

THE EFFECTS OF COMBINED DRY-LAND STRENGTH TRAINING AND SWIMMING TRAINING ON BODY COMPOSITION, MUSCLE STRENGTH AND AEROBIC SWIMMING PERFORMANCE
IN YOUNG SWIMMERS : A PILOT STUDY

Natthida BANGMEK^{1*} and Kanok PANTHONG²

¹*Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University, Mahasarakham, THAILAND, 44000*

²*College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University, Chonburi, THAILAND, 20131*

Abstract

This study aims to determine the effects of combined dry-land strength training and swimming training on body composition, muscle strength, and aerobic swimming performance in young swimmers. The participants consisted of 6 male swimmers the Assumption College Sriracha swimming club, aged 9-15 years old, experienced in swimming 1-5 years. The participants performed a dry-land strength training, 2 days/week, 1 hour per day, and swimming training, 6 days/week, 2 hour per day for 12 weeks. The data about body composition, muscle strength, and aerobic swimming performance, were collected before and after training at weeks 4th, 8th, and 12th. The data were analyzed by using the Friedman test, Wilcoxon signed ranks test.

The results showed that the young swimmers had significantly increased weight, the fat-free mass, and muscle strength after the combined dry-land strength training and swimming training. The percentage of body fat, fat mass, and critical swimming speed before training, after training weeks 4th, 8th, and 12th were not different significantly. In conclusion, combined dry-land strength training and swimming training increase muscle strength and fat-free mass in young swimmers. The athletes can use the combined dry-land strength training and swimming training could be a favorable training program for improving swimming performance in young swimmers.

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20(1): 36-50)

(Received: 5 August 2019, Revised: 16 March 2020, Accepted: 9 April 2020)

KEYWORDS: Body Composition/ Muscle Strength/ Young Swimmers/ Aerobic Swimming Performance/
Dry-Land Strength Training

*Corresponding author: Natthida BANGMEK

Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University, Mahasarakham, THAILAND, 44000

E-mail: bee_bangmek@hotmail.com

ผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน : การศึกษานำร่อง

ณัฐริดา บังเมฆ^{1*} และ กนก พานทอง²

¹คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, จังหวัดมหาสารคาม, ประเทศไทย, 44000

²วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, มหาวิทยาลัยบูรพา, จังหวัดชลบุรี, ประเทศไทย, 20131

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็น นักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา อายุ 9-15 ปี เพศชายและมีประสบการณ์แข่งขัน 1-5 ปี จำนวน 6 คน ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกบนบกสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง และฝึกว่ายน้ำ สัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ เก็บข้อมูล องค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ก่อน และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Friedman test และสถิติ Wilcoxon signed ranks test

ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬาว่ายน้ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไขมัน และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้น ภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และความเร็ว วิกฤตอล สวิมสปีด (critical swimming speed) ระยะก่อนฝึก และ หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 ไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า การฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มวลไขมัน ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนได้ นักกีฬาสามารถนำโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกพร้อมกับการฝึกว่ายน้ำ ไปใช้ในการวางแผนการฝึกซ้อมว่ายน้ำให้เหมาะสมกับเยาวชนต่อไป

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2563; 20(1): 36-50)

คำสำคัญ: องค์ประกอบร่างกาย/ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ/ นักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน/ ความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก/ การฝึกความแข็งแรงบนบก

บทนำ

กีฬาวูตวอยน้ำต้องมีเทคนิคและทักษะการวูตวอยน้ำรวมถึงการสร้างสมรรถภาพร่างกายให้มีความสมบูรณ์เพื่อการแข่งขันและการพัฒนาการฝึกซ้อมของนักกีฬาวูตวอยน้ำ โดยสมาคมวูตวอยน้ำแห่งประเทศไทยได้แบ่งระยะเวลาการวางแผนการฝึกซ้อม (Periodization) ของนักกีฬาวูตวอยน้ำเป็น 4 ช่วง ประกอบด้วย ช่วงการปรับตัวพื้นฐานของร่างกาย (General Phase) ใช้ระยะเวลา 4-8 สัปดาห์ ช่วงการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง (Specific Phase) ใช้ระยะเวลา 2-4 สัปดาห์ ช่วงการลดปริมาณและเพิ่มคุณภาพของการฝึกซ้อม/การแข่งขัน (Taper/Competition Phase) ใช้ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์ และช่วงการพักจากการฝึกซ้อมเพื่อการฟื้นคืนสภาพทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ (Recovery Phase/Off-season) ใช้ระยะเวลา 1-4 สัปดาห์ ซึ่งในการฝึกซ้อมที่เสริมสร้างสมรรถภาพพื้นฐานสำหรับพัฒนาร่างกายของนักกีฬาวูตวอยน้ำให้มีความพร้อมและสามารถรับการฝึกซ้อมกีฬาวูตวอยน้ำในระดับต่อไปจึงฝึกในช่วงGeneral/Specific/Taper ซึ่งอาจใช้ระยะเวลา 8-12 สัปดาห์¹ ดังนั้นจึงมีการฝึกวูตวอยน้ำที่แตกต่างกันเพื่อพัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงเพื่อให้เกิดการพัฒนาในระยะยาว

