

# ผลของการฝึกบนบกที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

ณัฐธิดา บังเมฆ<sup>1</sup> สุกัญญา เจริญวัฒนะ<sup>2</sup> กนก พานทอง<sup>3</sup>  
นิรอมลี มะกาเจ<sup>4</sup> ราตรี เรืองไทย<sup>4</sup> และไพโรจน์ สว่างไพร<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

<sup>2</sup>คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>3</sup>วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>4</sup>คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ศึกษาผลการฝึกบนบกที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา อายุ 9-15 ปี เพศชาย จำนวน 11 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมและมีประสบการณ์แข่งขัน 1-5 ปี แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ด้วยวิธีการจับคู่ (Match Pair) แล้วสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก กลุ่มทดลองทำการฝึกบนบก เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วัน (อังคาร และ พฤหัสบดี) ขณะที่กลุ่มควบคุมฝึกโปรแกรมตามปกติของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา เก็บข้อมูล ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 และตรวจวัดระดับฮอร์โมน IGF-I หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test, Friedman Test และ Wilcoxon Signed Ranks Test

ผลการวิจัยพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตรของกลุ่มทดลองหลังใช้วิธีการฝึกบนบก 12 สัปดาห์ มีการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนระดับฮอร์โมน IGF-I พบว่าไม่แตกต่างกับก่อนฝึก และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังใช้วิธีการฝึกบนบกสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 พบว่าไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนที่เปลี่ยนแปลงจากจากฝึกบนบกนั้น ยังไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงควรต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

**คำสำคัญ:** การฝึกบนบก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ระดับฮอร์โมน IGF-I นักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

## THE EFFECTS OF A DRY-LAND TRAINING PROGRAM ON MUSCLE STRENGTH, FREESTYLE 100M, AND IGF-I CONCENTRATION IN YOUTH SWIMMERS

Natthida Bangmek<sup>1</sup> Sukanya Charoenwattana<sup>2</sup> Kanok Panthong<sup>3</sup>

Niromlee Makaje<sup>4</sup> Ratree Ruangthai<sup>4</sup> and Pairot Sawangpai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University

<sup>2</sup>Faculty of Sport Science, Burapha University

<sup>3</sup>College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

<sup>4</sup>Faculty of Sports Science, Kasetsart University

---

### Abstract

This study aimed to study the effects of a dry-land training program on muscle strength, freestyle 100m, and IGF-I concentration in young swimmers. The participants consisted of 11 male students of the Assumption College Sriracha swimming club, aged 9-15 years old, with 1-5 year swimming experience, divided into a control group and an experimental group with Match Pair and random assignment. The experimental group conducted with a dry-land training program for 12 weeks, 2 days a week (Tuesday and Thursday) while participants in the control group practiced with the regular training of Assumption College Sriracha swimming club. Muscle strength and freestyle 100 m were measured after dry-land training weeks 4, 8 and 12 and IGF-I concentration was tested after dry-land training week 12. The data were analyzed using the Mann-Whitney U test, Friedman test and Wilcoxon Signed Ranks Test.

The results were found that muscle strength and freestyle 100m of the experimental group after training week 12 were statistically increased at the significance level of .05 while no significance difference was found in IGF-I concentration after training week 12 and before training. No significant differences of muscle strength, freestyle 100m, and IGF-I concentration were found between the control group and the experimental group after training week 4, 8 and 12 at the level of .05. However, the change of muscle strength, freestyle 100 m, and IGF-I concentration in young swimmers were not clear. Thus, future study is needed.

**Keywords:** Dry-land training program, Muscle strength, IGF-I concentration, Youth swimmers

## บทนำ

การพัฒนา นักกีฬาวัยน้ำสู่ความเป็นเลิศ โดยเฉพาะนักกีฬาวัยน้ำเยาวชน มีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง และใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน เพื่อให้ประสบความสำเร็จโดยเริ่มมีการฝึกสมรรถภาพทางกาย ควบคู่กับการพัฒนาเทคนิคในการว่ายน้ำ ตั้งแต่อายุ 9 ปี (Balyi, Way, & Higgs, 2013) ซึ่งสมาคมว่ายน้ำแห่งประเทศไทยได้แบ่งระยะการฝึกซ้อมของนักกีฬาวัยน้ำเป็น 4 ช่วง ประกอบด้วย ช่วงการปรับตัวพื้นฐานของร่างกาย (General Phase) ช่วงการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง (Specific Phase) ช่วงการลดปริมาณและเพิ่มคุณภาพของการฝึกซ้อม/การแข่งขัน (Taper/Competition Phase) และช่วงการพักจากการฝึกซ้อมเพื่อการฟื้นคืนสภาพทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ (Recovery Phase/Off-season) ซึ่งแต่ละช่วงจะมีปริมาณความหนักในการฝึกซ้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นการฝึกซ้อมในนักกีฬาเยาวชนจึงต้องคำนึงถึงช่วงอายุของการเจริญเติบโต

