสั้นหรือการแข่งขันในระยะไกล ดังนั้นการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาจึงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากกีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาที่แข่งขันภายในลู่ของตนเองและตัดสินผลแพ้ชนะที่เวลาว่าใครทำเวลาได้น้อยที่สุด จึงเห็นได้ว่าการแข่งขันต้องอาศัยศักยภาพของนักกีฬาในทุกด้านเพื่อไปให้ถึงชัยชนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถและสมรรถภาพของตัวนักกีฬาเอง การจะพัฒนานักกีฬาว่ายน้ำสู่ความเป็นเลิศนั้นมีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย ทั้งทางด้านสรีรวิทยา ทักษะและเทคนิคต่างๆ ซึ่งต้อง อาศัยความรู้และศาสตร์แขนงต่างๆ มาใช้ร่วมกัน เช่น สรีรวิทยา (Physiology), ชีวกลศาสตร์ การกีฬา (Sport Biomechanics), กีฬาเวชศาสตร์ (Sport Medicine), จิตวิทยาการกีฬา (Sport Psychology) เป็นต้น (พิสิษฐ์ ธิติเลิศเดชา, 2545)

การประสบความสำเร็จในการว่ายน้ำต้องอาศัยปัจจัย 2 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านทักษะเทคนิคในการว่ายและปัจจัยทางด้านสรีรวิทยาของร่างกาย เนื่องจากกีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาปัจเจกบุคคล ผลแพ้ชนะจึงขึ้นอยู่กับตัวนักกีฬาว่าจะสามารถใช้ทักษะที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ปัจจัยทางสรีรวิทยา ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition), ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength), สมรรถภาพปอด (Lung capacity), สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular System), ระบบพลังงานที่ใช้ (Energy System) เป็นต้น ปัจจัยทางสรีรวิทยาเหล่านี้ถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของนักกีฬา หากนักกีฬามีปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ดีและมีทักษะในการว่ายที่มีประสิทธิภาพก็จะสามารถนำไปสู่ชัยชนะได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำ ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านลักษณะทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำอายุ 13-16 ปี ที่ได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition), ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength), สมรรถภาพของปอด (Lung Capacity) และความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Aerobic Capacity) จากการศึกษาพบว่า สมรรถภาพปอดของนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมาอย่างดีนั้น

มีความเกี่ยวข้องกับการประสบความสำเร็จในการแข่งขันว่ายน้ำ หากนักกีฬาว่ายน้ำสามารถรักษาความสามารถ ในการใช้ออกซิเจนได้ก็จะเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาความเร็วในการว่าย ส่วนปัจจัยอื่นๆ เช่น ความสามารถในการใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือทักษะในการว่ายอาจเป็นสิ่งสำคัญ ที่มีส่วนช่วยในการประสบความสำเร็จในกีฬาว่ายน้ำ (Vaccaro, 1980)

การว่ายน้ำในแต่ละท่าการว่ายนั้นต่างใช้กล้ามเนื้อในแต่ละส่วนของร่างกายแตกต่างกันออกไป(Mcleod, 2010) กล่าวถึงมัดกล้ามเนื้อที่ใช้ว่ายน้ำในแต่ละท่าว่ามีกล้ามเนื้อหลักๆ ที่ใช้ในการว่าย และความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อมัดต่างๆกับช่วงจังหวะในการว่าย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับ กล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำแต่ไม่ได้ระบุหรือแบ่งการศึกษาว่าในการว่ายน้ำแต่ละท่าต้องใช้กล้ามเนื้อมัดใดเป็นหลัก เช่น ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงกล้ามเนื้อในนักกีฬาว่ายน้ำ โดยพิจารณามัดกล้ามเนื้อที่ใช้วัดความแข็งแรงจากลักษณะ ท่าทางในการว่าย เช่น ankle plantar flexion, shoulder extension และ knee extension เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้วิจัยศึกษาถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดที่ใช้ในการว่ายน้ำทั่วๆไป แต่ไม่ได้ระบุแยกเป็นแต่ละท่าการว่าย (Vaccaro, 1980)

นอกจากการศึกษากล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำโดยทั่วไปแล้ว ยังมีการศึกษาแบบเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงและความอ่อนตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อนั้นๆ ในแต่ละชนิดกีฬา โดยเปรียบเทียบความยาวของกล้ามเนื้อขณะงอแขนในจังหวะการเคลื่อนไหว ต่างๆ ตามชนิดกีฬา เช่น ได้กล่าวไว้ในงานวิจัยว่า “ในนักกีฬาว่ายน้ำมีความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi มากกว่านักกีฬาแคนนูและรักบี้และยังศึกษาในท่าฟรีสไตล์ของว่ายน้ำพบว่า Latissimus dorsi นั้นทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อ Subscapularis ในจังหวะมือดึงน้ำสู่จังหวะเริ่มของช่วง recovery phase แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ศึกษา ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถสรุปไปยังเพศหญิงได้ (Herrington, 2012)

ถึงแม้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะมีส่วนสำคัญต่อความเร็วในการว่ายน้ำ องค์ประกอบของร่างกายก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการว่ายน้ำด้วยเช่นกัน เช่น การศึกษาเกี่ยวกับน้ำหนักตัวและน้ำหนักไขมันในนักกีฬาว่ายน้ำช่วงอายุ 6-18 ปีอีกด้วย โดยจากการศึกษาพบว่า ความแตกต่างในเรื่องของน้ำหนักตัวและน้ำหนักไขมันนั้นขึ้นอยู่กับเพศโดยพบว่าในเพศชาย มีเปอร์เซ็นต์ของภาวะน้ำหนักเกินและไขมันเกินมากกว่าในเพศหญิง แต่ทั้งนี้การศึกษานี้ยังไม่สามารถระบุความแตกต่างของน้ำหนักตัว, ไขมันหรือดัชนีมวลรวมของร่างกายได้ในนักกีฬาที่มีความแตกต่างในการฝึก, ลักษณะท่าทางที่นักกีฬาใช้ในการแข่งขันหรือแม้กระทั่งในเรื่องของโภชนาการที่ต่างกัน

การศึกษาเกี่ยวกับระบบหายใจในนักกีฬาว่ายน้ำก็พบเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาเกี่ยวกับความดันสูงสุดขณะหายใจในนักกีฬาว่ายน้ำวัยรุ่น โดยศึกษาความดันในช่วงหายใจเข้า-ออกในนักกีฬาที่มีการฝึก โดยผลการศึกษาพบว่า ความดันในขณะหายใจและการทำงานของกล้ามเนื้อ ที่ใช้ในการหายใจในนักกีฬาว่ายน้ำนั้นมีผลที่ต่างกันโดยขึ้นอยู่กับเพศ (Crispino, M.L., C., & M., 2011)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางสรีรวิทยาในนักกีฬาว่ายน้ำนั้น ยังไม่มีการบูรณาการความรู้ทางสรีรวิทยาแบบองค์รวม มีเพียงการแบ่งการศึกษาเฉพาะเรื่องเฉพาะส่วนเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วกีฬาว่ายน้ำเพื่อการแข่งขันนั้น จำเป็นต้องใช้นักกีฬาที่มีปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ต่างกันออกไป เนื่องจากความแตกต่างทางท่าทางในการว่ายที่ต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, สมรรถภาพปอด, สมรรถภาพหัวใจ, องค์ประกอบของร่างกายที่แตกต่างกัน รวมถึงระยะทางในการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะไกล และเนื่องจากการว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์เป็นท่าทางที่มีการแบ่งระยะทางการแข่งขันชัดเจนทั้งในนักกีฬาเพศหญิงและเพศชาย ซึ่งมีการแบ่งตั้งแต่ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะไกล และในแต่ละระยะการแข่งขันนักกีฬาก็จะต้องใช้ศักยภาพทางกายและเทคนิคที่ต่างกัน ดังนั้นจึงน่าจะเป็นประโยชน์หากผู้วิจัยสามารถ เปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลางได้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยครั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลาง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

สมมติฐานของการวิจัย

นักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลางจะมีปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลาง โดยศึกษาในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนอายุ 15 ปีขึ้นไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทุกคนให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจและเต็มความสามารถ
2. ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยทุกคนไม่มีปัญหาด้านสุขภาพหรือมีโรคประจำตัว
3. ในการศึกษาวิจัยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาระดับเยาวชนทีมชาติที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป
2. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้มีการควบคุมปัจจัยทางด้านโภชนาการ ทางด้านจิตใจและ ด้านการพักผ่อน
3. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดสอบทางด้านปัจจัยทางสรีรวิทยาเท่านั้น
4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต่างได้รับการฝึกและมีความถนัดในท่าทางการว่ายในแต่ละท่า

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ปัจจัยทางสรีรวิทยา หมายถึง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย ทั้งในด้านกลศาสตร์ กายภาพและด้านชีวเคมี โดยในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาในส่วนขององค์ประกอบของร่างกาย, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, สมรรถภาพปอด ระบบพลังงานและสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด

องค์ประกอบของร่างกาย หมายถึง ส่วนประกอบของร่างกาย ได้แก่ กล้ามเนื้อ, ไขมัน และของเหลวรวมถึงแร่ธาตุต่างๆ ในการทำกิจกรรมทางกายรวมถึงการเล่นกีฬาต่างๆ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในการทำกิจกรรมทางกายต่างๆ

สมรรถภาพปอด หมายถึง ความสามารถในการทำงานของปอด โดยดูจาก ปริมาตรอากาศที่เข้าและออกจากปอดในหนึ่งครั้งการหายใจ

สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด หมายถึง ความสามารถในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด โดยวัดจากอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิต

ระบบพลังงาน หมายถึง พลังงานที่ร่างกายใช้ในขณะทำกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย โดยแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การว่ายน้ำระยะสั้น หมายถึง การแข่งขันว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ระยะ 50 เมตร (Toubekis Argyris G., Vasilaki Anthoula, Douda Helen, Gourgoulis Vassilios, & Tokmakidis Savvas, 2011)

การว่ายน้ำระยะกลาง หมายถึง การแข่งขันว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ระยะทาง 400 เมตร (T. A. G., Anthoula, Helen, Vassilios, & Savvas, 2011)

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงปัจจัยทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลาง
2. สามารถเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลาง
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาปัจจัยทางสรีรวิทยาที่จำเป็นต่อการว่ายน้ำของนักกีฬาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้ต้องการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางสรีรวิทยาที่จำเป็นต่อนักกีฬาว่ายน้ำในทุกท่าทางและทุกระยะทาง ดังนั้นสิ่งที่ผู้วิจัยสนใจและต้องการศึกษาจึงเกี่ยวข้องกับหลักสรีรวิทยาทั้งทางด้านกล้ามเนื้อ, สมรรถภาพปอด, ระบบพลังงาน องค์ประกอบของร่างกาย รวมถึงสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดอีกด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งเอกสาร ตำรา หนังสือและเอกสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ดังนี้

เอกสาร, ตำรา และหนังสือที่เกี่ยวข้อง

กีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาที่ต้องอาศัยทักษะและลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นสำคัญ เนื่องจากเป็นการแข่งขันประเภทลู่ ซึ่งผู้ชนะคือผู้ที่ทำเวลาได้น้อยที่สุดและว่ายได้ครบตามจำนวนรอบในการแข่งขันประเภทนั้นๆ ทั้งประเภทเดี่ยวและประเภททีมการจะสร้างประสิทธิภาพในการว่ายน้ำให้แก่นักกีฬานั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยในด้านต่างๆ หนึ่งในปัจจัยที่สำคัญก็คือ ปัจจัยทางสรีรวิทยาที่เหมาะสมต่อการแข่งขัน การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางสรีรวิทยาแบบบูรณาการที่เหมาะกับนักกีฬาว่ายน้ำนั้นยังไม่พบเจอมากนัก หากแต่มีการศึกษาปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำเพียงเฉพาะเรื่องเท่านั้น ซึ่งการศึกษาปัจจัยทางสรีรวิทยาแบบบูรณาการดังกล่าวจะทำให้สามารถทราบถึงปัจจัยทางสรีรวิทยาที่จำเป็นต่อการว่ายน้ำในท่าการว่ายต่างๆ ว่ามีความเหมือนและต่างกันเช่นไร ทั้งนี้โค้ชและนักกีฬาก็จะสามารถกำหนดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาปัจจัยทางสรีรวิทยาดังกล่าวให้พร้อมสำหรับการแข่งขันประเภทต่างๆได้อีกด้วย

การแข่งขันกีฬาว่ายน้ำในสากลนั้น แบ่งออกเป็น 4 ท่าทาง ได้แก่ ท่าฟรีสไตล์, ท่ากรรเชียง, ท่ากบ และท่าผีเสื้อ ซึ่งแต่ละท่าทางมีการเคลื่อนไหวที่ต่างกัน และต้องอาศัยทั้งหลักสรีรวิทยาของร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านกล้ามเนื้อ, สมรรถภาพปอด, การใช้พลังงานการว่ายในแต่ละท่า แต่ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจเพียงท่าฟรีสไตล์เท่านั้น โดย จรูญ มีสิน (2547) กล่าวถึงเทคนิค ในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ดังนี้

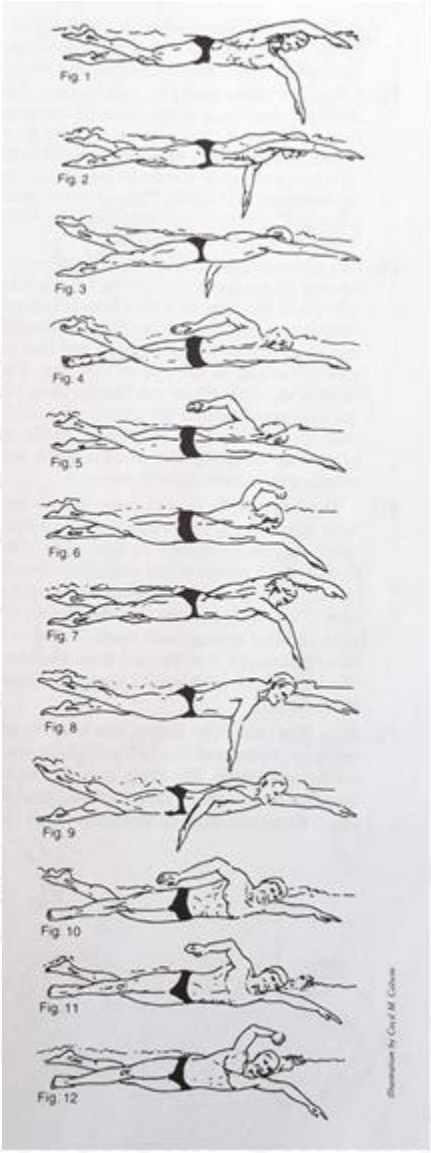
1.ท่าฟรีสไตล์

- การเตะเท้า นอนคว่ำเตะเท้าลอยตัว เน้นให้จังหวะการเตะต่อเนื่อง โดยใช้ทั้งท่อนขาเตะเท้า ออกแรงเหวี่ยงตั้งแต่สะโพกลงไป โดยมีความอ่อนตัวของข้อเข่าและข้อเท้า ไม่เกร็ง ไม่กระตุก และมีอัตราการเตะเท้าสม่ำเสมอ เช่น 2-4-6 ครั้งต่อสโตรค

- การเหวี่ยงแขนโดยเริ่มจากท่าเริ่มต้น คือ เหยียดแขนทั้งสองข้างประสานเหนือศีรษะในขณะลอยตัวเตะขา จากนั้นใช้การดึงแขนทีละข้างเข้าหาลำตัว โดยในจังหวะ

การดึงจะต้องให้ข้อศอกสูงกว่าข้อมือเสมอ มือ ข้อมือ และข้อศอกต้องลงสู่ผิวน้ำตามลำดับเสมอ เมื่อแขนลงสู่ผิวน้ำแล้วลำตัวและหัวไหล่ต้องกลิ้งไหลไปตามจังหวะแขน เมื่อมือลงสู่ใต้น้ำ ดึงกวาดเป็นรูป

Question Mark โดยดึงเข้างอศอกเข้ากลางลำตัวเพื่อเร่งการผลักน้ำในจังหวะสุดท้าย เริ่มหายใจเมื่อถึงจังหวะสุดท้ายของการดึงแขน หายใจแค่ครึ่งปาก แล้วหันกลับมาให้พร้อมกับจังหวะแขนลง



รูป 1แสดงท่าทางการว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์(Colwin, 1999)

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นเทคนิคและท่าทางในการว่ายน้ำที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาปัจจัยทางสรีรวิทยา โดยอาศัยการทดสอบสมรรถภาพทางกายในด้านต่างๆ ซึ่งได้มีเอกสารที่กล่าวถึงการทดสอบหรือปัจจัยทางด้านสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนี้

จรูญ มีสิน (2547) กล่าวถึงวิทยาศาสตร์การกีฬาและสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ในมุมมองของผู้ฝึกสอน ดังนี้ การทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา ได้แก่

-อัตราการเต้นของหัวใจ

-ความจุปอด

-ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

-ระบบหายใจมีประสิทธิภาพ

-การเคลื่อนไหวต่อเนื่อง

-การทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กัน

-ความอ่อนตัว

-การทรงตัว

-ความแข็งแรง

-ความอดทน

-ความสามารถพิเศษ

ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่ใช้วัดประสิทธิภาพในการว่ายน้ำของนักกีฬาว่ายน้ำไว้ดังนี้ การที่นักกีฬาว่ายน้ำจะมีประสิทธิภาพในการว่ายน้ำนั้น คือ ความสามารถที่ทำให้ร่างกายเคลื่อนที่ไปได้ไกลโดยใช้พลังงานหรือใช้แรงน้อยที่สุด ซึ่งการที่นักกีฬาจะสามารถทำเช่นนั้นได้ต้องประกอบด้วยหลายปัจจัย ได้แก่

-Stroke technique

-ความแข็งแรง, กำลัง และความอ่อนตัว

-Body position and Streamlining ในน้ำ

-ระดับของสมรรถภาพทางกาย (level of fitness)

-ประเภทและรูปร่างของร่างกาย (Body type and shape)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าปัจจัยทางสรีรวิทยาเป็นอีกส่วนหนึ่งที่จำเป็นอย่างมากสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจและต้องการศึกษาปัจจัยทางสรีรวิทยาที่สำคัญสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำ โดยแบ่งได้ดังนี้

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength)
2. ระบบพลังงานที่ใช้ (Energy System)
3. องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition)
4. สมรรถภาพปอด (Lung Capacity)
5. สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular system)

ระบบกล้ามเนื้อ

ระบบกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยทางสรีรวิทยาที่จำเป็นสำหรับการเคลื่อนไหวรวมถึงการเล่นกีฬา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาว่ายน้ำ ซึ่งเป็นกีฬาที่ต้องใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก การออกแรงทั้งหมดจึงขึ้นอยู่กับความแข็งแรงและกำลังของกล้ามเนื้อทั้งหมด ดังนั้นการว่ายน้ำ จึงต้องใช้แรงทั้งหมดมาจากกล้ามเนื้อทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำ โดยจะแบ่งออกตามลักษณะท่าทางในการว่าย เช่น ท่าฟรีสไตล์, ท่ากรรเชียง, ท่ากบ และท่าผีเสื้อ Mcleod (2010) ได้กล่าวไว้ในหนังสือถึงมัดกล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ดังนี้

1.ท่าฟรีสไตล์

- จังหวะเริ่มต้นการเคลื่อนไหวจะใช้ Pactoralis Major รวมกับ Latissimus dorsi ซึ่งกล้ามเนื้อสองมัดนี้จะทำหน้าที่ในการออกแรงดึงใต้ผิวน้ำ
- จังหวะออกแรงจะใช้กลุ่มกล้ามเนื้อ Wrist flexors นอกจากนี้ในกลุ่มกล้ามเนื้อ ข้อศอก Elbow flexors เช่น Biceps brachii และ brachialis จะช่วยในการงอข้อศอก และ Triceps brachii จะช่วยในการเหยียดข้อศอก
- จังหวะ recovery phase กล้ามเนื้อ Detoid และ Rotator cuff ได้แก่ Supraspinatus, intraspinatus, teres minor และ subscapularis เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อกลุ่มแรกที่ทำงานในจังหวะนี้ นอกจากนี้ยังมีกลุ่มกล้ามเนื้ออื่นๆ ที่ช่วยในการรักษาสมดุลของร่างกาย เช่น shoulder blade stabilizers ได้แก่ Pectoralis minor, Rhomboid, Levator Scapula, middle and lower Trapezius และ Serratus anterior ซึ่งกลุ่มกล้ามเนื้อนี้มีความสำคัญเนื่องจากเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงระเบิดของมือ รวมถึงยังช่วยในการประคองแรงของ Scapula อีกด้วย

- ในส่วนของลำตัว ก็ยังมีกล้ามเนื้อที่ช่วยในการทรงตัวด้วย เช่น Core Stabilizers ได้แก่ Transversus abdominis, Rectus abdominis, Internal oblique, External oblique และ Erector spinae ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในกระบวนการว่าย เนื่องจากกล้ามเนื้อดังกล่าวจะเป็นตัวเชื่อม การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบนและส่วนล่าง

- การเตะขาก็เช่นเดียวกับการหมุนแขน ในจังหวะออกแรงระเบิด เริ่มการ เคลื่อนไหวจากสะโพก โดยใช้กล้ามเนื้อ Iliopsoas และ Rectus femoris ซึ่ง Rectus femoris จะมีส่วนในการเหยียดเข่าในตอนแรกเมื่อสะโพกเริ่มเคลื่อนที่ และกลุ่มกล้ามเนื้อ Quadriceps ได้แก่ vastus lateralis, vastus intermedius และ vastus medialis จะทำงานร่วมกับ Rectus femoris ในการเพิ่มแรงเหยียดเข่า และในช่วง recovery phase กลุ่มกล้ามเนื้อ Gluteal ได้แก่ gluteus maximus และ medius รวมถึง กลุ่มกล้ามเนื้อ Hamstrings ได้แก่ biceps femoris, semitendinosus และ semimembranosus ทั้งสองกลุ่มนีจะช่วยในการเหยียดสะโพก ส่วนในเรื่องของการเตะเท้า จะใช้กล้ามเนื้อ Plantarflexor รวมถึง Gastrocnemius และ Soleus อีกด้วย ส่วนการงอเข่า จะใช้กล้ามเนื้อ Hamstring

ตารางที่ 1 แสดงกล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์

	MAIN	ARM	TRUNK	LEG
FREESTYLE	pecteralis major	wrist flexor	transversus abdominis	iliopsoas
	latissimus dorsi	biceps brachii	rectus abdominis	rectus femoris
	pecteralis minor	brachialis	internal oblique	quadriceps
	levator scapula	triceps brachii	external oblique	gluteal maximus
	middle lower trapezius	rotator cuff	erector spinae	gluteal medius
	serratur anterior	deltoid		hamstring
				gastrocnemius
				soleus
				plantar flexor

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าการว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์ได้มีการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆหลายกลุ่มกล้ามเนื้อ แต่สุดท้ายแล้วกล้ามเนื้อแต่ละมัดล้วนมีการทำงานร่วมกันเพื่อให้ร่างกายสามารถเคลื่อนไหวได้ ส่วนประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นักกีฬาเอง ซึ่งได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) และกำลังของกล้ามเนื้อ (Muscular Power)

ระบบพลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำ

ระบบพลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำล้วนมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะทางที่ใช้ในการแข่งขันและท่าทางที่ใช้ในการว่าย เช่น ในการแข่งขันระยะใกล้และระยะไกล ทั้งนี้ระบบพลังงานที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับเวลาที่ทำการเคลื่อนไหวด้วย ระบบพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวมี 2 ระบบ คือ

1. Anaerobic Energy System คือ ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถือเป็นระบบพลังงานพื้นฐาน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ATP-CP: $ATP \rightarrow ADP + Pi + energy$

$CP + ADP \rightarrow ATP$

จากสมการดังกล่าว จะเห็นว่าร่างกายดึงเอา Adenosine Triphosphate หรือ ATP มาใช้เป็นพลังงานก่อน หลังจากนั้น ATP ไม่สามารถถูกดึงมาใช้ได้อีก CP จึงเข้ามามีบทบาทเพื่อทำให้ ADP ถูกสังเคราะห์กลับมาเป็น ATP อีกครั้ง ดังนั้นระบบพลังงาน ATP-CP จึงเป็นระบบพลังงานที่ใช้ตอนเริ่มต้นการทำกิจกรรมทางกาย และยังเป็นระบบพลังงานที่มีบทบาทตลอดการเคลื่อนไหวอีกด้วย ดังนั้นการเพิ่มระบบพลังงาน ATP-CP สามารถทำได้โดยการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ เพราะ ATP ถูกเก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้นเอง ส่วนการเพิ่ม CP ให้มากขึ้นนั้น อาจทำโดยการรับประทานหรือฉีด CP เข้าไปในร่างกายของนักกีฬาโดยตรงนั้นเอง

Anaerobic Glycolysis คือ ระบบพลังงานที่ใช้ Glycogen ซึ่งถูกสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อถูกดึงมาใช้แบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยผลที่เกิดจากการใช้พลังงานแบบ Anaerobic glycolysis นี้ คือ ความล้า (Fatigue) โดยมีสมการ ดังนี้

$Lactic\ acid \rightarrow Lactate + H$

ซึ่งตัวที่ทำให้เกิดความล้านั้นก็คือ Hydrogen ion นั้นเอง

2. Aerobic Energy System คือ ระบบพลังงานที่ใช้ออกซิเจน โดยมี VO2max เป็นตัววัด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ระบบพลังงานนี้ไม่ได้ขึ้นกับ VO2max เพียงอย่างเดียว แต่ VO2max เป็นเพียงส่วนหนึ่ง ของระบบ Aerobic Endurance เช่น หากมี VO2max ไม่ดี แต่สามารถประหยัดพลังงานได้ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการแข่งขัน ดียิ่งขึ้น เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบทางกาย (Body Composition)

อีกสิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นและสำคัญสำหรับการว่ายน้ำก็คือ องค์ประกอบทางกาย โดยองค์ประกอบทางกายดังกล่าวนี้ หมายถึง เปอร์เซ็นต์ไขมัน โดยมีการศึกษาในต่างประเทศว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันมีผลต่อแรงลอยตัว กล่าวคือ หากมีไขมันมากก็จะมีแรงลอยตัวมาก แต่ในทางกลับกันมวลกล้ามเนื้อก็จะน้อยลงและหากมวลกล้ามเนื้อน้อยลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก็จะน้อยลงด้วย ซึ่งแน่นอนว่าไม่เป็นผลดีกับการออกแรงของร่างกายในการว่ายน้ำ ดังนั้นจะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลกล้ามเนื้อต้องมีสัดส่วนพอเหมาะกับสภาพร่างกาย (Richardson, 2000)

สมรรถภาพปอด

นอกจากในเรื่องของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ, ระบบพลังงานและองค์ประกอบของร่างกายแล้วนั้น อีกปัจจัยหนึ่งทางสรีรวิทยาที่จำเป็นกับนักกีฬาว่ายน้ำก็คือ สมรรถภาพปอด เนื่องจากกีฬาว่ายน้ำเป็นกีฬาทางน้ำ ร่างกายส่วนใหญ่อยู่ใต้น้ำรวมถึงการหายใจที่เปลี่ยนไป ดังนั้น หากปอดสามารถมีความจุปริมาณก๊าซออกซิเจนได้มากก็จะเป็นผลดีต่อทักษะในการว่ายเช่นกัน

การทดสอบสมรรถภาพปอดนั้น เป็นวิธีการตรวจสอบการทำงานของปอด โดยการทดสอบสามารถวัดปริมาตรอากาศที่ปอดสามารถจุได้ ,ความเร็วในการแลกเปลี่ยนก๊าซ เข้าออกภายในปอดและความ สามารถในการถ่ายเทสู่เลือดและกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทดสอบนั้นสามารถช่วยวิเคราะห์และแก้ปัญหาเกี่ยวกับปอด ,ประเมินความรุนแรงของปัญหา ปอดและตรวจสอบ รวมถึงการทดสอบอื่น ๆ เช่น การทดสอบปริมาณก๊าซที่เหลืออยู่ในปอด , การทดสอบการแพร่กระจายก๊าซ , การวัดความอิ่มตัวออกซิเจนของฮีโมโกบิลร่างกาย ,การทดสอบต่อการหายใจและ ความเครียดการออกกำลังกาย หรืออาจจะทำการทดสอบเพื่อตรวจสอบการทำงานของปอดก็ได้เช่นกัน (ปิยนุช สวนสิน, 2551)

ตัวแปรที่สนใจในการทดสอบสมรรถภาพปอด ได้แก่

FVC (Forced Vital Capacity) คือ ปริมาตรอากาศที่วัดได้ขณะ หายใจออกอย่างเร็ว แรง จนหมดหลังจากหายใจเข้าอย่างเต็มที่ ซึ่งผลค่า FVC แสดงถึงปริมาตรอากาศที่จุอยู่ในปอดทั้งหมด

FEV1 (Forced Expiratory Volume in One second) คือ ปริมาตร อากาศที่หายใจออกมาอย่างเร็วและแรงได้ในหนึ่งวินาที

FEV1/FVC % คือ ร้อยละของปริมาตรอากาศที่เป่าออกมาได้ใน วินาทีที่ 1 ต่อปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่างเร็วและแรง ซึ่งแสดงถึง ความสามารถในการเป่าอากาศออกจาก ปอด

FEF 25-75 คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจเข้าที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงกลาง (25-75%) ของ FVC มีหน่วยเป็นลิตรต่อ วินาที

PEF (Peak Expiratory Flow) คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจ ออกที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงต้นของการหายใจออกอย่างเร็ว และเต็มที่จากตำแหน่งหายใจเข้าเต็มที่ หน่วยเป็นลิตรต่อวินาที

สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด

อีกหนึ่งปัจจัยทางสรีรวิทยาที่สำคัญคือ สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากการออกกำลังกายหรือการทำกิจกรรมทางกายทุกชนิดล้วนเกี่ยวข้องและใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนดความหนักหรือระยะเวลาที่ใช้ออกกำลังกาย บุคคลที่มีการฝึกฝนหรือมีการออกกำลังกายตามความหนัก ความถี่และระยะเวลาที่กำหนด หรือออกกำลังกายอย่างเป็นประจำจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับปริมาณโลหิตที่สูบฉีดออกจากหัวใจใน 1 ครั้งด้วย จากการศึกษาพบว่า ผู้ที่มีการออกกำลังกายหรือนักกีฬาที่มีการฝึกฝนอยู่เป็นประจำ หัวใจจะมีความสามารถสูบฉีดโลหิตครั้งหนึ่งๆ ได้ปริมาณที่มากกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกาย นอกจากปริมาณโลหิตที่สูบฉีดออกจากหัวใจและอัตราการเต้นของหัวใจแล้ว ขนาดของหัวใจในนักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นเวลาต่อเนื่องนานๆ จะมีขนาดหัวใจที่ใหญ่และแข็งแรงขึ้น และยังพบว่าระยะการคลายตัวของหัวใจนานขึ้นจึงส่งผลให้มีเวลารับโลหิตได้มากขึ้นอีกด้วย

อัตราการเต้นของหัวใจ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของระบบหัวใจและหลอดเลือด บ่งบอกถึงความหนักในการออกกำลังกายและผลลัพธ์ของการฝึกร่างกาย ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาจะช้ากว่าคนปกติ โดยปกติอัตราการเต้นของหัวใจจะขึ้นกับเพศและอายุ นอกจากนี้ การออกกำลังกายที่เพิ่มความหนักเรื่อยๆ จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นและเมื่อหยุดออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงอย่างช้าๆและอาจต่ำกว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักได้ จากการศึกษาพบว่าอัตราเร็วในการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นสัดส่วนกับความหนักในการออกกำลังกาย (รัตนาวดี ณ นคร, 2549)

ความดันโลหิต อีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกกำลังกาย พบว่าในขณะออกกำลังกาย ความดันโลหิตจะมีการเปลี่ยนแปลงสาเหตุเนื่องมาจากปริมาณโลหิตที่ไหลมากขึ้น ปริมาตรการสูบฉีดโลหิตของหัวใจก็มากขึ้นตาม การออกกำลังกายในระดับปานกลางถึงหนัก ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวสูงขึ้นและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (รัตนาวดี ณ นคร, 2549)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

Bak (1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงและองศาการหมุนของกล้ามเนื้อหัวไหล่ในนักกีฬาว่ายน้ำที่มีอาการบาดเจ็บของข้อไหล่และข้อไหล่ปกติ การวิจัยนี้ใช้แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่มีอาการบาดเจ็บที่หัวไหล่ กลุ่มที่สอง เป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่ไม่การบาดเจ็บของข้อไหล่ ทำการทดสอบ การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวไหล่แบบ Concentric และ Eccentric ของ Internal rotational torque และ External rotational ซึ่งพบว่ากลุ่มที่มีอาการบาดเจ็บจะมี Internal rotational torque ดังกล่าวน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งการลดลงของค่า Internal rotational torque นั้น สามารถสรุปความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอัตราส่วนระหว่าง Concentric และ Eccentric ของ External rotational กับ Internal rotationl ของทั้งสองกลุ่มตัวอย่าง ส่วนในเรื่องขององศาการเคลื่อนไหว พบว่าทั้งสองกลุ่มตัวอย่าง มีการเพิ่มขึ้นของ External range of motion และมีการลดลงของ Internal range of motion เมื่อเทียบกับค่าปกติ ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวได้แนะนำถึงการป้องกันการบาดเจ็บและการฟื้นฟูการบาดเจ็บของนักกีฬาว่ายน้ำนั้นต้องเริ่มจากการสร้างความแข็งแรงของ External rotator ของข้อไหล่ก่อน

Emslander (1998)ได้วิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของ Body mass และ Muscular Strength ในนักกีฬา โดยดูจาก Bone mineral Density (BMD), VO2max, Muscle strength และ ระดับของ Physical Activity โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวิ่งและว่ายน้ำ ผลการวิจัยพบว่าในนักกีฬา ว่ายน้ำไม่พบความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญในเรื่องเกี่ยวกับ Body mass, BMD แต่มีความแตกต่างอย่าง อย่างมีนัยสำคัญเกี่ยวกับ Shoulder, back, grip muscular strength ดังนั้นจึงเห็นว่ากีฬาว่ายน้ำนั้นส่งผล โดยตรงต่อ Muscular strength หากมี Muscular strength ที่ดีก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการว่ายน้ำขึ้นด้วย