การพัฒนานักวูตวอยน้ำสู่ความเป็นเลิศ มีการฝึกวูตวอยน้ำที่มีระยะทางแตกต่างกัน ทั้งระยะสั้นและระยะไกลโดยทำการฝึกแบบแอโรบิกที่เน้นการฝึกซ้อมวูตวอยน้ำระยะไกล เพื่อการพัฒนาความสามารถในการยืนระยะเชิงแอโรบิก (Aerobic Capacity) และค่อย ๆ เพิ่มความหนักในการฝึกแบบแอนแอโรบิกเพื่อพัฒนาความสามารถในการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic Capacity)² ที่ส่งผลให้การทำงานของระบบหายใจ และไหลเวียนเลือด ทำงานได้ดีขึ้น ร่างกายสามารถขนส่งออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการฟื้นสภาพในระหว่างการฝึกซ้อมและแข่งขันได้อย่างรวดเร็ว³ โดยเฉพาะนักกีฬาวูตวอยน้ำเยาวชนที่เริ่มมีการฝึกซ้อมตั้งเด็ก ใช้เวลาในการฝึกซ้อม 20-30 ชั่วโมง/สัปดาห์ มีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง และใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน เพื่อให้ประสบความสำเร็จจะเริ่มมีการฝึกซ้อมทักษะการเคลื่อนไหวควบคู่กับการฝึกทักษะในการวูตวอยน้ำ (Learn to Train) ในช่วงอายุ 9 ปี รวมถึงการพัฒนาทักษะกลไกสูงสุด โดยเน้นการฝึกความมั่นคงของข้อต่อซึ่งจะทำให้ให้นักกีฬาวูตวอยน้ำทำการฝึกซ้อมและแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁴ มีความสามารถในการตอบสนองต่อการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการยืนระยะเชิงแอโรบิกได้ดีและสามารถพัฒนาได้จากการฝึกบนบกและการฝึกในน้ำ

การฝึกบนบก (Dry Land) เป็นการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายของนักวูตวอยน้ำที่อยู่นอกเหนือจากการฝึกซ้อมในสระวูตวอยน้ำ¹ มีรูปแบบการซ้อมที่หลากหลาย เช่น การฝึกความแข็งแรง (Strength) การฝึกเสริมสร้างสภาพร่างกาย (Conditioning) เป็นต้น⁵ การฝึกบนบกสำหรับการเสริมสร้างความแข็งแรงและความสามารถในการวูตวอยน้ำ ในนักกีฬาวูตวอยน้ำที่มีอายุตั้งแต่ 9 ปีขึ้นไปจะใช้การฝึกความแข็งแรงด้วยการใช้น้ำหนักตัว (Body weight) ในกลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ลำตัวส่วนบน และลำตัวส่วนล่าง ซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อหลักในการวูตวอยน้ำ⁶ โดยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วในการวูตวอยน้ำ⁷ และจากการศึกษาของ Morouco, Keskinen, Vilas-Boas, and Fernandes⁸ พบว่ากำลังของกล้ามเนื้อแขนจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความเร็วในการวูตวอยน้ำระยะสั้นในท่าฟรีสไตล์ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการฝึกบนบกของนักกีฬาวูตวอยน้ำส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะองค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดย Grant และ Kavaliauskas⁹ ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกบนบกที่เน้นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาวูตวอยน้ำอายุ 13 ปี เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าการฝึกบนบกสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน และขา ให้มีค่าเพิ่มมากขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บบริเวณเข่าและหัวไหล่อีกด้วย นอกจากนี้การฝึกบนบกส่งผลต่อองค์ประกอบร่างกาย จากการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อจากการเสริมสร้างองค์ประกอบของระบบประสาท (Neural Component) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเพิ่มขนาดและความหนาแน่นของเส้นใยกล้ามเนื้อ¹⁰ เกิดการสังเคราะห์โครงสร้างทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นและทำงานมีประสิทธิภาพ

มากขึ้น¹¹ จึงใช้การฝึกบนบกควบคู่กับการฝึกซ้อมว่ายน้ำเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและเพิ่มองค์ประกอบร่างกาย แต่ในขณะเดียวกันยังมีงานวิจัยอีกมากที่พบว่า การฝึกความแข็งแรงบนบกไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำโดยเฉพาะความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกที่เป็นสมรรถภาพที่สำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาเยาวชนเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝึกซ้อมว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว¹² ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยผลการวิจัยสามารถเป็นข้อมูลในการวางแผนการฝึกซ้อมว่ายน้ำให้เหมาะสมกับเยาวชนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำสำหรับการเพิ่มองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

สมมุติฐานการวิจัย

การฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน ส่งผลให้ องค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก เพิ่มขึ้นจากก่อนการฝึก

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีการดำเนินการวิจัยแบบ Repeated Measures Design และผ่านการพิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยบูรพา (Sci 084/2561)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรเป็นนักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 40 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา เพศชาย อายุระหว่าง 9-15 ปี การ

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณมาจากสมการ¹¹
$$n = \left[\frac{(z_\alpha / 2 + z_\beta) \sigma}{\mu - \mu_0} \right]^2$$
 จากค่า Mean and SD ของ Grant and Kavaliauskas⁹ กำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ($\alpha = .05$) อำนาจการทดสอบ (power of test) = 0.80 และ effect size = 1.40 จากการคำนวณได้กลุ่มทดลองจำนวน 6 คน และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ (Inclusion Criteria) คัดเลือกจากมีประสบการณ์แข่งขันว่ายน้ำ 1-5 ปี ไม่ได้รับฮอร์โมน ยาหรืออาหารเสริมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2561 ผ่านการตรวจร่างกายจากแพทย์ ผ่านการประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (The Physical Activity Readiness Questionnaire: PAR-Q) และไม่มีประวัติการบาดเจ็บก่อนจะเข้าร่วมการวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน ในการเข้าร่วมการวิจัยได้ขอความร่วมมือในการทำวิจัยทุกขั้นตอนแบบเต็มความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบก พัฒนาขึ้นมาโดยใช้สัดส่วนของการฝึกกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกบนบกของกีฬาวูตวู้ กลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 33.33% กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวส่วนบน 33.33% และกลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวส่วนล่าง 33.33% พัฒนาจากงานวิจัยก่อนหน้านี้⁶ ใช้หลักการปรับเพิ่มความหนักในการฝึก (Progressive) 5%¹³ การกำหนดความถี่ จำนวนครั้ง และจำนวนเซต พัฒนาจาก National Strength and Conditioning Association¹⁴ และผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) เท่ากับ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบก 12 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 1-4				สัปดาห์ที่ 5-8				สัปดาห์ที่ 9-12			
ท่า	ครั้ง	พัก (นาที)	เซต	ท่า	ครั้ง	พัก (นาที)	เซต	ท่า	ครั้ง	พัก (นาที)	เซต
1. Overhead squat	10	1	3	1. Overhead squat	12	1	3	1. Overhead squat	14	1	3
2. Lunges	10	1	3	2. Lunges	12	1	3	2. Lunges with twist	14	1	3
3. Tricep dips	10	1	3	3. Tricep dips	12	1	3	3. Tricep dips	14	1	3
4. Sit up	10	1	3	4. Alternating leg V Up	12	1	3	4. V-Ups	14	1	3
5. Plank	10 s	1	3	5. Plank	12 s	1	3	5. Plank	14 s	1	3
6. Knee push-up	10	1	3	6. Push-up	12	1	3	6. Push-up with feet	14	1	3