การฝึกซ้อมว่ายน้ำให้มีความเหมาะสมกับช่วงอายุเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ นักกีฬาสามารถแสดงศักยภาพได้อย่างเต็มความสามารถและเป็นนักกีฬาที่ดีได้ในอนาคต โดยจะเริ่มมีการฝึกซ้อมสมรรถภาพทางกายควบคู่กับการพัฒนาเทคนิคในการว่ายน้ำ ในช่วงอายุ 9 ปี (Balyi, Way, & Higgs, 2013) ซึ่งนักกีฬาเยาวชนจะมีความสามารถในการตอบสนองต่อการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการยีนระยะเชิงแอโรบิก (Aerobic Capacity) จากการฝึกซ้อมว่ายน้ำระยะไกลและเพิ่มความหนักในการฝึกแบบแอนแอโรบิกเพื่อพัฒนาความสามารถในการยีนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic Capacity) (Balyi, Cardinal, Higgs, Norris, & Way, 2005) ส่งผลให้การทำงานของระบบหายใจ ไหลเวียน ทำงานได้ดีขึ้น ร่างกายสามารถขนส่งออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการฟื้นสภาพในระหว่างการฝึกซ้อมและแข่งขันได้อย่างรวดเร็ว (Ruiz et al., 2006) การฝึกเชิงแอโรบิก และแอนแอโรบิก จึงต้องคำนึงถึงการเจริญเติบโตของร่างกาย

นักกีฬาเยาวชน จะมีการเจริญเติบโตของร่างกายอย่างรวดเร็ว (Growth Spurt) จากการทำงานของระบบประสาท และต่อมไร้ท่อ (Neuroendocrine) (Malina & Bouchard, 1991) ฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโตของร่างกายได้แก่ โกรทฮอร์โมน (Growth Hormone: GH) และอินซูลินไลค์โกรทแฟคเตอร์วัน (Insulin-like Growth Factor I: IGF-I) ต่างมีความสำคัญ โดย GH เป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Lobe of Pituitary Gland) เกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของร่างกาย และ กระบวนการเผาผลาญสารอาหารของร่างกาย มีการทำงานโดยตรงจากการจับกับตัวรับบนเซลล์เป้าหมายทำให้เกิดผลโดยตรงต่ออวัยวะต่าง ๆ และการทำงานผ่าน IGF-I ส่วน IGF-I มีการสร้างจากอวัยวะต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ภายใต้การควบคุมของ GH และอินซูลิน และถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายทั่วร่างกายที่มีตัวรับ (Insulin-like Growth Factor I Receptor; IGF-IR) แบบจำเพาะในเซลล์ที่ผลิตฮอร์โมนเอง (Autocrine) และเซลล์เป้าหมายที่อยู่ใกล้เคียง (Paracrine) (Pattharapong Keelapang, 1994) และจากการศึกษาของ Han, Huang, Chen, and Yang (2017) ได้ทำการเปรียบเทียบระดับ IGF-I ระหว่างกลุ่มนักกีฬา และคนทั่วไปที่มีสุขภาพดีที่ไม่ได้ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา พบว่า ระดับ IGF-I ในนักกีฬาจะมีค่าที่สูงกว่าผู้ที่มีสุขภาพดีที่ไม่ได้ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา และพบว่าเมื่อมีการฝึกแบบแอโรบิกจะมีการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน IGF-I บริเวณเซลล์ที่ผลิตฮอร์โมน กับเซลล์เป้าหมายที่อยู่ใกล้เคียง ในขณะที่เมื่อมีการฝึกแบบแอนแอโรบิกกล้ามเนื้อลายจะเพิ่มการสร้างและปล่อยฮอร์โมน IGF-I เข้าสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น (Lanfranco & Strasburger, 2016) ดังนั้นการฝึกซ้อมกีฬาเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกายจึงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มีการเพิ่มปริมาณของ IGF-I จึงใช้ควบคู่กับการฝึกบนบกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาวัยน้ำ

การฝึกบนบก (Dry Land) หมายถึง การฝึกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาวัยน้ำที่อยู่นอกเหนือจากการฝึกซ้อมในสระ (Riewald, 2015) มีรูปแบบการซ้อมที่หลากหลาย เช่น การฝึกความแข็งแรง (Strength)

หรือการฝึกกำลัง (Power) เป็นต้น (Morais, Silva, Marinho, Marques & Barbosa, 2016) สำหรับการฝึกบนบกในนักกีฬาเยาวชนที่มีอายุตั้งแต่ 9 ปีขึ้นไปจะใช้การฝึกด้วยการใช้น้ำหนักตัว (Body Weight) ในกลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ลำตัวส่วนบน และลำตัวส่วนล่าง ซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อหลักในการว่ายน้ำ (Krabak, Hancock, & Drake, 2013) เพื่อพัฒนาความแข็งแรงแบบอดทน (Strength Endurance) เนื่องจากการว่ายน้ำมีการเคลื่อนไหวแขนและขาซ้ำ ๆ กันเป็นระยะเวลานาน เกิดการสะสมความเมื่อยล้าจากปริมาณกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ดังนั้นการฝึกความแข็งแรงแบบอดทนจึงทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้ในระยะเวลานานไม่เหน็ดเหนื่อย และพบว่าความสามารถในการว่ายน้ำจะขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวซ้ำ ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความเร็วในการว่ายน้ำ (Aspenes et al., 2009) และส่งผลให้ความสามารถในการว่ายน้ำระยะสั้นดีขึ้น (Girold, Calmels, Maurin, Milhau, & Chatard, 2006) จึงใช้การฝึกบนบกควบคู่กับการฝึกซ้อมว่ายน้ำเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การฝึกบนบกของนักกีฬาว่ายน้ำส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดย Grant and Kavaliauskas (2017) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกบนบกในนักกีฬาว่ายน้ำอายุ 13 ปี เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าการฝึกบนบกสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน และขา ให้เพิ่มมากขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บบริเวณเข่าและหัวไหล่ นอกจากนี้การฝึกบนบกส่งผลต่อสัดส่วนร่างกายจากการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อจากการเสริมสร้างองค์ประกอบของระบบประสาท (Neural Component) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเพิ่มขนาดและความหนาแน่นของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Sighamoney, Kachare, Yeole, & Tendulkar, 2018) เกิดการสังเคราะห์โครงสร้างทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นและทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Viru & Viru, 2001)