J. et al. (2002) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในนักกีฬาว่ายน้ำ, เทนนิส, ยิมนาสติก, แฮนด์บอลอาชีพและไม่ใช่นักกีฬาอาชีพ โดยใช้เครื่อง Darcus Dynamometer โดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้ของเครื่องในท่าทางที่สบาย ทำการทดสอบในท่า Horizontal supinated ในท่าทางการหดตัว ของแขน (flexion) และในท่า Pronated ในท่าทางการเหยียดของแขน (extension) โดยทำการกำหนด มุมการเคลื่อนไหวของแขนที่ 90 องศา โดยให้ผู้ทดสอบ ออกแรงในแต่ละครั้งอย่างเต็มที่ โดยผลการทดสอบพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในนักกีฬาว่ายน้ำอาชีพทั้งในส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการงอและเหยียดแขน

Tella V. et al. (2008) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของความล้าในจังหวะเริ่มเร่งความเร็วในนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ โดยใช้การวิเคราะห์ความถี่ของเวลา งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในขณะเร่งความเร็วของนักกีฬาว่ายน้ำทั้งก่อนและหลังการล้า โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำให้ทำการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ที่ความเร็วสูงสุดในระยะทาง

25 เมตร โดยปราศจากความล้าในรอบแรกและรอบที่สองให้ว่ายหลังจากเกิดการล้าแล้ว ตัวแปรที่สนใจ ได้แก่ Root Mean Square (RMS), Peak Power (PP), Peak Power Frequency (PPF) และ Spectrum area (SA) จากผลการวิจัยพบว่า ค่า RMS มีการเปลี่ยนแปลงถึง 65% ส่วนในด้านกลับกัน PP, PPF และ SA นั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ .001 โดยเมื่อมีความล้านั้น พบว่า PP ลดลง 63.1% และ SA ลดลง 59.5% จากการวิจัยสรุปว่า การเร่งความเร็วนั้นส่งผลต่อการเกิดแรงระเบิดในขณะที่นักกีฬาว่ายน้ำซึ่งแสดงให้เห็นทั้งก่อนและหลังการเกิดความล้า

Herrington (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของความยาวของกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ขณะงอของหัวไหล่ในนักกีฬาแคนนู, ว่ายน้ำ, นักรักบี้และกลุ่มควบคุม โดยในงานวิจัยนี้ได้ให้ความสำคัญกับกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ว่าส่งผลต่อการเกิดการบาดเจ็บบริเวณหัวไหล่ หากมีกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi มีความยาวที่มากเกินไป ซึ่งผลการวิจัยพบว่าในนักกีฬาว่ายน้ำ มีความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi มากกว่านักกีฬาแคนนูและรักบี้ และยังศึกษาในท่าฟรีสไตล์ของนักกีฬาว่ายน้ำด้วยพบว่า กล้ามเนื้อ Latissimus dorsi นั้น ทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อ Subscapularis ในจังหวะมือดึงน้ำที่เข้าสู่จังหวะเริ่มของ recovery phase แต่งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาเพียงในกลุ่มตัวอย่างเพศชายเท่านั้น

Edouard (2013) ได้ใช้ Biodex Isokinetic Dynamometer ช่วยในการฝึก Strength ของหัวไหล่ ในคนที่มี strength imbalance โดยกลุ่มตัวอย่าง 46 คน ทำการฝึกโดยใช้ Biodex ใน Position ของหัวไหล่ ที่มุม 60 deg/sec, 120 deg/sec ของ concentrically และที่มุม 30 deg/sec ของ eccentrically ผลการวิจัยพบว่า Strength ของ หัวไหล่เพิ่มขึ้นและมีความสัมพันธ์กับ Peak Torque อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีอัตราส่วนอยู่ที่ 21.3 – 40.2%

Laudner Kevin G. and Williams Jeffrey G. (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อ Latissimus dorsi และการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของ scapular ของนักกีฬาว่ายน้ำระดับมหาวิทยาลัย การวิจัยครั้งนี้ใช้นักกีฬาว่ายน้ำที่ไม่มีประวัติการบาดเจ็บบริเวณไหล่และไม่เคยได้รับการผ่าตัดมาก่อน ทดสอบโดยการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi โดยการวัดความยาวกล้ามเนื้อโดยเครื่อง Myotonometer และใช้คลื่นไฟฟ้าในการวัดการเคลื่อนไหวของ Scapular ที่มุมองศา ดังนี้ 30, 60, 90 และ 110 องศาตามลำดับ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า นักกีฬาว่ายน้ำควรจะมีความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Lastissimus dorsi กับการเคลื่อนไหวของ Scapular ในระดับปานกลางถึงระดับสูง เนื่องจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Lastissimus dorsi กับกาเคลื่อนไหว ของ Scapular ดังกล่าวนั้น มีส่วนช่วยลดการเกิดการบาดเจ็บบริเวณหัวไหล่ได้

ระบบพลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำ

กีฬาว่ายน้ำเพื่อการแข่งขันมรการจัดอย่างสม่ำเสมอ ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ความสำเร็จของนักกีฬา คือ การใช้เวลาในการแข่งขันให้น้อยที่สุด ซึ่งหมายถึง การใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สถิติการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้น (50 เมตร) และการแข่งขันกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลาง (400 เมตร) ในการแข่งขันระดับชาติและระดับนานาชาติ มีดังนี้ (สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย, 2556)

1. การแข่งขันกีฬาว่ายน้ำชิงแชมป์ประเทศไทย

- ฟรีสไตล์เพศชายระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:22.75 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศชายระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 03:53.61 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:25.80 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 04:14.23 วินาที

2. การแข่งขันกีฬาว่ายน้ำ กีฬาซีเกมส์ 2013

- ฟรีสไตล์เพศชายระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:23.12 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศชายระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 03:54.89 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:25.69 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 04:14.23 วินาที

3. การแข่งขันกีฬาว่ายน้ำ กีฬาเอเชี่ยนเกมส์ 2010

- ฟรีสไตล์เพศชายระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:22.37 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศชายระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 03:41.53 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:24.97 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 04:05.58 วินาที

4. การแข่งขันกีฬาว่ายน้ำ กีฬาโอลิมปิก 2012

- ฟรีสไตล์เพศชายระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:21.34 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศชายระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 03:40.14 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะสั้น 50 เมตร สถิติเวลา 00:24.05 วินาที
- ฟรีสไตล์เพศหญิงระยะกลาง 400 เมตร สถิติเวลา 04:01.25 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากสถิติเวลาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้น 50 เมตร จะใช้เวลาในการว่ายไม่เกิน 30 วินาที ดังนั้นระบบพลังงานที่นักกีฬาจำเป็นต้องใช้มากที่สุด จึงได้แก่ ระบบพลังงานแบบ ATP-CP และระบบ Anaerobic glycolysis เนื่องจากระบบ พลังงานแบบ ATP-CP จะถูกใช้หมดในเวลาประมาณ 6 วินาทีแรกของการใช้พลังงาน และระบบพลังงานแบบ Anaerobic glycolysis จะถูกนำมาใช้ต่อและหมดภายใน 1-2 นาที ดังนั้นการว่ายน้ำระยะสั้นจึงใช้ระบบพลังงานทั้งสองเป็นหลัก ส่วนการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ระยะกลางที่มีเวลาในการว่ายประมาณ 3-4 นาทีนั้น จะใช้ระบบพลังงานแบบ Aerobic ด้วย เนื่องจากใน 2 นาทีแรกนั้น ระบบพลังงานแบบ ATP-CP และ Anaerobic glycolysis ได้ถูกนำไปใช้หมดแล้ว จึงต้องอาศัยระบบ Aerobic Energy มากกว่าการว่ายระยะสั้น

Brisbane (1997) ได้กล่าวถึงการใช้พลังงานในการแข่งขันว่ายน้ำระยะต่างๆ ดังนี้ ในการแข่งขันประเภทระยะสั้น ได้แก่ การว่าย 50 เมตร มีสัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ ดังต่อไปนี้

ระบบ ATP-CP 65%

ระบบ ATP-CP 65%

ระบบ Anaerobic glycolysis (lactate) 30 %

ระบบ Aerobic 5 %

ส่วนการแข่งขันว่ายน้ำในระยะทาง 200 เมตร สัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ มีดังนี้

ระบบ ATP-CP 10%

ระบบ Anaerobic glycolysis (lactate) 20%

ระบบ Aerobic 75-80 %

ส่วนในการแข่งขันระยะทางไกลนั้นจะใช้ระบบพลังงาน Aerobic เป็นส่วนมาก

Bencke J. et al. (2002) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาเยาวชนว่ายน้ำ, ยิมนาสติก, เทนนิส, แฮนด์บอล และในเยาวชนปกติที่ไม่ใช่นักกีฬา การทดสอบระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทดสอบโดยใช้การทดสอบของวินเกตต์ โดยใช้การปั่นจักรยานวัดงานเพื่อหากำลังสูงสุดและหาเปอร์เซ็นต์ของความล้า (%Fatigue index) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ในนักกีฬาเยาวชนหญิงว่ายน้ำพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของความล้าต่ำกว่าในนักกีฬาแฮนด์บอลหญิง และยังมีค่ากำลังสูงสุด (peak power) สูงกว่าในนักกีฬาแฮนด์บอลอีกด้วย

C.C., A.D., E., and B.S. (2002) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเร็วที่ใช้ในการว่ายน้ำกับการใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกในนักกีฬาว่ายน้ำอายุ 10-15 ปี จากการวิจัยต้องการวิเคราะห์ความเที่ยงของความเร็วในการว่ายที่ขึ้นกับการทดสอบ 4 mmol/l of blood lactate และความเร็วที่วัด จาก 30 min

test ซึ่งเป็นตัวชี้วัดสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบแอโรบิค ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบความเร็วแบบ 30 min test สามารถประเมินการใช้พลังงานแบบแอโรบิคได้ดีกว่า

Mendes (2004) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวข้องกับ CP และ Performance ในนักกีฬาว่ายน้ำ 18 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ Creatine และกลุ่มที่ใช้ Glucose placebo พบว่าไม่มี ความแตกต่างอย่างชัดเจนในการว่ายน้ำของนักกีฬาหลังจากรับอาหารเสริม แต่ Blood lactate เพิ่มสูงขึ้นอย่าง มีนัยสำคัญในกลุ่มที่ใช้ Glucose ส่วนในกลุ่มที่ใช้ Creatine นั้นมีการเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญของ Urinary Creatine, Creatinine, Body mass, lean mass และ body water แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเกี่ยวกับ muscle or bone mass ที่สังเกตได้

S. and T. (2004) ได้กล่าวถึงการเปรียบเทียบการทดสอบหาระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ไว้สองวิธี คือ Step test (7x200 m. Freestyle) และ Short Rest test (12x200 m. Freestyle) ซึ่งทั้งสองการทดสอบต้องการวัด Anaerobic Threshold (AT) โดยวัดจากกรดแลคติคและอัตราการเต้นของหัวใจ ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบแบบ Short Rest Test สามารถประเมินค่า AT ได้ดีกว่าการทดสอบแบบ Step Test

T.M. and J.P. (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระบบพลังงานที่นักกีฬาว่ายน้ำ ใช้ในการแข่งขัน การศึกษาครั้งนี้ศึกษาในนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 ท่า ได้แก่ ฟรีสไตล์, กบ, กรรเชียงและผีเสื้อ โดยเริ่มจากการเจาะเลือดก่อนการว่าย 1 ครั้ง เพื่อดูค่า Blood lactate ขณะพักหลังจากนั้นให้นักกีฬาว่ายในท่าที่ตนเองถนัดระยะทาง 200 เมตร เป็นจำนวน 7 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งที่ครบ 200 เมตร จะทำการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อดูค่า Blood lactate จำนวน 25 μl โดยผลการวิจัยพบว่า ท่าฟรีสไตล์เป็นท่าที่ต้องใช้พลังงานมากที่สุด รองลงมาคือ ท่ากรรเชียง, ผีเสื้อและกบตามลำดับ

Komar J. et al. (2012) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ Energy cost และ Arm coordination ในนักกีฬาว่ายน้ำแบบสปริ้นท์ โดยการวิจัยนี้ต้องการศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในการว่าย (ความเร็ว, อัตราการว่ายและความยาวสโตรค), องค์ประกอบที่ใช้ในการเคลื่อนไหวและประสิทธิภาพในกาว่าย เมื่อมี Energy cost เพิ่มขึ้น วิธีการวิจัยให้นักกีฬาว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์แบบสปรินท์ 6x300 เมตร และ คำนวณตัวแปรต่างๆ จากกล้องบันทึกภาพใต้น้ำ Energy cost ของ Locomotion นั้นถูกประเมินจากค่า Oxygen consumption และ Blood lactate ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ถ้าค่า Energy cost เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ Arm coordination นั้นคือ ถ้าหากนักกีฬาลดการเคลื่อนไหวต่างๆ เช่น การลดความเร็วในการหมุนแขน, ความยาวสโตรคก็จะสามารถรักษาและพัฒนาระบบพลังงานให้เกิดจุดเริ่มล้าที่ช้าลงได้

จากงานวิจัยต่างๆจะเห็นว่านักวิจัยได้ให้ความสำคัญกับระบบพลังงานเป็นอย่างมาก เพราะร่างกายไม่สามารถเคลื่อนไหวได้หากไม่มีพลังงาน ดังนั้นหากนักกีฬามีความสามารถในการดึงเอาพลังงานมาใช้ได้ดีก็จะสามารถแสดงศักยภาพในการว่ายหรือการใช้กำลังกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี เพราะฉะนั้น

นักกีฬาว่ายน้ำอาจจะฝึกระบบพลังงานต่างๆนี้ได้โดยการฝึกว่าย ให้เหมือนกับการแข่งจริงๆ เพื่อให้ร่างกายดึงเอาระบบพลังงานมาใช้ได้อย่างเต็มที่และร่างกายจะได้จดจำระบบพลังงานที่ถูกดึงมาใช้จริงๆ นั้นเอง

องค์ประกอบของร่างกาย

ณัฐิกา เพ็งลี (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางชีวกลศาสตร์และสัดส่วนร่างกายที่มีอิทธิพลต่อสถิติในการว่ายน้ำท่าวัดวาประเภทสปรินท์ ระยะทาง 50 เมตร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่เข้าแข่งขันในกีฬามหาวิทยาลัยและว่ายน้ำชิงชนะเลิศประเทศไทย ปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ที่สนใจ ได้แก่ ความยาวสโตรคและความถี่สโตรค ผลการวิจัยพบว่า ความยาวสโตรค ความถี่สโตรค และสัดส่วนร่างกายมีความสัมพันธ์กันกับสถิติในการว่ายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับค่าความเชื่อมั่น .001

Natale, Simone, Claude, and Angelo (1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับไขมันที่เพิ่มขึ้นในนักกีฬาว่ายน้ำหญิง งานวิจัยนี้ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมน้ำหนักกับองค์ประกอบของร่างกาย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง แบ่งเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มทดลองเป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่มีการควบคุมทางโภชนาการเป็นระยะเวลา 13 เดือน และอีกกลุ่มเป็นบุคคลที่ไม่มีการออกกำลังกาย ภายใน 2 เดือนพบความขัดแย่งกันของการออกกำลังกายในขณะควบคุมอาหารกับองค์ประกอบของร่างกายในกลุ่มนักกีฬาว่ายน้ำ และพบว่าในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการออก กำลังกายนั้นมีไขมันเพิ่มขึ้น จากการวิจัยสรุปว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างการควบคุมอาหารและองค์ประกอบของร่างกาย พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกาย โดยการออกกำลังกายและไขมันในร่างกายของนักกีฬาจะเพิ่มขึ้นเมื่อร่างกายไม่ได้รับการฝึกซ้อม ดังนั้นนักกีฬาจึงควรรู้จักสะสมและเก็บพลังงานจากสารอาหารให้อยู่ในภาวะสมดุลกับการใช้งาน

Richardson (2000) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักตัวและไขมันเพื่อจัดกลุ่มการ แข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำในระดับโรงเรียนในการวิจัยนี้ตัวแปรที่สนใจ ได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมัน ดัชนีมวลกาย (BMI) โดยผลการวิจัยพบว่า จากกลุ่มตัวอย่างนักกีฬาที่มีน้ำหนักเกินจะไม่มีไขมันเกิน และอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักตัวกับไขมันขึ้นอยู่กับดัชนีส่วนสูงและน้ำหนักตัวที่ใช้เป็นเกณฑ์ ซึ่งจากการศึกษานี้สามารถใช้อธิบายถึงผลของการฝึกซ้อมต่อองค์ประกอบของร่างกาย เช่น จำนวนชั่วโมงในการฝึกซ้อม, ความหนักในการฝึกของนักกีฬาในช่วงอายุต่างๆกัน ที่มีภาวะน้ำหนักเกินแต่ไขมันไม่เกินเกณฑ์ เป็นต้น

Barghamadi (2012) ได้ศึกษาปัจจัยทางชีวกลศาสตร์ของการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 200 เมตรกับลักษณะสัดส่วนของร่างกาย โดยการวิจัยนี้ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการว่าย, ความยาวสโตรคและอัตราการใช้สโตรค ในทุกๆ 50 เมตร ของการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 200 เมตร กับสัดส่วนร่างกายของนักกีฬา การวิจัยนี้วัดสัดส่วนของร่างกาย ดังนี้

- ส่วนสูง

- น้ำหนัก
- Body mass
- ความยาวแขน
- ความยาวของเท้า
- Body Mass Index (BMI)

ส่วนปัจจัยทางชีวกลศาสตร์นั้นได้ถูกบันทึกด้วยกล้องวิดีโอที่ความเร็ว 150 Hz. ผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของ อัตราการใช้สโตรคกับความเร็วในการว่าย และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสโตรคกับอัตราการใช้สโตรค ส่วนในเรื่องความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายและปัจจัยทางชีวกลศาตร์ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความเร็วในการว่ายกับลักษณะสัดส่วนของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนัก, ส่วนสูง, ความต่างของความยาวช่วงแขน และ BMI

lia, Annie, Soares, Gonc, and Ribeiro (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกาย, ปัจจัยทางชีวเคมีและการรับประทานอาหารของนักกีฬาว่ายน้ำวัยรุ่นเพศหญิงที่ไม่มีการอดอาหาร ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบของการไม่อดอาหารต่อปริมาณของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายที่มีปริมาณสูงขึ้นทั้ง Body fat และ fat mass นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโปรตีนต่ำลงในนักกีฬากลุ่มอายุ 11-14 ปี ดังนั้นจึงเห็นว่าการรับประทานอาหารก็ส่งผลต่อองค์ประกอบทางกายของนักกีฬาวัยรุ่นเช่นกัน

สมรรถภาพปอดและหัวใจ

Raezelle and Claude (1986) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความดันและปริมาตรของปอดในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิง ในการวิจัยนี้ศึกษาตัวแปรทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับสมรรถภาพปอด ดังนี้ Maximal static pressures (Pmax), Residual volume (RV), FFunctional residual capacity (FRC), Total lung capacity (TLC) โดยใช้เครื่อง Body plethysmography ซึ่งสิ่งที่ผู้วิจัยคาดไว้คือปริมาตรของปอดในนักกีฬาว่ายน้ำน่าจะเพิ่มขึ้นและเพิ่มมากขึ้นในนักกีฬาที่มีอายุมากกว่าผลการ วิจัยพบว่า ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนการฝึกมีผลกับการเพิ่มขึ้นของ Pmax แต่ในนักกีฬาที่มีอายุมากพบว่า Pmax นั้นจะลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งจากการวิจัยนี้ทำให้เห็นว่าการฝึกซ้อมเป็นเพียงแนวทางหนึ่งในการช่วยการพัฒนาของปอด แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงปริมาตรปอดไม่สามารถคำนวณเกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของความแข็งของกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจได้

AV, AG, and AB (1989) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพปอดของนักกีฬาว่ายน้ำเพื่อการแข่งขัน จากการศึกษาแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอและกลุ่มควบคุม ผลการทดสอบโดยใช้เครื่อง Spirometer พบว่านักกีฬาว่ายน้ำกลุ่มที่มีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอมีค่า VC, FVC, FEV1, IRV มากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฝึกซ้อมมีผลต่อสมรรถภาพปอด

Michele, Jacques, and Christian (1989) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง aerobic physical fitness กับ Ventilatory control ขณะออกกำลังกายในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดย จุดประสงค์ของการวิจัย คือ ต้องการกำหนดการฝึกของนักกีฬาว่ายน้ำโดยแยกตาม Aerobic physical fitness และรูปแบบในการหายใจที่ต่างกันของนักกีฬา การวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น กลุ่มที่มีค่า VO2max สูง และกลุ่มที่มีค่า VO2max ปานกลาง ให้ทดสอบโดยการใช้อุปกรณ์ Cycle ergometer ซึ่งในแต่ละระดับที่มีการเปลี่ยนแปลง power จะมีการวัดค่า Vo2, Vco2, VEbw, f, VTbw2/Tt, Tt/Ttot จากผลกาวิจัยพบว่า ความแตกต่างของตัวแปรทาง Aerobic physical fitness ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความต่างของรูปแบบการหายใจ และพบว่านักกีฬาว่ายน้ำที่มี Aerobic physical fitness สูง จะมี Ventilatory ที่ตอบสนองต่อการออกกำลังกายต่ำกว่านักกีฬาที่มี Aerobic physical fitness อยู่ในระดับปานกลาง

D. and R. (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินสรีรวิทยาของการหายใจของนักกีฬาอาชีพ และข้อจำกัดของการหายใจในขณะออกกำลังกาย โดยการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่ออธิบายการการตอบสนองของระบบหายใจของนักกีฬาในขณะทำการทดสอบแบบแอโรบิกและแบบแอนแอโรบิก โดยทำการทดสอบกับนักกีฬาโอลิมปิก และให้ทำกิจกรรมทางกาย เช่น เล่นกีฬาพายเรือ ในขณะทำการวัดการทำงานในระบบแอโรบิกและระบบแอนแอโรบิก โดยดูจากอัตราการหายใจ ปริมาณค่า VO2max ที่เข้าสู่ปอด ความล้าของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ จากผลการวิจัยพบว่า ข้อจำกัดในการหายใจของการออกกำลังกายแบบหนักที่สุดนั้นอาจจะมีความเหมือนกันกับข้อจำกัดในการหายใจของผู้ที่ป่วยเป็นโรคในระบบทางเดินหายใจในขณะพักหรือออกกำลังกายที่ระดับความหนักเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้การประเมินทางสรีรวิทยานั้นยังช่วยในการพัฒนานักกีฬาให้สามารถช่วยในการป้องกันการเกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจด้วย และการออกกำลังกายยังเป็นหนทางหนึ่งในการบำบัดผู้ป่วยที่มีปัญหาโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจได้อีกด้วย

Crispino et al. (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความดันที่มากที่สุดขณะหายใจของนักกีฬา ว่ายน้ำวัยรุ่น โดยในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาเกี่ยวกับความดันที่มากที่สุดขณะหายใจเข้า (Maximal inspiratory pressures, MIP) และความดันที่มากที่สุดขณะหายใจออก (Maximal expiratory pressures, MEP) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ การวิจัยนี้ทำในนักกีฬาว่ายน้ำระดับเยาวชนโอลิมปิก จากผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่าง ของความดันในการหายใจทั้งในนักกีฬาเพศชายและหญิง ซึ่งสรุปได้ว่า นักกีฬาว่ายน้ำสามารถรักษา ระดับความดันในการหายใจเข้าและออกได้เป็นอย่างดีและจากงานวิจัยอื่นได้สนับสนุนว่าการพัฒนา MIP และ MEP นั้นขึ้นอยู่กับการฝึกและการออกกำลังกาย

Akhade (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบสมรรถภาพทางเดินหายใจในนักกีฬา ว่ายน้ำและกลุ่มควบคุม โดยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาในนักกีฬาว่ายน้ำอายุ 15-25 ปี ทำการทดสอบ โดยใช้เครื่อง spirometer ทำการทดสอบตัวแปรทางสมรรถภาพปอด ดังนี้ FVC, FEV1, FEV1/FVC, MVV และ PEFR จากการวิจัยพบว่านักกีฬาว่ายน้ำล้วนมีค่าตัวแปรทางสมรรถภาพ ปอดมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายมีผลต่อสมรรถภาพปอด โดยเฉพาะ อย่างยิ่งการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจ ดังนั้นการฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีปัญหา เกี่ยวกับสมรรถภาพปอดอาจจะใช้กีฬาว่ายน้ำเป็นตัวช่วยก็ได้ หรือนักกีฬาว่ายน้ำก็สามารถเพิ่ม ศักยภาพในการทำงานของสมรรถภาพปอดโดยการฝึกว่ายให้มากขึ้นก็ได้เช่นกัน

การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางสรีรวิทยากับกีฬา

สุรสา โค้งประเสริฐ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยาที่ใช้คัดสรรกับความสามารถในการแสดงทักษะในการแข่งขันของนักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทย โดยตัวแปรทางสรีรวิทยาที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ส่วนสูง น้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมัน สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สมรรถภาพการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิค สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ที่จุดเริ่มล้า ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว เวลาปฏิกิริยาตอบสนองและการทรงตัวที่สมดุล จากผลการวิจัย พบว่าตัวแปรสรีรวิทยาที่คัดสรรที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแสดงทักษะในการ แข่งขันของนักกีฬาตะกร้อหญิง ได้แก่ เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ความอ่อนตัว การทรงตัวที่สมดุล ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว ความอดทนของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนแบบแอนแอโรบิค และส่วนสูง

Vaccaro (1980) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางสรีรวิทยาของนักว่ายน้ำแบบองค์รวม แต่ไม่ได้แยกเป็นแต่ละท่าทางในการว่ายแต่ละท่าและระยะทาง โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำที่ผ่านการฝึกอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 6 ปี โดยดูในเรื่องการพัฒนาทางสรีรวิทยา ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยวัดจากลักษณะท่าทางใน การเคลื่อนไหว เช่น Ankle plantar flexion, Shoulder extension และ knee extension, องค์ประกอบของร่างกาย, สมรรถภาพปอด และความสามารถในการใช้ออกซิเจน จากผลการวิจัยพบว่า นักกีฬาว่ายน้ำที่ฝึกอย่างต่อเนื่องจะมีองค์ประกอบของร่างกาย โดยดูจากเปอร์เซ็นต์ไขมัน พบว่า นักกีฬามีเปอร์เซ็นต์ไขมันที่น้อยประมาณ 10% ส่วนสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 166.75 ซม. และน้ำหนักเฉลี่ย 59.11 กก. ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถือเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยนักกีฬาที่ต้องการจะเป็นแชมป์ และจะต้องมีความทนทานของกล้ามเนื้อมากกว่าความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพปอดมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นหากนักกีฬาได้รับการ

ฝึกอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การพัฒนาเกี่ยวกับความสามารถในการใช้ออกซิเจนนั้นถือเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาความเร็วในการว่ายอีกด้วย

S. G. G. and S. (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางสรีรวิทยาและร่างกายที่ส่งผลต่อการประสบความสำเร็จในไตรกีฬา เนื่องจากการแข่งขันไตรกีฬาต้องอาศัยทักษะทั้งการวิ่ง ว่ายน้ำและปั่นจักรยาน ดังนั้นปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ผู้วิจัยสนใจ ได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนัก ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) เปอร์เซ็นต์ไขมัน จากผลการวิจัยพบว่านักกีฬาไตรกีฬาที่ประสบความสำเร็จจะมีลักษณะค่อนข้างสูง น้ำหนักไม่มากนักและมีไขมัน ในปริมาณที่น้อยทั้งนี้เพื่อเพิ่มการทำงานของกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และยังต้องมี ปริมาณการใช้ออกซิเจสูงสุด (VO2max) ในปริมาณที่สูงด้วยทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ ออกซิเจนทำให้ถึงจุดเริ่มล้าได้ช้ามากขึ้น

Colantonio, Barros, and Kiss (2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะใช้การ ทดสอบของวินเกตแบบจักรยานวัดงานด้วยแขนและขาในนักกีฬาว่ายน้ำและโปโลน้ำ โดยให้ นักกีฬาทั้งสองชนิด ทำการปั่นจักรยานวัดงานด้วยแขนและจักรยานวัดงานด้วยขาตามโปรแกรมของวินเกตเป็นเวลา 30 วินาที โดยมีการถ่วงน้ำหนักที่ 5% ของน้ำหนักตัว ผลการวิจัยพบว่าค่า VO2 max ของนักกีฬาว่ายน้ำและโปโลน้ำไม่มีความแตกต่างกัน และการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยจักรยานวัดงานด้วยแขนกับจักรยานวัดงานด้วยขาก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ทำให้พบว่าการว่ายน้ำในทุกท่าทางจำเป็นต้องใช้กล้ามเนื้อทั้งหมดของร่างกาย การเลือกทดสอบเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งอาจทำให้ไม่สามารถสรุปผลได้ชัดเจน นอกจากนี้การปั่นจักรยานวัดงานด้วยโปรแกรมวินเกตยังสามารถวัดระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้อีกด้วย ซึ่งตัวแปรที่สรใจ ได้แก่ ค่าความทนทานของกล้ามเนื้อ (Anaerobic Capacity), ดัชนีความล้าของกล้ามเนื้อ (Fatigue Index) เป็นต้น

Paul et al. (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสโตรคในขณะว่ายน้ำด้วยความเร็วสูงสุดระยะทาง 400 เมตร ในนักกีฬาว่ายน้ำอาชีพ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจตัวแปร ดังนี้ ความถี่สโตรค, ปริมาณการใช้ออกซิเจน(VO2), ความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือด ซึ่งผลการวิจัยพบว่า กระบวนการการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิกจะเกิดขึ้น 45% ในการว่ายระยะทาง100 เมตรและ 20% ของการว่ายในระยะทาง 400 เมตร และความเร็วจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อผ่านการว่ายใน 100 เมตรแรกและจะมีความเร็วคงที่จนจบการว่าย ส่วนความถี่ของสโตรคจะลดลงหลังจาก 100 เมตรแรกเช่นกัน แต่จะเพิ่มขึ้นจนจบการว่าย 400 เมตร และความยาวสโตครจะลดลงเมื่อเข้าใกล้ระยะทางการว่ายที่ 400 เมตร จากการวิจัยจะเห็นว่านักกีฬาว่ายน้ำไม่สามารถรักษาอัตราของความยาวสโตรคได้ในการแข่งขัน 400 เมตร ดังนั้น เพื่อเป็นการรักษาความเร็วในการว่ายให้คงที่นักกีฬาจึงควรลดความยาวของสโตรคและเพิ่มความถี่ของสโตรคแทนเมื่อผ่านระยะทาง 300 เมตรแรกมาแล้ว

DJ et al. (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาในขณะการฝึกว่ายน้ำแบบ Submaximal Interval โดยดูผลที่เกิดในขณะฝึกแบบหนักสลับเบา โดยในการวิจัยนี้ต้องการศึกษาในขณะที่ร่างกายเข้าใกล้ VO2max ในแบบการฝึกหนักสลับเบา 2 รูปแบบ คือ การว่าย 4x400 เมตร และการว่าย 16x100 เมตร โดยในขณะที่ทำการทดสบมีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อถึงระดับความหนักที่มากกว่า 90% VO2max และมากกว่า 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด พบว่าไม่มีความต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการฝึกแบบหนักสลับเบาของทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งจากการวิจัยดังกล่าว สามารถอธิบายได้ถึงการประมาณค่าลักษณะของนักกีฬาต่อการตอบสนองของการฝึกแบบหนักสลับเบาในช่วงระยะเวลาสั้นหรือนักกีฬาบางคนอาจใช้ระยะเวลานาน เป็นต้น

Jaak et al. (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์สมรรถภาพการว่ายน้ำจากตัวแปรทางสรีรวิทยา, ร่างกายและชีวกลศาสตร์ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยตัวแปรที่ผู้วิจัยสนใจได้แก่ การใช้พลังงาน, องค์ประกอบของร่างกายและตัวแปรที่เกี่ยวกับเทคนิคการว่ายโดยในด้านสรีรวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับส่วนสูง, ความยาวช่วงแขน, มวลร่างกาย (body mass), Body mass index (BMI), Fat free mass (FFM), Bone-mineral mass (BM) และ Bone mineral density (BMD) นอกจากนี้ยังมีการทดสอบในด้านปริมาณการใช้ออกซิเจน (VO2peak) ทดสอบโดยใช้ cycle ergometer และผู้ทดสอบจะทำการปั่นจักรยานพร้อมกับหายใจผ่านหน้ากากวัดก๊าซ เพื่อหาปริมาณออกซิเจนที่ใช้, ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมา, ความถี่ในการหายใจ ส่วนในด้านการใช้พลังงานผู้วิจัยสนใจวัดจากปริมาณกรดแลคติกในเลือดเมื่อทำการว่ายน้ำเป็นระยะทาง 400 เมตรและตัวแปรทางด้านเทคนิคการว่ายผู้วิจัยสนใจศึกษาเกี่ยวกับความยาวสโตรค, ความถี่สโตรค โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยความเร็วที่ใช้ในการว่ายน้ำ ซึ่งจากกรวิจัยพบว่า ปริมาณการใช้ออกซิเจน, ความยาวสโตรคและความยาวช่วงแขน เป็นตัวแปรหลักที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามีผลต่อในนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์เยาวชน

Sousa et al. (2010) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างค่า VO2 peak และ VO2max ของนักกีฬาว่ายน้ำที่เวลาการฝึกที่ต่างกัน จากการศึกษาในครั้งนี้ได้มีการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยใช้หน้ากากวัดก๊าซในขณะที่นักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ในระยะทาง 200 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุด ทำการบันทึกผลทุกๆ 5 วินาที ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ในทุกๆ 5 วินาที แต่สามารถอ้างอิงถึงรูปแบบการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดนี้ในนัก กีฬาว่ายน้ำได้ โดยไม่ต้องอาศัยการทดสอบด้วยการปั่นจักรยานวัดงานและลู่วิ่ง