2. การวัดองค์ประกอบร่างกาย ใช้การชั่งน้ำหนักตัว (Weight) วัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percentage of body fat) มวลไขมัน (Fat mass) และมวลไร้ไขมัน (Fat-free mass)

2.1 การชั่งน้ำหนักตัวใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ TANITA รุ่น UM-075

2.2 การหาเปอร์เซ็นต์ไขมันใช้เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ยี่ห้อ Lange ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา ปี 1985 โดยทำการวัด 2 ตำแหน่ง คือ บริเวณต้นแขนด้านหลัง (Triceps) และบริเวณสะบัก (Subscapular) ตามวิธีการและสูตรของ Slaughter และคณะ¹⁵ ใช้การวัด 2 ครั้ง (3% Accuracy) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ถ้าผลรวมของค่าที่วัด มีมากกว่า 35 จะใช้สูตร $\%BF = 0.783 (TSF + SSSF) + 1.6$

ถ้าผลรวมของค่าที่วัดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 จะใช้สูตร $\%BF = 1.21(TSF + SSSF) - 0.008(TSF + SSSF)^2 - 1.7$

เมื่อ $\%BF$ หมายถึง เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat percentage)

TSF หมายถึง ความหนาของไขมันตำแหน่ง ต้นแขนด้านหลัง (Triceps Skinfold)

SSSF หมายถึง ความหนาของไขมันตำแหน่ง สะบัก (Subscapular Skinfold)

2.3 มวลไขมัน (Fat Mass) และ มวลไร้ไขมัน (Fat Free Mass) ใช้วิธีการหาจากสูตรของ Siri¹⁶

$$\text{Fat Mass (kg)} = (\%BF \times Wt)/100$$

$$\text{และ Fat Free Mass (kg)} = Wt - \text{Fat Mass}$$

เมื่อ $\%BF$ หมายถึง เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat percentage)

Wt หมายถึง น้ำหนักตัว (Weight)

3. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ใช้เครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand-grip dynamometer) ยี่ห้อ T.K.K. รุ่น 5401 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น โดยใช้วิธีการและแบบทดสอบแรงบีบมือของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬา

แห่งประเทศไทย¹⁷ ทำการทดสอบ 2 ครั้งโดยใช้ค่าที่มากที่สุด บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวของผู้ถูกวัด

4. การทดสอบความสามารถในว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ใช้แบบทดสอบ คริติคอล สวิมสปีด (Critical Swim Speed) ตามวิธีการของ Zarieczny และคณะ¹⁸ โดยทำการทดสอบการว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์ให้เร็วที่สุด 2 ระยะทางคือ 400 และ 50 เมตร บันทึกเวลาหลังนักกีฬาว่ายแต่ละรอบสระทั้ง 2 ระยะทางทันทีหลังจากนั้นนำเวลาที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 ระยะทาง มาแทนค่าในสมการ

$$\text{Critical Swim Speed} = (D2 - D1) \div (T2 - T1)$$

เมื่อ D1 คือ ระยะทาง 50 เมตร

D2 คือ ระยะทาง 400 เมตร

T1 คือ ระยะเวลาที่ว่ายน้ำ 50 เมตร หน่วยเป็นวินาที

T2 คือ ระยะเวลาที่ว่ายน้ำ 400 เมตร หน่วยเป็นวินาที

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกและการฝึกว่ายน้ำ
2. ดำเนินการคัดเลือกนักกีฬาว่ายน้ำที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด
3. ชี้แจงรายละเอียดและนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับวัน เวลา และสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบและฝึกตามโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำ
4. ก่อนการวิจัย 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการวัดองค์ประกอบร่างกาย แรงบีบมือ และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด กับกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบว่า จะมีการวัดองค์ประกอบร่างกาย แรงบีบมือ และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 (ดังแผนภาพที่ 1)



แผนภาพที่ 1 แผนการเก็บข้อมูลการวิจัย

5. กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ตารางที่ 1) โดยทำการฝึกในช่วงเวลา 17.00-18.00 น. สัปดาห์ละ 2 วัน คือวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ครั้งละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยทำการฝึกความแข็งแรงบนบกก่อนการฝึกซ้อมว่ายน้ำตามโปรแกรมของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา
6. โปรแกรมการฝึกซ้อมว่ายน้ำของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา ทำการฝึกว่ายน้ำ 2 ชั่วโมง/ครั้ง ในช่วงเวลา 18.00-20.00 น. สัปดาห์ละ 6 วัน โดยในช่วง 12 สัปดาห์ที่ผู้วิจัยทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกความแข็งแรง