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ยังไม่ม้งานวิจัยที่สรุปแน่ชัดถึงผลของการฝึกเพื่อการเพิ่มระดับของฮอร์โมน IGF-1 โดยใช้การฝึกบนบกในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการฝึกบนบกที่มีต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I เพื่อนำผลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ปรับปรุงการฝึกซ้อมให้เหมาะสมสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของร่างกายของนักกีฬาเยาวชนให้มีความสามารถเพิ่มมากขึ้น เกิดการพัฒนาทักษะไปสู่ความเป็นเลิศได้อย่างยั่งยืน

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกบนบกที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีการดำเนินการวิจัยแบบ Repeated Measures Design และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยบูรพา (Sci 084/2561)

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักกีฬาว่ายน้ำ ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา ประจำปีการศึกษา 2561 จังหวัดชลบุรี จำนวน 40 คน (Thailand Swimming Association, 2018) การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณมาจากสมการ (Thomas, 2013, p. 58)

$$n = \left[ \frac{(z_\alpha / 2 + z_\beta) \sigma}{\mu - \mu_0} \right]^2$$

อ้างอิงการศึกษาที่ผ่านมาของ Tourinho Filho et al. (2017) โดยกำหนดให้อำนาจทดสอบของสถิติทดสอบไม่ต่ำกว่า 0.8 และกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ .05 จากการคำนวณได้กลุ่มทดลอง 6 คน และกลุ่มควบคุม 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย อายุระหว่าง 9-15 ปี และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ (Inclusion Criteria) ได้แก่การมีประสบการณ์การว่ายน้ำ 1-5 ปี ไม่มีภาวะขาดสารอาหาร ไม่ได้รับประทานยาหรืออาหารเสริมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายในช่วงเดือนตุลาคม-มีนาคม พ.ศ. 2562

กลุ่มตัวอย่างได้รับการตรวจร่างกายจากแพทย์ และการประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (The Physical Activity Readiness Questionnaire: PAR-Q) ไม่มีประวัติการบาดเจ็บในช่วงก่อนเข้าร่วมการวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน และผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือของกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยทุกขั้นตอนแบบเต็มความสามารถ การรับประทานอาหารตามปกติ และหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายนอกเหนือจากการว่ายน้ำในสโมสรตามปกติ

เกณฑ์การคัดออกได้แก่ กลุ่มตัวอย่างไม่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยหรือไม่กระทำอย่างเต็มความสามารถในการวิจัยทุกขั้นตอน

เมื่อได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน จะทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากแบบทดสอบแรงบีบมือ (Grip Strength) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม A และกลุ่ม B กลุ่มละ 6 คน ด้วยวิธีจับคู่ (Match Pair) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแรงบีบมือของทั้งสองกลุ่มพบว่าทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จากนั้นทำการสุ่ม กลุ่ม A และ กลุ่ม B เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับฉลาก

เมื่อดำเนินการวิจัยในสัปดาห์ที่ 2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้ขอลถอนตัวจำนวน 1 คน จากเหตุผลย้ายที่อยู่ตามผู้ปกครอง จึงเหลือกลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมดจำนวน 11 คน ที่เข้าร่วมการวิจัยครบ 12 สัปดาห์

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน (Hand Grip) (T.K.K. รุ่น 5401, 2012) โดยใช้แบบทดสอบและวิธีการของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย (Bureau of Sports Science, 2000) ทำการทดสอบ 2 ครั้งโดยใช้ค่าที่มากที่สุด บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวของผู้ถูกวัด

2. การทดสอบเวลาในการว่ายน้ำ ใช้การทดสอบว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ระยะทาง 100 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุดเพื่อดูความสามารถของกลุ่มตัวอย่างว่ามีค่าเวลาที่ดีที่สุด จับเวลา และบันทึกเวลาหลังว่ายน้ำเมื่อมือแตะขอบสระ (Thailand Swimming Association, 2018)

3. การตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมน IGF-I โดยมีการให้บุคลากรที่มีใบประกอบวิชาชีพและมีประสบการณ์เจาะเลือดในปริมาณ 3-4 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cc) จากหลอดเลือดดำส่วนปลายบริเวณข้อพับแขน ในช่วงเวลา 7.00-9.00 น. สถานที่ใช้ห้องรับรองของสระว่ายน้ำสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชาและนำส่งตรวจสถาบันตรวจสุขภาพ บริษัท เนชั่นแนล เฮลท์แคร์ ซิสเต็มส์ จำกัด สาขาห้องปฏิบัติการทางการแพทย์โรงพยาบาลสมิติเวชศรีราชา การวัดระดับฮอร์โมนไอจีเอฟวัน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ Chemiluminescence Immunoassays (CLIA) จากซีริ่ม (Sauberlich, 1999) โดยเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ (Immulite 2000 xp) พร้อมชุดน้ำยาตรวจ IGF-I Kit ของบริษัท Seimens

4. โปรแกรมการฝึกกบนาบ พัฒนาขึ้นมาโดยใช้สัดส่วนของการฝึกกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกกบนาบของกีฬาว่ายน้ำ กลุ่มกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว 33.33% กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวส่วนบน 33.33% และกลุ่มกล้ามเนื้อ