Jorgic, Puletic, Okicic, and Meskovska (2011) ได้ทำการศึกษาความสำคัญของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดใน ขณะว่ายน้ำ โดยในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษารูปแบบการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ได้ 3 รูปแบบ คือ 1.) แบบทางตรง โดยใช้หน้ากากวัดก๊าซ 2.) แบบทางอ้อม โดยใช้ลู่วิ่งไฟฟ้าหรือ จักรยานวัดงาน 3.) แบบเฉพาะเจาะจง โดยให้นักกีฬาว่ายน้ำเสมือนจริงและทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการว่ายของแต่ละคน ซึ่งในการศึกษาพบว่าการ

ทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยการทดสอบว่ายเสมือนจริงนั้น ให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงและดีกว่าการทดสอบแบบใช้จักรยานวัดงานและลู่วิ่งไฟฟ้า

T. A. G. et al. (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาขณะการฝึกแบบหนักสลับเบาถึงการฝึกแบบหนักและเร็วในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน การวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาว่ายน้ำที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี 10 คน ทำการว่ายในระยะทาง 5x400 m., 10x200 m., 20x100 m. โดยทำการฝึกสลับกับพักเป็นรายวัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการรักษาความเร็วที่จำเป็นในการว่าย โดยคำนวณจากระยะทาง 50, 100, 200 และ 400 เมตร ผลการวิจัยพบว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาของนักกีฬาว่ายน้ำสามารถเปลี่ยนความเร็วที่ใช้ในการว่ายจาก ระยะ 200, 400 เมตร มาเป็นแบบ 50, 100, 200 และ 400 เมตรได้ และเมื่อระยะทางของรอบในการว่ายเพิ่มขึ้น ความเร็วที่ใช้ในการว่ายก็จะลดลง 2%

วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer

Lysholm (1987) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการบาดเจ็บกับค่าทอร์คในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดเข่า การทดสอบทำโดยการให้ผู้ทดสอบที่มีอาการ patellar tendinitis หรือ Jumpers'knee ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps โดยใช้เครื่อง Cybex II dynamometer ในการทดสอบ เริ่มที่มุมการเคลื่อนไหว 30 และ 180 องศาต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งค่าที่สนใจคือ ค่าทอร์คสูงสุด (peak torque) นั่นเอง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะถามคนไข้ว่า มีอาการเจ็บหรือปวดบริเวณเข่ามากน้อยเพียงใด ซึ่งจากการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติระหว่างอาการเจ็บเข่ากับค่าทอร์คสูงสุด

Croce Ronald V., Pitetti Kenneth H., Horvat Michael, and Miller Jphn (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับค่าทอร์คสูงสูง, ค่าเฉลี่ยกำลังและ อัตราส่วนของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstring ในกลุ่มตัวอย่างที่มีและไม่มีอาการ down syndrome เทียบกัน โดยในการวิจัยนี้ดูค่าทอร์คสูงสุดและค่าเฉลี่ยกำลัง โดยใช้เครื่อง Cybex 340 isokinetics dynamometer ในการทดสอบ โดยวิธีการทดสอบมีดังนี้ ให้ผู้ทดสอบ ทำการอบอุ่นร่างกาย โดยใช้จักรยาน ergometer ประมาณ 6-10 นาที หลังจากอบอุ่นร่างกายเสร็จ ให้ผู้ทดสอบ นั่งบนเครื่อง Cybex ในท่าทางที่สบาย ปรับมุมองศาการเคลื่อนไหวที่ 60 และ 90 องศาต่อวินาที เนื่องจากเป็นมุมที่ได้รับ ความน่าเชื่อถือในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstring การทดสอบใช้ leg flexion และ leg extension ในการทดสอบ โดยเริ่มจากความเร็วมุม การเคลื่อนไหวที่ 60 องศาต่อวินาที ให้ผู้ทดสอบทำ 2-3 เซตของจำนวนครั้งที่ทำได้มากที่สุด หลังจากนั้นพักประมาณ 1 นาที เปลี่ยนความเร็วมุมการเคลื่อนไหวเป็น 90 องศาต่อวินาที ทำเช่นเดิม ซึ่งจากการทดสอบพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในคนที่ไม่มีอาการ down syndrome มีมากกว่าผู้ที่มีอาการ ทั้งนี้เนื่องจากการออกกำลังกาย, การใช้ชีวิตประจำวันที่มากกว่ากลุ่มผู้มีอาการ ดังนั้นการทดสอบนี้ จึงเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมออกกำลังกายให้กับผู้ป่วย down syndrome ได้อีกด้วย

M. M., bush-Joseph, and Bach (1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฟื้นฟูกล้ามเนื้อ Biceps brachii ทำโดยการใช้ Isokinetic Muscle test ด้วยเครื่อง Cybex II Dynamometer ในการทดสอบความแข็งแรง และความทนทานของกล้ามเนื้อ Biceps brachii หลังรับการรักษา โดยให้คนไข้นั่งบนเครื่องทดสอบใน 4 ท่าทาง ได้แก่ Pronation, supination, flexion และ extension วิธีการทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Biceps brachii นั้น จะให้ทำการทดสอบที่มุมเคลื่อนไหว 90 องศาต่อวินาที ทำทั้งหมด 4 ครั้ง และดูค่า Maximun torque ในท่า flexion และ extension ส่วนการทดสอบความทนทานของ กล้ามเนื้อนั้นจะให้คนไข้ทำการทดสอบทั้งหมด 15 ครั้งต่อเซท ในมุมการเคลื่อนไหว 240 องศาต่อวินาทีในท่าการเคลื่อนไหว flexion และในมุมการเคลื่อนไหว 90 องศาต่อวินาที ของการเคลื่อนไหวแบบ pronation และ supination

Osamu, Toshikazu, Kiyoshi, and E. (1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวในขณะ Concentric และ Eccentric ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการ Low back pain แบบเรื้อรังเทียบกับในกลุ่มตัวอย่างบุคคล สุขภาพดี โดยการทดสอบใช้เครื่อง Kin-Com 500H และแบ่งเป็น 2 วิธี คือ วิธีแรก ให้ผู้ทดสอบ นั่งบนเก้าอี้ในลักษณะลำตัวตรง และมีที่ล็อคขาบริเวณข้อเท้าและเท้าวางบนพื้น การทดสอบนี้ วัดค่าทอร์คโดยใช้ isometric, concentric และ eccentric ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยกำหนดแรงที่ 4 N. 2.5% ของ ความเร็วมุมในการเคลื่อนที่ ส่วนในวิธีที่ 2 เหมือนกับวิธีที่ 1 แต่ ต่างกันตรงให้งอเข่าเพื่อที่เท้าจะได้ไม่โดนพื้น จากการวิจัยพบว่า อัตราส่วนของค่าทอร์คสูงสุด ของกล้ามเนื้อ flexor และ extensor นั้น ควรใช้ความเร็วมุมการเคลื่อนไหวที่ 90 องศาต่อวินาที ส่วนอัตราส่วนของ concentric และ eccentric peak torque นั้น ความอยู่ที่ความเร็วมุมการเคลื่อนไหวที่ 30 และ 90 องศาต่อวินาที ตามลำดับ

C. P. M., Marielle, Borne, Pierre, and Pierre (1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบอัตราส่วนของค่าทอร์ค Flexor และ extensor ในขณะกล้ามเนื้อดังกล่าวหดตัวแบบ concentric และ eccentric บริเวณสะโพก, ข้อเข่าและข้อเท้า ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคคลสุขภาพดี การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่อง Cybex 6000 dynamometer โดยกำหนดโหมดเป็น concentric และ eccentric โดยเก้าอี้จะปรับเป็นแบบ นั่งสำหรับทดสอบบริเวณข้อเข่าและเก้าอี้จะถูกปรับเป็นนอนในการทดสอบข้อสะโพกและข้อเท้า การทดสอบแบ่งได้ดังนี้

- การทดสอบบริเวณข้อเข่าเริ่มโดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนก้าอี้ของเครื่อง Cybex โดย สะโพกงอทำมุม 90 องศา หลังตั้งตรง ความสูงของไดนาโมเครื่องอยู่ในระดับ เดียวกับจุดหมุนของข้อเข่า เริ่มการทดสอบจากการเหยียดเข่า โดยงอเข่าไว้ที่ 90 องศา
- การทดสอบข้อสะโพก ให้ผู้ทดสอบนอนหงายบนเก้าอี้ของเครื่องซึ่งปรับให้อยู่ ในแนวราบ แกนของไดนาโมของเครื่อง Cybex จะอยู่ในแนวเดียวกับแกนงอและ เหยียดของข้อสะโพก โดยอยู่บริเวณ pelvic การทดสอบเริ่มโดยการงอสะโพกในท่า ทางปกติและต้องการดูค่า maximum hip flexion
- การทดสอบข้อเท้า ผู้ทดสอบนอนหงายเหยียดเข่าบนเก้าอี้ของเครื่อง Cybex เท้าวางบน adapter ของเครื่อง โดยแกนของไดนาโมเครื่องจะตรงกับแกนของ plantar flexion/dorsiflexion เริ่มการทดสอบโดยอยู่ในท่า dorsiflexion ในท่าทางปกติ

การทดสอบจะทำโดย concentric exercise ที่มุมการเคลื่อนไหว 60, 120 และ 240 องศาต่อวินาที ตามลำดับ และ eccentric exercise ที่มุมการเคลื่อนไหว 60 และ 120 องศาต่อวินาที ตามลำดับ โดยทำการทดสอบทีละข้าง ข้างละ 4 ครั้ง พัก 2 นาทีในแต่ละครั้ง พัก 10 นาที เมื่อเปลี่ยน ข้อต่อในการทดสอบและพัก 15 นาที เมื่อเปลี่ยนข้างการทดสอบ จากการวิจัยพบว่า อัตราส่วนของ ค่าทอร์คในข้อสะโพก, ข้อเข่าและข้อเท้ามีความสำคัญและจำเป็นในขณะทำการฟื้นฟู นอกจากนี้ยัง สามารถประมาณค่าและความสัมพันธ์ของอัตราส่วนค่าทอร์คระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำงานแบบ agonist-antagonist ในกลุ่มกล้ามเนื้อส่วนล่างของลำตัวด้วย

Lindsey (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงและความทนทานของการหมุนลำตัวในบุคคลธรรมดาและนักกีฬากอล์ฟอาชีพที่มีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง (Low back pain) โดยการทดสอบความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อใช้เครื่อง Biodex System III Isokinetic โดยการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทดสอบนั่งบนเครื่อง Biodex ในท่าทางที่สบาย ทำการกำหนดค่า Full ROM ที่ 90 องศาต่อวินาที ซึ่งถือเป็นค่าที่เชื่อถือได้ในการใช้ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วย Concentric trunk rotation โดยให้ผู้ทดสอบออกแรงสูงสุด 3 ครั้ง ส่วนการทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อ ทดสอบโดยกำหนดค่า Full ROM ที่ 180 องศาต่อวินาที ให้ผู้ทดสอบทำทดสอบด้วยการทำ Trunk rotation ให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยกำหนดค่าสูงสุดไว้ที่ 25 ครั้ง จากผลการวิจัยพบว่า ความทนทานของการหมุนลำตัว (Trunk rotation endurance) มีความสำคัญต่อการป้องกันและฟื้นฟูนักกีฬากอล์ฟที่มีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างมากกว่าความแข็งแรงของการหมุนลำตัว ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้นักกีฬากอล์ฟเกิดการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง นั้นคือนักกีฬากอล์ฟที่มีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างจะมีความทนทานของกล้ามเนื้อลดลงนั่นเอง

Dhruvkumar, C., and H. (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อสะโพกที่ใช้ในการ หุบและกางขา โดยใช้เครื่อง Cybex isokinetics dynamometer แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน คือ ใช้ Cybex และ ประยุกต์ Cybex โดยการทดสอบต้องการหาความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อสะโพกที่ใช้ในการหุบและกางขา กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคคลปกติที่มีสุขภาพดี เริ่มการทดสอบโดยการให้ผู้ทดสอบอยู่ในท่านอนตะแคง และรัดเข็มขัดเพื่อความปลอดภัย โดยตำแหน่งของเข็มขัดจะอยู่ บริเวณ Anterior superior iliac spine (ASIS) และความสูงของไดนาโมของเครื่อง Cybex จะอยู่บริเวณ สะโพก การทดสอบเริ่มโดยทำทั้ง Abduction และ Adduction แบบ Isokinetics โดยเริ่มใช้ความเร็วมุม การเคลื่อนไหวที่ 30 องศาต่อวินาที ทำ 5 ครั้ง พัก 20 วินาที หลังจากนั้นเปลี่ยนความเร็วมุมเป็น 60 องศาต่อวินาที 5 ครั้ง พัก 20 วินาที หลังจากนั้นทำการทดสอบแยกเป็น Isometric ของ Abduction และ Adduction โดยให้ยึดข้างอีกข้าง ไว้ที่ 0 องศา เริ่มจาก Abduction ก่อนทำทดสอบ 2 ครั้ง พัก 10 วินาที จากนั้นเปลี่ยนเป็นทดสอบ Adduction เพื่อดูเกี่ยวกับมุมการหมุนของ Pelvic จากการวิจัยพบว่า มุมการหมุนของ pelvic นั้น

มีความสัมพันธ์กับค่าทอร์คสูงสุด ซึ่งในอนาคตน่าจะมีการศึกษาในท่าทางอื่นๆ เช่น นั่งทดสอบในกลุ่มตัวอย่างที่ต่างออกไป เช่น ในนักกีฬา เป็นต้น

R. M., J.P., D., and A. (2008) ได้ทำการศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่อง Biodex Isokinetic Dynamometer โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเร็วทอร์ค (Torque-velocity) และ Power-velocity ในขณะเหยียดและงอลำตัว โดยในการทดสอบจะตั้งความเร็วในการเคลื่อนที่ของลำตัวจาก 45 – 120 องศาตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่ากำลังกล้ามเนื้อและทอร์คของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กันในขณะทำการเคลื่อนไหวแบบ Isokinetic ซึ่งการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินผู้ป่วยที่มีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างในขณะทำการฟื้นฟูได้อีกด้วย

Ozcaldiran (2008) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับความอ่อนตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเข่าระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำและฟุตบอล ทดสอบโดยใช้เครื่อง isokinetic dynamometer ในขณะเหยียดและงอข้อเข่า กำหนดความเร็วเชิงมุมที่ 60 องศาต่อวินาที ผลการทดสอบพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความอ่อนตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที ต่อการคัดแยกนักกีฬาว่ายน้ำและฟุตบอล

R. M., D., D., M., and A. (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบ กล้ามเนื้อลำตัวของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างและในคนปกติ โดยตัวแปร ที่สนใจศึกษา คือ ค่าทอร์ค, กำลังและความเร็วของกล้ามเนื้อลำตัวซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ในผู้มีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง การ ทดสอบตัวแปรดังกล่าวทำโดยใช้เครื่อง Biodex Isokinetic Dynamometer โดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนเครื่องในท่าทางที่สบาย ทำการกำหนดมุม การเคลื่อนไหวที่ 120, 105, 90 องศาต่อวินาที ในท่า Trunk flexion และ Trunk extension โดยทำ 5 ครั้ง และที่มุมการเคลื่อนไหว 75, 60, 45 องศาต่อวินาที อีก 3 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า มีเพียงค่ากำลังสูงสุดเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่พบว่ามีความแตกต่างกันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

Shank (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบของ Forearm Supination และความแข็งแรง ของการงอข้อศอกในผู้ป่วยที่มีอาการ Tenotomy และ Tenodesis ของกล้ามเนื้อ long head Biceps การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่อง Cybex dynamometer ในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- การทดสอบ Forearm supination เริ่มจากให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้ของเครื่อง Cybex หัวไหล่กางออกเล็กน้อยตามธรรมชาติ แขนส่วนล่างให้อยู่ในท่าทางตามธรรมชาติ ในลักษณะ supination/pronation เริ่มการทดสอบโดยให้มือจับกับ goniometer ของเครื่อง ให้ผู้ทดสอบทำการลองทดสอบในท่าทาง supination และเริ่มเก็บ ข้อมูลโดยวัดความแข็งแรงของ supination ที่มุมการเคลื่อนไหว 60 และ 120 องศาต่อวินาทีตามลำดับ ความเร็วในการทดสอบใช้ตามความเร็วในการ supination และ pronation ของแขน การทดสอบจะทำ 5 ครั้ง มีการพักระหว่างครั้ง 5 วินาที และพัก 2 นาทีเมื่อเปลี่ยนความเร็ว โดยจุดหมุนของไดนาโมเครื่อง Cybex จะตรงกับจุดหมุนของข้อต่อ Metacarpal-phalangeal ซึ่งสามารถอ้างได้ว่าเป็นจุด ศูนย์กลางของค่าทอร์กที่แขนออกแรง

- การทดสอบ Elbow flexion นั่งในลักษณะเดียวกับการทดสอบ Forearm supination แต่ต้องการทดสอบความแข็งแรงของการงอและเหยียดข้อศอก มุมการเคลื่อนไหวก็เช่นเดียวกับการทดสอบข้างต้น

จากการวิจัยพบว่า 13% ขาดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในขณะงอแขนในกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็น Tenotomy โดยทดสอบที่มุมการเคลื่อนไหว 60 องศาต่อวินาที

Santos et al. (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอัตราส่วนระหว่างค่าทอร์คของกล้ามเนื้อ Hamstring และ Quadriceps ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาต่างชนิดกัน, ต่างเพศ และต่างความเร็วมุมที่ใช้ในการเคลื่อนไหว โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้แก่ นักกีฬายูโด, แฮนด์บอลและฟุตบอล ซึ่งมีทั้งเพศชายและหญิง ทำการวัดลักษณะทางสรีรวิทยาได้แก่ ส่วนสูงและ Body mass และทำการวัดอัตราส่วนระหว่างค่าทอร์คของกล้ามเนื้อ Hamstring และ quadriceps โดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer เริ่มการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบทำการอบอุ่นร่างกายโดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 25 วัตต์ หลังจากอบอุ่นร่างกายให้ผู้ทดสอยนั่งบนเครื่องในท่าทางที่สบาย ไม่เกร็ง โดยท่าทางการนั่งนั้นปรับให้ที่นั่งมีมุมสะโพกประมาณ 85 องศา กำหนดมุมการงอเข่าที่ 90 องศา และมุมเหยียดเข่าที่ 30 องศา ความเร็วมุมที่ใช้ในการทดสอบคือ 1.05 rad/sec และ 5.23 rad/sec ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนของค่าทอร์คสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลชายมีมากกว่าในนักยูโดชายอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในเพศหญิงนักแฮนด์บอลหญิงมีอัตราส่วนของค่าทอร์คสูงสุดต่ำกว่าในยูโดและฟุตบอล

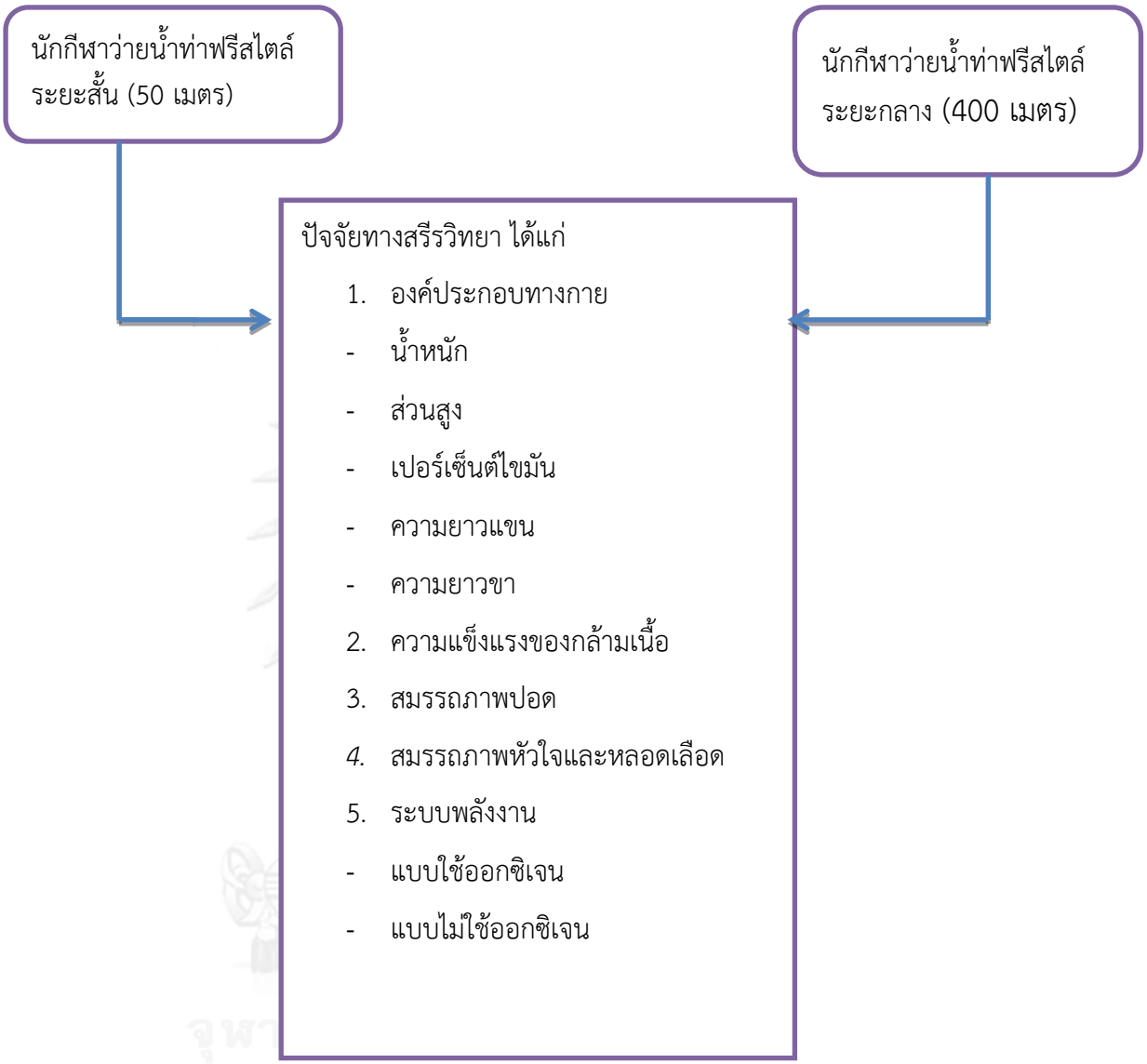
Batalha et al. (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกล้ามเนื้อกลุ่ม Rotaor ที่ข้อไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยใช้เครื่อง isokinetic system (Biodex) ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ท่าทาง Shoulder Abduction และ Elbow flexion ใช้ความเร็วเชิงมุมที่ 60 และ 180 องศาต่อวินาที เพื่อหาว่าหากกล้ามเนื้อกลุ่ม Rotator ดังกล่าว มีความแข็งแรงที่ไม่เท่ากันจะส่งผลต่อการเกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาว่ายน้ำหรือไม่ จากการศึกษาพบว่ามีความไม่เท่ากันของกล้ามเนื้อrotators ที่หัวไหล่ในนักกีฬาว่ายน้ำมากกว่ากลุ่มบุคคลที่ใช้งานน้อยกว่า และสิ่งที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ นักกีฬาว่ายน้ำสามารถสร้างกำลังกล้ามเนื้อจาก internal rotator ได้มากกว่า ซึ่งเห็นผลมาจากการฝึกซ้อมของนักกีฬา

Secchi, Muratt, Andrade, and Greve (2010) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในท่าทางการว่ายน้ำที่ต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาเกี่ยวกับความสมมาตรและไม่สมมาตรของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดและงอลำตัว โดยใช้นกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 ท่าทาง ได้แก่ ฟรีสไตล์ กรรเชียง กบและผีเสื้อ ทดสอบโดยใช้เครื่อง isokinetic dynamometer ยี่ห้อ Cydex 6000 โดยกำหนดความเร็วเชิงมุมของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดลำตัวที่ 120 องศาต่อวินาที และความเร็วเชิงมุมของกลุ่มกล้ามเนื้องอลำตัวที่ 90 และ 120 องศาต่อวินาทีตามลำดับ จากการวิจัยพบว่า ท่าทางการว่ายที่ไม่มีความสมมาตรของร่างกาย เช่น ท่าฟรีสไตล์และกรรเชียง จะส่งผลโดยตรงต่อการตอบสนองของกล้ามเนื้อขณะเหยียดลำตัว ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการรักษาสมดุลของการหดตัวแบบ isometric ของกล้ามเนื้อ abdominal ด้วย

จากการทบทวนวรรณกรรมได้กล่าวถึงปัจจัยทางสรีรวิทยาที่จำเป็นต่อนักกีฬาว่ายน้ำ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, ระบบพลังงาน, สมรรถภาพปอด, สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงองค์ประกอบของร่างกาย ซึ่งมีผู้ทำการศึกษาค้นคว้าไว้หลายท่าน โดยได้ศึกษาปัจจัยทางสรีรวิทยาในด้านต่างกันออกไป แต่โดยรวมแล้วปัจจัยทางสรีรวิทยาต่างๆ ที่กล่าวมานั้น ล้วนมีผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำของนักกีฬาว่ายน้ำทั้งสิ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจที่จะทำการวิจัยเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาแบบบูรณาการของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นและ ระยะกลาง โดยหวังว่าผลของการศึกษาจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬา, การคัดเลือกนักกีฬาในการแข่งขัน รวมถึงการฝึกนักกีฬาว่ายน้ำต่อไปในอนาคตได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยแบบสำรวจ (Survey Study) โดยทำการทดลองในมนุษย์ ซึ่งเป็นนักกีฬาว่ายน้ำระดับเยาวชนอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Target Population) : นักกีฬาว่ายน้ำระดับเยาวชน อายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ที่มีสุขภาพแข็งแรงและไม่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย

กลุ่มตัวอย่าง (Sample group) : นักกีฬาว่ายน้ำระดับเยาวชนอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป และเข้าข่ายตามเกณฑ์การคัดเลือก

เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ามาศึกษา (Inclusion Criteria)

1. เป็นนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระดับเยาวชนอายุ 15 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิง
2. มีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์ ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย
3. สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria)

1. ผู้ร่วมวิจัยขอถอนตัวจากการศึกษาวิจัย
2. ผู้ร่วมการวิจัยเกิดการบาดเจ็บจนเป็นอุปสรรคต่อการวิจัย

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการสำรวจกึ่งทดลอง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่ม ตามระยะทางการว่าย ผู้วิจัยใช้การกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยการเปิดตารางกำหนดขนาดตัวอย่างของ Cohen (1988, pp. 102) ซึ่งมีการกำหนดค่า ความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% (α=.05) อำนาจ การทดสอบ (power of test) = .60 และ effect size = .70 ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 9 คน รวมทั้งหมด 36 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าสู่กลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 ทำโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 9 คน การแบ่งกลุ่มนี้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากลำดับที่ดีที่สุดในการแข่งขันว่ายน้ำฟรีสไตล์โดยไม่คำนึงถึงประสบการณ์ในการว่ายน้ำ เพื่อแบ่งตามระยะทาง 50 และ 400 เมตร ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักกีฬาว่ายน้ำชายท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 50 เมตร จำนวน 9 คน

กลุ่มที่ 2 นักกีฬาว่ายน้ำชายท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 400 เมตร จำนวน 9 คน

กลุ่มที่ 3 นักกีฬาว่ายน้ำหญิงท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 50 เมตร จำนวน 9 คน

กลุ่มที่ 4 นักกีฬาว่ายน้ำหญิงท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 400 เมตร จำนวน 9 คน

ทั้งนี้หากผู้มีส่วนร่วมวิจัยอยู่ในลำดับที่ถูกเลือก แต่ปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยจะทำการเลือกผู้มีส่วนร่วมวิจัยลำดับรองลงมาเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ (Automatic weighing scale)
2. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายยี่ห้อ ioi รุ่น 353 ใช้วัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน
3. สายพานวัดงาน (Treadmill) ยี่ห้อไลฟ์ฟิตเนต (Lifefitness) พร้อมอุปกรณ์วัดก๊าซ ยี่ห้อวีแมกซ์ (V-max) สำหรับใช้ทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน สูงสุด(VO_2max) และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (AT) มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที
4. จักรยานวัดงานยี่ห้อโมนาร์ค (Monark) รุ่น Ergomedic 894 Ea ใช้ทดสอบสมรรถภาพในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) โดยใช้วิธีการทดสอบของวินเกตต์ (Wingate bike test)
5. เครื่องทดสอบสมรรถภาพปอด Spirometer ซึ่งอยู่ในเครื่องวัดปริมาณการใช้ก๊าซ ยี่ห้อวีแมกซ์ (V-max) ใช้ทดสอบตัวแปรเกี่ยวกับสมรรถภาพปอด
6. เครื่องทดสอบสมรรถภาพหัวใจ ได้แก่ เครื่องวัดความดันที่ต้นแขน และเครื่องวัดสัญญาณชีพแบบหนีบปลายนิ้ว
7. เครื่อง Con - trax Dynamometer ยี่ห้อ Physio Med รุ่น Con-Trex MJ ใช้วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
8. ใบบันทึกผล
9. คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ผู้วิจัยดำเนินการทำจดหมายติดต่อถึง ผู้จัดการศูนย์ชมรมว่ายน้ำสิงห์ ณ ศูนย์ชมรมว่ายน้ำสิงห์ รวมถึงชมรมว่ายน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสโมสรว่ายน้ำสาธิตปทุมวัน เพื่อขออนุมัติทำการเก็บข้อมูลวิจัยกับนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน อายุ 15 ปีขึ้นไป
2. คัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและเกณฑ์การคัดเลือกออกที่กำหนดไว้
3. นัดหมายวันเวลา และสถานที่ พร้อมชี้แจงรายละเอียดและขั้นตอนการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบ
4. ซักประวัติ และอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้แก่กลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งให้กลุ่มตัวอย่างลงลายมือชื่อยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย
5. การเก็บข้อมูลการวิจัยเริ่มหลังกลุ่มตัวอย่างสิ้นสุดการแข่งขัน 3 วัน แต่ไม่เกิน 2 สัปดาห์ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการพักผ่อนและเกิดการฟื้นตัวของสมรรถภาพทางกาย โดยทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการณ์ทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ต้องการและสนใจศึกษา
6. เก็บข้อมูลประวัติการบาดเจ็บของนักกีฬาเพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
7. วิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษารายละเอียดและทดลองอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ
2. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ตามปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ผู้วิจัยสนใจ ดังนี้

<u>ปัจจัยที่ 1</u> การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Andrade, 2012) แบ่งตามข้อต่อ 4 ข้อ ได้แก่ ข้อไหล่ ข้อศอก ข้อเข่าและข้อเท้า โดยทดสอบทั้งหมด 4 ท่า การทดสอบจะทำการทดสอบหนึ่งวันต่อหนึ่งข้อต่อ โดยใช้เครื่อง Isokinetic Dynamometer (Physiomed, Con-trex MJ, Germany) วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อตามลักษณะการเคลื่อนไหวของกลุ่มกล้ามเนื้อต่างๆ ดังนี้

1. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหมุนแขนว่ายน้ำ

1.1 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อ Biceps brachii และ triceps brachii ทดสอบโดยใช้ท่า elbow flextion และ elbow extension ทำโดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้ของเครื่อง Isokinetic Dynamometer ในท่าทางที่สบาย โดยวางแขนในระนาบ Horizontal เพื่อทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ที่ใช้ในการงอและเหยียดแขน โดยกำหนดมุมองศาการเคลื่อนไหว 90 องศาต่อวินาที (Shank, 2011) ทำการทดสอบ 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง ให้ผู้ทดสอบออกแรงเต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

1.2 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อ rotator cuff, deltoideus, pectoralis major และ latissimus dorsi ทดสอบโดยใช้ท่า Shoulder flexion และ Shoulder extension ทำโดยให้ผู้ทดสอบนอนบน เก้าอี้เครื่อง Isokinetic Dynamometer ในท่าทางที่สบาย การทดสอบนี้จะเริ่มจากการ ยกแขนขึ้นและกวาดทำมุม 180 องศาในแนวขนานลำตัว โดยมีการกำหนดมุมองศาการเคลื่อนไหวที่มุม 90 องศาต่อวินาที (Batalha et al., 2012) การทดสอบทำทั้งหมด 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ออกแรงเต็มที่และมีการพักระหว่างเซต 1 นาที

2. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเตะขา

2.1 วิธีทดสอบกล้ามเนื้อ quadriceps และ hamstring ทดสอบโดยใช้ท่า knee extension, knee flexion ให้ผู้ทดสอบ นั่งบนเก้าอี้ของเครื่อง Isokinetic dynamometer ในท่าทางที่สบาย จัดท่าทางของขาให้พอดี โดยให้ลำตัวตั้งตรงสะโพกทำมุม 90 องศาต่อวินาที (V., H., Michael, & Jphn, 1996) จุดหมุนของแกนไดนาโม ของเครื่องจะตรงกับจุดหมุนบริเวณหัวเข่า ทำการทดสอบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดและงอเข่า โดยกำหนดมุมการเคลื่อนไหว 60 องศาต่อวินาที ทำการทดสอบ Knee flexion และ Knee extension 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบออกแรงเต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

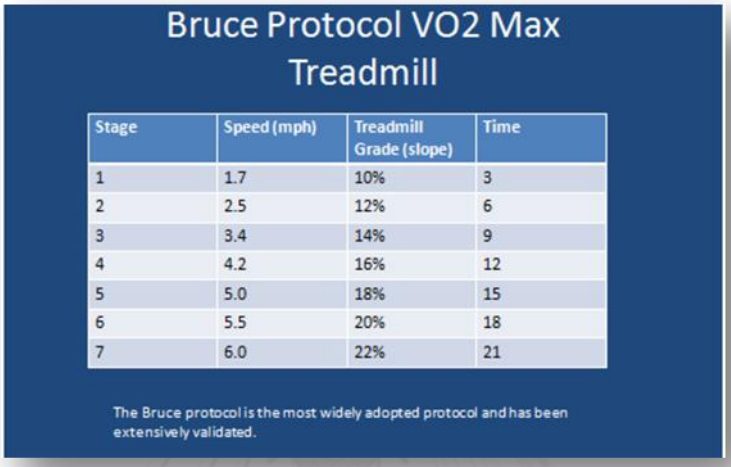
2.2 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเตะข้อเท้า ทดสอบโดยใช้ท่า plantar flexion และ plantar extension ให้ผู้ทดสอบ นอนหงายบนเก้าอี้ของเครื่อง Isokinetic dynamometer ในท่าทางสบาย จัดตำแหน่งข้อเท้าให้เหมาะสม ไดนาโมของแกนเครื่องจะตรงกับจุดหมุนของข้อเท้า กำหนดมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่ 60 และ 120 องศาต่อวินาที (C. P. M. et al., 1997) ทำการทดสอบ 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบ ออกแรงเต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