บนบกนั้น ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง Taper Phase เนื่องจากสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา มีรายการแข่งขันในช่วงวันหยุดของสัปดาห์ที่ 2

สัปดาห์ที่ 3-8 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง General Phase เน้นการฝึกซ้อมว่ายน้ำระยะไกล

ในสัปดาห์ที่ 9-10 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง Specific Phase เพิ่มการฝึกเทคนิคในการว่ายน้ำ ร่วมกับการฝึกว่ายน้ำระยะไกล และ ในสัปดาห์ที่ 11-12 เป็นการฝึกว่ายน้ำในช่วง General Phase เน้นการฝึกว่ายน้ำระยะไกล ซึ่งทั้ง 12 สัปดาห์เน้นการฝึกว่ายน้ำเพื่อพัฒนาระบบแอโรบิกโดยมีระยะทางในการฝึกซ้อมแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระยะทางการฝึกซ้อมว่ายน้ำทั้ง 12 สัปดาห์ของกลุ่มตัวอย่าง

ระบบพลังงาน/ ระยะทาง (เมตร)		สัปดาห์ ที่ 1	สัปดาห์ ที่ 2	สัปดาห์ ที่ 3	สัปดาห์ ที่ 4	สัปดาห์ ที่ 5	สัปดาห์ ที่ 6	สัปดาห์ ที่ 7	สัปดาห์ ที่ 8	สัปดาห์ ที่ 9	สัปดาห์ ที่ 10	สัปดาห์ ที่ 11	สัปดาห์ ที่ 12	ค่าเฉลี่ย (เมตร)
แอโรบิก	En1	2,817	2,583	2,833	2,667	3,000	3,000	2,833	2,583	2,833	2,867	2,917	2,833	2,813.89
แบบผสม	En2	1,167	1,183	900	933	1,017	1,183	800	1,175	1,233	1,417	1,233	1,333	1,895.83
	En3	567	583	867	800	567	650	1,067	1,025	667	767	750	867	
แอนแอโรบิก	SP1	67	67	33	17	67	83	75	83	83	17	83	50	122.22
	SP2	50	83	50	67	33	67	108	100	33	50	33	67	
สปรินต์	Sprint	250	233	183	283	167	283	250	300	250	100	117	117	211.11
รวม		29,500	28,600	29,200	28,600	28,100	31,100	30,800	31,600	30,600	31,300	30,900	31,600	
ช่วงการฝึก		Taper phase		General phase						Specific phase		General phase		

7. ทำการวัดองค์ประกอบร่างกาย แรงบีบมือ และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 กับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำข้อมูลผลการทดสอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนทางสถิติต่อไป

สถานที่ในการเก็บข้อมูล โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ระยะเวลาในการวิจัย เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2562 เป็นเวลา 12 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (*Mean*) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าต่ำสุด (*Min*) และค่าสูงสุด (*Max*) ของตัวแปรแต่ละตัว เพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล โดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk test

3. วิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำด้วยสถิติวิเคราะห์นอนพาราเมตริก แบบวัดซ้ำ Friedman test และ ทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยสถิติ Wilcoxon signed ranks test

ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max) ของลักษณะกายภาพของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

ตัวแปร	นักกีฬาว่ายน้ำ (n=6)			
	Mean	SD	Min	Max
อายุ (ปี)	11.9	2.3	9.0	15.4
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	155.3	19.1	130	175
ความกว้างช่วงแขน (เซนติเมตร)	156.3	20.8	123.5	178.3
ประสบการณ์การแข่งขัน (ปี)	3.4	1.6	1.3	5.0
ชีพจรขณะพัก (bpm)	83.3	13.3	64.0	96.0
ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ml/kg/min)	37.5	6.2	31.7	47.3
การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร (วินาที)	80.9	18.7	65.7	115.6

จากตารางที่ 3 พบว่า นักกีฬาว่ายน้ำมีอายุ 11.9 ± 2.3 ปี ส่วนสูง 155.3 ± 19.1 เซนติเมตร ความกว้างช่วงแขน 156.3 ± 20.8 เซนติเมตร ประสบการณ์การแข่งขัน 3.4 ± 1.6 ปี มีชีพจรขณะพัก 83.3 ± 13.3 ครั้งต่อนาที มีปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุด 37.5 ± 6.2 มิลลิตร/กิโลกรัม/นาที และมีเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร 80.9 ± 18.7 วินาที

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน ระยะก่อนฝึก (T0) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T4) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T8) และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 (T12) โดยใช้สถิติ Friedman test

ตัวแปร	Mean±SD				χ ²	p
	T ₀	T ₄	T ₈	T ₁₂		
องค์ประกอบร่างกาย						
น้ำหนักตัว (kg)	50.1±17.5	50.6±17.2	51.4±17.8	52.1±17.9	12.7*	.00
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	24.2±10.8	24.1±10.7	25.3±11.3	22.6±11.5	4.9	.17
มวลไขมัน (kg)	12.5±7.9	12.8±8.0	13.8±8.8	12.4±8.5	4.2	.24
มวลไร้ไขมัน (kg)	37.5±13.6	37.8±12.8	37.6±12.3	39.7±13.6	11.0*	.01
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ						
แรงบีบมือ (kg)	0.5±0.1	0.5±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	18.0*	.00
ความสามารถในการว่ายน้ำ						
น้ำเชิงแอโรบิก						
ความเร็ว	1.1±0.2	1.1±0.2	1.1±0.1	1.1±0.1	7.7	.05
Critical Swim Speed(m/s)						