ลำตัวส่วนล่าง 33.33% พัฒนาจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Krabak, Hancock, & Drake, 2013) ใช้หลักการปรับเพิ่มความหนักในการฝึก (Progressive) 5% (Westcott & Baechle, 2015) และผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) เท่ากับ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของโปรแกรมการฝึกบอบก 12 สัปดาห์

| สัปดาห์ที่ 1-4    |      |              |     | สัปดาห์ที่ 5-8          |      |              |     | สัปดาห์ที่ 9-12      |     |              |     |
|-------------------|------|--------------|-----|-------------------------|------|--------------|-----|----------------------|-----|--------------|-----|
| ท่า               | Rep  | พัก<br>(min) | Set | ท่า                     | Rep  | พัก<br>(min) | Set | ท่า                  | Rep | พัก<br>(min) | Set |
| 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             | 14s | 1            | 3   |
| 6. Knee Push-Up   | 10   | 1            | 3   | 6. Push-Up              | 12   | 1            | 3   | 6. Push-Up with Feet | 14  | 1            | 3   |

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการคัดเลือกนักกีฬาวัยรุ่นที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด
2. ก่อนการวิจัย 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และตรวจวัดระดับฮอร์โมน IGF-I พร้อมทั้งแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบว่า จะมีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 และการตรวจวัดระดับฮอร์โมน IGF-I หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12
3. กลุ่มทดลองทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกบอบกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ตารางที่ 1) โดยทำการฝึกในช่วงเวลา 17.00-18.00 น. สัปดาห์ละ 2 วัน คือวันอังคาร และวันพฤหัสบดี ครั้งละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยทำการฝึกบอบกก่อนการฝึกซ้อมว่ายน้ำตามโปรแกรมของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญ ศรีราชา กลุ่มควบคุมให้ดำเนินชีวิตตามปกติ โดยมีการฝึกซ้อมตามโปรแกรมของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญ ศรีราชาตามปกติ
4. โปรแกรมการฝึกซ้อมว่ายน้ำของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา ทำการฝึกว่ายน้ำ 2 ชั่วโมง/ครั้ง ในช่วงเวลา 18.00-20.00 น. สัปดาห์ละ 6 วัน โดยในช่วง 12 สัปดาห์ที่ผู้วิจัยทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกบอบก 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 สัปดาห์เน้นการฝึกว่ายน้ำระยะไกลโดยมีระยะทางในการฝึกซ้อมแสดงดังตารางที่ 2
5. ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 กับกลุ่มตัวอย่าง
6. นำข้อมูลผลการทดสอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนทางสถิติต่อไป

ตารางที่ 2 ระยะทางการฝึกซ้อมว่ายน้ำทั้ง 12 สัปดาห์ของกลุ่มตัวอย่าง

| ระยะทาง (เมตร) |        | w1          | w2     | w3            | w4     | w5     | w6     | w7     | w8     | w9             | w10    | w11           | w12    | ค่าเฉลี่ย |
|----------------|--------|-------------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|--------|---------------|--------|-----------|
| Aerobic        | En1    | 2817        | 2583   | 2833          | 2667   | 3000   | 3000   | 2833   | 2583   | 2833           | 2867   | 2917          | 2833   | 2813.89   |
| Mix            | En2    | 1167        | 1183   | 900           | 933    | 1017   | 1183   | 800    | 1175   | 1233           | 1417   | 1233          | 1333   | 1895.83   |
|                | En3    | 567         | 583    | 867           | 800    | 567    | 650    | 1067   | 1025   | 667            | 767    | 750           | 867    |           |
| Anaerobic      | 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     |           |
| Sprint         | 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 |           |
| Phase          |        | Taper Phase |        | General Phase |        |        |        |        |        | Specific Phase |        | General Phase |        |           |



แผนภาพที่ 1 แผนการเก็บข้อมูลการวิจัย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรแต่ละตัว เพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง
2. การทดสอบการแจกแจงเป็นแบบปกติ โดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk test พบว่าข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติ จึงใช้การทดสอบความแตกต่างของตัวแปรด้วยสถิตินอนพารามेटริก
3. เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 ภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุมด้วยสถิติวิเคราะห์ Friedman test เมื่อพบความแตกต่างทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยสถิติวิเคราะห์ Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test
4. เปรียบเทียบระดับฮอร์โมน IGF-I ก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 12 ด้วยสถิติวิเคราะห์ Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test
5. เปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ระดับฮอร์โมน IGF-I ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test

### ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ของลักษณะทางกายภาพ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ของกลุ่มตัวอย่าง