<u>ปัจจัยที่ 2</u> การวัดองค์ประกอบของร่างกาย (**สุรสา โค้งประเสริฐ,** 2550 **)** โดยใช้เครื่องวัดองค์ประกอบของ ร่างกายยี่ห้อไอโอไอ (ioi) รุ่น 353 ในการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ทำโดยให้ผู้ทดสอบขึ้นไปยืนบนเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย จากนั้นกดโปรแกรมโดยเลือกเพศและให้ผู้ทดสอบยื่นมือจับแท่นจับของเครื่องเพื่อทดสอบน้ำหนัก ส่วนสูงและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย

<u>ปัจจัยที่ 3</u> วัดการใช้ระบบพลังงาน ซึ่งมี 2 ระบบ ดังนี้

3.1 วัดระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (สุรสา โค้งประเสริฐ, 2550) ทดสอบหลังจากการวัดความแข็งแรงและกำลังกล้ามเนื้อ 1 สัปดาห์ โดยใช้สายพานวัดงาน (Treadmill) ยี่ห้อไลฟ์ฟิตเนต

(Lifefitness)พร้อมอุปกรณ์วัดก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์ (V-max) สำหรับใช้ทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) และสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (AT) มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที การทดสอบเริ่มโดย ให้ผู้ทดสอบใส่อุปกรณ์วัดก๊าซและขึ้นไปยืนบนสายพานวัดงานเตรียมพร้อมวิ่งหลังจาก นั้นผู้วิจัยจะปรับความเร็วและความชันของสายพานวัดงานตามโปรแกรมของ Bruce protocol ให้ผู้ทดสอบวิ่งจนไม่ไหว และบันทึกผลการใช้ออกซิเจน



รูปภาพ 1แสดงโปรแกรมการทดสอบของ Bruce protocol ที่มา Michele et al. (1989)

3.2 วัดระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Jurimae, 2007) ทดสอบหลังจาก การวัดพลังงานแบบใช้ ออกซิเจน 3 วัน โดยใช้จักรยาน วัดงานยี่ห้อโมนาร์ค (Monark) รุ่น Ergomedic 894 Ea ใช้ทดสอบสมรรถภาพในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ ออกซิเจน (Anaerobic capacity) โดยใช้วิธีการทดสอบของวินเกตต์ (Wingate bike test) โดยผู้ทดสอบเป็นผู้ปรับระดับความหนักของจักรยานวัดงาน และจดบันทึกผลตัวแปรที่เกี่ยวกับระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกที่สนใจ

Chulalongkorn University

<u>ปัจจัยที่ 4</u> วัดสมรรถภาพของปอดโดยใช้เครื่อง Spirometer(D. & R., 2009) ซึ่งมี โปรแกรมวัดสมรรถภาพปอดในเครื่องวัดปริมาณการใช้ก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์ โดยขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

- กรอกประวัติผู้มีส่วนร่วมวิจัย รวมถึงน้ำหนัก, ส่วนสูง, วัน เดือน ปีเกิด, เพศ ให้เรียบร้อย
- ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าปอดกับตัวเครื่องและเลือกโปรแกรมวัดสมรรถภาพปอด โดยกดที่ Volume function
- ให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยใช้ที่บีบจมูกบีบจมูกไว้ เพื่อป้องกันการหายใจทางจมูก

- เริ่มการทดสอบจากการเป่าลมโดยใช้ปาก ด้วยอัตราเร็วปกติ 3-4 ครั้ง
- จากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยหายใจเข้าให้เต็มปอด เมื่อเต็มปอดแล้วให้ผ่อน ลมหายใจออกให้นานที่สุดจนกว่าจะหมด
- ทำซ้ำประมาณ 2-3 รอบ และบันทึกผลการทดสอบ

ตัวแปรที่สนใจในการทดสอบสมรรถภาพปอด (ปิยนุช สวนสิน, 2551)ได้แก่

- FVC (Forced Vital Capacity) คือ ปริมาตรอากาศที่วัดได้ขณะ หายใจออกอย่างเร็ว แรง จนหมดหลังจากหายใจเข้าอย่างเต็มที่ ซึ่งผลค่า FVC แสดงถึงปริมาตรอากาศที่จุอยู่ในปอดทั้งหมด
- FEV1 (Forced Expiratory Volume in One second) คือ ปริมาตร อากาศที่หายใจออกมาอย่างเร็วและแรงได้ในหนึ่งวินาที
- FEV1/FVC % คือ ร้อยละของปริมาตรอากาศที่เป่าออกมาได้ใน วินาทีที่ 1 ต่อปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่าง เร็วและแรง ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเป่าอากาศออกจาก ปอด
- FEF 25-75 คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจเข้าที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงกลาง (25-75%) ของFVC มีหน่วยเป็นลิตรต่อ วินาที
- PEF (Peak Expiratory Flow) คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงต้นของการหายใจออกอย่างเร็วและเต็มที่จากตำแหน่งหายใจเข้าเต็มที่ หน่วยเป็นลิตรต่อวินาที

ปัจจัยที่ 5 วัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด(D. & R., 2009) โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตที่แขนและเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ปลายนิ้ว ในการเก็บข้อมูลในส่วนของ อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิต การเก็บข้อมูลของสมรรถภาพหัวใจและ หลอดเลือดแบ่งการทดสอบเป็น 2 ช่วง คือ

- ในสภาวะปกติ (Resting time) ทำการวัดความดันโลหิตและอัตรา การเต้นของหัวใจก่อนการออกกำลังกาย โดยการให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยนั่ง พักให้หายเหนื่อย ทำการเก็บข้อมูลและบันทึกผล
- ในขณะออกกำลังกาย (Exercise phase) โดยการติดอุปกรณ์วัดอัตราการ เต้นของหัวใจที่ปลายนิ้วและอุปกรณ์วัดความดันโลหิตที่ต้นแขนของ ผู้มีส่วนร่วมวิจัย ทำการวัดตัวแปรทั้งสองในขณะที่ผู้มีส่วนร่วมวิจัย ออกกำลังกาย ณ จุดสูงสุด หรือจุดที่มีค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2 max) และบันทึกผล

3. ผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนและบันทึกผลการทดสอบ ลงในใบบันทึกผล
4. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่บันทึกได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การพิทักษ์สิทธิ์ผู้เข้าร่วมวิจัย

การเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับการดูแลและปฏิบัติด้วยความปลอดภัย ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้รับการฝึกอบรมเป็นอย่างดี หากเกิดข้อผิดพลาดในการวิจัยผู้วิจัยจะทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นและนำส่งโรงพยาบาลโดยเร็วที่สุด ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลผู้วิจัยจะเป็นผู้ออกให้ หากเกิดข้อผิดพลาดขณะทำการเก็บข้อมูลวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแตกต่างของความแปรปรวนแบบสองทาง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยทางสรีรวิทยาต่างๆในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลาง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน ปริมาณไขมันในร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ ข้อศอก ข้อเข่าและข้อเท้า ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ค่าปริมาณการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ค่า VT ค่า RER ค่าดัชนีความล้า (Fatigue Index) ค่าสมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Capacity) ค่า FVC ค่า FEV1 ค่า FEV1/FVC% ค่า FEF25-27% ค่า PEF อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ความดันโลหิตขณะพักและความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย และหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ของอันดับประเทศของนักกีฬากับค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ด้วยวิธีหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

หมายเหตุ การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวทำเพื่อทดสอบว่าข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบ Normal distribution หรือไม่ โดยใช้สถิติ Shaprio Wilk จากการทดสอบพบว่า การกระจายตัวของข้อมูลเป็นไปตามการกระจายตัวแบบโค้งปกติที่ p=0.01 หากไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Non-Parametric statistic ด้วยวิธี Mann-Whitney ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง” มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลาง

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและนำผลการทดสอบของปัจจัยทางสรีรวิทยาทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, สมรรถภาพปอด, ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน, ระบบพลังงานแบบไม่ใช่ออกซิเจนและสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด ของนักกีฬาว่ายน้ำระดับเยาวชนอายุ 15 ปีขึ้นไป แบ่งเป็น นักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นจำนวน 18 คน เป็นชาย 9 คน หญิง 9 คน และนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะกลางจำนวน 18 คน เป็นชาย 9 คน หญิง 9 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 36 คน แบ่งเป็น ชาย 18 คน หญิง 18 คน

เรื่องนี้มีการวิเคราะห์สถิติที่สำคัญอยู่ 2 แบบ ได้แก่

1. การทดสอบหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามในกลุ่มต่างๆโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (2-way ANOVA) โดยตัวแปรต้น 2 ตัว ได้แก่ ตัวแปรเพศ (ชายหรือหญิง) และตัวแปรระยะทาง (50 เมตรหรือ 400 เมตร)
2. การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างสถิติที่ดีที่สุดของกลุ่มตัวอย่างกับตัวแปรตามโดยการหาค่าสหสัมพันธ์ (correlation) โดยใช้วิธีเพียร์สัน (Peason)

หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบตามวิธีการดำเนินการวิจัยเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแปรปรวนแบบสองทาง และหาค่าสหสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อให้การวิเคราะห์ ทางสถิติเป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ ผู้วิจัยทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลว่าเป็นไป ตามการกระจายตัวแบบโค้งปกติ (normal distribution) โดยใช้สถิติ Shaprio Wilk จากการทดสอบพบว่า การกระจายตัวของข้อมูลเป็นไปตามการกระจายตัวแบบโค้งปกติที่ p=0.01 ผู้วิจัยรายงานผลสถิติเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรปัจจัยทางสรีรวิทยาของ นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) ระหว่างปัจจัยหลักและ ตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำ โดยปัจจัยหลักมี 2 ตัว ได้แก่ เพศและระยะทางในการว่าย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถิติเวลาในการแข่งกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยวิธีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน. (Pearson ' s Correlation Coefficient)

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าความแปรปรวนทางสถิติแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ของปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น ระยะกลาง เพศชายและเพศหญิง ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 องค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ อายุ น้ำหนักร่างกาย ส่วนสูง ปริมาณไขมันในร่างกาย ดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ความยาวแขน-ขาของนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ อายุ น้ำหนักร่างกาย ส่วนสูง ปริมาณ ไขมันในร่างกาย ดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
อายุ (ปี)	19.44	2.62	17.44	1.42
น้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม)	74.83	9.96	70.56	9.19
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	179.98	6.55	173.91	7.13
ปริมาณไขมันในร่างกาย	11.83	2.37	13.28	3.29
ดัชนีมวลกาย	22.98	1.74	23.25	1.58
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	17.27	2.97	18.71	2.24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อายุ น้ำหนักร่างกาย ส่วนสูง ปริมาณไขมันในร่างกาย ดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยอายุของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 19.44 และ 17.44 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.62 และ 1.42 ปี ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 74.83 และ 70.56 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 9.96 และ 9.19 กิโลกรัมตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 179.98 และ 173.91 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 6.55 และ 7.13 เซนติเมตรตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในร่างกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 11.83 และ 13.28 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.37 และ 3.29 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ
5. ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลางมีค่าเท่ากับ 22.98 และ 23.25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.74 และ 1.58 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ
6. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 17.27 และ 18.71 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.97 และ 2.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ อายุ น้ำหนักร่างกาย ส่วนสูง ปริมาณไขมันในร่างกาย ดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	Mean	SD.	Mean	SD
อายุ (ปี)	17.44	1.95	17.89	3.18
น้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม)	56.16	4.29	56.27	4.60
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	164.62	5.18	163.56	4.24
ปริมาณไขมันในร่างกาย	12.88	2.42	13.36	2.55
ดัชนีมวลกาย	20.71	1.51	21.00	1.20
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	21.94	4.33	23.52	2.74

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อายุ น้ำหนักร่างกาย ส่วนสูง ปริมาณไขมันในร่างกาย ดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยอายุของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 17.44 และ 17.89 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.95 และ 3.18 ปี ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 56.16 และ 56.27 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 4.29 และ 4.60 กิโลกรัมตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 164.62 และ 163.56 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 5.18 และ 4.24 เซนติเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในร่างกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 มีค่าเท่ากับ 12.88 และ 13.36 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.42 และ 2.55 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ
5. ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 20.71 และ 21.00 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.51 และ 1.20 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

6. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 21.94 และ 23.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 4.33 และ 2.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงค่าสถิติ F ที่ได้จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบทางกายกับเพศ และระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
1. น้ำหนัก	38.916*	.616	.666
2. ส่วนสูง	38.144*	2.943	1.448
3. ดัชนีมวลกาย	17.738*	.266	.001
4. ไขมันในร่างกาย	.342	1.036	.265
5. เปอร์เซ็นต์ไขมัน	17.875*	1.804	.004

*p<.05

จากตารางที่ 4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรน้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนี มวลกาย ไขมันในร่างกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมันระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชาย และเพศหญิง มีค่า 38.916, 38.144, 17.738, 0.342, 17.875 ตามลำดับ จากค่าสถิติ ดังกล่าวพบว่า น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

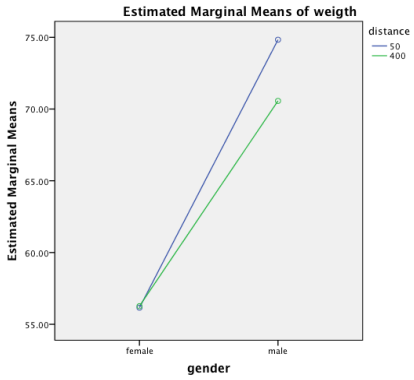
ค่าเฉลี่ยของไขมันในร่างกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายและนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงไม่มีความแตกต่างกัน

2. ระยะทาง

ไม่พบความแตกต่างระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง ในทุกตัวแปรขององค์ประกอบร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางในการว่าย ไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรทางด้านองค์ประกอบของร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

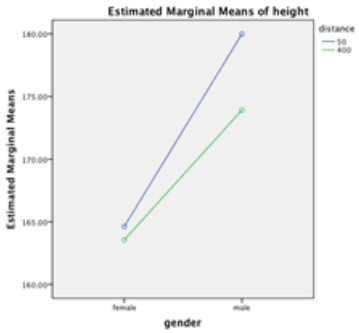
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่าย ต่อตัวแปรทางด้านองค์ประกอบ ร่างกาย มีดังนี้



รูป 2 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อน้ำหนักตัว

จากรูป **2** พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (**50** เมตร) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (**400** เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่าย ต่อน้ำหนักตัวนักกีฬา

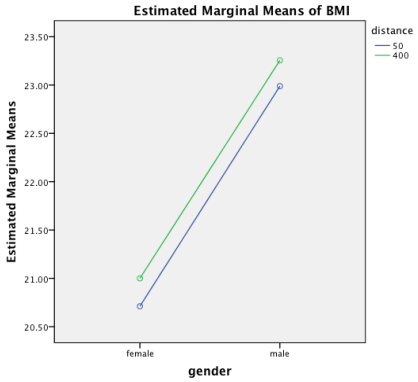


รูป 3 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อส่วนสูง

จากรูป 3 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยส่วนสูงที่สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่ายต่อส่วนสูงของนักกีฬา

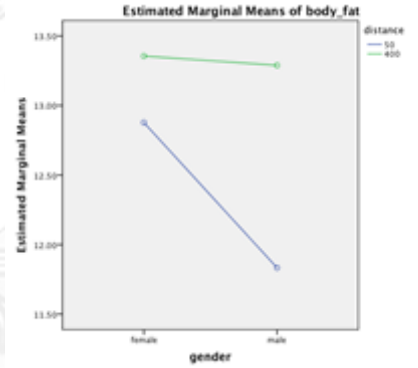
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูป 4 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อดัชนีมวลกาย

จากรูป 4 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อดัชนีมวลกายของนักกีฬา

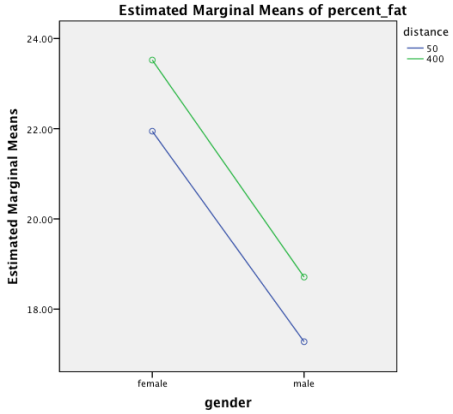


รูป 5 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อการว่ายต่อปริมาณไขมัน

จากรูป 5 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในร่างกายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อปริมาณไขมันในร่างกายของนักกีฬา

Chulalongkorn University



รูป 6 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬา

จากรูป 6 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวแขนและขาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
(เซนติเมตร)	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ความยาวแขนขวา	87.61	4.29	84.27	3.79
ความยาวแขนซ้าย	87.72	4.68	85.27	5.12
ความยาวขาขวา	95.27	7.00	94.94	4.69
ความยาวขาซ้าย	95.55	8.08	94.33	5.35

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความยาวแขนท่อนบน ความยาวแขนท่อนล่าง ความยาวขาท่อนบนและความยาวขาท่อนล่าง ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยความยาวแขนขวาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 87.61 และ 84.27 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 4.29 และ 3.79 เซนติเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยความยาวแขนซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 87.72 และ 85.27 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 4.68 และ 5.12 เซนติเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยความยาวขาขวาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 95.27 และ 94.94 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 7.00 และ 4.69 เซนติเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยความยาวขาซ้ายในร่างกายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 95.55 และ 94.33 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 8.08 และ 5.35 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวแขนและขาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร (เซนติเมตร)	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ความยาวแขนขวา	79.88	3.78	79.33	2.53
ความยาวแขนซ้าย	79.77	4.04	79.16	2.89
ความยาวขาขวา	87.66	3.02	88.55	2.98
ความยาวขาซ้าย	88.00	3.88	88.89	1.69

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความยาวแขนท่อนบน ความยาวแขนท่อนล่าง ความยาวขาท่อนบนและความยาวขาท่อนล่าง ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยความยาวแขนขวาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 79.88 และ 79.33 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.78 และ 2.53 เซนติเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยความยาวแขนซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 79.77 และ 79.16 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 4.04 และ 2.89 เซนติเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยความยาวขาขวาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 87.66 และ 88.55 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.02 และ 2.98 เซนติเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยความยาวขาซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 88.00 และ 88.89 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.88 และ 1.69 เซนติเมตร ตามลำดับ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7 ค่าความแปรปรวนระหว่างความยาวแขน-ขา กับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
1.ความยาวแขนขวา	23.950*	2.258	1.152
2.ความยาวแขนซ้าย	11.403*	.007	.301
3.ความยาวขาขวา	17.596*	.028	.134
4.ความยาวขาซ้าย	11.403*	.007	.301

*p < .05

จากตารางที่ 6 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

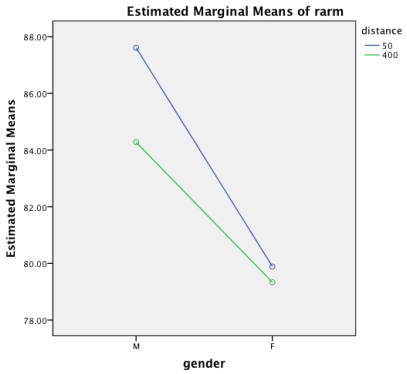
ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวแขนขวา ความยาวแขนซ้าย ความยาวขาขวาและความยาวขาซ้าย ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง เพศชายและเพศหญิง มีค่า 23.950, 11.403, 17.596 และ 11.403 ตามลำดับ จากค่าสถิติ ดังกล่าวพบว่าความยาวแขนขวา ความยาว แขนซ้าย ความยาวขาขวาและความยาวขาซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำ เพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ระยะทางในการว่าย

ไม่พบความแตกต่างระหว่างความยาวแขน- ขาทั้งสองข้างของนักกีฬากับระยะทางใน การว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางใน การว่ายไม่มีอิทธิพลต่อความยาวแขน-ขา ของนักกีฬาว่ายน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

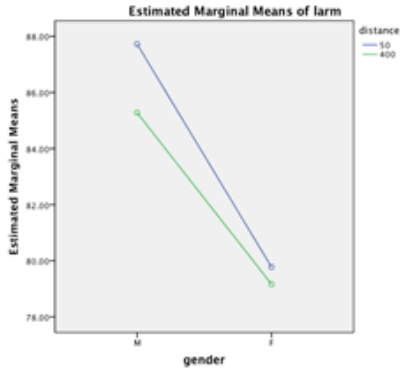
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อความยาวแขน-ขาของนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนี้



รูป 7 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อความยาวแขนขวา

จากรูป 7 พบว่า

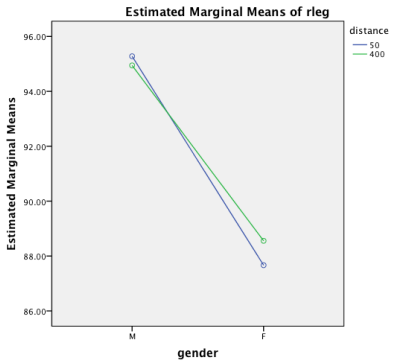
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยความยาวแขนขวามากกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อความยาวแขนขวาของนักกีฬา



รูป 8แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อความยาวแขนซ้าย

จากรูป 8 พบว่า

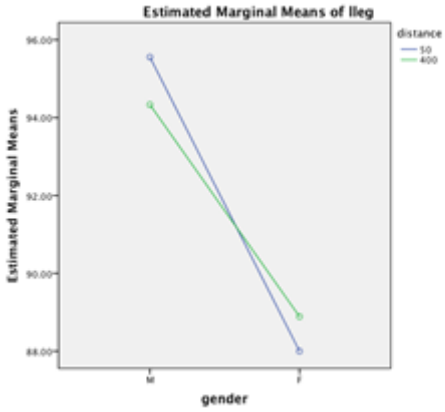
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยความยาวแขนซ้ายมากกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่ายต่อความยาวแขนซ้ายของนักกีฬา



รูป 9 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อความยาวขาขวา

จากรูป 9 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยความยาวขาขวามากกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อความยาวแขนขวาของนักกีฬา



รูป 10 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อความยาวขาซ้าย

จากรูป 10 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยความยาวขาซ้ายมากกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่ายต่อความยาวแขนซ้ายของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัจจัยที่ 2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 4 ข้อต่อ ได้แก่ ข้อไหล่ ข้อศอก ข้อเข่าและข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 8ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขณะหมุนหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ขวา	62.37	12.37	58.92	8.72
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ขวา	96.31	14.09	83.27	12.78
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ซ้าย	66.62	17.88	58.07	8.14
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ซ้าย	90.44	12.13	82.44	7.28

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียด หัวไหล่ ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 62.37 และ 58.92 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 12.37 และ 8.72 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชาย ระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 96.31 และ 83.27 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 14.09 และ 12.78 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 66.62 และ 58.07 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 17.88 และ 8.14 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชาย ระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 90.44 และ 82.44 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 12.13 และ 7.28 นิวตันเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขณะหมุนหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ขวา	42.81	4.84	34.15	4.52
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ขวา	48.44	9.61	50.8	9.21
ค่าทอร์คสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ซ้าย	36.21	5.82	34.65	4.39
ค่าทอร์คสูงสุดขณะงอหัวไหล่ซ้าย	53.13	8.63	51.53	8.59

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 42.81 และ 34.15 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 4.84 และ 4.52 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 48.44 และ 50.8 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 9.61 และ 9.21 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดหัวไหล่ซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 36.21 และ 34.65 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 5.82 และ 4.39 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอหัวไหล่ซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 53.13 และ 51.53 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 8.63 และ 8.59 นิวตันเมตร ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่กับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา	410.096*	131.211*	157.054*
ค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา	95.880*	1.678	3.534
ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย	52.753*	1.857	.889
ค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย	106.724*	2.113	.939

*p < .05

จากตารางที่ 9 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

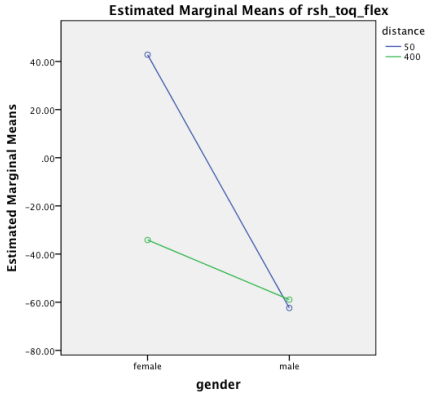
ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา ค่าทอร์ก ขณะงอไหล่ขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้ายและค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้ายระหว่างกลุ่มตัวอย่าง เพศชายและเพศหญิง มีค่า 410.096, 95.880, 52.753 และ 106.724 ตามลำดับ จากค่าสถิติ ดังกล่าวพบว่าค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา ค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย และค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

2. ระยะทางในการว่าย

พบความแตกต่างระหว่างค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวากับระยะทางในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำ (F=131.211) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบความแตกต่างระหว่างค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวากับเพศ*ระยะทาง (F=157.054) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา, ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้ายและค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย กับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

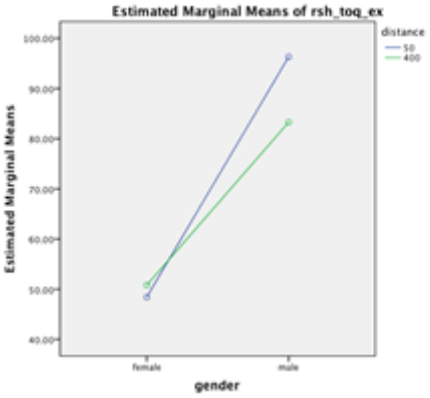
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดและงอ หัวไหล่ขวาและซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนี้



รูป 11 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา

จากรูป 11 พบว่า

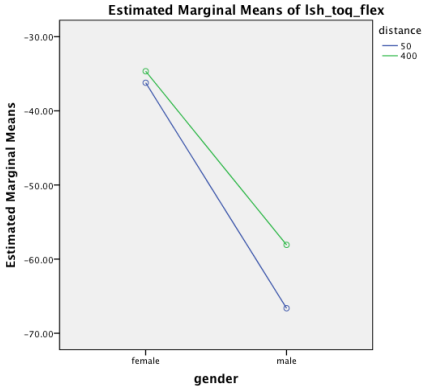
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวาของนักกีฬา



รูป 12 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา

จากรูป 12 พบว่า

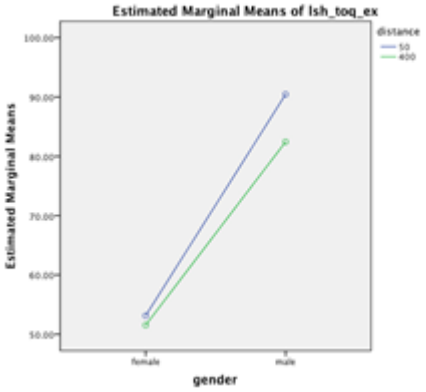
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวาของนักกีฬา



รูป 13 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย

จากรูป 13 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้ายของนักกีฬา



รูป 14 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย

จากรูปที่ 14 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- กราฟทั้งสองเส้นเกือบขนานกัน เป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่าย ต่อค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้ายของนักกีฬา

ตารางที่ 11 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขณะหมุนข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกขวา	55.96	11.06	54.78	11.54
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกขวา	66.84	14.95	61.05	11.95
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกซ้าย	59.63	19.91	58.40	13.60
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกซ้าย	76.72	19.71	72.50	14.96

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียด ข้อศอก ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอก ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 55.96 และ 54.78 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 11.06 และ 11.54 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชาย ระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 66.84 และ 61.05 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 14.95 และ 11.95 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 59.63 และ 58.40 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 19.91 และ 13.60 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชาย ระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 76.72 และ 72.50 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 19.71 และ 14.96 นิวตันเมตร ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขณะหมุนข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกขวา	31.75	8.60	28.46	7.12
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกขวา	42.65	13.54	44.44	10.56
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกซ้าย	35.15	10.65	25.08	7.79
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกซ้าย	46.03	16.31	44.25	9.31

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอก ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอก ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกขวาของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 31.75 และ 28.46 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 8.60 และ 7.12 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 42.65 และ 44.44 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 13.54 และ 10.56 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อศอกซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 35.15 และ 25.08 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 10.65 และ 7.79 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อศอกซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 46.03 และ 44.25 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 16.31 และ 9.31 นิวตันเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกกับเพศและระยะ ในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา	53.708*	.402	.094
ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา	20.125*	.193	.694
ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย	35.345*	1.351	.826
ค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย	28.773*	.298	.050

*p < .05

จากตารางที่ 13 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

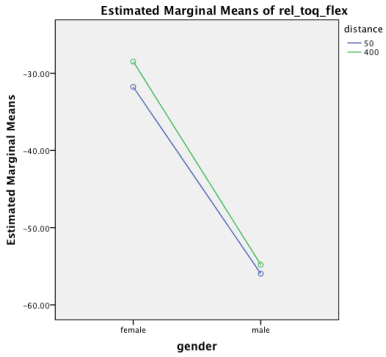
1. เพศ

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา ค่าทอร์ก ขณะงอศอกขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้ายและค่าทอร์กขณะงอศอกซ้ายระหว่างกลุ่มตัวอย่าง เพศชายและเพศหญิง มีค่า 53.708, 20.125, 35.345 และ 28.773 ตามลำดับ จากค่าสถิติ ดังกล่าวพบว่าค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย และค่าทอร์กขณะงอศอกซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

2. ระยะทางในการว่าย

ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าทอร์กเหยียดศอกขวา, ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา, ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้ายและ ค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย กับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางในการว่ายไม่มีอิทธิพลต่อค่าทอร์กขณะเหยียดและงอศอกขวาและซ้าย

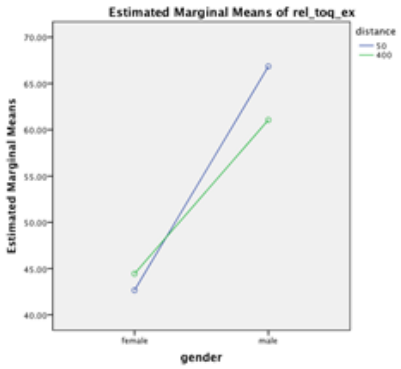
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดและงอ ศอกขวาและซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนี้



รูป 15 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา

จากรูป 15 พบว่า

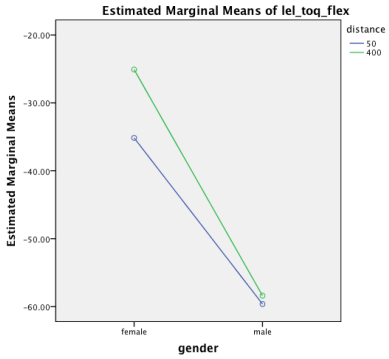
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวาของนักกีฬา



รูป 16 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอศอกขวา

จากรูปที่ 16 พบว่า

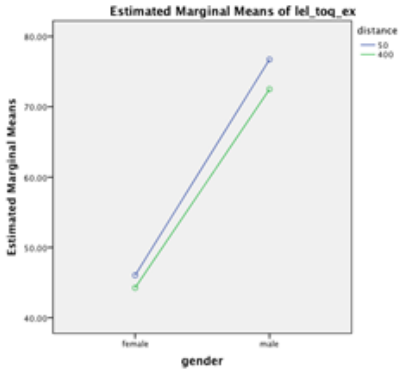
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอศอกขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอศอกขวาของนักกีฬา



รูป 17 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย

จากรูป 17 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในกาว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้ายของนักกีฬา



รูป 18 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย

จากรูป 18 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอศอกซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอศอกซ้ายของนักกีฬา

ตารางที่ 14 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าขวา	107.98	25.37	120.41	38.05
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าขวา	183.01	47.74	187.35	24.18
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าซ้าย	126.52	42.87	94.73	18.63
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าซ้าย	155.81	45.50	167.93	29.97

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่า ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่า ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 107.98 และ 120.41 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 25.37 และ 38.05 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 183.01 และ 187.35 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 47.74 และ 24.18 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 126.52 และ 94.73 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 42.87 และ 18.63 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 155.81 และ 167.93 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 45.50 และ 29.97 นิวตันเมตร ตามลำดับ

Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขณะหมุนข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าขวา	55.98	10.44	63.65	28.86
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าขวา	112.63	22.59	114.56	32.78
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าซ้าย	55.42	9.68	70.91	35.33
ค่าทอร์คสูงสุดขณะงอข้อเข่าซ้าย	109.11	21.91	91.25	33.09

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่า ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่า ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 55.98 และ 63.65 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 10.44 และ 28.86 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 112.63 และ 114.56 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 22.59 และ 32.78 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 55.42 และ 70.91 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 9.68 และ 35.33 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 109.11 และ 91.25 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 21.91 และ 33.09 นิวตันเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 16 ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่ากับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา	31.182*	1.064	.060
ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา	36.845*	.0.71	.610
ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย	20.435*	.603	5.069*
ค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย	26.793*	.058	1.582

*p < .05

จากตารางที่ 15 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

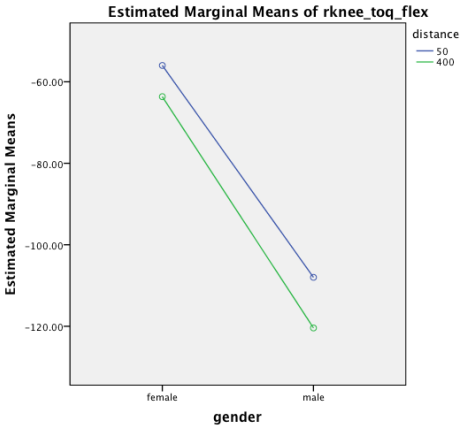
1. เพศ

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้ายและค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้ายระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง มีค่า 31.182, 36.845, 20.436 และ 26.793 ตามลำดับ จากค่าสถิติ ดังกล่าวพบว่าค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย และค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

2. ระยะทางในการว่าย

ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าทอร์กเหยียดเข่าขวา, ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา, ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้ายและค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย กับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางในการว่ายไม่มีอิทธิพลต่อค่าทอร์กขณะงอและเหยียดข้อศอกขวาและซ้าย