*p < .05

จากตารางที่ 4 ผลของการวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรโดยใช้สถิติ Friedman test พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไขมัน และแรงบีบมือ ระยะก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 ของการฝึกความแข็งแรงบนบก ร่วมกับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน มีค่า p เท่ากับ .00 .01 และ .00 จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไขมัน และแรงบีบมือ ทั้ง 4 ระยะของการฝึกความแข็งแรงบนบก ร่วมกับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

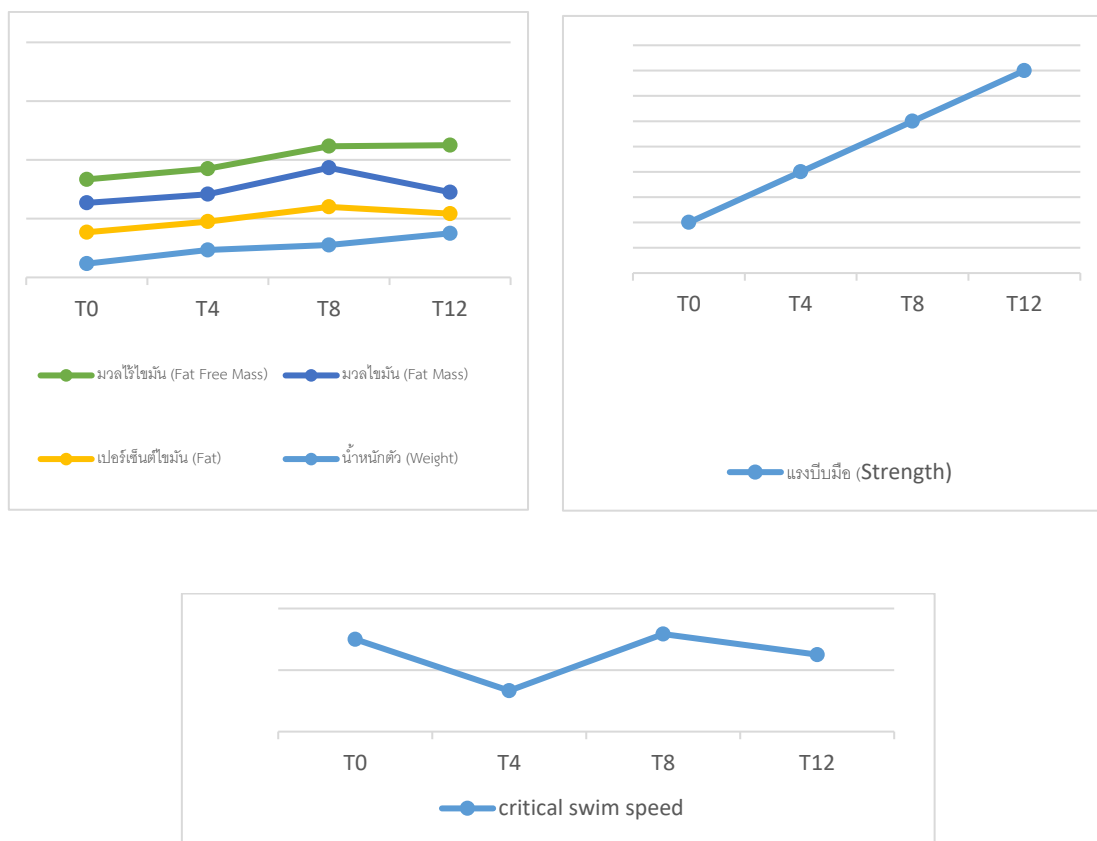
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด มีค่า p เท่ากับ .17 .24 และ .05 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน และมวลไขมัน และความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด ทั้ง 4 ระยะของการฝึกความแข็งแรงบนบก ร่วมกับการฝึกว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มวลไขมัน และแรงบีบมือ ระยะก่อนฝึก (T0) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T4) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T8) และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 (T12) ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยใช้วิธี Wilcoxon signed ranks test

ระยะเวลาการทดสอบ		องค์ประกอบร่างกาย				ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	
		น้ำหนักตัว		มวลไขมัน		แรงบีบมือ	
		Z	p	Z	p	Z	p
T ₀	T ₄	-1.2	.25	-0.7	.46	-2.2*	.03
T ₀	T ₈	-2.2*	.03	-0.1	.92	-2.2*	.03
T ₀	T ₁₂	-2.2*	.03	-2.2*	.03	-2.2*	.03
T ₄	T ₈	-1.6	.12	-.3	.75	-2.2*	.03
T ₄	T ₁₂	-1.9	.05	-2.2*	.03	-2.2*	.03
T ₈	T ₁₂	-2.0*	.04	-2.2*	.03	-2.2*	.03

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยองค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในแต่ละระยะการฝึกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน โดยใช้วิธี Wilcoxon signed ranks test พบว่าน้ำหนักตัวก่อนฝึกมีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มวลไขมันก่อนฝึกมีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แรงบีบมือพบว่ามีค่าแตกต่างกันทุกระยะของการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภาพที่ 2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิก ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน ระยะก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12