| ตัวแปร                                  | กลุ่มทดลอง (n=6) |       |        |        | กลุ่มควบคุม (n=5) |        |        |        |
|-----------------------------------------|------------------|-------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|
|                                         | $\bar{X}$        | S.D.  | Min    | Max    | $\bar{X}$         | S.D.   | Min    | Max    |
| ลักษณะทางกายภาพ                         |                  |       |        |        |                   |        |        |        |
| - อายุ (ปี)                             | 11.95            | 2.69  | 9.00   | 15.40  | 12.38             | 2.34   | 9.70   | 14.60  |
| - ประสบการณ์การแข่งขัน (ปี)             | 3.35             | 1.63  | 1.30   | 5.00   | 3.76              | 1.31   | 2.30   | 5.00   |
| - น้ำหนัก (kg)                          | 50.05            | 17.51 | 24.90  | 70.40  | 47.26             | 13.99  | 35.60  | 67.00  |
| - ส่วนสูง (cm)                          | 155.33           | 19.07 | 130.00 | 175.50 | 156.90            | 16.30  | 139.50 | 176.00 |
| - ชีพจรขณะพัก (bpm)                     | 83.33            | 13.25 | 64.00  | 96.00  | 85.60             | 8.29   | 76.00  | 96.00  |
| - VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)       | 37.51            | 6.19  | 31.72  | 47.33  | 35.89             | 3.36   | 32.03  | 39.86  |
| ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (กก/นน)        |                  |       |        |        |                   |        |        |        |
| - ก่อนฝึก                               | 0.48             | 0.09  | 0.37   | 0.62   | 0.50              | 0.07   | 0.39   | 0.57   |
| - หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4                   | 0.51             | 0.09  | 0.39   | 0.62   | 0.52              | 0.09   | 0.35   | 0.59   |
| - หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8                   | 0.56             | 0.12  | 0.41   | 0.70   | 0.59              | 0.06   | 0.49   | 0.63   |
| - หลังฝึกสัปดาห์ที่ 12                  | 0.65             | 0.07  | 0.55   | 0.73   | 0.57              | 0.06   | 0.49   | 0.65   |
| การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร (วินาที) |                  |       |        |        |                   |        |        |        |
| - ก่อนฝึก                               | 80.91            | 18.68 | 65.69  | 115.67 | 73.03             | 13.12  | 59.03  | 92.44  |
| - หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4                   | 75.18            | 13.99 | 61.91  | 98.66  | 71.84             | 8.93   | 63.19  | 84.66  |
| - หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8                   | 72.53            | 12.43 | 59.03  | 93.05  | 75.09             | 7.28   | 67.27  | 85.49  |
| - หลังฝึกสัปดาห์ที่ 12                  | 73.84            | 12.05 | 61.24  | 94.81  | 76.34             | 12.81  | 65.16  | 97.16  |
| ฮอร์โมน IGF-I (นาโนกรัม/มิลลิลิตร)      |                  |       |        |        |                   |        |        |        |
| - ก่อนฝึก                               | 250.50           | 94.00 | 115.00 | 349.00 | 270.60            | 135.79 | 90.00  | 424.00 |
| - หลังฝึกสัปดาห์ที่ 12                  | 250.67           | 96.50 | 137.00 | 374.00 | 278.00            | 122.62 | 112.00 | 384.00 |

**ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม**

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ก่อนการฝึก (T<sub>0</sub>) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T<sub>4</sub>) สัปดาห์ที่ 8 (T<sub>8</sub>) และสัปดาห์ที่ 12 (T<sub>12</sub>) ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ Friedman Test

| ตัวแปร                         | Mean Rank      |                |                |                 | $\chi^2$ | p   |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------|-----|
|                                | T <sub>0</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>8</sub> | T <sub>12</sub> |          |     |
| ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ       |                |                |                |                 |          |     |
| กลุ่มทดลอง                     | 1.00           | 2.00           | 3.00           | 4.00            | 18.00*   | .00 |
| กลุ่มควบคุม                    | 1.60           | 1.60           | 3.80           | 3.00            | 10.68*   | .01 |
| การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร |                |                |                |                 |          |     |
| กลุ่มทดลอง                     | 4.00           | 2.83           | 1.33           | 1.83            | 15.00*   | .00 |
| กลุ่มควบคุม                    | 2.00           | 1.40           | 3.40           | 3.20            | 8.28*    | .04 |

\*p < .05

จากตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 5** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก ( $T_0$ ) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ( $T_4$ ) สัปดาห์ที่ 8 ( $T_8$ ) และสัปดาห์ที่ 12 ( $T_{12}$ ) โดยใช้สถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test

| ระยะเวลาการทดสอบ |          | ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ |     |             |     | การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร |     |             |     |
|------------------|----------|--------------------------|-----|-------------|-----|--------------------------------|-----|-------------|-----|
|                  |          | กลุ่มทดลอง               |     | กลุ่มควบคุม |     | กลุ่มทดลอง                     |     | กลุ่มควบคุม |     |
|                  |          | Z                        | p   | Z           | p   | Z                              | p   | Z           | p   |
| $T_0$            | $T_4$    | -2.20*                   | .03 | -0.41       | .67 | -2.20*                         | .03 | -0.67       | .50 |
| $T_0$            | $T_8$    | -2.20*                   | .03 | -2.02*      | .04 | -2.20*                         | .03 | -0.94       | .35 |
| $T_0$            | $T_{12}$ | -2.20*                   | .03 | -2.02*      | .04 | -2.20*                         | .03 | -1.75       | .08 |
| $T_4$            | $T_8$    | -2.21*                   | .03 | -2.02*      | .04 | -2.20*                         | .03 | -2.02*      | .04 |
| $T_4$            | $T_{12}$ | -2.20*                   | .03 | -1.75       | .08 | -1.36                          | .17 | -2.02*      | .04 |
| $T_8$            | $T_{12}$ | -2.20*                   | .03 | -1.48       | .14 | -1.57                          | .12 | -0.13       | .89 |