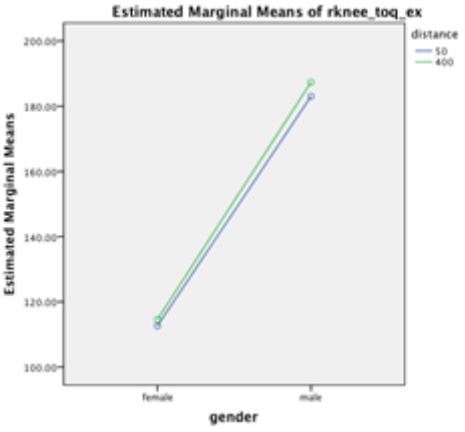
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดและงอเข่าขวาและซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนี้



รูป 19 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา

จากรูป 19 พบว่า

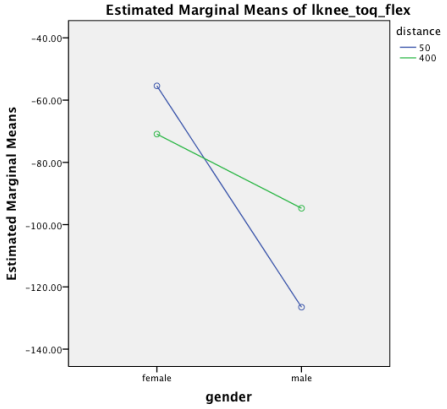
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวาของนักกีฬา



รูป 20 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา

จากรูป 20 พบว่า

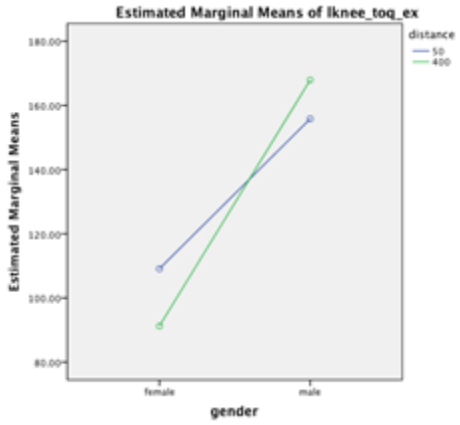
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอเข่าขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเข่าขวาของนักกีฬา



รูป 21 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย

จากรูป 21 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้ายของนักกีฬา



รูป 22 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย

จากรูป 22 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้น เป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้ายของนักกีฬา

ตารางที่ 17 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขณะหมุนข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเท้าขวา	100.92	18.03	97.16	27.45
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้าขวา	53.50	26.02	71.04	41.35
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเท้าซ้าย	100.00	15.88	92.62	19.34
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้าซ้าย	51.17	26.03	56.42	29.43

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียด ข้อเท้า ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้า ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเท้าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 100.92 และ 97.16 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 18.03 และ 27.45 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 53.50 และ 71.04 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 26.02 และ 41.35 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเท้าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 100.00 และ 92.62 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 15.88 และ 19.34 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 51.17 และ 56.42 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 26.03 และ 29.43 นิวตันเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 18 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขณะหมุนข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเท้าขวา	53.96	17.55	50.32	16.43
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้าขวา	25.00	11.44	28.94	13.85
ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเท้าซ้าย	57.06	15.78	52.58	17.74
ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้าซ้าย	28.90	14.53	25.47	18.30

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียด ข้อเท้า ค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเท้า ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเท้าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 53.96 และ 50.32 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 17.55 และ 16.43 นิวตันเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าขวา ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 25.00 และ 28.94 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 11.44 และ 13.85 นิวตันเมตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดข้อเข่าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 57.06 และ 52.58 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 15.78 และ 17.74 นิวตันเมตร ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าทอร์กสูงสุดขณะงอข้อเข่าซ้าย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 28.90 และ 25.47 นิวตันเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 14.53 และ 18.30 นิวตันเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 19 ค่าความแปรปรวนระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้ากับเพศและระยะ ในการว่ายของนักกีฬา ว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา	42.481*	.264	.000
ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา	42.923*	15.083*	3.910
ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย	46.276*	.945	.057
ค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้าย	10.839*	.013	.287

*p < .05

จากตารางที่ 19 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา ค่าทอร์ก ขณะงอเท้าขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้ายและค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้ายระหว่างกลุ่มตัวอย่าง เพศชายและเพศหญิง มีค่า 42.481, 42.923, 46.276 และ 10.839 ตามลำดับ จากค่าสถิติ ดังกล่าวพบว่าค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย และค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

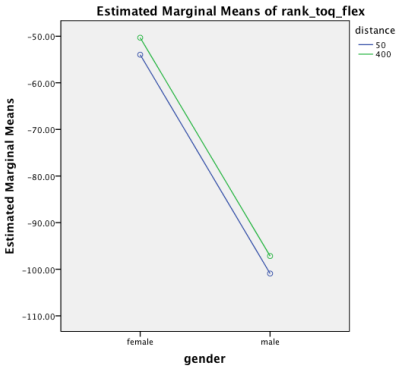
2. ระยะทางในการว่าย

ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้ายกับระยะทาง (F=15.083) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าทอร์กเหยียดเข่าขวา, ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา, ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้ายและค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้ายกับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้น และระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

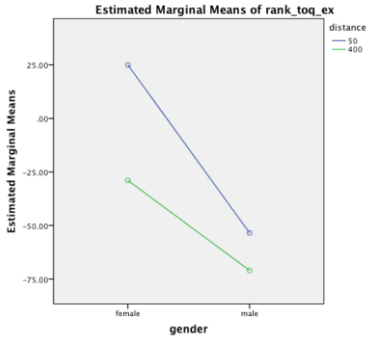
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดและงอ เข่าขวาและซ้ายของนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนี้



รูป 23 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา

จากรูป 23 พบว่า

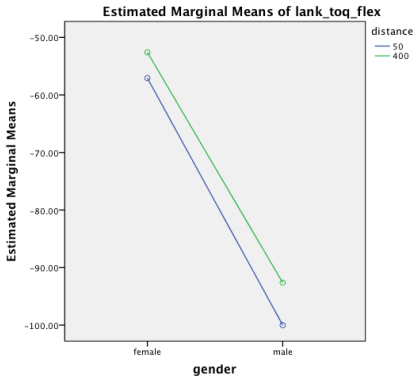
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวาของนักกีฬา



รูป 24 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา

จากรูป 24 พบว่า

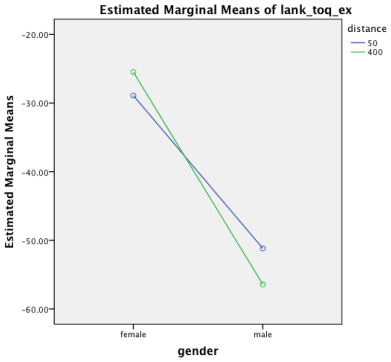
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอเท้าขวาสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้น เป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเท้าขวาของนักกีฬา



รูป 25 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย

จากรูป 25 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้ายของนักกีฬา



รูป 26 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย

จากรูป 26 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้ายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่ายต่อค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้ายของนักกีฬา

ปัจจัยที่ 3 สมรรถภาพปอด ได้แก่ FVC, FEV1, FEV1/FVC%, FEF25-75% และ PEF ของนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพปอดในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
FVC	4.68	0.61	4.67	0.55
FEV1	2.34	1.23	2.94	0.97
FEV1/FVC%	50.44	25.23	63.11	20.73
FEF 25-75%	2.05	1.78	2.84	1.29
PEF	3.34	2.87	2.98	1.00

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าFVC, FEV1, FEV1/FVC%, FEF 25-75% และ PEF ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่า FVC ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 4.68 และ 4.67 ลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.61 และ 0.55 ลิตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่า FEV1 ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 2.34 และ 2.94 ลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.23 และ 0.97 ลิตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่า FEV1/FVC ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 50.44 และ 63.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 25.23 และ 20.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่า FEF 25-75% ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 2.05 และ 2.84 ลิตรต่อวินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.78 และ 1.29 ลิตรต่อวินาที ตามลำดับ
5. ค่าเฉลี่ย PEF ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 3.34 และ 2.98 ลิตรต่อวินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.87 และ 1.00 ลิตรต่อวินาที ตามลำดับ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพปอด ในนักกีฬา ว่ายน้ำ เพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	X	SD.	X	SD.
FVC	3.35	0.58	3.35	0.56
FEV1	1.72	0.93	1.79	1.13
FEV1/FVC%	50.88	23.58	51.00	29.04
FEF 25-75%	1.54	1.40	1.59	1.24
PEF	2.39	1.70	2.49	1.83

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าFVC, FEV1, FEV1/FVC%, FEF 25-75% และ PEF ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่า FVC ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 3.35 และ 3.35 ลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 และ 0.56 ลิตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่า FEV1 ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 172 และ1.79 ลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.93 และ 1.13 ลิตร ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่า FEV1/FVC ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 50.88 และ 51.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 23.58 และ 29.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่า FEF 25-75% ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 1.54 และ 1.59 ลิตรต่อวินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.40 และ 1.24 ลิตรต่อวินาที ตามลำดับ
5. ค่าเฉลี่ย PEF ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 2.39 และ 2.49 ลิตรต่อวินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.70 และ 1.83 ลิตร ต่อวินาทีตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 ค่าความแปรปรวนระหว่างสมรรถภาพปอดกับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
FVC	41.951*	.001	.002
FEV1	5.388*	.770	.498
FEV1/FVC%	.441	.529	.511
FEF 25-75%	2.964	.659	.526
FIVC	4.986*	4.119	2.458

*p < .05

จากตารางที่ 22 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า FVC, FEV1 และFIVC ระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง มีค่า 41.951, 5.388 และ 4.986 ตามลำดับ จากค่าสถิติดังกล่าวพบว่าค่า FVC, FEV1 และFIVC ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

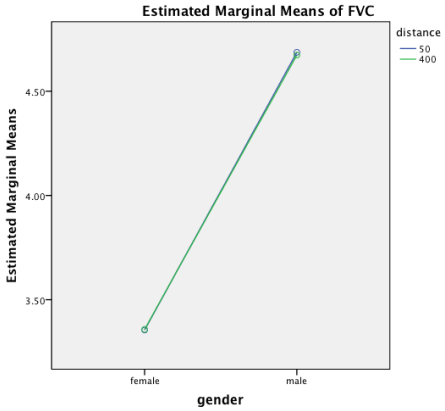
แต่ไม่พบว่าค่าเฉลี่ยของ FEV1/FVC% และ FEF25-75% ของนักกีฬาเพศชายและหญิงมีความแตกต่างกัน

2. ระยะทางในการว่าย

ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าFVC, ค่า FEV1, ค่าFEV1/FVC%, ค่า FEF 25-75% และค่า FIVC กับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางในการว่ายไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรสมรรถภาพปอดทั้งหมด

CHULALONGKORN UNIVERSITY

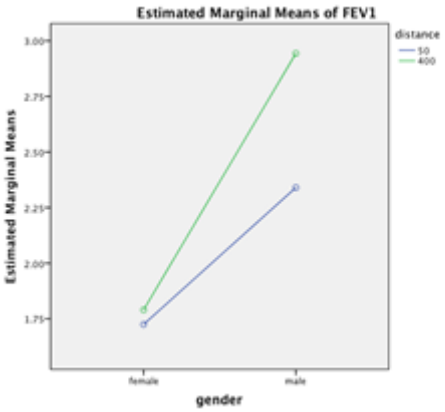
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่าย ต่อตัวแปรสมรรถภาพปอดของนักกีฬาว่ายน้ำ ดังนี้



รูป 27 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า FVC

จากรูป 27 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าFVC เท่ากับนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) แต่ไม่เกิด interaction เป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า FVC



รูป 28 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า FEV1

จากรูป 28 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า FEV1 สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- กราฟทั้งสองเส้นเกือบขนานกัน เป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทาง ในการว่าย ต่อค่า FEV1 ของนักกีฬา

ปัจจัยที่ 4 ระบบพลังงาน

- **ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน** ได้แก่ Peak Power, Anaerobic Capacity และ Fatigue Index ของนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 23แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
Peak power	12.32	2.95	11.82	2.60
Anaerobic capacity	7.54	1.67	7.25	1.17
Fatigue Index	44.45	11.10	37.30	6.49

จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า Peak Power, Anaerobic capacity, Fatigue Index ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่า Peak power ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 12.32 และ 11.82 วัตต์ต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.95 และ 2.60 ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่า Anaerobic Capacity ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 7.54 และ 7.25 วัตต์ต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.67 และ 1.17 ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่า Fatigue Index ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 44.45 และ 37.30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 11.10 และ 6.49 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบไม่ใช่ออกซิเจน ในนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
Peak power	7.59	2.47	7.62	2.19
Anarobic capacity	5.01	1.26	5.01	1.41
Fatigue Index	33.99	17.84	39.74	16.62

จากตารางที่ 24 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า Peak Power, Anaerobic capacity, Fatigue Index ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่า Peak power ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 7.59 และ 7.62 วัตต์ต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.47 และ 2.19 วัตต์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่า Anaerobic Capacity ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 5.01 และ 5.01 วัตต์ต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.26 และ 1.41 วัตต์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่า Fatigue Index ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 33.99 และ 39.74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 17.84 และ 16.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 ค่าความแปรปรวนระหว่างระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนกับเพศและระยะ ในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
Peak power	24.097*	.064	.083
Anarobic capacity	23.477*	.088	.092
Fatigue Index	1.384	.243	.968

*p < .05

จากตารางที่ 25 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า Peak Power และ Anaerobic capacity ระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง มีค่า 24.097 และ 23.477 ตามลำดับ จากค่าสถิติดังกล่าว พบว่า ค่า Peak Power และ Anaerobic capacity ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

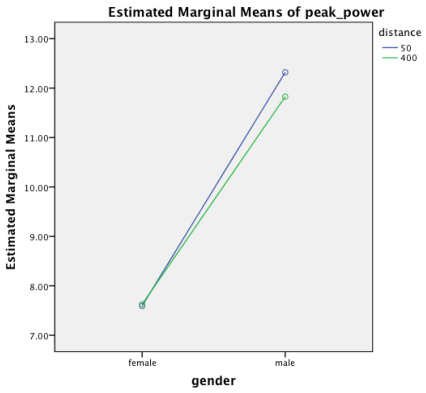
ไม่พบความแตกต่างของค่า Fatigue Indexระหว่างนักกีฬาเพศหญิงและเพศชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ระยะทางในการว่าย

ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่ากำลังสูงสุด Peak Power, ค่า Anaerobic Capacity และค่า Fatigue Index กับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางในการว่ายไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรด้านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

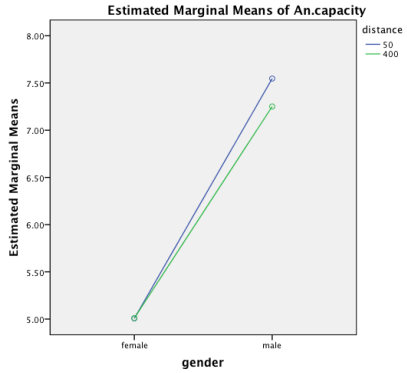
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อตัวแปรด้านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ดังนี้



รูป 29 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Peak Power

จากรูป 29 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า Peak power สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า Peak power ของนักกีฬา

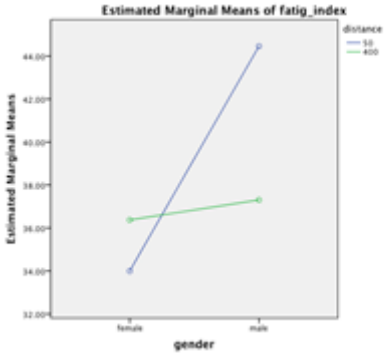


รูป 30 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Anaerobic Capacity

จากรูป 30 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า Anaerobic capacity สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า Anaerobic capacity ของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



-

รูป 31 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Fatigue Index

จากรูป 31 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า Fatigue Index สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า Fatigue Index ของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน** ได้แก่ VO2 max, VCO2, Anaerobic Threshold และ VT ของนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
VO2 max (ml/kg/min)	48.35	8.24	51.16	6.98
VCO2 (l/min)	3.61	0.50	4.04	0.64
Anaerobic Threshold (l/min)	2.46	2.28	2.62	0.46
VT	2.28	0.35	2.46	0.51
RER	1.02	0.08	1.08	0.08

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2 max), ปริมาณการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2 max), จุดเริ่มล้า (AT), VT และค่า RERของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุด (VO2 max) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 48.35 และ 51.16 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานมีค่าเท่ากับ 8.24 และ 6.98 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าปริมาณการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2 max) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย ระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 3.61 และ 4.04 ลิตรต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.50 และ 0.64 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าจุดเริ่มล้า (AT) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 2.46 และ 2.62 ลิตรต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.28 และ 2.46 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่า VT ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 2.28 และ 2.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.35 และ 0.51 ตามลำดับ
5. ค่าเฉลี่ยค่า RER ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 1.02 และ 1.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานมีค่าเท่ากับ 0.08 และ 0.08 ตามลำดับ

ตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
VO2 max (ml/kg/min)	43.55	7.60	49.12	11.49
VCO2 (l/min)	2.41	0.52	2.67	0.62
Anaerobic Threshold (l/min)	1.63	0.52	1.73	0.45
VT	1.63	0.37	1.54	0.31
RER	1.06	0.06	0.97	0.09

จากตารางที่ 27 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2 max), ปริมาณการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2 max), จุดเริ่มล้า (AT), VT และค่า RERของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2 max) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 43.55 และ 49.12 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานมีค่าเท่ากับ 7.60 และ 11.49 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าปริมาณการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2 max) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 2.41 และ 2.67 ลิตรต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.52 และ 0 .62 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าจุดเริ่มล้า (AT) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลางมีค่า เท่ากับ 1.63 และ 1.73 ลิตรต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.52 และ 0.45 ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่า VT ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 1.06 และ 0.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.06 และ 0.09 ตามลำดับ
5. ค่าเฉลี่ยค่า RER ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 1.06 และ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.06 และ 0.09 ตามลำดับ

ตารางที่ 28 ค่าความแปรปรวนระหว่างระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนกับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
VO2 max (ml/kg/min)	1.222	1.831	.198
VCO2 (l/min)	33.454*	1.720	.575
Anaerobic Threshold (l/min)	13.112*	.297	.013
VT	31.511*	.093	1.000

*p < .05

จากตารางที่ 28 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

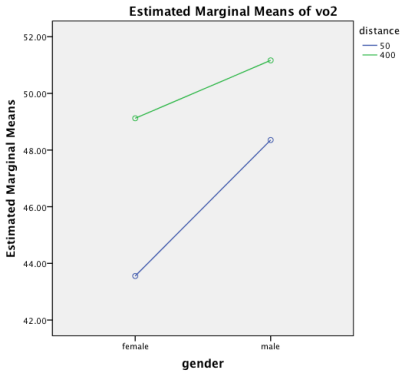
ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ VCO2 ค่า Anaerobic Threshold และค่า VT ระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง มีค่า 33.454, 13.112 และ 31.511 ตามลำดับ จากค่าสถิติดังกล่าว พบว่าค่าปริมาณการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ VCO2 ค่า Anaerobic Threshold และค่า VT ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬา ว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไม่พบความแตกต่างของค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด VO2max ระหว่างนักกีฬา เพศหญิงและเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ระยะทางการว่าย

ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด VO2max, ค่าปริมาณการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ VCO2, ค่า Anaerobic Threshold และค่า VT กับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้น และระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางการว่ายไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรด้านระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน

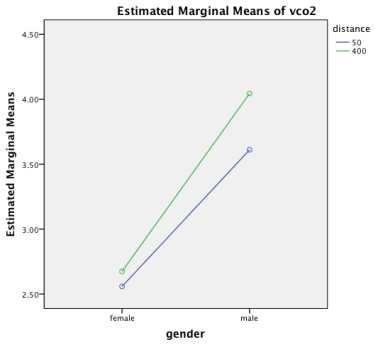
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อตัวแปรด้านระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ดังนี้



รูป 32 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า VO2max

จากรูป 32 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า VO2max สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า VO2max ของนักกีฬา

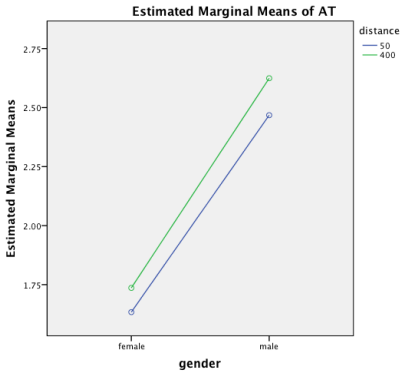


รูป 33 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า VCO2

จากรูป 33 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า VCO2 สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่าไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า VCO2 ของนักกีฬา

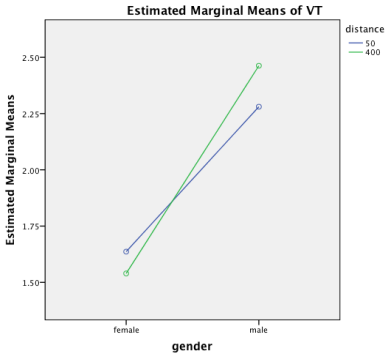
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูป 34 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า Anaerobic threshold

จากรูป 34 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า Anaerobic Threshold สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า Anaerobic Threshold ของนักกีฬา



รูป 35 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่า VT

จากรูป 35 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่า VT สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่า VT ของนักกีฬา

ปัจจัยที่ 5 สมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR max) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะพัก อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย และความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย ของนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 29 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย

ตัวแปร	เพศชายระยะสั้น		เพศชายระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
HR max	200.55	2.62	202.77	1.68
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก	76.33	12.64	81.44	11.65
ความดันโลหิตขณะพัก (SBP)	131.00	6.94	131.33	18.62
ความดันโลหิตขณะพัก (DBP)	73.88	8.07	69.55	6.76
อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย	151.88	15.08	161.44	17.31
ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (SBP)	168.77	21.71	181.89	12.93
ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP)	80.22	10.96	90.44	3.65

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR max), อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก, ความดันโลหิตขณะพัก, อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายและความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย ของนักกีฬาว่ายน้ำ เพศชาย ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR max) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลางมีค่าเท่ากับ 200.55 และ 202.77 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.62 และ 1.68 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชาย ระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 76.33 และ 81.44 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 12.64 และ 11.65 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะพัก (SBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่าเท่ากับ 131.00 และ 131.33 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 6.94 และ 18.62 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ

4. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะพัก (DBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชาย ระยะกลาง มีค่าเท่ากับ 73.88 และ 69.55 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 8.07 และ 6.76 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ
5. ค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น และเพศชายระยะกลางมีค่าเท่ากับ 151.88 และ 161.44 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 15.08 และ 17.31 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ
6. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (SBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลางมีค่าเท่ากับ 168.77 และ 181.89 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 21.71 และ 12.93 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ
7. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้นและเพศชายระยะกลางมีค่าเท่ากับ 80.22 และ 90.44 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 10.96 และ 3.65 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดในนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

ตัวแปร	เพศหญิงระยะสั้น		เพศหญิงระยะกลาง	
	MEAN	SD.	MEAN	SD.
HR max	202.55	1.94	202.11	3.17
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก	88.66	16.87	75.44	13.56
ความดันโลหิตขณะพัก (SBP)	126.77	14.97	113.88	9.30
ความดันโลหิตขณะพัก (DBP)	73.77	9.17	70.33	5.24
อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย	157.44	11.02	153.00	8.19
ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (SBP)	177.89	11.57	152.67	22.69
ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP)	83.33	10.48	90.11	11.81

จากตารางที่ 30 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอัตราการเต้นหัวใจ สูงสุด (HR max), อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก, ความดันโลหิตขณะพัก, อัตราการเต้นของหัวใจ ขณะออกกำลังกายและความดันโลหิตขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำ เพศหญิง ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR max) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 202.55 และ 202.11 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.94 และ 3.17 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 88.66 และ 75.44 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 16.87 และ 13.56 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ
3. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะพัก (SBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และ เพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 126.77 และ 113.88 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 14.97 และ 9.30 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ
4. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะพัก (DBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้นและ เพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 73.77 และ 70.33 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 9.17 และ 5.24 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ

5. ค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 157.44 และ 153.00 ครั้งต่อนาที ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 11.02 และ 8.19 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ
6. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (SBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 177.89 และ 152.67 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 11.57 และ 22.69 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ
7. ค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น และเพศหญิงระยะกลางมีค่าเท่ากับ 83.33 และ 90.11 มิลลิเมตรปรอท ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 10.48 และ 11.81 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 31ค่าความแปรปรวนระหว่างสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดกับเพศและระยะในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ตัวแปร	เพศ	ระยะทาง	เพศ*ระยะทาง
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก	.420	.688	3.517
ความดันโลหิตขณะพัก (SBP)	5.321*	1.787	1.982
ความดันโลหิตขณะพัก (DBP)	.016	2.173	1.028
อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย	.093	.292	2.189
ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (SBP)	2.514	.912	9.132*
ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP)	.161	6.034*	.248

*p < .05

จากตารางที่ 31 สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ตัวแปรหลัก

1. เพศ

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความดันโลหิตขณะพัก (SBP) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง มีค่า 5.321 จากค่าสถิติดังกล่าวพบว่าค่าความดันโลหิตขณะพัก (SBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายแตกต่างกับนักกีฬา ว่ายน้ำเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไม่พบความแตกต่างของค่าอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก, ความดันโลหิตขณะพัก(DBP), ค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย, ค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย(SBP) และค่า ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP) ระหว่างนักกีฬาเพศหญิงและเพศชายอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

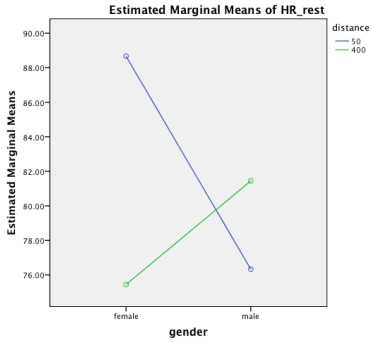
2. ระยะทางในการว่าย

ค่าสถิติ F ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง มีค่า 6.034 จากค่าสถิติดังกล่าวพบว่าค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP) ของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นแตกต่างกับนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไม่พบความแตกต่างของค่าอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก, ความดันโลหิตขณะพัก(SBP), ความดันโลหิตขณะพัก(DBP), ค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย, ค่าความดันโลหิตขณะ ออกกำลังกาย(SBP) และกับระยะทางการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 แสดงว่าระยะทางการว่ายไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

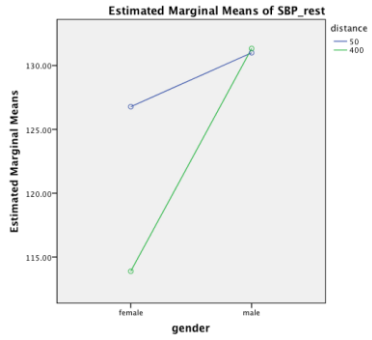
กราฟแสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อตัวแปรด้านระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ดังนี้



รูป 36 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่ออัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

จากรูป 36 พบว่า

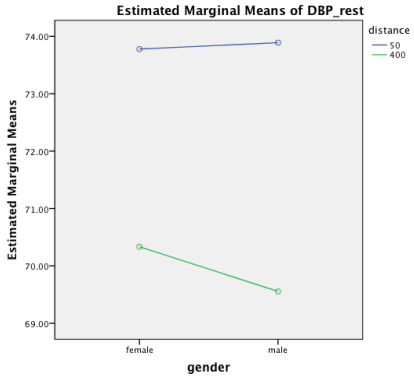
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นหัวใจขณะพักสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าอัตราการเต้นหัวใจขณะพักของนักกีฬา



รูป 37 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (SBP)ขณะพัก

จากรูป 37 พบว่า

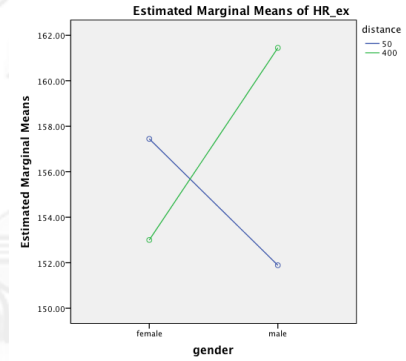
- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะพัก (SBP) สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าความดันโลหิตขณะพัก (SBP) ของนักกีฬา



รูป 38 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (DBP)ขณะพัก

จากรูป 38 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะพัก (DBP) สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าความดันโลหิตขณะพัก (DBP) ของนักกีฬา

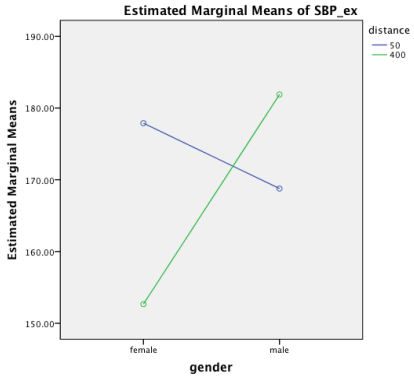


รูป 39 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่ออัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

จากรูป 39 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกาย ของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูป 40 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (SBP)ขณะออกกำลังกาย

จากรูป 40 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (SBP) สูงกว่า นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (SBP) ของนักกีฬา

รูป 41 แสดงอิทธิพลระหว่างเพศและระยะการว่ายต่อค่าความดันโลหิต (DBP)ขณะออกกำลังกาย

จากรูป 41 พบว่า

- นักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง (400 เมตร) มีค่าเฉลี่ยค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP) สูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น (50 เมตร)
- จากกราฟทั้งสองเส้นเป็นการยืนยันว่า ไม่มีอิทธิพลระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายต่อค่าความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย (DBP) ของนักกีฬา

ตอนที่ 2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสถิติเวลาในการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นและระยะกลางกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยแยกตามเพศของนักกีฬา

ตารางที่ 32 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสถิติเวลาในการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์เพศหญิงระยะสั้นและระยะกลางกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ค่าสหสัมพันธ์	P-value
1. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา	-.976*	.000
2. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา	.086	.734
3. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย	.182	.470
4. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย	-.108	.669
5. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา	.248	.320
6. ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา	.044	.864
7. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย	.496*	.036
8. ค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย	-.091	.719
9. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา	-.117	.644
10. ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา	-.013	.960
11. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย	-.210	.402
12. ค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย	-.284	.253
13. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา	.157	.534
14. ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา	-.899*	.000
15. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย	.167	.508
16. ค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้าย	.108	.671

p<.05

จากตารางที่ 32 พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะเหยียดหัวไหล่ขวา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะงอศอกซ้าย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะงอข้อเท้าขวามีค่าสหสัมพันธ์กับสถิติเวลาในการแข่งขัน ดังนี้ -.976, .496 และ -.899 ตามลำดับ จึงทำให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ ข้อศอกและข้อเท้ามีความสัมพันธ์กับสถิติเวลาที่ใช้ในการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

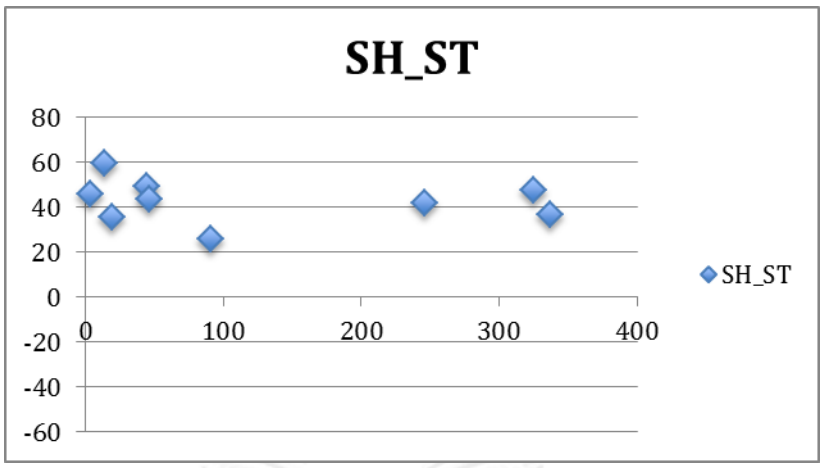
ตารางที่ 33 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ค่าสหสัมพันธ์	P-value
1. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา	.294	.236
2. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา	-.083	.744
3. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย	-.219	.383
4. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย	-.110	.663
5. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา	.090	.722
6. ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา	-.370	.131
7. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย	.059	.818
8. ค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย	-.321	.193
9. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา	.375	.125
10. ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา	-.414	.087
11. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย	.435	.071
12. ค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย	-.111	.660
13. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา	.308	.214
14. ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา	.285	.251
15. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย	.383	.117
16. ค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้าย	-.164	.515

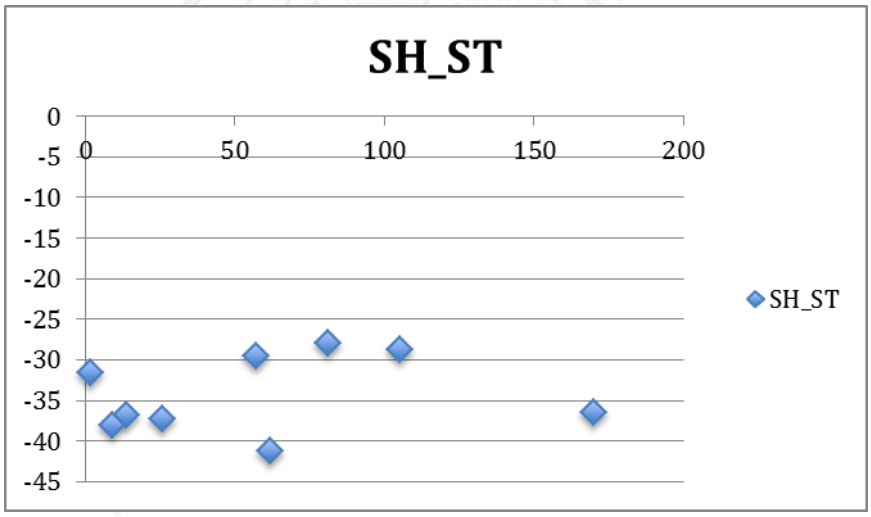
p<.05

จากตารางที่ 32 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อในนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิง

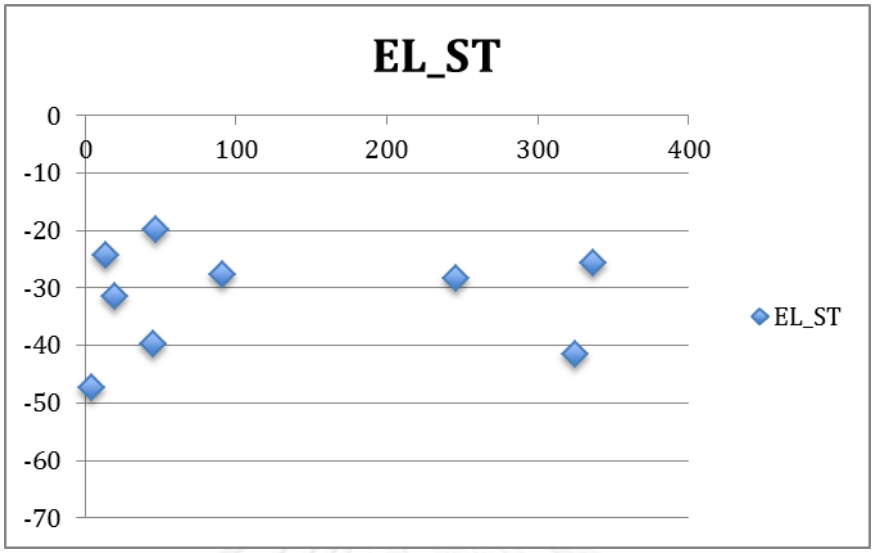
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



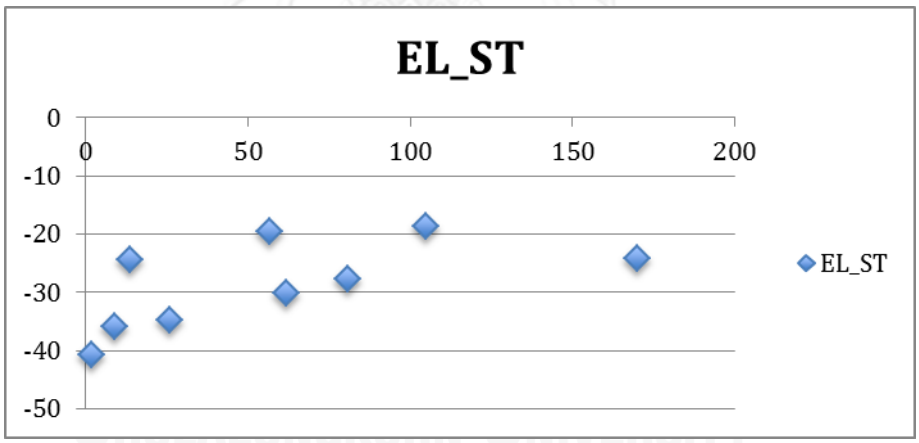
รูป 42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น



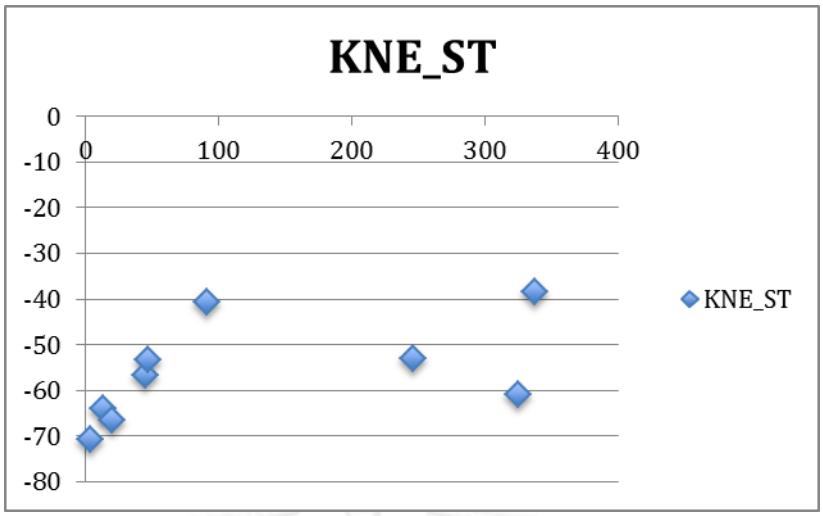
รูป 43 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง



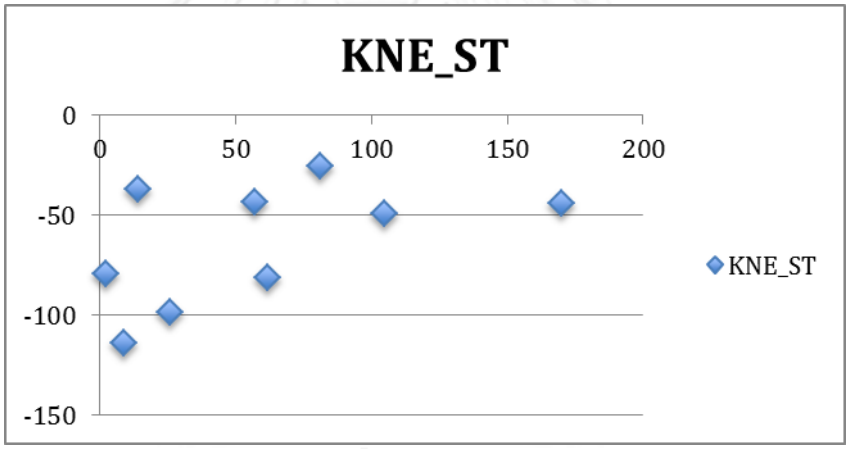
รูป 44 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น



รูป 45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง

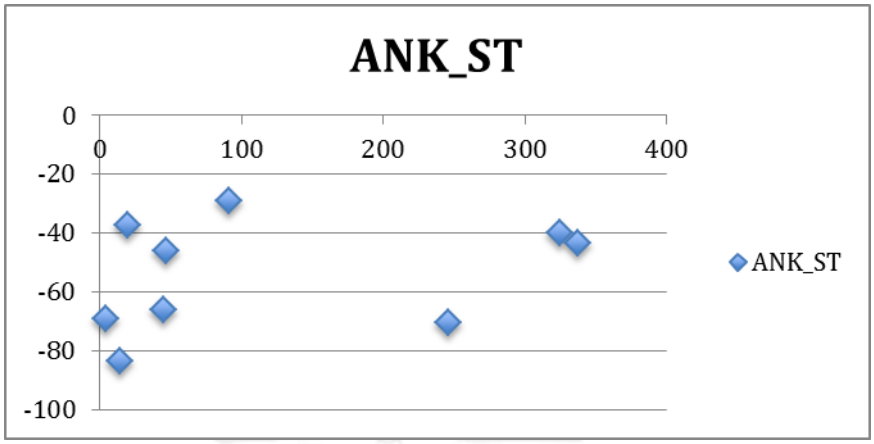


รูป 46 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น

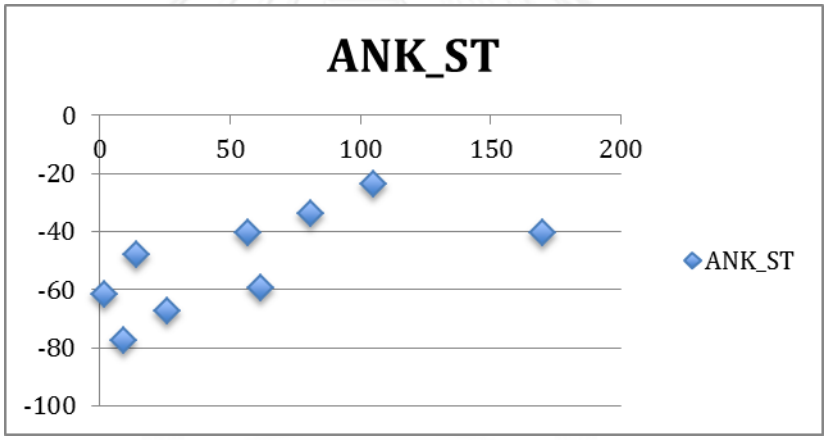


รูป 47แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง

Chulalongkorn University



รูป 48 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะสั้น



รูป 49 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงระยะกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสถิติเวลาในการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ เพศ ชายระยะสั้นและระยะกลางกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ค่าสหสัมพันธ์	P-value
1. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา	.185	.463
2. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา	-.425	.078
3. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย	.185	.463
4. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย	-.425	.078
5. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา	.074	.769
6. ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา	-.199	. 428
7. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย	.059	.817
8. ค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย	-.142	.573
9. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา	-.167	.508
10. ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา	.045	.858
11. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย	.430	.075
12. ค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย	.143	.570
13. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา	.091	.719
14. ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา	-.237	.344
15. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย	.223	.374
16. ค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้าย	-.073	.774

p<.05

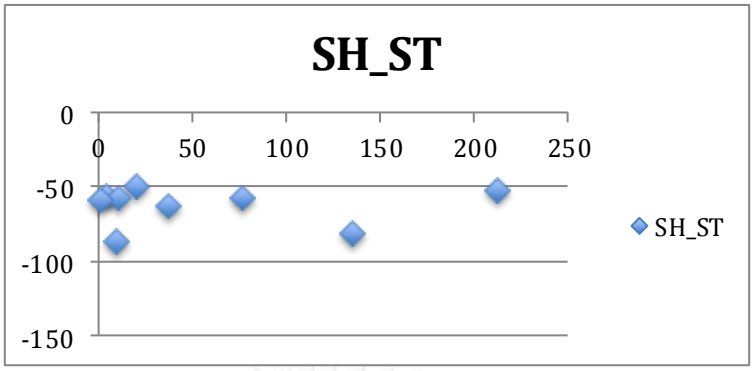
จากตารางที่ 34 พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อในนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย ไม่มีความสัมพันธ์กับสถิติเวลาในการแข่งขัน

ตารางที่ 35 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อ

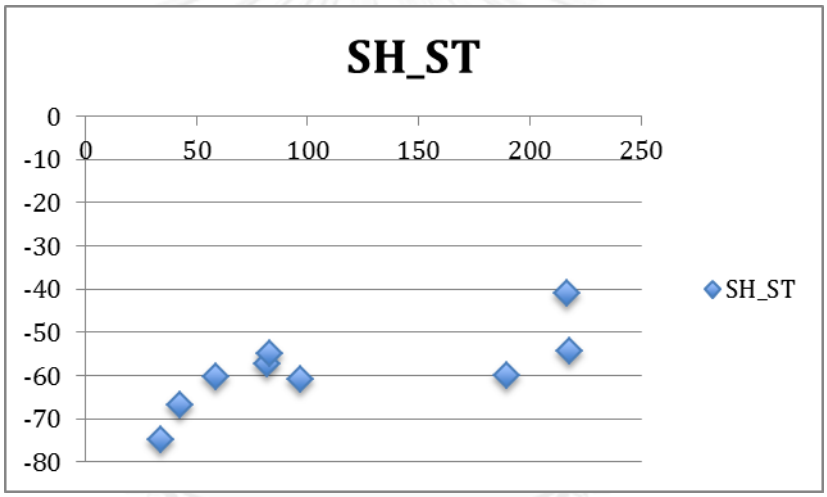
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ค่าสหสัมพันธ์	P-value
1. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา	.341	.166
2. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา	-.222	.376
3. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย	.341	.166
4. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย	-.222	.376
5. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา	.496*	.036
6. ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา	-.066	.794
7. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย	.235	.348
8. ค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย	-.350	.154
9. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา	.149	.555
10. ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา	-.066	.796
11. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย	.296	.233
12. ค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย	.011	.966
13. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา	.359	.143
14. ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา	-.081	.748
15. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย	.528*	.024
16. ค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้าย	-.346	.160

p<.05

จากตารางที่ 35 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะเหยียดศอกขวาและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะเหยียดข้อเท้าซ้ายของนักกีฬาเพศชาย ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .496 และ .528 ตามลำดับ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

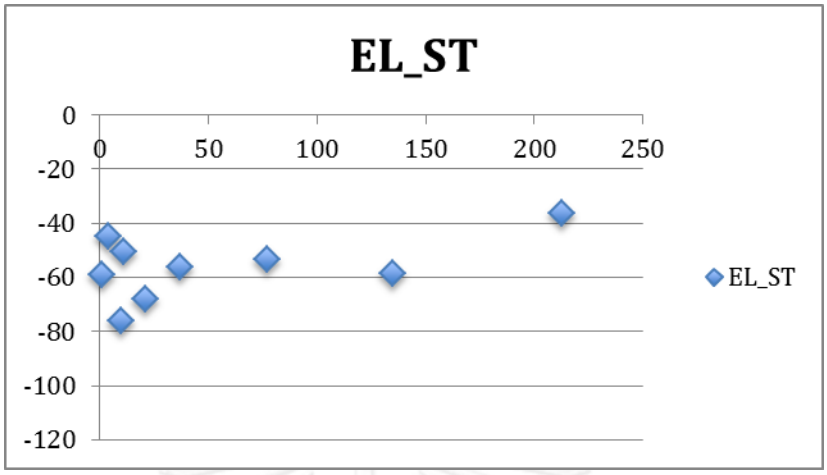


รูป 50 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น

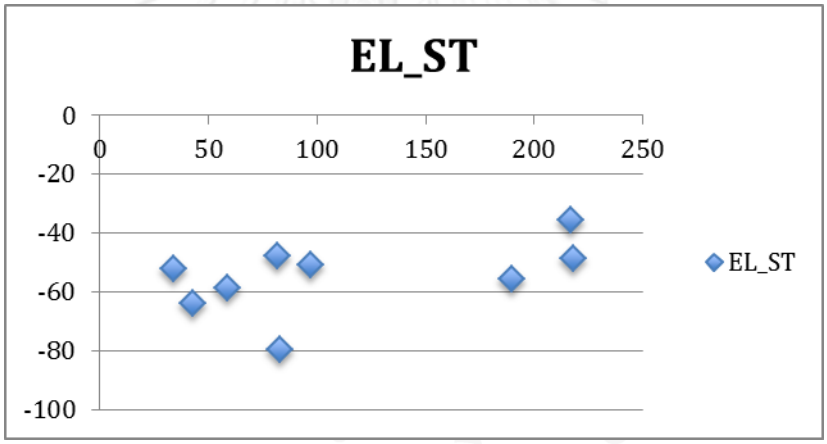


รูป 51 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

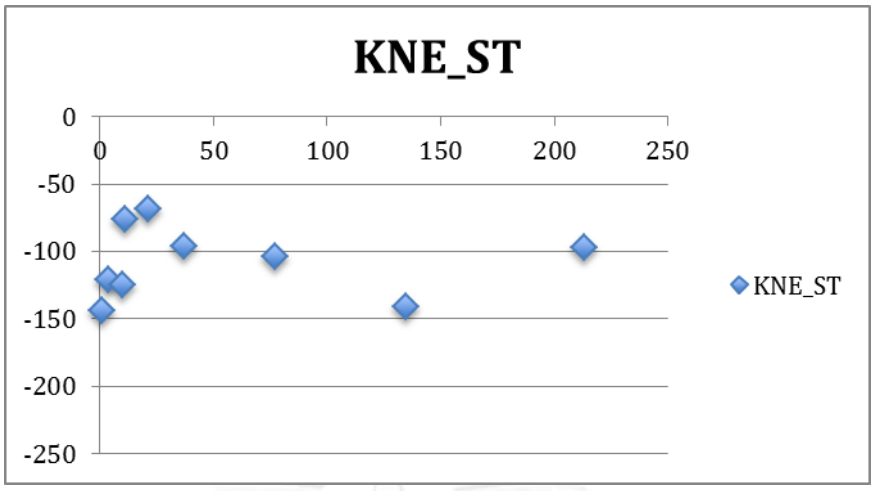


รูป 52 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น

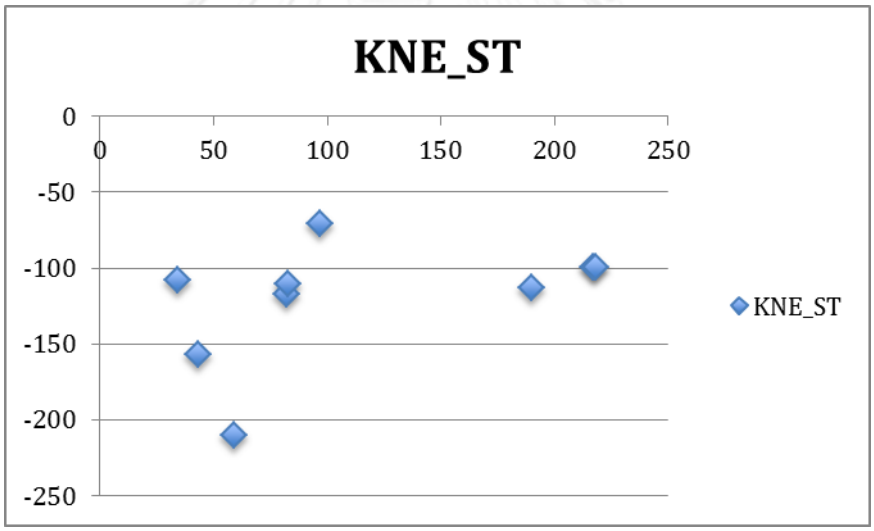


รูป 53 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อศอกของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง

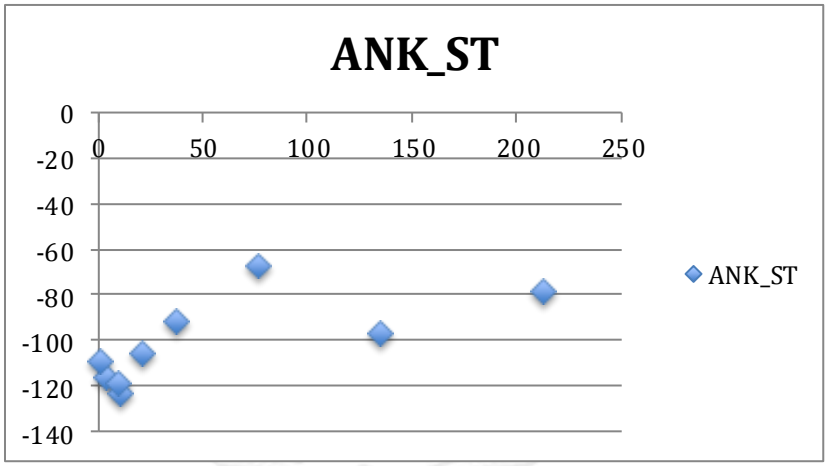
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



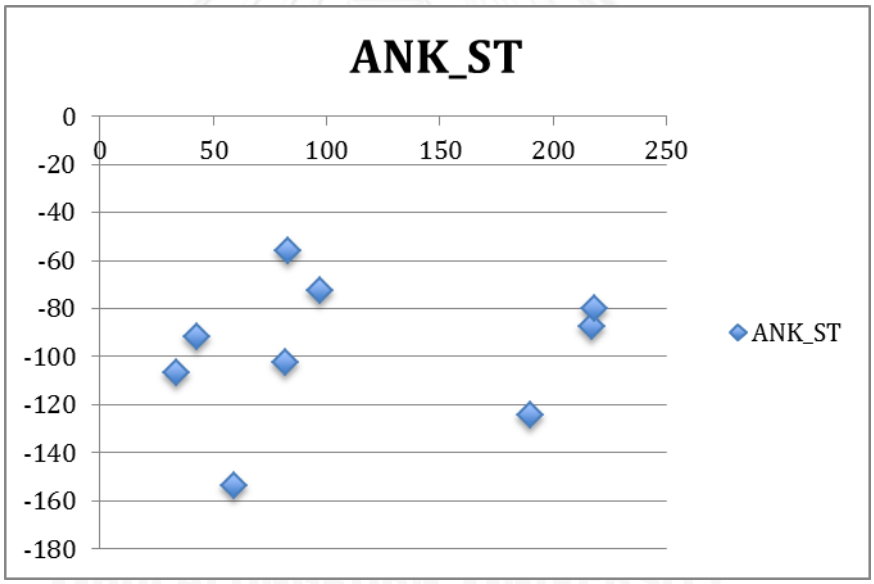
รูป 54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น



รูป 55 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง



รูป 56 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะสั้น



รูป 57 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศของนักกีฬากับความแข็งแรงกล้ามเนื้อข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายระยะกลาง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยสำรวจกึ่งทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระดับเยาวชนอายุ 15 ปีขึ้นไป เป็นนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย 9 คน นักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย 9 คน นักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง 9 คนและนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง 9 คน รวมทั้งสิ้น 36 คน การวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำหลังนักกีฬาทำการแข่งขันมา 1 สัปดาห์ ซึ่งตัวแปรประกอบด้วย น้ำหนัก, ส่วนสูง, ดัชนีมวลกาย, เปอร์เซ็นต์ไขมัน, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอก, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่า, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้า, ปริมาตรการหายใจ สูงสุด(FVC), ค่า FEV1, สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max), สมรรถภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2), สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (AT), สมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิค, ดัชนีความล้า (Fatigue Index), อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก, อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย, ความดันโลหิตขณะพักและความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หาค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาทั้งหมดของนักกีฬาว่ายน้ำทั้งรูปแบบแยกเพศ (ชายและหญิง) และแยกตามระยะทางในการว่าย (ระยะสั้นและระยะกลาง) เพื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง ของปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำทั้งสองระยะ และหาความแปรปรวนแบบสองทาง เพื่อหาความแตกต่างระหว่างเพศชายและหญิง รวมถึงความแตกต่างระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลางด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการวิจัยพบว่า

1. **ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้น เพศชาย** เป็นดังนี้
    - ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 74.80 กิโลกรัม
    - ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 179.98 เซนติเมตร
    - ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 22.98
    - ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 17.27 เปอร์เซ็นต์
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะเหยียดไหล่ ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 64.495 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะงอไหล่ ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 93.375 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกขณะเหยียดศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 57.795 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกขณะงอศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 71.780 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะเหยียดเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 117.25 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะงอเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 169.41 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะเหยียดเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 100.46 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะงอเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 52.335 นิวตันเมตร
    - ค่าเฉลี่ยปริมาตรการหายใจสูงสุด (FVC) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 4.68 ลิตร
    - ค่าเฉลี่ยค่า FEV1 ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชายเท่ากับ 2.34 ลิตร
    - ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 48.35 ลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 3.61 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้า ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 2.46 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิคของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 7.54 วัตต์
- ค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 44.45 เปอร์เซ็นต์
- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 76.33 ครั้งต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 131/73.88 มิลลิเมตรปรอท
- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 157.44 ครั้งต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 177.89/88.33 มิลลิเมตรปรอท

2. **ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย** เป็นดังนี้
   - ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 70.56 กิโลกรัม
   - ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชายเท่ากับ 173.91 เซนติเมตร
   - ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 23.25
   - ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 18.71 เปอร์เซ็นต์
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะเหยียดไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 58.495 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะงอไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 82.855 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกขณะเหยียดศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 56.590 นิวตันเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกขณะงอศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 66.775 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะเหยียดเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 107.57 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะงอเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 177.64 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะเหยียดเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 98.89 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะงอเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศชาย เท่ากับ 63.73 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยปริมาตรการหายใจสูงสุด (FVC) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 4.67 ลิตร
- ค่าเฉลี่ยค่า FEV1 ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชายเท่ากับ 2.94 ลิตร
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 51.16 ลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 4.04 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้า ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 2.62 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิคของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 7.25 วัตต์
- ค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชายเท่ากับ 37.30 เปอร์เซ็นต์
- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชายเท่ากับ 81.44 ครั้งต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 131.33/69.55 มิลลิเมตรปรอท
- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 161.44 ครั้งต่อนาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศชาย เท่ากับ 181.89/90.44 มิลลิเมตรปรอท

3. **ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง** เป็นดังนี้
   - ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 56.16 กิโลกรัม
   - ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 165.62 เซนติเมตร
   - ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 20.71
   - ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 21.94 เปอร์เซ็นต์
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะเหยียดไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 39.51 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะงอไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 50.765 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกขณะเหยียดศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 33.45 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณ้อศอกขณะงอศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 44.34 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะเหยียดเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 55.7 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะงอเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 110.87 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะเหยียดเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 55.51 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะงอเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 26.95 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยปริมาตรการหายใจสูงสุด (FVC) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 3.35 ลิตร
   - ค่าเฉลี่ยค่า FEV1 ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 1.72 ลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 43.55 ลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิงเท่ากับ 2.41 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 1.63 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิคของนักกีฬาว่ายน้ำ ท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 5.01 วัตต์
- ค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิงเท่ากับ 33.99 เปอร์เซ็นต์
- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิงเท่ากับ 88.66 ครั้งต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 126.77/73.77 มิลลิเมตรปรอท
- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิง เท่ากับ 157.44 ครั้งต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้น เพศหญิง เท่ากับ 177.89/83.33 มิลลิเมตรปรอท

4. **ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะ กลางเพศหญิง** เป็นดังนี้
   - ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิงเท่ากับ 56.27 กิโลกรัม
   - ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 163.56 เซนติเมตร
   - ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิงเท่ากับ 21.00
   - ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 23.52 เปอร์เซ็นต์
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะเหยียดไหล่ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 34.40 นิวตันเมตร
   - ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ขณะงอไหล่ของนักกีฬาว่ายกลางเพศหญิง เท่ากับ 51.165 นิวตันเมตร

CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกขณะเหยียดศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 26.77 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกขณะงอศอกของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 44.345 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะเหยียดเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 67.28 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าขณะงอเข่าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 102.905 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะเหยียดเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 53.69 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าขณะงอเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 23.92 นิวตันเมตร
- ค่าเฉลี่ยปริมาตรการหายใจสูงสุด (FVC) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 3.35 ลิตร
- ค่าเฉลี่ยค่า FEV1 ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 1.13 ลิตร
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 49.12 ลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (VCO2) ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิงเท่ากับ 2.67 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้า ของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 1.73 ลิตรต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิคของนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 5.01 วัตต์
- ค่าเฉลี่ยดัชนีความล้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นเพศหญิงเท่ากับ 39.74 เปอร์เซ็นต์
- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิงเท่ากับ 75.44 ครั้งต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะพักของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 113.88/70.33 มิลลิเมตรปรอท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 153 ครั้งต่อนาที
- ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะออกกำลังกายของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางเพศหญิง เท่ากับ 152.67/90.11 มิลลิเมตรปรอท

5 ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนสองทางระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำกับเพศ(ชายและหญิง) และระยะทางในการว่าย (ระยะสั้นและระยะกลาง)

จากการเปรียบเทียบความแปรปรวนสองทางของตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำกับเพศและระยะทาง พบว่า

1. ตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำที่มีความแตกต่างกับเพศอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 28 ดังนี้

ตารางที่ 36 แสดงความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำกับเพศ

ตัวแปรทางสรีรวิทยา	ค่า F	p-value
1. น้ำหนัก	38.916*	.000
2. ส่วนสูง	38.144*	.000
4. ดัชนีมวลกาย	17.73*	.000
3. เปอร์เซ็นต์ไขมัน	17.875*	.000
4. ความยาวแขนขวา	23.950*	.000
5. ความยาวแขนซ้าย	21.645*	.000
6. ความยาวขาขวา	17.596*	.000
7. ความยาวขาซ้าย	11.403*	.002
8. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ขวา	410.09*	.000
9. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ขวา	95.88*	.000
10. ค่าทอร์กขณะเหยียดไหล่ซ้าย	52.753*	.000
11. ค่าทอร์กขณะงอไหล่ซ้าย	106.724*	.000
12. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกขวา	53.708*	.000
13. ค่าทอร์กขณะงอศอกขวา	20.125*	.000
14. ค่าทอร์กขณะเหยียดศอกซ้าย	35.345*	.000
15. ค่าทอร์กขณะงอศอกซ้าย	28.773*	.000
16. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าขวา	31.182*	.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรทางสรีรวิทยา	ค่า F	p-value
17. ค่าทอร์กขณะงอเข่าขวา	36.845*	.000
18. ค่าทอร์กขณะเหยียดเข่าซ้าย	20.435*	.000
19. ค่าทอร์กขณะงอเข่าซ้าย	26.793*	.000
20. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าขวา	42.481*	.000
21. ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา	42.923*	.000
22. ค่าทอร์กขณะเหยียดเท้าซ้าย	46.276*	.000
23. ค่าทอร์กขณะงอเท้าซ้าย	10.839*	.002
24. ค่า FVC	41.951*	.000
25. ค่า FEV1	5.388*	.027
26. ค่า FIVC	4.986*	.033
27. ค่า Anaerobic Capacity	23.477*	.000
28. ค่า VCO2	33.454*	.000
29. ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้า (AT)	13.112*	.001
30. ความดันโลหิตขณะพัก	5.321*	.028

*(*p<.05)*

2. ตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำที่มีความแตกต่างกับระยะทางในการว่ายทั้งระยะสั้นและระยะกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่

- ค่าทอร์กขณะ เหยียดไหล่ขวา (F=131.211)
- ค่าทอร์กขณะงอเท้าขวา (F=15.083)
- ความดันโลหิต ขณะออกกำลังกาย (F=6.034)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยทางสรีรวิทยาและการวิเคราะห์ข้อมูลในนักกีฬาว่ายน้ำทั้งระยะสั้นและระยะกลาง สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ปัจจัยทางองค์ประกอบร่างกาย ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมัน

- พบว่าน้ำดัชนีมวลกายระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย (BMI = 23.12) มีค่ามากกว่าเพศหญิง (BMI= 20.85) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=17.738) และพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาเพศหญิง (22.73%) มีค่ามากกว่านักกีฬาว่ายน้ำเพศชาย (17.99%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F= 17.875) นั้น เนื่องมาจากธรรมชาติทางสรีรวิทยาของเพศชายที่มีปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายน้อยกว่าในเพศหญิง จึงทำให้เห็นความแตกต่างของค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันระหว่างนักกีฬาเพศชายและเพศหญิงอย่างชัดเจน นอกจากจะส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันแล้ว ยังส่งผลต่อค่าดัชนีมวลกายด้วย เนื่องมาจากการคำนวณดัชนีมวลกายคือ การเอาน้ำหนักตัวหารด้วยส่วนสูง (หน่วยเป็นเมตร) ยกกำลังสอง ดังนั้นหากร่างกายมีปริมาณไขมันเยอะ ทำให้น้ำหนักร่างกายเพิ่มขึ้นและเมื่อน้ำหนักร่างกายเพิ่มขึ้นดัชนีมวลกายก็จะเพิ่มขึ้นตามด้วย

- จากการศึกษาข้อมูลและการสังเกตของผู้วิจัยพบว่านักกีฬาที่มีน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ไขมันมากจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่น้อยกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะ เหตุผลทางด้านการ สร้างมวลกล้ามเนื้อ กล่าวคือ หากนักกีฬามีเปอร์เซ็นต์ไขมันน้อย ร่างกายจะมีความสามารถใน การสร้างมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้มากกว่านักกีฬาที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันมาก และด้วยความสามารถ ในการสร้างมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นนี้ ส่งผลให้กล้ามเนื้อดังกล่าวสามารถผลิตพลังงานที่ใช้ในการ ว่ายน้ำได้มากขึ้น กล่าวคือ ในการเคลื่อนที่หรือกระทำกิจกรรมทางกายใดๆ รวมถึงการว่ายน้ำ ร่างกายจำเป็นต้องใช้พลังงาน ในการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแข่งขันที่นักกีฬาต้องการประสบความสำเร็จ การทำงานของระบบกล้ามเนื้อจึงยิ่งมีความสำคัญ หากร่างกายสามารถสร้างมวลกล้ามเนื้อได้มาก ทำให้มีปริมาณไขมันน้อยก็จะสามารถสร้างพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวได้มาก

- นอกจากนี้การมีน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ไขมันที่มากนี้ ยังเป็นสิ่งที่สร้างแรงต้านให้กับการเคลื่อนที่ของนักกีฬาด้วย จากทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่กล่าวว่า วัตถุสามารถลอยบนของเหลว ได้โดยมีแรงลอยตัวจากของเหลวและยิ่งวัตถุมีมวลมาก แรงลอยตัวก็ยิ่งมาก (Dajpratham, 2006) แต่ในที่นี้การว่ายน้ำเป็นการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ดังนั้นหากมีน้ำหนักตัวและปริมาณไขมันใน ร่างกายสูง รูปร่างก็จะใหญ่ขึ้น เมื่อรูปร่างใหญ่เท่ากับเป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสกับน้ำในขณะเคลื่อนที่ จึงทำให้แรงต้านเพิ่มขึ้นและส่งผล ให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ลดลงนั่นเอง

- จากการวิจัยในครั้งนี้ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะทางในการว่ายกับตัวแปรทางองค์ประกอบของร่างกายเนื่องจาก ตัวแปรเกี่ยวกับองค์ประกอบของร่างกายนั้น หมายรวมถึง น้ำหนักส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมันในร่างกายและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ซึ่งถือเป็นตัวแปรที่มี การเปลี่ยนแปลงตามการพัฒนาของร่างกายและการออกกำลังกาย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นล้วนนักกีฬาว่ายน้ำที่มีช่วงอายุใกล้เคียงกัน คือ อายุ 15-23 ปี นอกจากนี้ยังเป็นนักกีฬาที่มีการฝึกซ้อมและการแข่งขันสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงทำให้ไม่พบความแตกต่างในตัวแปรทางองค์ประกอบของร่างกายกับระยะทางในการว่าย

2. ปัจจัยเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หัวไหล่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อศอก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเข่าและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเท้า

- จากการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อ ต่อระหว่างนักกีฬาเพศชายและเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้เห็นว่า นักกีฬาว่ายน้ำจำเป็นต้องใช้ความสัมพันธ์และการทำงานอย่างเป็นระบบของกล้ามเนื้อทุกส่วนของ ร่างกายเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่และว่ายน้ำ การเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กันของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ข้อต่อ นั้นสัมผัสโดยตรงกับเทคนิคที่ใช้ในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ กล่าวคือ เทคนิคในการว่ายน้ำท่า ฟรีสไตล์นั้น คือการเตะเท้าต้องใช้การเตะเป็นจังหวะต่อเนื่องโดยใช้ทั้งท่อนขาในการเตะเท้า ออกแรงตั้งแต่สะโพกลงไปและต้องอาศัย ความอ่อนตัวของข้อเข่าและข้อเท้าด้วย ส่วนการเหวี่ยง แขน ในจังหวะการดึงจะต้องให้ข้อศอกสูงกว่าข้อมือเสมอ เมื่อแขนลงสู่ผิวน้ำแล้วลำตัวและหัวไหล่ ต้องกลิ้งไหลไปตามจังหวะแขน และเมื่อมือลงสู่ผิวน้ำให้ดึงกวาดมือโดยดึงเข้าและงอศอกเข้ากลาง ลำตัว เพื่อเร่งการผลักน้ำในจังหวะสุดท้าย (จรูญ มีสิน, 2547) หากกล่าวถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อดังกล่าวก็จะพบว่าสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวแบบ Open Kinetic Chain ที่พบว่าการเตะขาในกีฬาว่ายน้ำถือเป็นการเคลื่อนที่แบบ Open Kinetic Chain คือ ส่วนปลายของร่างกายไม่สัมผัสกับพื้นดินและมีการเคลื่อนที่อิสระ โดยการเคลื่อนที่ในลักษณะดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพื่อสร้างแรงที่ใช้ในการว่ายน้ำ หากกล้ามเนื้อไม่มีความแข็งแรงเพียงพออาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ (Prins, 2007)

- นอกจากนี้ยังพบว่ามีความแตกต่างระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่และข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่และข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นมีมากกว่าในนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และระยะกลางแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากความแตกต่างนี้ทำให้เห็นว่า นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นมีค่าทอร์กสูงสุดขณะเหยียดและงอข้อเท้ามากกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง ทั้งนี้เนื่องจากจังหวะในการสะบัดข้อเท้าของนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะสั้นจะใช้แบบหกจังหวะ (six beat kick) ซึ่งหมายถึงการเตะขา 6 จังหวะ ต่อ 1 รอบการหมุนแขนทั้งสองข้าง การเตะขาแบบ 6 จังหวะนี้สามารถสร้างแรงระเบิด

ได้จากการสะบัดข้อเท้าที่ต่อเนื่องกัน จึงทำให้สามารถเพิ่มกำลังในการเร่งความเร็วของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นได้ ส่วนในนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะกลางจะใช้แบบสองจังหวะ (two beat kick) คือ การเตะขา 2 จังหวะต่อ 1 รอบการหมุนแขนทั้งสองข้าง การเตะขาลักษณะนี้ไม่ได้สร้างแรงระเบิดเพิ่มขึ้น แต่เหมาะกับนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลางและไกลที่ต้องรักษาความเร็วตลอดการแข่งขัน ซึ่งเทคนิคในการสะบัดข้อเท้า หรือเตะขานี้ ส่งผลโดยตรงกับความเร็วและกำลังในการว่าย (Devine, 2008) ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุ ทำให้ค่าทอร์คสูงสุดขณะเหยียดและงอข้อเท้าในนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นมีค่ามากกว่าใน นักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะกลางดังนั้นผลการวิจัยที่ออกมา

- ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีดังนี้ กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหมุนหัวไหล่ ได้แก่ กล้ามเนื้อ Deltoideus, Biceps brachii, Pectoralis major, Latissimus dorsi, Triceps และ Teres major กล้ามเนื้อที่ใช้ในการเตะขา ได้แก่ กล้ามเนื้อ Tibialis anterior, Extensor digitorum longus, Soleus, Gastrocnemius และ Flexor digitorum longus ซึ่งสอดคล้องกับ กล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำในจังหวะต่างๆ ดังนี้ จังหวะหมุนแขน กล้ามเนื้อที่ช่วย ในขณะหมุนแขน ได้แก่ กล้ามเนื้อ Biceps brachii, Triceps, Deltiod และ Pactoralis major ส่วนในจังหวะเตะขานั้น ได้แก่ กล้ามเนื้อ Soleus, Gastrocnemius และกล้ามเนื้อกลุ่ม Plantar Flexor (Mcleod, 2010)

- จากการวิจัยครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างอันดับประเทศและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อศอกและข้อเท้าของนักกีฬาวายน้ำเพศชาย แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในนักกีฬาเพศหญิง ทั้งนี้เพราะในนักกีฬาเพศชายส่วนใหญ่เป็นนักกีฬาที่อยู่ในอันดับต้นๆของประเทศ มีการฝึกซ้อมและแข่งขันอยู่สม่ำเสมอ จึงทำให้มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากกว่านักกีฬาทั่วไปและในนักกีฬาเพศหญิงมีเพียงส่วนน้อยที่ติดอันดับต้นๆของประเทศ ดังนั้นจึงทำให้เห็นว่านักกีฬาในอันดันต้นๆ ของประเทศจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ดีกว่านักกีฬาทั่วๆไป ทั้งนี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อดังกล่าว อาจเกิดจากการความหนักของการฝึกซ้อม รวมถึงสมรรถภาพของนักกีฬาเอง

3. ปัจจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพปอด

- พบว่าปริมาตรสูงสุดขณะหายใจ (FVC) ระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาพบว่าในนักกีฬาว่ายน้ำที่มีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอจะมีค่าปริมาตรสูงสุดขณะหายใจ (FVC) และปริมาตรอากาศที่หายใจ ออกมาอย่างเร็วและแรงได้ในหนึ่งวินาที (FEV1) เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการฝึกซ้อมอย่าง สม่ำเสมอ (AV et al., 1989) ซึ่งทำให้เห็นว่าการมีสมรรถภาพปอดดี บ่งชี้ถึงนักกีฬามีความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจที่ดี ด้วย (Akhade, 2014)

- จากการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเกตว่านักกีฬาเพศชายมีสมรรถภาพปอดที่ดีกว่านักกีฬาเพศหญิง เนื่องจากลักษณะทางสรีรวิทยาของเพศชายที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มากกว่า จึงส่งเสริมให้สมรรถภาพปอดเพิ่มขึ้นได้มากกว่าเพศหญิง นอกจากนี้ความหนักในการฝึกซ้อมก็เป็น อีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อสมรรถภาพปอด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่านักกีฬาที่มีการ ฝึกซ้อมสม่ำเสมอและมีการแข่งขันตลอดเวลา จะมีสมรรถภาพปอดที่ดีกว่านักกีฬาที่มีการฝึกซ้อม น้อย นอกจากนี้การที่นักกีฬาว่ายน้ำมีค่าปริมาตรการหายใจสูงสุดมากสามารถอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยพื้นฐานเกี่ยวกับการหายใจ ซึ่งก็คือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ ซึ่งสอดคล้องกับความสมดุลและการขยับขณะหายใจของปอดและความยืดหยุ่นของหน้าอก จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า ปริมาตรของปอดมีความสัมพันธ์กับเทคนิคในการว่ายที่นักกีฬาฝึกซ้อมอยู่ (Kesavachandran, Nair, & Shashidhar, 2001) ดังนั้นโปรแกรมการฝึกซ้อมและจังหวะในการหายใจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อสมรรถภาพปอด

- จากการศึกษาไม่พบความแตกต่างระหว่างตัวแปรทางสมรรถภาพปอดกับระยะทางในการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง ทั้งนี้เนื่องจาก โดยธรรมชาติของปอดแล้วความจุ หรือปริมาตรในการเก็บสะสมก๊าซของปอดสามารถพัฒนาได้โดยการออกกำลังกายและสุขอนามัยที่ดี(AV et al., 1989) ดังนั้นหากนักกีฬามีความหนักในการออกกำลังกายที่ใกล้เคียงกันจะส่งผลให้ ความจุปอดมีความใกล้เคียงกันด้วย ดังนั้นจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาว่ายน้ำ ที่มีความหนักของฝึกซ้อมใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงส่งผลให้ไม่พบความแตกต่างระหว่างสมรรถภาพ ปอดกับระยะทางในการว่ายของนักกีฬา

4. ปัจจัยเกี่ยวกับระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System)

- จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Capacity) ระหว่างนักกีฬาเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ หากมองในด้านของลักษณะทางสรีรวิทยาแล้ว จากที่กล่าวมานักกีฬาเพศชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มากกว่านักกีฬาเพศหญิงและจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อดังกล่าว ส่งผลให้มีมวลกล้ามเนื้อ มากและมวลกล้ามเนื้อที่มากนี้ส่งผลต่อการสร้างพลังงานของร่างกายที่เพิ่มขึ้นด้วย กล่าวคือ ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้น จะใช้พลังงานที่สร้างจาก ATP-CP และ ไกลโคลเจน ซึ่งไกลโคลเจนมักถูกสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้นักกีฬา เพศชายมีสมรรถภาพการ ใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมากกว่านักกีฬาเพศหญิงที่มีความ แข็งแรงกล้ามเนื้อน้อยกว่า (Brisbane, 1997)

- นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Capacity) ของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นมีค่ามากกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง เนื่องจากในเทคนิคการว่ายของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นที่ต้องอาศัยแรงระเบิดของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยหลักในการว่าย ทั้งนี้เป็นเพราะสถิติเวลาส่วนใหญ่ที่ใช้ในการว่ายน้ำระยะสั้นนั้นไม่เกิน 30 วินาที ร่างกายจำเป็นต้องใช้พลังงานจากระบบพลังงานแบบ ATP-CP ใน 6 วินาทีแรกและต่อด้วยระบบพลังงานแบบ Anaerobic Glycolysis

- จนกระทั่งว่ายเสร็จ ซึ่งแตกต่างจากนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลางที่มีสัดส่วนการ ใช้ระบบพลังงาน ATP-CP และ Anaerobic Glycolysis ที่น้อยกว่า ดังนั้นการพัฒนาศักยภาพนักกีฬา ว่ายน้ำระยะสั้นจึงควรมุ่งเน้นการสร้างกล้ามเนื้อเพื่อให้มีจำนวนเพียงพอต่อการสร้างระบบพลังงานแบบ ATP-CP และ Anaerobic Glycolysis

5. ปัจจัยเกี่ยวกับระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System)

- จากการวิเคราะห์ ข้อมูลค่าเฉลี่ยทางสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง พบว่าค่าเฉลี่ยสมรรถภาพสูงสุดในการใช้ออกซิเจนในนักกีฬาว่ายน้ำ เพศชายระยะสั้น, เพศชายระยะกลาง, เพศหญิงระยะสั้นและเพศหญิงระยะกลาง มีค่า 48.35, 51.16, 43.55 และ 49.12 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549) เนื่องจากค่าสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุดนี้ ถือเป็นปัจจัยในการกำหนดความสามารถด้านความอดทนในการออกกำลังกาย (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ & กันยา ปาละวิวัธน์, 2536) และจากค่าเฉลี่ยดังกล่าว ทำให้เห็นว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่านักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของการแข่งขันที่ใช้ระยะเวลาในการว่ายที่นานกว่า โดยการแข่งขันระยะกลาง (400 เมตร) มักจะใช้เวลาอยู่ที่ประมาณ 4 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ร่างกายใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนหมดไปแล้ว และเริ่มการใช้ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนแทน

- แต่ถ้าหากมองในด้านของการทดสอบความแปรปรวนแบบสองทางแล้ว พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลางไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักกีฬาส่วนใหญ่ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างล้วนมีสมรรถภาพทางกายที่สมบูรณ์และแข็งแรง มีการฝึกซ้อมที่สม่ำเสมอ จึงทำให้ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลางใกล้เคียงกัน นอกจากนี้การ ทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดแบบใช้ลู่วิ่งสายพานและใช้โปรแกรมของบรูซ (J. et al., 2002) อาจจะไม่มีความใกล้เคียงกับท่าทางในการว่ายน้ำจริงๆ ซึ่งก็ยังหาข้อ สรุปผลค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยลู่วิ่งสายพานกับกีฬาว่ายน้ำไม่ได้

- พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้า (AT) ระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำเพศหญิงและ เพศชายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจุดเริ่มล้า (AT) ถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้เป็นอย่างดี (Allen et al., 1985)ดังนั้นสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้าจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ที่จะช่วยพัฒนาความอดทนของ ระบบไหลเวียนโลหิตและลดอาการเมื่อยล้าที่เกิดจากกรดแลคติกได้เป็นอย่างดี (R. & R., 1996) จากการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่านักกีฬาเพศชายมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้า มากกว่าเพศหญิง ทั้งนี้เกี่ยวเนื่องจากลักษณะทางสรีรวิทยาของเพศชายที่มีความแข็งแรงกว่าเพศ หญิง ทั้งในด้านของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ที่ส่งผลต่อการสร้างพลังงานที่ใช้ในการว่ายน้ำ จึงทำให้ ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้า สูงกว่าเพศหญิง ดังนั้นหากผู้ฝึกสอนทราบถึงความ สำคัญของหลักการนี้และเพิ่มโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ส่งเสริมให้นักกีฬามีค่าสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจน ณ จุดเริ่มล้าที่ระดับสูงขึ้นก็จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของนักกีฬาให้ดีขึ้นได้

6. ปัจจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด

- จากการศึกษาพบว่าความโลหิต Systolic ขณะพักระหว่างนักกีฬาเพศชายและเพศหญิง มีความแตกต่างกันและพบว่าความดันโลหิต Systolic ขณะออกกำลังกายระหว่างนักกีฬาเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้ที่มีการออกกำลังกายหรือนักกีฬาที่มีการฝึกฝนอยู่เป็นประจำหัวใจจะมีความสามารถสูบฉีดโลหิตครั้งหนึ่งๆ ได้มากกว่า(รัตนาวดี ณ นคร, 2549) ดังนั้นความแข็งแรงและลักษณะทางสรีรวิทยาของนักกีฬา เพศชายที่มีมากกว่าเพศหญิงจึงส่งผลให้มีความดันโลหิตที่ดีกว่า นอกจากนี้ยังมีการศึกษาว่า ความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจมีผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำของนักกีฬาว่ายน้ำ (Cellini et al., 1986)

- พบว่าหากความหนักในการว่ายเพิ่มขึ้น อัตราการเต้นและความดันโลหิตของร่างกายก็จะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความเร็วในการว่ายเพิ่มจากต่ำสุดจนถึงระดับ Submaximal ได้ การที่ความดันโลหิตในนักกีฬามีค่ามากกว่าคนปกติ เนื่องจากนักกีฬาที่ได้รับการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอจะมีขนาดของหัวใจที่ใหญ่กว่าคนปกติ ดังนั้นการสูบฉีดเลือดจึงทำได้ดีกว่าการพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือด นอกจากจะช่วยในเรื่องการไหลเวียนโลหิตแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาให้สูงขึ้นได้ด้วย (สุรสา โค้งประเสริฐ, 2550) หากนักกีฬามีจุดเริ่มล้าสูงขึ้นการเกิดกรดแลคติกช้าลง สมรรถภาพในการว่ายและการแข่งขันก็จะเพิ่ม มากตาม ทำให้นักกีฬาสามารถแสดงศักยภาพของตนได้อย่างเต็มที่

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เห็นว่า สิ่งที่ผู้ฝึกสอนควรตระหนักถึงนอกเหนือจากเทคนิคและทักษะในการว่ายของนักกีฬา คือ การพัฒนาปัจจัยทางสรีรวิทยาทั้ง 5 ปัจจัย เพราะทุกปัจจัยล้วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการว่ายน้ำทั้งสิ้น หากขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง แน่นอนว่าประสิทธิภาพในการว่ายน้ำของนักกีฬาคงไม่สามารถแสดงออกมาได้อย่างเต็มที่ การบูรณาการความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและการฝึกสอนเป็นสิ่งที่ผู้ฝึกสอนควรคำนึงถึง เพราะหากนักกีฬามีสมรรถภาพร่างกายที่ไม่สมบูรณ์ นอกจากจะทำให้ขาดประสิทธิภาพในการแข่งขันแล้ว ยังทำให้เกิดการบาดเจ็บกับนักกีฬาได้ง่ายอีกด้วย

การประยุกต์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้

- จากการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ทำให้เห็นว่าโค้ชและนักกีฬาควรเพิ่มเติมโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักในการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้าและหัวไหล่ โดยวิธีการฝึกด้วยน้ำหนักใต้น้ำ เช่น การฝึกแบบใส่ฟิน (Fin) ในขณะซ้อมว่ายน้ำ หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก (weight training) หรืออาจใช้การฝึกด้วยยางยืด เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งสองส่วนดังกล่าว ทั้งนี้การฝึกด้วยน้ำหนักใต้น้ำและการฝึกด้วยยางยืด เป็นการฝึกแบบเพิ่มแรงต้านที่เสมือนจริงกันการเคลื่อนที่ในขณะว่ายน้ำ จึงน่าจะมีผลต่อการเสริมสร้างสมรรถภาพของนักกีฬาให้มีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นได้

- จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับอันดับประเทศของนักกีฬานั้น จะเห็นว่าส่วนใหญ่กราฟจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักกีฬาอันดับต้นๆ ที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อใกล้เคียงกันและกลุ่มของนักกีฬาที่อยู่ในอันดับรองลงมา แต่จากกราฟดังกล่าว

สามารถอธิบายได้ว่า นักกีฬาที่มีอันดับสูงสุดของประเทศอาจจะไม่ใช่นักกีฬาที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดเสมอไป ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความแข็งแรงอาจไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่ทำให้นักกีฬาประสบความสำเร็จในจุดสูงสุด ทั้งนี้อาจมีปัจจัยทางสรีรวิทยาในด้านอื่นๆ รวมถึงปัจจัยทางด้านทักษะและเทคนิคในการว่ายร่วมด้วย

- จากการทดสอบปัจจัยทางสรีรวิทยาทั้ง 5 ปัจจัย พบว่านักกีฬาเพศชายมีค่าการทดสอบในเกือบทุกตัวแปรสูงกว่าในนักกีฬาเพศหญิง ทั้งนี้อาจเกิดจากสภาวะในการดำเนินชีวิตของเพศชายที่มีการทำกิจกรรมต่างๆ ที่มีมากกว่าเพศหญิง เช่น การเล่นกีฬา กิจกรรมทางกายอื่นๆ เป็นต้น ทำให้เป็นการง่ายต่อการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่สมบูรณ์และแข็งแรงกว่าในเพศหญิง

- จากการทดสอบเรื่องระบบพลังงาน พบว่า นักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นมีค่าตัวแปรที่เกี่ยวกับระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมากกว่าในนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลาง ดังนั้นรูปแบบการฝึกของนักกีฬาระยะสั้นและระยะกลางจึงน่าจะมีความแตกต่างกัน เช่น ในนักกีฬาระยะสั้นควรเน้นรูปแบบการฝึกแบบใช้แรงระเบิด ให้นักกีฬาสามารถออกแรงได้อย่างเต็มสมรรถภาพในช่วงเวลาที่จำกัด ส่วนในนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลางนั้นควรจัดโปรแกรมการฝึกที่สามารถใช้ระบบพลังงานทั้ง 2 ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการฝึกว่ายโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหรือค่าของ critical speed ซึ่งคือเวลาในการว่าย 100 เมตรสุดท้ายของการว่าย 200 เมตร เป็นต้น ซึ่งการฝึกในลักษณะนี้จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบพลังงานที่ใช้ในการว่ายได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

1. การวิจัยครั้งนี้มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นที่ 50 เมตร และนักกีฬาว่ายน้ำระยะกลางที่ 400 เมตร ซึ่งทำให้ผลการศึกษาส่วนใหญ่ไม่พบความ แตกต่างระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำทั้งสองระยะ ดังนั้นหากแบ่งช่วงระยะทางให้กว้าง และชัดเจนยิ่งขึ้น อาจทำให้ผลการวิจัยชัดเจนมากขึ้นได้

2. จากการทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันในปัจจัยทางด้านเพศและระยะทาง ซึ่งอาจเกิดจากวิธีการทดสอบที่อาจจะยังไม่ตรงกับลักษณะการเคลื่อนไหวร่างกายเสมือนจริง ดังนั้นหากสามารถหาวิธีการทดสอบ ที่เสมือนจริงขณะว่ายน้ำ อาจทำให้ผลการวิจัยได้ข้อมูลที่ชัดเจนและมีประโยชน์มากกว่า

3. ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาเองควรทำความเข้าใจและให้ความสำคัญกับตัวแปรต่างๆ ทางปัจจัยสรีรวิทยา เพื่อช่วยในการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาให้ดียิ่งขึ้น และเพื่อ เป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกนักกีฬาให้เหมาะสมกับการแข่งขันในอนาคต

4. จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่และข้อเท้าในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและกลางมีความแตกต่างกัน จึงน่าจะสามารถสร้างโปรแกรมการฝึกซ้อมให้เฉพาะเจาะจงกับนักกีฬาในแต่ละระยะได้ โดยเน้นการสร้างความแข็งแรงองกล้ามเนื้อบริเวณข้อเท้า

5. และหัวไหล่ เช่น การจัดโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการฝึกน้ำหนักใต้น้ำ เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและเป็นการเพิ่มศักยภาพภาพของนักกีฬา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรหาวิธีทดสอบระบบพลังงานด้วยวิธีการที่เสมือนการว่ายน้ำจริงเพื่อให้ผลการวิจัย ออกมาใกล้เคียงกับการว่ายน้ำจริงๆ

2. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยากับเทคนิคในการว่าย เช่น ความเร็วในการหมุนแขนกับความแข็งแรงกล้ามเนื้อ เป็นต้น เพื่อที่จะได้ใช้อธิบายกล ไกของร่างกายได้ดียิ่งขึ้น

3. อาจศึกษาเปรียบเทียบเพิ่มเติมระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำท่าทางต่างๆ เช่น ฟรีสไตล์, กรรเชียง, กบและผีเสื้อ เพื่อดูถึงความแตกต่างทางสรีรวิทยาระหว่างท่าทางต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์หรือต่างกันมากน้อยเพียงใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Akhade, V. (2014). Comparative study of pulmonary functions in swimmers and sedementary controls. *National Journal of Physiology, Pharmacy & Pharmacology, 4*(2), 139-142.

Allen, W.K., Seals, D.R., Hurley, B.F., . . . Hagberg. (1985). J.M. Lactate threshold and distance running performance in young and older endurance athletes. *J. Appl. Physiol., 58*, 1281-1284.

AV, P., AG, D., & AB, S. (1989). A study of Pulmonary Function of competitive swimmers. *Indian Journal Physiologu Pharmacol, 33*(4), 228-232.

Bak, K. (1997). Shoulder Strength and Range of Motion in Symptomatic and Pain-Free Elite Swimmers. *Sports Med, 25*(4), 454-459.

Barghamadi, M. (2012). Biomechanical Factors in 200m Freestyle Swimming and Their Relationships with Anthropometric Characteristics. *Iranian Journal of Health and Physical Activity, 3*, 49-54.

Batalha, N. M. P., Raimundo, A. M. d. M., Tomas-Carus, P., Fernandes, O. d. J. S. M., Marinho, D. A., & Silva, A. J. R. M. d. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Brazillian Journal of Kinanthropometry and Human Performance, 14*(5), 545-553.

Bencke J., Damsgaard R., Saekmose A., Jorgensen P., Jorgensen K., & Klausen K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis ang swimming. *Scandinavian Journal of Medicine&Science in Sports, 12*, 171-178.

Brisbane. (1997). Sports Science Advisory group National Testing Protocols for Physiology.

C.C., G., A.D., B., E., G., & B.S., D. (2002). Validity of the critical speed to determine blood lactate response and aerobic performance in swimmers aged 10–15 years. *Science et sports, 17*, 306-308.

Cellini, M., Vitiello, P., Nagliati, A., Ziglio, P. G., Martinelli, S., Ballarin, E., & Conconi, F. (1986). Noninvasive Determination of the Anaerobic Threshold in swimming. *International Journal of Sports Medicine, 7*(6), 347-351.

Colantonio, E., Barros, R. V., & Kiss, M. A. P. D. M. (2003). Oxygen uptake during Wingate tests for arm and leg in swimmers and water polo players. *Rev Bars Med Esporte, 9*(3), 141-144.

Colwin, C. M. (1999). *Swimming Dynamics*. U.S.: Masters Press U.S.,.

Crispino, S. R., M.L., P., C., C. S., & M., B. (2011). Maximal respiratory pressures among adolescent swimmers. *Portuguese Journal of Pulmonology, 17*(2), 66-70.

D., W. G., & R., N. S. (2009). Assessment of physiological capacities of elite athletes & respiratory limitations to exercise performance. *Paediatric Respiratory Reviews, 10*, 91-98.

Dajpratham, P. (2006). Aquatic Exercise. *Siriraj Med Journal, 58*, 630-634.

Dave, S., & A., R. S. (2008). *Complete Conditioning for Swimming* United States: Human Kinetics.

Devine, P. (2008). Stroke variatioin. *swimming journal*.

Dhruvkumar, L., C., K. J., & H., M. A. (2007). Assessing Hip Abduction and Adduction Strength : can greater segmental flexation enhance the reproducibility? *Arch Phys Med Rehabil, 88*, 1147-1153.

DJ, B., B., R., P., H., C., F., S., L., & GP, M. (2005). Physiological respones during submacimal interval swimming training: effects of interval duration. *Journal of Science and Medicine in Sport, 8*(4), 392-402.

Edouard, P. (2013). Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *Journal of Science and Medicine in Sports, 16*, 162-165.

Emslander, H. C. (1998). Bone Mass and Muscle Strength in Female College Athletes (Runners and Swimmers). *Mayo Clinic Proceeding, 73*(12), 1151-1160.

G., S. G., & S., R. D. (1996). Physical and Physiological Factors Associated with Success in the Triathlon *Sport Med, 22*, 8-18.

G., T. A., Anthoula, V., Helen, D., Vassilios, G., & Savvas, T. (2011). Physiological responses during interval training at relative to critical velocity intensity in young swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport, 14*, 363-368.

Herrington, L. (2012). Effect of latissimus dorsi length on shoulder flexion in canoeists, swimmwers, rugby players, and controls. *Journal of Sport and Health Science*, 1-4.

J., B., R., D., A., S., P., J., K., J., & K., K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis ang swimming. *Scandinavian Journal of Medicine&Science in Sports, 12*, 171-178.

Jaak, J., Kaja, H., Antonio, C., Evlin, L., Priit, P., Aire, L., & Toivo, J. (2007). Analysis of swimming performance from Physica, Physiological and Biomechanical Parameters in young Swimmers. *Pediatric Exercise Science, 19*, 70-81.

Jorgic, B., Puletic, M., Okicic, T., & Meskovska, N. (2011). Importance of Maximal Oxygen Consumption During Swimming. *Physical Education and Sport, 9*(2), 183-191.

Kesavachandran, C., Nair, H., & Shashidhar, S. (2001). Lung volumes in swimmers performing. *Indian Journal of Medical Sciences, 55*(12), 669-676.

Komar J., Lepretre P.M., Alberty M., Vantorre J., Fernandes R.J., Hellard P., . . . Seifert L. (2012). Effect of increasing energy cost on arm coordination in elite sprint swimmers. *Human Movement Science 31*, 620-629.

Laudner Kevin G., & Williams Jeffrey G. (2013). The relationship between latissimus dorsi stiffness and altered scapular kinematics among asymptomatic collegiate swimmers. *Physical Therapy in Sport, 14*, 50-53.

lia, F. d. C. N., Annie, S., Soares, E. A., Gonc, B., & Ribeiro, a. (2013). Disordered eating among adolescent female swimmers: Dietary, biochemical, and body composition factors. *Nutrition*, 172-177.

Lindsey, D. M. (2006). Trunk rotation Strength and Endurance in Healthy Normals and Elite Male Golfers with and Without Low back pain. *American Journal of Sports Physiology, 1*(2), 80-89.

Lysholm, J. (1987). The relation between pain and torque in an isokinetics strength test of knee extension. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 3*(3), 182-184.

M., C. P., Marielle, N., Borne, I. v. d., Pierre, J., & Pierre, M. (1997). Concentric and Eccentric Isokinetic Assessment of Flexor-Extensor Torque ratio at the Hip, Knee, and Ankle in a sample population of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil, 78*, 1224-1230.

M., M., bush-Joseph, C. A., & Bach, B. R. (1995). Distal Biceps Brachii Repair Resulte in Dominant and Nondominant Extremities. *Clinical Orthopaedics and related research, 317*, 114-121.

M., R., D., C., D., S., M., R., & A., R. (2009). Isokinetic evalution of trunk muscles in healthy and low back pain subjects. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 12*, 125-126.

M., R., J.P., M., D., C., & A., R. (2008). Torque and power velocity relationships of Trunk muscle during isokinetic conditions in chronic low back pain patients. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 1*, 193-194.

Mcleod, I. (2010). *Swimming Anatomy*. United States of America: Human Kinetics.

Mendes, R. R. (2004). Effects of creatine supplementation on the performance and body composition of competitive swimmers. *Journal of Nutritional Biochemistry, 15*, 473-478.

Michele, R., Jacques, M., & Christian, P. (1989). Relationship between aerobic physical fitness and ventilatory control during exercise in young swimmers. *Respiratory Physiology, 78*, 345-356.

Natale, A., Simone, L., Claude, B., & Angelo, T. (1997). Fat Gain in Female Swimmers. *Physiology & Behavior, 61*, 811-817.

Osamu, S., Toshikazu, I., Kiyoshi, K., & E., S. T. (1995). Concentric and eccentric strength of trunk muscles: Influence of test postures on strength and characteristics of patients with chronic low-back-pain. *Arch Phys Med Rehabil, 76*, 604-611.

Ozcaldiran, B. (2008). Knee flexibility and knee muscles isokinetic strength in swimmers and soccer players. *Isokinetics and Exercise Science, 16*, 55-59.

Paul, L. L., Paulo, V.-B. J., Alexandre, D., José, S., Ricardo, F., & Louise, B. V. (2004). Changes in Physiological and Stroke Parameters During a Maximal 400-m Free Swimming Test in Elite Swimmers. *journal of Applied Physiology, 29*, 1-14.

Prins, J. (2007). Swimming Stroke Mechanics: A Biomechanical Viewpoint on the Role of the Hips and Trunk in Swimming. *Journal of Swimming Research, 17*, 39-44.

R., B., & R., S. (1996). Serious Training for endurance athletes. . *Champaign, IL: Human Kinetic*.

Raezelle, Z., & Claude, G. (1986). MAXIMAL STATIC PRESSURES AND LUNG VOLUMES IN YOUNG FEMALE SWIMMERS. *Respiratory Physiology, 64*, 229-239.

Richardson, J. (2000). Comparison of body weigth and body fat classifications of competitions of competitive school-age club swimmers. *Journal of the American Dietetic Association, 100*, 237-239.

S., P., & T., B. (2004). Determining anaerobic threshold training pace for adolescent swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport, 7*(4), 13.

Santos, A. M. d., Andre, B. d. L. C., Koffes, F. d. C., Cristina, M. N., Amelia, B.-S., & da, S. A. C. (2012). Isokinetic hamstring-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity. *Journal of Sports Science, 30*, 547-553.

Secchi, L. L. B., Muratt, M. D., Andrade, N. V. L. S., & Greve, J. M. D. A. (2010). Isokinetic Trunk Dynamometry in Diferent Swimming Strokes. *Acta Ortopedica Brailieira, 18*(5).

Shank, J. R. (2011). A comparison of forearm supination and elbow flexion strength in a patients with long head of biceps tenotomy or tenodesis. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgrey, 27*, 9-16.

Sousa, A., Figueiredo, P., Oliveria, N., Oliveria, J., Keskinen, K. L., Vilas-boas, J. P., & Fernandas, R. J. (2010). Comparison Between Swimming VO2peak and VO2 max at Different Time Intervals. *The Open Sports Sciences Journal, 3*, 22-24.

T.M., B., & J.P., V.-b. (2006). Evaluation of the Energy Expenditure in Competitive Swimming Strokes. *International Journal of Sports Medicine, 27*, 894-899.

Tella V., Toca-Herrerab J.L., Gallacha J.E., Benaventa J., Gonzaleza L.M., & Arellanoc R. (2008). Effect of fatigue on the intra-cycle acceleration in front crawl swimming: A time–frequency analysis. *journal of biomechanics, 41*, 86-92.

Toubekis Argyris G., Vasilaki Anthoula, Douda Helen, Gourgoulis Vassilios, & Tokmakidis Savvas. (2011). Physiological responses during interval training at relative to critical velocity intensity in young swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport, 14*, 363-368.

V., C. R., H., P. K., Michael, H., & Jphn, M. (1996). Peak torque, average power, and hamstring/quadriceps ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *Arch Phys Med Rehabil, 77*, 369-372.

Vaccaro, P. (1980). Physiological Characteristics of Young Well-trained Swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 44*, 61-68.

การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2549). หนังสือที่ระลึกครบรอบ *40* ปี ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. กรุงเทพมหานคร.

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

ชูศักดิ์ เวชแพทย์, & กันยา ปาละวิวัธน์. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลัง. กรุงเทพมหานคร: ธรรมกมลการพิมพ์.

ณัฐิกา เพ็งลี. (2550). การศึกษาปัจจัยทางชีวกลศาสตร์และสัดส่วนร่างกายที่มีอิทธิพลต่อสถิติในการว่ายน้ำท่าวัดวา ประเภทสปรินท์ ระยะทาง 50 เมตร. สารวิทยาศาสตร์การกีฬา*, 85*.

ปิยนุช สวนสิน. (2551). ลักษณะการบริหารทางกายภาพบำบัด. วารสารกายภาพบำบัด*, 30*(3), 95.

พิสิษฐ์ ธิติเลิศเดชา. (2545). ผลของการฝึกกำลังกล้ามลำตัวแบบการหดตัวคงที่ต่อความเร็วท่าครอว์ล ระยะทาง *50* เมตร. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนาวดี ณ นคร. (2549). สรีรวิทยาในการออกกำลังกาย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทย. (2556). สถิตินักกีฬาว่ายน้ำ.