อภิปรายผล

การศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนมีการอภิปรายผลดังนี้

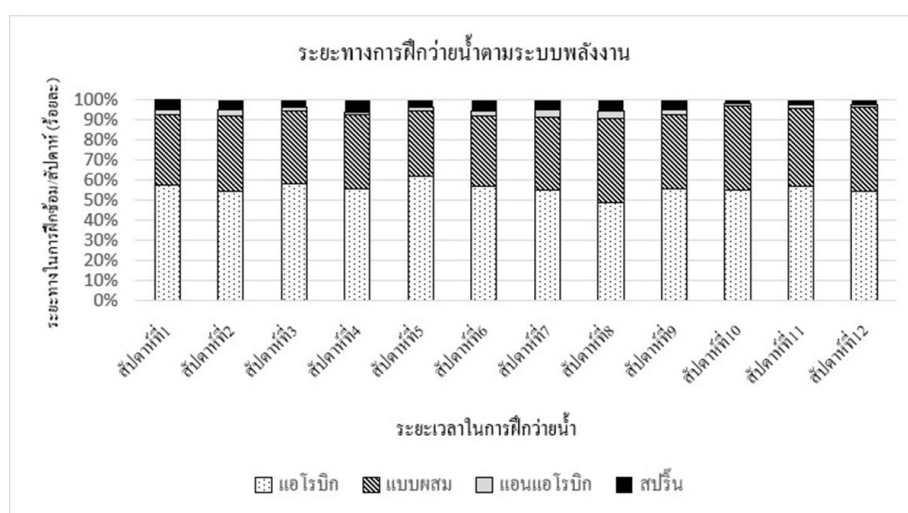
จากการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบร่างกายภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ พบว่านักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว และมวลไร้ไขมัน หลังการฝึก เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน และมวลไขมัน ระยะก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 ไม่แตกต่างกัน โดยสาเหตุที่ทำให้องค์ประกอบร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักตัว และมวลไร้ไขมัน มีการพัฒนาขึ้นภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ อาจจะเป็นผลมาจาก กลุ่มตัวอย่างมีอายุอยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Growth Spurt) ซึ่งถือเป็นวัยที่อยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตทั้งด้านโครงสร้าง สรีรวิทยาการทำงานของร่างกาย โดยมีอายุเฉลี่ย 11.95 ± 2.69 ปี ดังที่ MacKelvie, Khan, and McKay¹⁹ กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในช่วง Growth Spurt จะมีการหลั่ง GH มาก โดยจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูก และมีค่ามากที่สุดเมื่ออยู่ในช่วง Tanner stage 3-4 หรืออายุประมาณ 12 ปี หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดระดับลง ส่วน IGF-I จะค่อย ๆ สูงขึ้นและมีค่าสูงสุดเมื่ออยู่ในช่วง Tanner stage 4-5 หรืออายุประมาณ 13 ปี หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดระดับลง ทำให้ทั้ง GH และ IGF-I ที่เกี่ยวข้องกัน

การเจริญเติบโตกระตุ้นพัฒนาการของเซลล์และการเจริญเติบโตของร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน การแบ่งเซลล์ของกระดูกบริเวณแผ่นการเจริญเติบโตของกระดูก (Growth Plate) ทำให้เนื้อเยื่อและกระดูกในร่างกายเจริญเติบโต โดยกลุ่มตัวอย่างมีเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมันที่มากถึงแม้ว่าจะมีการฝึกความแข็งแรงบนบกและฝึกซ้อมว่ายน้ำ อาจจะเป็นเนื่องจากในช่วงที่ร่างกายเจริญเติบโตเร็วร่างกายมีการหลั่งฮอร์โมนการเจริญเติบโตและฮอร์โมนเพศที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและมวลไขมัน รวมถึงจำนวนและขนาดของเซลล์ไขมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเข้าสู่วัยรุ่น โดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ไขมันจะสูงสุดที่อายุประมาณ 7 ปี จากนั้นจะคงที่เมื่อเป็นผู้ใหญ่²⁰ ดังนั้นการป้องกันตั้งแต่การพัฒนาเซลล์ไขมันในวัยเด็กซึ่งกำลังเจริญเติบโตทั้งจำนวนและขนาดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเด็กอ้วนมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการเพิ่มทั้งขนาด และจำนวนเซลล์ไขมันและพัฒนาไปเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วนและส่งผลต่อความสามารถในการว่ายน้ำ ถึงแม้ว่าการมีปริมาณไขมันที่มากจะสามารถช่วยในการพยุงตัวลอยในน้ำของนักกีฬา แต่ก็เกิดแรงต้านในการว่ายน้ำและส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำด้วยเช่นกัน

และจากผลการวิจัยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อภายหลังการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ มีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น แตกต่างกันทุกระยะของการฝึก แสดงว่าการฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำ สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนได้ ซึ่ง Balyi, Way and Higgs⁴ ได้กล่าวว่าก่อนเข้าสู่วัยรุ่นจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนการเจริญเติบโตและฮอร์โมนเพศจึงเห็นผลจากการเปลี่ยนแปลงในขนาดของกล้ามเนื้อ (ส่วนใหญ่จะพบในเพศชาย) และจากขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้มีการเพิ่มความแข็งแรงในนักกีฬาเยาวชน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อเชิงปริมาณอาจเกิดขึ้นได้เมื่อได้รับการฝึกที่เหมาะสม โดยโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกความแข็งแรงโดยให้กล้ามเนื้อออกแรงต้านกับน้ำหนักตัว เน้นที่กล้ามเนื้อหัวไหล่ ลำตัว และต้นขา ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดหลักที่ใช้ในการว่ายน้ำ⁶ ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อรับรู้สภาวะของแรงต้านที่ปฏิบัติอยู่ และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) โดยโปรแกรมได้มีการปรับความหนักในการฝึกทุก 4 สัปดาห์เพื่อการปรับตัวสูงสุดของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ที่มีการใช้ Motor unit เพิ่มขึ้น การระดมเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีจำนวนมากขึ้นช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนและเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อมากขึ้นเกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ²¹ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีการพัฒนา สอดคล้องกับ Girolid และคณะ²² ได้ทำการฝึกความแข็งแรงบนบกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนจำนวน 21 คน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะมีค่าเพิ่มขึ้น

จากการทดสอบความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกด้วยการทดสอบการว่ายน้ำ 2 ระยะทางคือ 400 และ 50 เมตร เพื่อหาความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด พบว่าก่อนฝึกและหลังฝึกความแข็งแรงบนบกร่วมกับการฝึกว่ายน้ำสัปดาห์ที่ 12 นักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ซึ่งความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกจะเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักว่ายน้ำเยาวชนที่ต้องมีการพัฒนาการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนส่งผลให้ร่างกายสามารถทำกิจกรรมที่ต่อเนื่องและยาวนานได้ รวมทั้งยังเป็นการสะท้อนความอดทนของร่างกายได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับธรรมชาติของกีฬาว่ายน้ำที่ร่างกายจะมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาย่อมส่งผลต่อปริมาณการใช้ออกซิเจนที่เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากเซลล์กล้ามเนื้อจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเพื่อนำไปผลิตเป็นพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของร่างกายจึงต้องอาศัยการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนโดยตรง ซึ่งหากนักกีฬามีประสิทธิภาพการทำงานของระบบนี้สูงจะทำให้ร่างกายของนักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างต่อเนื่อง ยาวนานในทางตรงกันข้ามหากนักกีฬามีประสิทธิภาพการทำงานของระบบนี้ต่ำ ก็จะส่งผลให้ร่างกายมีการทำงานที่ลดย่อยลงไปรวมไปถึงจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าขึ้นกับร่างกายได้ง่าย และ

ไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่ง Zarzecny และคณะ¹⁸ กล่าวว่า การทดสอบ คริติคอล สวิมสปีด เป็นวิธีการซึ่งเป็นที่ยอมรับในการประเมินความสามารถในการย่นระยะเชิงแอโรบิกของนักว่ายน้ำ จากการทดสอบว่ายน้ำ ด้วยความเร็วสูงสุดและโดยปราศจากการหมดแรง โดยความเร็วในการว่ายน้ำจะมีความสัมพันธ์กับค่ากรดแลคติกสูงสุด ที่เกิดขึ้นในขณะว่ายน้ำ เมื่อทำการว่ายน้ำ 2 ระยะทางและนำมาคำนวณจนได้ความเร็ว Critical velocity จะทำให้ได้จุด เริ่มล้าของนักกีฬาวว่ายน้ำ ซึ่งเมื่อนำค่านี้มาใช้ในการออกแบบการฝึกซ้อมว่ายน้ำจะทำให้ให้นักกีฬามีการพัฒนา ความสามารถในการย่นระยะเชิงแอโรบิกได้และเมื่อพิจารณาถึงระยะทางการฝึกว่ายน้ำทั้ง 12 สัปดาห์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีระยะทางรวม 28,100 – 31,600 เมตรต่อสัปดาห์ เมื่อแบ่งตามระบบพลังงานแบบแอโรบิก คิดเป็น 56 เปอร์เซ็นต์ ระบบพลังงานแบบผสม คิดเป็น 38 เปอร์เซ็นต์ และระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก 2 เปอร์เซ็นต์ และฝึกความเร็ว 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการกำหนดการฝึกซ้อมว่ายน้ำสำหรับเยาวชน สมาคมว่ายน้ำประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการกำหนดปริมาณการฝึกซ้อมในช่วงอายุ 10-16 ปี ควรทำการฝึกว่ายน้ำในระยะทาง 20,000-40,000 เมตรต่อ สัปดาห์ โดยสามารถแบ่งระยะทางตามการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงาน แบบแอโรบิก คิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ ระบบ พลังงานแบบผสม คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ และระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก 8 เปอร์เซ็นต์ และฝึกความเร็ว 2 เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางทั้งหมด²³



ภาพที่ 3 ระยะทางการฝึกว่ายน้ำตามระบบพลังงานของกลุ่มตัวอย่าง

จึงจะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีระยะทางการฝึกซ้อมว่ายน้ำเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกที่ใกล้เคียง กับคำแนะนำของสมาคมว่ายน้ำประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด ซึ่ง Zarzecny และคณะ¹⁸ กล่าวว่า เป็นความเร็วที่ใช้ประเมินความสามารถในการย่นระยะเชิงแอโรบิกของนักว่ายน้ำ อาจจะ มีสาเหตุมาจากการฝึกซ้อมว่ายน้ำของกลุ่มตัวอย่าง ไม่ได้ใช้ความเร็ว Critical velocity เป็นตัวควบคุมความหนักของ การฝึกซ้อม ทำให้ในขณะฝึกว่ายน้ำระยะไกลยังไม่สามารถกระตุ้นระบบพลังงานแบบแอโรบิกได้

นอกจากนี้สาเหตุที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพเชิงแอโรบิกอาจจะมีสาเหตุมาจากการฝึกซ้อม ร่วมกันระหว่างการฝึกว่ายน้ำและการฝึกความแข็งแรงบนบก ซึ่งเป็นการฝึกความอดทนร่วมกับการฝึกความแข็งแรง โดย การฝึกความแข็งแรง ของร่างกายจะเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีนในเส้นใยกล้ามเนื้อจากการกระตุ้นระบบการส่งและการรับรู้ วิธีการส่งสัญญาณของ Mammalian Target of Rapamycin (mTOR) ในขณะที่การฝึกความอดทนโดยการว่ายน้ำจะเพิ่ม

กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในไมโทคอนเดรียจากการกระตุ้นวิถีการส่งสัญญาณของ Adenosine monophosphate activated protein kinase (AMPK) และ Ca^{2+} /calmodulin-dependent kinase II (CaMKII) ซึ่งเมื่อทำการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกความอดทน AMPK อาจเกิดการยับยั้งหรือลดวิถีการส่งสัญญาณซึ่งกันและกัน จึงทำให้บางครั้งอาจพบการเปลี่ยนแปลง ของความแข็งแรงและสมรรถภาพเชิงแอโรบิก และบางครั้งอาจไม่พบการเปลี่ยนแปลงจากการฝึกควบคู่กันระหว่างความอดทนและความแข็งแรง²⁴