\* $p < .05$

จากตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อภายในกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันทุกระยะของการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อภายในกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกมีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 และพบว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ภายในกลุ่มทดลองก่อนการฝึก มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 และพบว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ภายในกลุ่มควบคุม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 6** การเปรียบเทียบระดับฮอร์โมน IGF-I ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก ( $T_0$ ) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 ( $T_{12}$ ) โดยใช้สถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test

| กลุ่ม       | Mean Rank |          | Z     | p    |
|-------------|-----------|----------|-------|------|
|             | $T_0$     | $T_{12}$ |       |      |
| กลุ่มทดลอง  | 3.50      | 3.50     | 0.00  | 1.00 |
| กลุ่มควบคุม | 2.50      | 3.33     | -0.67 | .50  |

\* $p < .05$

จากตารางที่ 6 การเปรียบเทียบระดับฮอร์โมน IGF-I ภายในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่าระดับฮอร์โมน IGF-I ของกลุ่มทดลองก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนกลุ่มควบคุม พบว่า ระดับฮอร์โมน IGF-I ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 12 ไม่มีความแตกต่างกัน

**ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม**

**ตารางที่ 7** การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก ( $T_0$ ) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ( $T_4$ ) สัปดาห์ที่ 8 ( $T_8$ ) และสัปดาห์ที่ 12 ( $T_{12}$ ) โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test

|                 | ตัวแปร                        | กลุ่ม  | N | Mean Rank | Sum of Ranks | Mann-Whitney U | Z     | p   |
|-----------------|-------------------------------|--------|---|-----------|--------------|----------------|-------|-----|
| T <sub>0</sub>  | ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ      | ทดลอง  | 6 | 5.50      | 33.00        | 12.00          | -0.55 | .58 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.60      | 33.00        |                |       |     |
|                 | การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100เมตร | ทดลอง  | 6 | 6.50      | 39.00        | 12.00          | -0.55 | .58 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 5.40      | 27.00        |                |       |     |
|                 | ฮอร์โมน IGF-I                 | ทดลอง  | 6 | 5.50      | 33.00        | 12.00          | -0.55 | .58 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.60      | 33.00        |                |       |     |
| T <sub>4</sub>  | ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ      | ทดลอง  | 6 | 5.83      | 35.00        | 14.00          | -0.18 | .86 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.20      | 31.00        |                |       |     |
|                 | การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100เมตร | ทดลอง  | 6 | 5.83      | 35.00        | 14.00          | -0.18 | .86 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.20      | 31.00        |                |       |     |
| T <sub>8</sub>  | ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ      | ทดลอง  | 6 | 5.67      | 34.00        | 13.00          | -0.37 | .72 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.40      | 32.00        |                |       |     |
|                 | การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100เมตร | ทดลอง  | 6 | 5.67      | 34.00        | 13.00          | -0.37 | .72 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.40      | 32.00        |                |       |     |
| T <sub>12</sub> | ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ      | ทดลอง  | 6 | 7.50      | 45.00        | 6.00           | -1.64 | .10 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 4.20      | 21.00        |                |       |     |
|                 | การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100เมตร | ทดลอง  | 6 | 5.67      | 34.00        | 13.00          | -0.37 | .72 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.40      | 32.00        |                |       |     |
|                 | ฮอร์โมน IGF-I                 | ทดลอง  | 6 | 5.50      | 33.00        | 12.00          | -0.55 | .58 |
|                 |                               | ควบคุม | 5 | 6.60      | 33.00        |                |       |     |

จากตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 12 ไม่มีความแตกต่างกัน

## อภิปรายผล

### ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังใช้วิธีการฝึกบนบก 12 สัปดาห์ พบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจจะเป็นผลมาจาก ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีอายุอยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Growth Spurt) ซึ่งถือเป็นวัยที่อยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตทั้งด้านโครงสร้าง สรีรวิทยาการทำงานของร่างกาย โดยกลุ่มทดลองที่มีอายุเฉลี่ย  $11.95 \pm 2.69$  ปี และกลุ่มควบคุมมีอายุเฉลี่ย  $12.38 \pm 2.34$  ปี ซึ่งเป็นช่วงที่ร่างกายมีการหลั่งฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น ฮอร์โมน IGF-I และเมื่อมีการฝึกบนบก ทำให้รูปแบบของฮอร์โมน IGF-I ที่อยู่ที่กล้ามเนื้อ (Muscle Isoforms of IGF-I) มีการเพิ่มการส่งสัญญาณไปยังเซลล์เป้าหมาย และเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีนจากการกระตุ้นระบบการส่งและการรับรู้สัญญาณของ IGF-I รวมถึงกระตุ้นวิถีการส่งสัญญาณของโปรตีน Mammalian Target of Rapamycin (mTOR) ไปยังโมเลกุลเป้าหมายทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงขึ้น (Bamman et al., 2001)

โดยโปรแกรมการฝึกบนบกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกความแข็งแรงแบบอดทนโดยให้กล้ามเนื้อออกแรงต้านกับน้ำหนักตัว เน้นที่กล้ามเนื้อหัวไหล่ ลำตัว และต้นขา ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดหลักที่ใช้ในการว่ายน้ำ (Krabak, Hancock, & Drake, 2013) ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อรับรู้สภาวะของแรงต้านที่ปฏิบัติอยู่ และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) และมีการปรับความหนักในการฝึกทุก 4 สัปดาห์เพื่อการปรับตัวสูงสุดของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ที่มีการใช้ Motor unit เพิ่มขึ้น การระดมเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีจำนวนมากขึ้นช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนและเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อมากขึ้นเกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Kraemer, & Ratamess, 2005) จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลองมีการพัฒนา โดยที่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังฝึกบนบกที่ไม่แตกต่างกันอาจจะเป็นผลมาจากกลุ่มควบคุมได้มีการฝึกบนบกตามโปรแกรมการฝึกของสโมสรว่ายน้ำโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชาเป็นปกติ จึงส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีการพัฒนาที่ไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน โดยพบว่าความสามารถในการว่ายน้ำจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและมีความสัมพันธ์กับความเร็วในการว่ายน้ำระยะสั้น (Garrido et al. 2010) ดังนั้นจึงอาจจะทำให้ไม่พบความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ชัดเจนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการฝึกบนบก 12 สัปดาห์

### เวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร หลังใช้วิธีการฝึกบนบก 12 สัปดาห์ พบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั้นแสดงถึงความสามารถในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร มีการพัฒนาขึ้นทำให้สามารถว่ายน้ำได้เร็วขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงร่วมกับมีทักษะและเทคนิคการว่ายน้ำที่ดีจากการฝึกซ้อมว่ายน้ำ (Garrido et al., 2010) เมื่อพิจารณาถึงโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 2) ที่มีปริมาณการฝึก Sprint ในระยะเวลาสั้น ๆ เป็นจำนวนร้อยละ 4 ของระยะทางทั้งหมด ที่มากกว่าคำแนะนำของสมาคมว่ายน้ำประเทศสหรัฐอเมริกา (United State Swimming, 1995) ที่กำหนดให้เยาวชน อายุ 10-12 ปี ทำการฝึก Sprint ในระยะเวลาสั้น ๆ จำนวนร้อยละ 2 ของระยะทางทั้งหมด

จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการฝึกความเร็ว และทักษะรวมถึงเทคนิคการว่ายน้ำจากการฝึกซ้อม ร่วมกับการฝึกบนบกที่ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงทำให้มีแรงในการดึงและผลักดันน้ำได้มากในทุกสโตรค ส่งผลให้ว่ายน้ำได้เร็วขึ้น และใช้เวลาน้อยลง ซึ่งทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง การฝึกบนบกที่ไม่แตกต่างกันดังนั้นจึงอาจจะส่งผลให้ไม่พบความแตกต่างของเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

#### ระดับฮอร์โมน IGF-I

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระดับฮอร์โมน IGF-I หลังใช้วิธีการฝึกบนบก 12 สัปดาห์ พบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีระดับฮอร์โมน IGF-I ที่ไม่เปลี่ยนแปลงอาจจะเนื่องมาจากระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกบนบกด้วยน้ำหนักตัวอาจจะยังไม่หนักพอที่จะทำให้เกิดการกระตุ้นการเพิ่มระดับฮอร์โมน IGF-I ซึ่ง Kraemer and Ratamess (2005) กล่าวว่าฮอร์โมนที่มีฤทธิ์เสริมสร้างเนื้อเยื่อ เช่น IGF-I มีการเพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกายเมื่อได้รับการกระตุ้นที่เพียงพอจากแบบฝึกที่มีปริมาณการฝึกที่มาก (High volume) ระดับความหนักปานกลาง-สูง (Moderate-high intensity) และมีการพักช่วงสั้น ๆ และเน้นการฝึกกล้ามเนื้อ มัดใหญ่ จะส่งผลให้การตอบสนองอย่างฉับพลันทำได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแบบฝึกที่มีปริมาณการฝึกที่ต่ำ และมีการพักที่นาน (Low-volume และ High intensity) ซึ่งการฝึกซ้อมกีฬาในความหนักที่เหมาะสมจะสามารถกระตุ้นการหลั่ง GH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า และส่งผลให้ระดับของ IGF-I สูงขึ้นได้จากการเพิ่มเมตาบอลิซึมของตับ (Hepatic clearance) ทำให้มีปฏิสัมพันธ์กับตัวรับฮอร์โมนและเนื้อเยื่อของเซลล์เมมเบรน (เช่น เปปไทด์) หรือกับ นิวเคลียสต่อตัวรับไซโทพลาสซึม (Nuclear/Cytoplasmic Receptors) ที่อยู่ภายในเนื้อเยื่อ เช่น ตัวรับสเตียรอยด์ เมื่อรวมกับความเข้มข้นของฮอร์โมนในเลือดที่เป็นตัวจับกับตัวรับฮอร์โมน จะมีการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดการตอบสนองแบบเฉพาะเจาะจง เช่น การเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีน (Kraemer & Ratamess, 2005) ดังนั้นจึงปรากฏว่าระดับความหนักและปริมาณการฝึกมีความสำคัญต่อการฝึกเพื่อการปรับตัวระยะยาวของ IGF-I

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนหลังใช้วิธีการฝึกบนบกอาจจะเกิดการตอบสนองในกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกมากกว่าการตอบสนองในระบบไหลเวียนเลือด (Walker, Kambadur, Sharma, & Smith, 2004) ดังที่ Kraemer and Ratamess (2005) กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรง จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ และการสร้างใหม่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนในเลือดในขณะพัก จึงมีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขึ้นแต่ไม่พบความแตกต่างของระดับฮอร์โมน IGF-I ในเลือดหลังใช้วิธีการฝึกบนบก 12 สัปดาห์ เช่นเดียวกับการศึกษาอีกมากที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมน IGF-I แม้ว่าจะมีการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก็ตาม และในการวิจัยนี้มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กจึงอาจจะทำให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมน IGF-I ไม่ชัดเจน

#### สรุปผล

การวิจัยในครั้งนี้พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเวลาในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตรของกลุ่มทดลองหลังใช้วิธีการฝึกบนบก 12 สัปดาห์ มีการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนระดับฮอร์โมน IGF-I พบว่าไม่แตกต่างกับก่อนฝึก และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังใช้วิธีการฝึกบนบกสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 พบว่าไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เวลาในการว่ายน้ำ