สุรสา โค้งประเสริฐ. (2550). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางสรีรวิทยาที่คัดสรรกับความสามารถในการแสดงทักษะในการ แข่งขันของนกั กีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทย. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

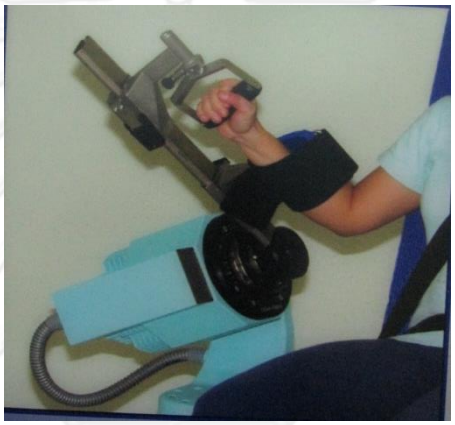
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

แสดงวิธีการทดสอบปัจจัยทางสรีรวิทยา ทั้ง 5 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 วัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Andrade, 2012) แบ่งตามข้อต่อ 4 ข้อ ได้แก่ ข้อไหล่ ข้อศอก ข้อเข่าและข้อเท้า โดยทดสอบทั้งหมด 4 ท่า การทดสอบจะทำการทดสอบหนึ่งวันต่อหนึ่งข้อต่อ โดยใช้เครื่อง Dynamometer ยี่ห้อ ยี่ห้อ Contrex (Physiomed, Con-trex MJ, Germany) วัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากลักษณะการเคลื่อนไหวของกลุ่มกล้ามเนื้อต่างๆ ดังนี้

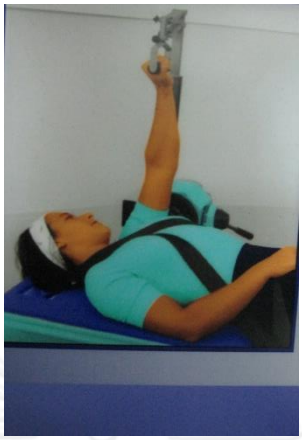
1. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหมุนแขนว่ายน้ำ



รูปภาพ 2แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยวัดจากข้อศอก

1.1 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อ Biceps brachii และ triceps brachii ทดสอบโดยใช้ท่า elbow flextion และ elbow extension ทำโดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้ของเครื่อง Contrax Dynamometer ในท่าทางที่สบาย โดยวางแขนในระนาบ Horizontal เพื่อทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ที่ใช้ในการงอและเหยียดแขน โดยกำหนดมุมองศาการเคลื่อนไหวไม่เกิน 90 องศาต่อวินาที ทำการ ทดสอบ 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง ให้ผู้ทดสอบออกแรง เต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

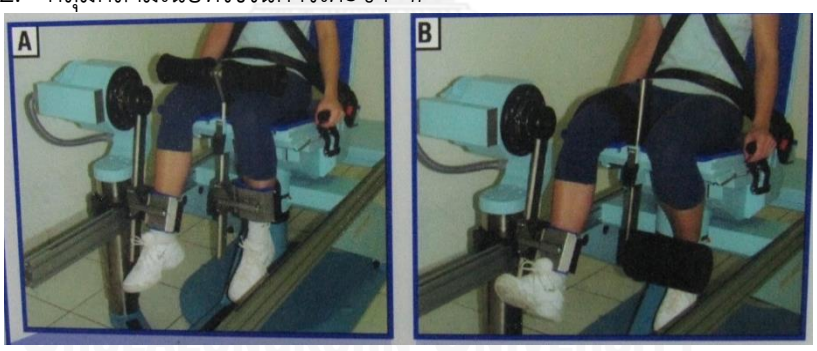
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปภาพ 3 แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ ใช้ในการหมุนแขนโดยหัวไหล่

1.2 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อ rotator cuff, deltoideus, pectoralis major และ latissimus dorsi ทดสอบโดยใช้ท่า Shoulder flexion และ Shoulder extension ทำโดยให้ผู้ทดสอบนอนบน เก้าอี้เครื่อง Contrax Dynamometer ในท่าทางที่สบาย การทดสอบนี้จะเริ่มจากการ ยกแขนขึ้นและกวาดทำมุม 180องศาในแนวขนานลำตัว โดยมีการกำหนดมุมองศาการเคลื่อนไหว ที่มุม 90 องศาต่อวินาที การทดสอบทำทั้งหมด 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ออกแรงเต็มที่และ มีการพักระหว่างเซต 1 นาที

2. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเตะขา #



รูปภาพ 4แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา โดยใช้ข้อเข่า

2.1 วิธีทดสอบกล้ามเนื้อ quadriceps และ hamstring ทดสอบโดยใช้ท่า knee extension, knee flexion ให้ผู้ทดสอบ นั่งบนเก้าอี้ของเครื่อง Contrax dynamometer ในท่าทางที่สบาย จัดท่าทางของขาให้พอดี โดยให้ลำตัวตั้งตรง สะโพกทำมุม 90 องศา จุดหมุนของแกนไดนาโม ของเครื่องจะ

ตรงกับจุดหมุนบริเวณหัวเข่า ทำการทดสอบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเยียดและงอเข่า โดยกำหนด มุมการเคลื่อนไหว 60 องศา ทำการทดสอบ Knee flexion และ Knee extension 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบออกแรงเต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

รูปภาพ 5 แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา โดยวัดข้อเท้า

2.2 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเตะข้อเท้า ทดสอบโดยใช้ท่า plantar flexion และ plantar extension ให้ผู้ทดสอบ นอนหงายบนเก้าอี้ของเครื่อง Contrax dynamometer ในท่าทางสบาย จัดตำแหน่งข้อเท้าให้เหมาะสม ไดนาโมของแกนเครื่องจะตรงกับจุดหมุนของ ข้อเท้า กำหนดมุม การเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่ 60 และ 120 องศาต่อวินาที ทำการทดสอบ 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบ ออกแรงเต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

ปัจจัยที่ 2 การวัดองค์ประกอบของร่างกาย โดยใช้ เครื่องวัดองค์ประกอบของ ร่างกายยี่ห้อ ioi รุ่น 353 ในการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ทำโดยให้ผู้ทดสอบขึ้นไปยืนบนเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย จากนั้นกดโปรแกรมโดยเลือกเพศ และให้ผู้ทดสอบยื่นมือจับแท่นจับของเครื่องเพื่อทดสอบน้ำหนัก ส่วนสูงและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ของร่างกายดังภาพ

รูปภาพ 6 แสดงการทดสอบวัดองค์ประกอบร่างกาย

ปัจจัยที่ 3 วัดการใช้ระบบพลังงาน ซึ่งมี 2 ระบบ ดังนี้

3.1 วัดระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ทดสอบหลังจากการวัดความแข็งแรงและกำลังกล้ามเนื้อ 1 สัปดาห์ โดยใช้สายพานวัดงาน)Treadmill) ยี่ห้อไลฟ์ฟิตเนต (Lifefitness) พร้อมอุปกรณ์วัดก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์ (V-max) สำหรับใช้ทดสอบ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) และสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (AT) มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรกิโลกรัม/นาที / การทดสอบเริ่มโดยให้ผู้ทดสอบใส่อุปกรณ์วัดก๊าซ และขึ้นไปยืนบนสายพานวัดงาน เตรียมพร้อมวิ่ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะปรับความเร็วและความชัน ของสายพานวัดงานตามโปรแกรมของ Bruce protocol ให้ผู้ทดสอบวิ่งจนไม่ไหวและบันทึกผล การใช้ออกซิเจน

รูปภาพ 7 แสดงการวัดระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนด้วยการใช้สายพานวัดงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 วัดระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Jaak et al., 2007) ทดสอบหลังจากการ วัดพลังงานแบบใช้ออกซิเจน 3 วัน โดยใช้จักรยาน วัดงานยี่ห้อโมนาร์ค (Monark) รุ่น Ergomedic 894 Ea ใช้ทดสอบสมรรถภาพในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) โดยใช้วิธีการทดสอบของวินเกตต์ (Wingate bike test) โดยการปั่นเป็นเวลา 30 วินาที โดยผู้ทดสอบเป็นผู้ปรับระดับความหนักของจักรยานวัดงาน ตาน้ำหนักตัวของกลุ่มตัวอย่างและจดบันทึกผล ดังภาพ

รูปภาพ 8 แสดงการวัดระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยใช้จักรยานวัดงาน

ปัจจัยที่ 4 วัดสมรรถภาพของปอด โดยใช้เครื่อง Spirometer (Wells, 2009) ซึ่งมีโปรแกรม วัดสมรรถภาพปอดในเครื่องวัดปริมาณการใช้ก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์ โดยขั้นตอนการทดสอบ มีดังนี้

1. กรอกประวัติผู้มีส่วนร่วมวิจัย รวมถึงน้ำหนัก, ส่วนสูง, วัน เดือน ปีเกิด, เพศ ให้เรียบร้อย
2. ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าปอดกับตัวเครื่องและเลือกโปรแกรมวัดสมรรถภาพปอดโดยกด ที่ Volume function
3. ให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยใช้ที่บีบจมูกบีบจมูกไว้ เพื่อป้องกันการหายใจทางจมูก
4. เริ่มการทดสอบจากการเป่าลมโดยใช้ปาก ด้วยอัตราเร็วปกติ 3-4 ครั้ง
5. จากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยหายใจเข้าให้เต็มปอด เมื่อเต็มปอดแล้วให้ผ่อนลมหายใจออกให้นาน ที่สุดจนกว่าจะหมด
6. ทำซ้ำประมาณ 2-3 รอบ และบันทึกผลการทดสอบ

ตัวแปรที่สนใจในการทดสอบสมรรถภาพปอด (ปิยนุช สวนสิน, 2551) ได้แก่

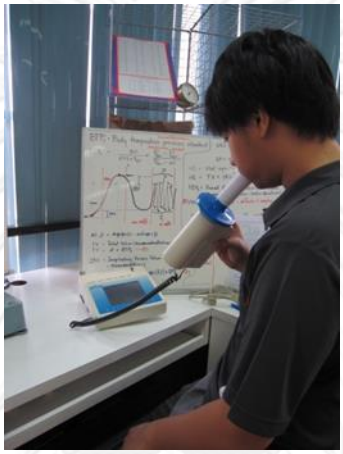
FVC (Forced Vital Capacity) คือ ปริมาตรอากาศที่วัดได้ขณะหายใจออกอย่างเร็วแรงจน หมด หลังจากหายใจเข้าอย่างเต็มที่ ซึ่งผลค่า FVC แสดงถึงปริมาตรอากาศที่จุอยู่ในปอด

FEV1 (Forced Expiratory Volume in One second) คือ ปริมาตรอากาศที่หายใจออกมา อย่างเร็วและแรงได้ในหนึ่งวินาที

FEV1/FVC % คือ ร้อยละของปริมาตรอากาศที่เป่าออกมาได้ในวินาทีที่ 1 ต่อปริมาตร ของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่างเร็วและแรง ซึ่งแสดงถึงความสามาถในการเป่า อากาศออกจากปอด

FEF 25-75 คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจเข้าที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงกลาง (25-75%) ของ FVC มีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที

PEF (Peak Expiratory Flow) คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจ ออกที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงต้นของการหายใจออกอย่างเร็ว และเต็มที่จากตำแหน่งหายใจเข้าเต็มที่ หน่วยเป็นลิตรต่อวินาที



รูปภาพ 9 แสดงการทดสอบสมรรถภาพปอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยที่ 5 วัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตจากเครื่องวัดก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์

รูปภาพ 10 แสดงการวัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด

วัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด (D. & R., 2009) โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตและเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ปลายนิ้ว ในการเก็บข้อมูลในส่วนของอัตราการเต้น ของหัวใจและความดันโลหิต การเก็บข้อมูลของสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดแบ่งการทดสอบ เป็น 2 ช่วง คือ

1. ในสภาวะปกติ (Resting time) ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตก่อนการออกกำลังกาย โดยการให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยนั่ง พักให้หายเหนื่อย ทำการเก็บข้อมูลและบันทึกผล
2. ในขณะออกกำลังกาย (Exercise phase) โดยการติดอุปกรณ์วัดอัตราการ เต้นของหัวใจที่ปลายนิ้วและอุปกรณ์วัดความดันโลหิตที่ต้นแขนของ ผู้มีส่วนร่วมวิจัย ทำการวัดตัวแปรทั้งสองในขณะที่ผู้มีส่วนร่วมวิจัย ออกกำลังกาย ณ จุดสูงสุด หรือจุดที่มีค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2 max) และบันทึกผล

Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
แสดงใบเก็บข้อมูล

Subject No.....

เพศ ☐ หญิง ☐ชาย

อายุ ☐15 ☐ 16 ☐ 17 ☐ 18 ☐19 ☐20 ☐21 ☐22 ☐23 ☐24 ☐25

ท่าที่ถนัด ☐ Freestyle 50 m. ☐ Freestyle 400 m.

ประวัติการเป็นนักกีฬา

เริ่มเป็นนักกีฬาเมื่ออายุ.....ปี

การแข่งขันล่าสุด ชื่อรายการ.....สถิติเวลา.....

ประวัติการบาดเจ็บ..... .....

ผลการทดสอบปัจจัยทางสรีรวิทยา

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานและองค์ประกอบของร่างกาย

Number	Weight	Height	%fat	Arm length				Leg length			
				ท่อนบน		ท่อนล่าง		ท่อนบน		ท่อนล่าง	
				R	L	R	L	R	L	R	L

ตารางที่ 2 แสดงค่าทอร์คสูงสุดของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำ

Number	Gender	max torque shoulder flex		max torque shoulder ex		max torque elbow flex		max torque elbow ex	
		R	L	R	L	R	L	R	L

Number	Gender	max torque knee flex		max torque knee ex		max torque ankle flex		max torque ankle ex	
		R	L	R	L	R	L	R	L

ตารางที่ 3 แสดงสมรรถภาพปอด

Number	Gender	VC	FVC	FVC1	(FEV1/FVC)%	FEF (25-75%)

ตารางที่ 4 แสดงตัวแปรระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน

Number	Gender	VO2max	VCO2	AT	VT	RER

ตารางที่ 5 แสดงตัวแปรระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

Number	Gender	Anaerobic Capacity	Peak power	Fatigue Index

ตารางที่ 6 แสดงสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด

Number	Gender	HR rest	BPrest	HR ex	BP ex

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน

AF 01-12

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

COA No. 185/2556

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 131.1/56 : การเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวภัทราพร ชัยสำเร็จ

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

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

วันที่รับรอง : 13 พฤศจิกายน 2556 **วันหมดอายุ** : 12 พฤศจิกายน 2557

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 131.1/56
วันที่รับรอง 13 พ.ย. 2556
วันหมดอายุ 12 พ.ย. 2557

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับตรวจร่วมกับการพิจารณาจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องหยุดเว้นแต่ต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยโดยเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตรา คณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ภาคผนวก จ

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นและระยะกลาง

ชื่อผู้วิจัย นางสาวภัทราพร ชัยสำเร็จ

ตำแหน่ง นิสิตมหาบัณฑิต

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย 210ซ 45 ติวานนท์.ถ11000 ติวานนท์ ต.ท่าทราย อ.เมือง จ.นนทบุรี.
โทรศัพท์ที่บ้าน 02-5809231 พท์มือถือ 086โทรศั -9726480

E-mail : sodar_ja28@hotmail.com

1. ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยใจ ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบและสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา
2. โครงการนี้.ทำการเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้น และระยะกลาง โดยเป็นการพิจารณาถึงปัจจัยทางสรีรวิทยาใน 5ปัจจัย ได้แก่
   - องค์ประกอบของร่างกาย
   - ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
   - สมรรถภาพปอด
   - สมรรถภาพหัวใจ
   - ระบบพลังงาน

โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการและนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาเปรียบเทียบกันทางสถิติ เพื่อต้องการ ทราบว่านักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ในระยะ 50เมตรและ 400เมตร ต้องการปัจจัยทางสรีรวิทยา 5ปัจจัย ดังกล่าวข้างต้นต่างกันหรือไม่

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำ ฟรีสไตล์ 50 เมตรและ 400 เมตร

4. ลักษณะของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เกณฑ์การคัดเข้า และเกณฑ์การคัดออก

กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย คือ นักกีฬาว่ายน้ำระดับเยาวชนอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป และเข้าข่ายตามเกณฑ์การคัดเลือก

<u>เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ามาศึกษา (Inclusion Criteria)</u>

- เป็นนักกีฬาว่ายน้ำระดับเยาวชนอายุ 15 ปีขึ้นไป
- มีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์ ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อ การวิจัย
- สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

<u>เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria)</u>

- ผู้ร่วมวิจัยขอถอนตัวจากการศึกษาวิจัย
- ผู้ร่วมการวิจัยเกิดการบาดเจ็บจนเป็นอุปสรรคต่อการวิจัย
- กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งหมด 36 คน เป็น ชาย 18คน หญิง 18 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์เยาวชนที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่ม ตามระยะทางการว่าย ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 9 คน รวมทั้งหมด 36 คน

เหตุผลที่ได้รับเชิญเข้าร่วมโครงการวิจัย เนื่องจากท่านเป็นนักกีฬาว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ระยะสั้น 50เมตรและระยะกลาง 400เมตร อย่างใดอย่างหนึ่ง และเข้าข่ายในเกณฑ์คัดเข้า จึงเหมาะสมต่อการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย แบ่งเป็น 4กลุ่ม โดยการแบ่งกลุ่มนี้ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากลำดับที่ดีที่สุดในการแข่งขันว่ายน้ำฟรีสไตล์เพื่อแบ่งตามระยะทาง 50 และ 400 เมตร ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักกีฬาว่ายน้ำชายท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 50 เมตร จำนวน 9 คน

กลุ่มที่ 2 นักกีฬาว่ายน้ำชายท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 400 เมตร จำนวน 9 คน

กลุ่มที่ 3 นักกีฬาว่ายน้ำหญิงท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 50 เมตร จำนวน 9 คน

กลุ่มที่ 4 นักกีฬาว่ายน้ำหญิงท่าฟรีสไตล์ระยะทาง 400 เมตร จำนวน 9 คน

5. กระบวนการวิจัยในโครงการวิจัยนี้ นางสาวภัทราพร ชัยสำเร็จ ผู้วิจัยหลัก เป็นผู้ทำดำเนินการวิจัยและมีผู้ช่วยวิจัย โดยผู้วิจัยมีการอบรมการใช้อุปกรณ์วิจัยและรายละเอียด งานวิจัยกับผู้ช่วยวิจัยก่อนการวิจัยเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยผู้ช่วยวิจัยมีหน้าที่ช่วยเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ใน การวิจัย เช่น การตั้งค่าเครื่องมือต่างๆ และจดบันทึกผลที่ได้จากเครื่องมือ โดยในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบปัจจัยทางสรีรวิทยาทั้ง 5 อย่าง ดังนี้

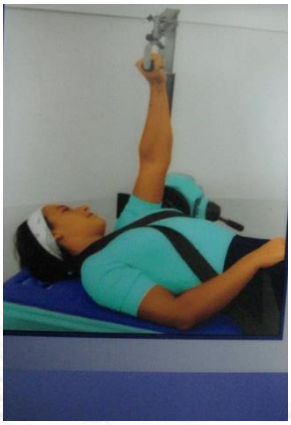
6. คัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและเกณฑ์การคัดเลือกออกที่กำหนดไว้
7. ซักประวัติ และอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้แก่กลุ่มตัวอย่างรวมทั้งให้กลุ่มตัวอย่าง ลงลายมือชื่อยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย
8. การเก็บข้อมูลการวิจัยเริ่มหลังกลุ่มตัวอย่างสิ้นสุดการแข่งขัน 3 วัน แต่ไม่เกิน 2 สัปดาห์ เพื่อให้นักกีฬาได้พักผ่อนและฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย โดยทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ตามปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ต้องการสนใจศึกษาดังนี้

ปัจจัยที่ 1 วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อSantos et al. (2012) แบ่งตามข้อต่อ 4 ข้อ ได้แก่ ข้อไหล่ ข้อศอก ข้อเข่าและข้อเท้า โดยทดสอบทั้งหมด 4 ท่า การทดสอบจะทำการ ทดสอบหนึ่งวันต่อหนึ่งข้อต่อ โดยใช้เครื่อง Dynamometer ยี่ห้อ ยี่ห้อ Contrex (Physiomed, Con-trex MJ, Germany) วัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากลักษณะการเคลื่อนไหวของ กลุ่มกล้ามเนื้อต่างๆ ดังนี้

1. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหมุนแขนว่ายน้ำ

ภาพ 1 แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยวัดจากข้อศอก

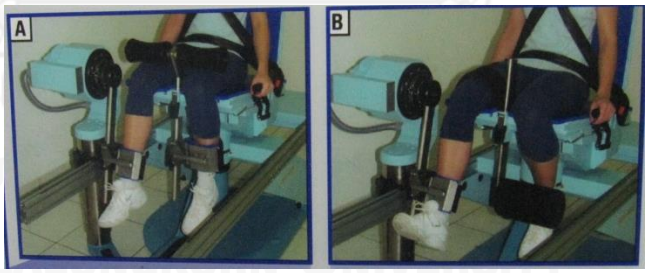
1.1 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อ Biceps brachii และ triceps brachii ทดสอบโดยใช้ท่า elbow flextion และ elbow extension ทำโดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้ของเครื่อง Contrax Dynamometer ในท่าทางที่สบาย โดยวางแขนในระนาบ Horizontal เพื่อทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ที่ใช้ในการงอและเหยียดแขน โดยกำหนดมุมองศาการเคลื่อนไหว 90 องศาต่อวินาที ทำการ ทดสอบ 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง ให้ผู้ทดสอบออกแรง เต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที



ภาพ 2 แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ ใช้ในการหมุนแขนโดยหัวไหล่

1.2. วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อ 2rotator cuff, deltoideus, pectoralis major และ latissimus dorsi ทดสอบโดยใช้ท่า Shoulder flexion และ Shoulder extension ทำโดยให้ผู้ทดสอบนอนบน เก้าอี้เครื่อง Contrax Dynamometer ในท่าทางที่สบาย การทดสอบนี้จะเริ่มจากการ ยกแขนขึ้นและกวาดทำมุม 180องศาในแนวขนานลำตัว โดยมีการกำหนดมุมองศาการเคลื่อนไหว ที่มุม 90 องศาต่อวินาที การทดสอบทำทั้งหมด 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ออกแรงเต็มที่และ มีการพักระหว่างเซต 1 นาที

2. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเตะขา



ภาพ3 แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา โดยใช้ข้อเข่า

2.1 วิธีทดสอบกล้ามเนื้อ quadriceps และ hamstring ทดสอบโดยใช้ท่า knee extension, knee flexion ให้ผู้ทดสอบ นั่งบนเก้าอี้ของเครื่อง Contrax dynamometer ในท่าทางที่สบาย จัดท่าทางของขาให้พอดี โดยให้ลำตัวตั้งตรง สะโพกทำมุม 90 องศา จุดหมุนของแกนไดนาโม ของเครื่องจะตรงกับจุดหมุนบริเวณหัวเข่า ทำการทดสอบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดและงอเข่า โดยกำหนด มุมการเคลื่อนไหวไม่เกิน 105 องศา ทำการทดสอบ Knee flexion และ Knee extension 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบออกแรงเต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

ภาพ 4 แสดงการวัดกำลังและความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา โดยวัดข้อเท้า

2.2 วิธีการทดสอบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเตะข้อเท้า ทดสอบโดยใช้ท่า plantar flexion และ plantar extension ให้ผู้ทดสอบ นอนหงายบนเก้าอี้ของเครื่อง Contrax dynamometer ในท่าทางสบาย จัดตำแหน่งข้อเท้าให้เหมาะสม ไดนาโมของแกนเครื่องจะตรงกับจุดหมุนของ ข้อเท้า กำหนดมุม การเคลื่อนไหวของข้อเท้าที่ 60 และ 120 องศาต่อวินาที ทำการทดสอบ 2 เซต เซตละ 3 ครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบ ออกแรงเต็มที่ พักระหว่างเซต 1 นาที

<u>ปัจจัยที่ 2</u> การวัดองค์ประกอบของร่างกาย โดยใช้ เครื่องวัดองค์ประกอบของ ร่างกายยี่ห้อ ioi รุ่น 353 ในการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ทำโดยให้ผู้ทดสอบขึ้นไปยืนบนเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย จากนั้นกดโปรแกรมโดยเลือกเพศ และให้ผู้ทดสอบยื่นมือจับแท่นจับของเครื่องเพื่อทดสอบน้ำหนัก ส่วนสูงและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ของร่างกายดังภาพ

ภาพแสดงการวัดองค์ประกอบร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ปัจจัยที่ 3</u> วัดการใช้ระบบพลังงาน ซึ่งมี 2 ระบบ ดังนี้

3.1 วัดระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ทดสอบหลังจากการวัดความแข็งแรงและกำลังกล้ามเนื้อ 1 สัปดาห์ โดยใช้สายพานวัดงาน)Treadmill) ยี่ห้อไลฟ์ฟิตเนต (Lifefitness) พร้อมอุปกรณ์วัดก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์ (V-max) สำหรับใช้ทดสอบ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) และสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (AT) มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรกิโลกรัม/นาที / การทดสอบเริ่มโดยให้ผู้ทดสอบใส่อุปกรณ์วัดก๊าซ และขึ้นไปยืนบนสายพานวัดงาน เตรียมพร้อมวิ่ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะปรับความเร็วและความชัน ของสายพานวัดงานตามโปรแกรมของ Bruce protocol ให้ผู้ทดสอบวิ่งจนไม่ไหวและบันทึกผล การใช้ออกซิเจน

ภาพแสดงการวัดระบบพลังงานด้วยการใช้สายพานวัดงาน

3.2 วัดระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก(Jaak et al., 2007) ทดสอบหลังจากการ วัดพลังงานแบบใช้ ออกซิเจน 3 วัน โดยใช้จักรยานวัดงานยี่ห้อโมนาร์ค (Monark) รุ่น Ergomedic 894 Ea ใช้ทดสอบสมรรถภาพในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) โดยใช้วิธีการทดสอบของวินเกตต์ (Wingate bike test) โดยการปั่นเป็นเวลา 30 วินาที โดยผู้ทดสอบเป็นผู้ปรับระดับความหนักของจักรยานวัดงาน ตาน้ำหนักตัวของกลุ่มตัวอย่างและจดบันทึกผล ดังภาพ

ภาพแสดงการวัดระบบพลังงานโดยใช้จักรยานวัดงาน

ปัจจัยที่ 4 วัดสมรรถภาพของปอดโดยใช้เครื่อง Spirometer (D. & R., 2009) ซึ่งมีโปรแกรมวัดสมรรถภาพปอดในเครื่องวัดปริมาณการใช้ก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์ โดยขั้นตอนการทดสอบ มีดังนี้

- กรอกประวัติผู้มีส่วนร่วมวิจัย รวมถึงน้ำหนัก, ส่วนสูง, วัน เดือน ปีเกิด, เพศ ให้เรียบร้อย
- ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าปอดกับตัวเครื่องและเลือกโปรแกรมวัดสมรรถภาพปอดโดยกด ที่ Volume function
- ให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยใช้ที่บีบจมูกบีบจมูกไว้ เพื่อป้องกันการหายใจทางจมูก
- เริ่มการทดสอบจากการเป่าลมโดยใช้ปาก ด้วยอัตราเร็วปกติ 3-4 ครั้ง
- จากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยหายใจเข้าให้เต็มปอด เมื่อเต็มปอดแล้วให้ผ่อนลมหายใจออกให้นาน ที่สุดจนกว่าจะหมด
- ทำซ้ำประมาณ 2-3 รอบ และบันทึกผลการทดสอบ

ตัวแปรที่สนใจในการทดสอบสมรรถภาพปอด ได้แก่

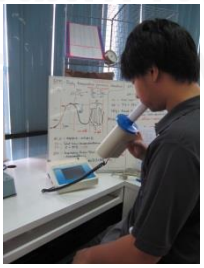
FVC (Forced Vital Capacity) คือ ปริมาตรอากาศที่วัดได้ขณะหายใจออกอย่างเร็วแรงจน หมดหลังจากหายใจเข้าอย่างเต็มที่ ซึ่งผลค่า FVC แสดงถึงปริมาตรอากาศที่จุอยู่ในปอด

FEV1 (Forced Expiratory Volume in One second) คือ ปริมาตรอากาศที่หายใจออกมา อย่างเร็วและแรงได้ในหนึ่งวินาที

FEV1/FVC % คือ ร้อยละของปริมาตรอากาศที่เป่าออกมาได้ในวินาทีที่ 1 ต่อปริมาตร ของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่างเร็วและแรง ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเป่า อากาศออกจากปอด

FEF 25-75 คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจเข้าที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงกลาง (25-75%) ของ FVC มีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที

PEF (Peak Expiratory Flow) คือ อัตราการไหลของอากาศหายใจ ออกที่สูงที่สุด จะเกิดขึ้นในช่วงต้นของการหายใจออกอย่างเร็ว และเต็มที่จากตำแหน่งหายใจเข้าเต็มที่ หน่วยเป็นลิตรต่อวินาที



ภาพแสดงการทดสอบสมรรถภาพปอด

<u>ปัจจัยที่ 5</u> วัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตจากเครื่องวัดก๊าซยี่ห้อวีแมกซ์

ภาพแสดงการวัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด

วัดสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด (D. & R., 2009) โดยใช้เครื่องวัด ความดันโลหิตและเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ปลายนิ้ว ในการเก็บข้อมูลในส่วนของอัตราการเต้น ของหัวใจและความดันโลหิต การเก็บข้อมูลของสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดแบ่งการทดสอบ เป็น 2 ช่วง คือ

- ในสภาวะปกติ (Resting time) ทำการวัดความดันโลหิตและอัตรา การเต้นของหัวใจก่อนการออกกำลังกาย โดยการให้ผู้มีส่วนร่วมวิจัยนั่ง พักให้หายเหนื่อย ทำการเก็บข้อมูลและบันทึกผล
- ในขณะออกกำลังกาย (Exercise phase) โดยการติดอุปกรณ์วัดอัตราการ เต้นของหัวใจที่ปลายนิ้วและอุปกรณ์วัดความดันโลหิตที่ต้นแขนของ ผู้มีส่วนร่วมวิจัย ทำการวัดตัวแปรทั้งสองในขณะที่ผู้มีส่วนร่วมวิจัย ออกกำลังกาย ณ จุดสูงสุด หรือจุดที่มีค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2 max) และบันทึกผล

เก็บข้อมูลประวัติการบาดเจ็บของนักกีฬา เพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการ วัดกำลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ในระหว่างการวิจัยข้อมูลของผู้มีส่วนร่วมจะถูกเก็บเป็นความลับเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกทำลายทั้งหมด

6. กระบวนการให้ข้อมูลแก่กลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย กระทำโดยการอธิบาย ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยหรือกลุ่มตัวอย่างเข้าใจด้วยตัวผู้วิจัยหลักเอง และหากมีข้อสงสัยก็สามารถ ซักถามได้ทันที

7. ในกรณีโครงการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นเด็กอายุต่ำกว่า ปี 18 ซึ่งไม่สามารถให้คำยินยอมด้วยตนเองได้ ดังนั้นทางผู้วิจัยหลักจึงได้แนบจดหมายยินยอมขออนุญาตจากผู้ปกครอง เพื่อให้ผู้ปกครองเป็นผู้อนุญาตและยินยอมเข้าร่วมการวิจัยนี้

8. ในโครงการวิจัยครั้งนี้ อาจเกิดอันตรายและความเสี่ยงในการทดสอบ ดังนี้

อาจเกิดการล้าของกล้ามเนื้อระหว่างการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หากไม่ได้รับการอบอุ่นร่างกายที่เหมาะสม หรือทำท่าทางที่ผิดวิธีอาจเกิดตะคริวที่กล้ามเนื้อได้ หากไม่มีทำการทดสอบตามคำแนะนำของผู้วิจัย หลังจากทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้ว อาจเกิดอาการอ่อนล้าบริเวณ กล้ามเนื้อที่ทดสอบ แต่ไม่เป็นอันตรายหากทำตามคำแนะนำของผู้วิจัย

แนวทางการป้องกันอันตรายและความเสี่ยง รวมถึงแนวทางการช่วยเหลือ มีดังนี้

- ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายก่อนการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- ผู้วิจัยอธิบายถึงหลักการทดสอบอย่างละเอียดและให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด
- หากเกิดอันตรายต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากมีอาการร้ายแรงเกินผู้วิจัยช่วยเหลือได้ จะนำผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่ได้รับ อันตรายส่งแพทย์โดยด่วน และจะรับผิดชอบค่าพยาบาล

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้

- ทำให้ทราบถึงปัจจัยทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้น และระยะกลาง
- สามารถเปรียบเทียบปัจจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาว่ายน้ำฟรีสไตล์ระยะสั้นและ ระยะกลาง
- เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาปัจจัยทางสรีรวิทยาที่จำเป็นต่อการว่ายน้ำของ นักกีฬาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

โดยในการวิจัยครั้งนี้นอกจากตัวของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะทราบถึงค่าการทดสอบ ด้านปัจจัยทางสรีรวิทยาของตนเองแล้ว ผู้วิจัยยังนำข้อมูลผลการทดสอบที่ได้ไป เปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางสรีรวิทยาด้านต่างๆ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็น แนวทางในการพัฒนานักกีฬาว่ายน้ำให้กับผู้ฝึกสอนหรือตัวนักกีฬาเองในอนาคตอีกด้วย

10. การเข้าร่วมในการวิจัยในครั้งนี้เป็นโดยความ**สมัครใจ** ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และ สามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสีย ประโยชน์ที่พึงได้รับทั้งในด้านการศึกษา สุขภาพและด้านจิตใจ

11. หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย

12. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็น ภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

13. ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ หากผู้มีส่วนร่วมสามารถมาร่วมทดสอบได้ครบตามจำนวนวันที่ผู้วิจัยกำหนด จะมีค่าพาหนะและค่าชดเชยเสียเวลาให้ ท่านละ บาท หากผู้มี 500ส่วนร่วมวิจัยไม่สามารถ มาร่วมวิจัยได้ครบตามกำหนดเวลาทั้งหมด ทางผู้วิจัยจะไม่มีค่าชดเชย เสียเวลาให้แก่ผู้มีส่วนร่วมวิจัย

14. หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสาขา ชุดที่1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอย จุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 หรือ 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวภัทราพร ชัยสำเร็จ เกิดวันที่ 28 มีนาคม 2557 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์โยเซฟคอนเวนต์ ปีการศึกษา 2544

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์โยเซฟคอนเวนต์ ปีการศึกษา 2550

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2554

เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2555

สำเร็จการศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University