ผลการศึกษานำร่องครั้งนี้เป็นข้อมูลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนที่ทำการฝึกซ้อมที่สโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา และเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปต่อยอดระยะยาวโดยติดตามการฝึกซ้อมไปข้างหน้า เพื่อให้ทราบถึงสมรรถภาพที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะของแผนการฝึกซ้อม (Periodized plan) ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของนักกีฬา

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการศึกษานำร่องที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยที่มีเพียงกลุ่มเดียว ไม่มีกลุ่มควบคุม และไม่สามารถใช้นักกีฬาจากหลายทีมมาฝึกซ้อมร่วมกันได้เนื่องจากโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำของแต่ละทีมจะแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับวางแผนการฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอน นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำที่ยังไม่มีการแบ่งทำการว่ายน้ำ และระยะของการว่ายน้ำที่ชัดเจน จึงทำให้ไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่า ผลที่ได้นั้นมาจากการฝึกบนบกเพียงอย่างเดียว หรือมาจากการฝึกในน้ำ และเหมาะสมสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำประเภทใด แต่ผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้สนใจที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไปได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนพบว่า น้ำหนักตัว มวลไขมัน และแรงบีบมือ ก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 มีการเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ซึ่งผลจากการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและองค์ประกอบร่างกาย ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนได้ ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาสามารถนำไปปรับโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำไปใช้ในการฝึกซ้อมเพื่อให้ นักกีฬาสามารถแสดงศักยภาพในการฝึกซ้อมได้อย่างเต็มที่ต่อไป

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำสามารถพัฒนาองค์ประกอบร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ จึงควรนำโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำฝึกควบคู่กับการฝึกทักษะว่ายน้ำโดยใช้ความเร็ว คริติคอล สวิมสปีด กับนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนทั้งในเพศชายและเพศหญิงเพื่อพัฒนาองค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการว่ายน้ำเชิงแอโรบิกให้เหมาะสมกับการปรับตัวจากการฝึกซ้อมและพัฒนาการของการเจริญเติบโต

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงบนบกควบคู่กับการฝึกว่ายน้ำที่มีต่อความระดับฮอร์โมน IGF-I และสภาพโภชนาการในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน
2. ควรเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มีกลุ่มควบคุม

เอกสารอ้างอิง

1. Riewald S. Periodization and Planning. Science of swimming faster. Champaign (IL): Human Kinetics; 2015.
2. Balyi I, Cardinal C, Higgs C, Norris S, Way R. Canadian sport for life: Long term athlete development. Vancouver (BC): Canadian Sport Centres; 2005.
3. Ruiz RJ, Ortega FB, Gutierrez A, Meusel D, Sjöström MM, Castillo MJ. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence. J Public Health, 2006; 14(5): 269–277.
4. Balyi I, Way R, Higgs C. Long term athlete development. Champaign (IL): Human Kinetics; 2013.
5. Morais JE, Silva AJ, Marinho DA, Marques MC, Barbosa TM. Effect of a specific concurrent water and dry-land training over a season in young swimmers' performance. Int J Perf Anal Spor, 2016; 16(3): 760-775.
6. Krabak BJ, Hancock KJ, Drake S. Comparison of dry-land training programs between age groups of swimmers. PM R, 2013; 5(4): 303-309.
7. Aspenes S, Kjendlie PL, Hoff J, Helgerud J. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. J Sport Sci Med, 2009; 8: 357-365.
8. Morouco P, Keskinen KL, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. J Appl Biomech, 2011; 27(2): 161-169.
9. Grant MC, Kavaliuskas M. Land based resistance training and youth swimming performance. Int. J. Sports Med, 2017; 3(4): 1-11.
10. Sighamoney R, Bilwa J, Kachare B, Yeole U, Tendulkar S. Effectiveness of dry land strength training in competitive swimmers. Int J Acad Res Dev, 2018; 3(1): 415-419.
11. Viru A, Viru M. Biochemical monitoring of sport training. Champaign (IL): Human Kinetics; 2001.
12. Haycraft JA, Robertson S. The effects of concurrent aerobic training and maximal strength, power and swim-specific dry-land training methods on swim performance: a review. J Aust Strength & Cond, 2015; 23(2): 91-99.
13. Westcott WL, Baechle TR. Strength training past 50. Third ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2015.
14. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. J Strength Cond Res, 2009; 23: S60-S79.
15. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Am J Hum Biol, 1988; 60: 709-23.
16. Siri, WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, editors. Techniques for Measuring Body Composition. Washington D.C.: Nat Acad Sci N.R.C.; 1961. p. 223-44.
17. Bureau of Sports Science. The manual of sports science for improve young athlete performance. Bureau of Sports Science, Office of Sports and Recreation Development; 2006.

18. Zarzecny R, Kuberski M, Deska A, Zarieczna D, Rydz K. The evaluation of critical swimming speed in 12 year old boys. *Human Movement*, 2013; 14(1): 35-40.
19. MacKelvie KJ, Khan KM, McKay H A. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? a systematic review. *Br J Sports Med*, 2002; 36: 250-257.
20. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. 2nded. Champaign (IL): Human Kinetics; 2004.
21. Kraemer W, Ratamess N. Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Med*, 2005; 35(4): 339-361.
22. Girolid S, Maurin D, Dugue B, Chatard JC, Millet G. Effects of dry-land vs. Resisted- and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *J Strength Condit Res*, 2007; 21: 599-605.
23. United State Swimming. Training categories and training design guidelines. Colorado: Colorado Springs; 1995.
24. Nelson AG, Arnall DA, Loy SF, Silvester LJ, Conlee RK. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther*, 1990; 70(5): 287-294.