ท่าฟรีสไตล์ 100 เมตร และระดับฮอร์โมน IGF-I ของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนที่เปลี่ยนแปลงจากการฝึกบนบก โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านนั้น ยังไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงควรต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การฝึกบนบกโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านอาจจะยังไม่เห็นผลที่ชัดเจน ดังนั้นอาจเพิ่มความหนักของการฝึกโดยใช้อุปกรณ์เช่นยางยืด หรือ Kettle bell เพื่อให้นักกีฬาสามารถแสดงศักยภาพในการฝึกซ้อมได้อย่างเต็มที่ต่อไป

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรใช้เวลาที่ทำได้ดีที่สุดในการว่ายน้ำ (PB) ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน
2. ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมากกว่านี้
3. ควรทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้สอดคล้องกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำการฝึกบนบก
4. ควรศึกษาการฝึกบนบกด้วยการเพิ่มอุปกรณ์ที่ใช้เป็นแรงต้านแบบต่าง ๆ เพราะอาจเป็นทางเลือกในการฝึกให้กับนักกีฬาและผู้ฝึกสอน และผู้ที่สนใจการฝึกบนบกของนักกีฬาว่ายน้ำ

### References

- Aspenes, S., Kjendlie, P.L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 357-365.
- Balyi, I., Cardinal, C., Higgs, C., Norris, S., & Way, R. (2005). *Canadian sport for life: Long term athlete development*. Vancouver, BC: Canadian Sport Centres.
- Balyi, I., Way, R., & Higgs, C. (2013). *Long term athlete development*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bamman, M. M., Shipp, J. R., Jiang, J., Gower, B. A., Hunter, G. R., Goodman, A., Charles, L., McLafferty Jr., & Urban, R. J. (2001). Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 280(3), E383-E390.
- Bureau of Sports Science. (2006). *The manual of sports science for improving young athlete performance*. Bureau of Sports Science, Office of Sports and Recreation Development.
- Girold, S., Calmels, P., Maurin, D., Milhau, N., & Chatard, J. C. (2006). Assisted and resisted sprint training in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 547-554.
- Garrido, N., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Silva, A. J., Pérez-Turpin, J. A., & Marques, M. C. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5(11), 240-249.

- Grant, M. C., & Kavaliauskas, M. (2017). Land based resistance training and youth swimming performance. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, 3(4), 1-11.
- Han, D. S., Huang, C. H., Chen, S. Y., & Yang, W. S. (2017). Serum reference value of two potential doping candidates-myostatin and insulin-like growth factor-I in the healthy young male. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(2), 2-7.
- Krabak, B. J., Hancock, K. J., & Drake, S. (2013). Comparison of dry-land training programs between age groups of swimmers. *PM&R*, 5(4), 303-309.
- Kraemer, W., & Ratamess, N. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*, 35(4), 339-361.
- Lanfranco, F., & Strasburger, C. J. (2016). *Sports Endocrinology*. Karger Medical and Scientific Publishers.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Morais, J. E., Silva, A. J., Marinho, D. A., Marques, M. C., & Barbosa, T. M. (2016). Effect of a specific concurrent water and dry-land training over a season in young swimmers' performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(3), 760-775.
- Pattharapong Keelapang. (1994). Insulin like growth factor I (IGF-I) in clinical. *Chula Med J*, 38(12), 787-804.
- Riewald, S. (2015). Periodization and Planning. In Scott Riewald & Scott Rodeo (Eds.). *Science of swimming faster*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ruiz, R. J., Ortega, F. B., Gutierrez, A., Meusel, D., Sjöström, M.m & Castillo, M. J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *Journal of Public Health*, 14(5), 269-277.
- Sauberlich, H. E. (1999). *Laboratory tests for the assessment of nutritional status* (Vol. 21). CRC press.
- Sighamoney, R., Kachare, J. B., Yeole, U. L., & Tendulkar, S. (2018). Effectiveness of dry land strength training in competitive swimmers. *Internaltional Journal of Academic Research and Development*, 3(1), 415-419.
- Tanaka, H., Costill, D. L., Thomas, R., Fink, W. J., & Widrick, J. J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 952-959.
- Thailand Swimming Association. (2018). *Statistic swimming records online Resources*. Retrieved January 9, 2019, from <http://swimming.or.th/>.
- Thomas, P. R. (2013). *Sample size determination and power*. New Jersey: Hoboken.

- Tourinho Filho, H., Pires, M., Puggina, E. F., Papoti, M., Barbieri, R., & Martinelli Jr, C. E. (2017). Serum IGF-I, IGFBP-3 and ALS concentrations and physical performance in young swimmers during a training season. *Growth Hormone & IGF Research*, 32, 49-54.
- United State Swimming. (1995). *Training categories and training design guidelines*. Colorado Springs, CO: n.p.
- Viru, A., & Viru, M. (2001). *Biochemical monitoring of sport training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Walker, K. S., Kambadur, R. A. V. I., Sharma, M. R. I. D. U. L. A., & Smith, H. K. (2004). Resistance training alters plasma myostatin but not IGF-1 in healthy men. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(5), 787-793.
- Westcott, W. L., & Baechle, T. R. (2015). *Strength training past 50*. (3<sup>rd</sup> ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

---

Received : December 3, 2019

Revised : January 3, 2020

Accepted : January 7, 2020