

ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน : ผลของปัจจัยทางเพศ รูปแบบ และระยะทางในการว่ายน้ำ

พรพจน์ ไชยนอก¹, นันทพล ทองนิลพันธ์² และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์³

¹ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา

²ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันที่แปรผันตาม เพศ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนจำนวน 39 คน (ชาย 14, หญิง 25) ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน 3 นาทีหลังจากนักกีฬาขึ้นจากสระเฉพาะในรอบชิงชนะเลิศจำนวนทั้งสิ้น 284 รายการ วิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสามารถในการว่ายน้ำระหว่างนักกีฬาเยาวชนชายและหญิงโดยใช้สถิติ T-test วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ รูปแบบและระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าปริมาณแลคเตทสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจ ระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขัน เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Bonferroni กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำท่าเดียวผสม 400 เมตร (13.39 ± 3.50 มิลลิโมล/ลิตร) และ

นักกีฬาหญิงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำฟรี 200 เมตร (8.59 ± 3.16 มิลลิโมล/ลิตร) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำส่งผลต่อค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักกีฬาว่ายน้ำน้ำเยาวชนชาย นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระยะทางในการว่ายน้ำ และระหว่างรูปแบบในการว่ายน้ำกับระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แต่ไม่พบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นทั้งสามกับอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการแข่งขัน

สรุปผลการวิจัย ปริมาณแลคเตทมีค่าสูงสุดภายหลังการแข่งขันมีค่าสูงสุดในการว่ายน้ำท่าเดียวผสม 400 เมตร และฟรี 200 เมตรในนักกีฬาว่ายน้ำน้ำเยาวชนชายและหญิง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบในการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำต่อปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันมีความแตกต่างระหว่างเพศ

คำสำคัญ: นักกีฬาว่ายน้ำน้ำเยาวชน / ปริมาณแลคเตทสูงสุด/ ระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส

POST COMPETITION PEAK BLOOD LACTATE IN YOUNG SWIMMERS : EFFECTS OF GENDER, SWIMMING STROKES AND DISTANCES

Phornpot Chainok¹, Nuntapol Tongnillpant² and Chaipat Lawsirirat³

¹Research Center in Exercise and Sport Science, Faculty of Sport Science, Burapha University

²Department of Sport Science, Sport Authority of Thailand

³Faculty of Sport Science, Chulalongkorn University

Abstract

Purpose The present study attempts to describe the post competition peak lactate profile according to the gender across all the swimming strokes and swimming distances in young swimmers.

Methods Blood samples (N=284) from the ear lobe were collected by a lactate analyzer at poolside area as quickly as possible following only their finals race. Blood samples were collected at 3 mins after race completion in a total of 39 swimmers (14 young males and 25 young females). Independent t-test was used to conduct for evaluated any differences of swimming performance between boys and girls. A three-way ANOVA was conducted that examined the effect of gender and swimming styles and swimming distance on Post competition peak lactate, heart rate and RPE and Bonferroni post hoc test was used to locate the differences. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$.

Result A higher post competition blood lactate

was observed in 400m individual medley (IM) ($13.39 \pm 3.50 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) in young male swimmers and 200m butterfly ($8.59 \pm 3.16 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) in young female swimmers, respectively. There was a significant interaction ($p < .05$) between gender, swimming strokes and distances on post competition blood lactate particularly in young male swimmers. There were also significant interactions between gender and swimming distances and between swimming styles and distance on RPE but not heart rate after competition.

Conclusion Post competition blood lactate was significantly increased in 400 m IM and 200m butterfly events for young males and young females respectively. There were gender differences in post competition blood lactates with an interaction between swimming styles and distances.

Keywords: Young swimmers / Post competition Peak blood lactate / Anaerobic glycolysis

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสามารถของนักกีฬาว่ายน้ำ เป็นผลมาจาก มีอิทธิพลร่วมกันขององค์ประกอบด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในหลากหลายมิติ (Morais et al., 2013) องค์ประกอบ ทางด้านสรีรวิทยา (Physiology) และระบบพลังงาน (Energetics) มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ทั้งในการ วางแผนการฝึกซ้อมและในระหว่างการแข่งขันที่นักกีฬาต้อง ทำการแข่งขันมากกว่าหนึ่งรายการในแต่ละวัน ดังนั้น ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน (Peak blood lactate) ระยะเวลาของการฟื้นสภาพ (Duration of recovery) รูปแบบของการฟื้นสภาพ (Type of recovery) ความหนักของการฟื้นสภาพ (Intensity of recovery) ตลอดจนระยะเวลาพักก่อนการแข่งขัน รายการต่อไป มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ฝึกสอน และนักกีฬา เพื่อให้มั่นใจว่านักกีฬามีความพร้อมทางกาย สูงสุด ที่จะทำการแข่งขันในรายการต่อไปโดยปราศจาก ความเมื่อยล้า (Pfitzinger and Freedson, 1998 ; Toubekis et al., 2008 ; Vescovi et al., 2011)

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางด้านระบบพลังงาน (Energetics) ที่ส่งผลต่อความสามารถของนักกีฬา ว่ายน้ำนั้น โดยทั่วไปให้ความสำคัญกับองค์ประกอบหลัก 2 ประการคือ ความสามารถในการยืระยะ การทำงาน หรือความอดทน (Capacity) และความสามารถในการ ปลดปล่อยพลังงานสูงสุด (Power) ของระบบพลังงานหลัก 2 ระบบคือ แอโรบิกและแอนแอโรบิก โดยการใช้การ ทดสอบที่เฉพาะเจาะจง เช่น การประเมินจุดเริ่มล้า หรือแอนแอโรบิกเรซโฮลด์ (Anaerobic threshold) ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake) และระดับความเข้มข้นของปริมาณแลคเตท ในเลือดสูงสุด (Maximum blood lactate concentrations) เป็นต้น ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลัง การแข่งขัน (Post competition peak lactate) หมายถึงปริมาณของกรดแลคติกที่ได้จากการทดสอบ

ภายหลังจากที่นักกีฬาว่ายน้ำแข่งขันเสร็จสิ้นทันที ในแต่ละรายการ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับผู้ฝึกสอน ในการใช้เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างเอทีพี แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Glycolytic capacity) และประเมิน ความสามารถในการทำงานของระบบแอนแอโรบิก ไกลโคไลซิส (Anaerobic glycolysis) ที่ทนทานต่อ กรดแลคติก ในช่วงระยะเวลา 20-120 วินาที ซึ่งพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถของนักกีฬา ว่ายน้ำ ($r = 0.633$) (Bonifazi et al., 2000) นอกจากนั้นยังสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความสามารถ ในการเร่งความเร็ว (Sprint ability) และใช้เป็นการ ติดตามและเปรียบเทียบค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดของ นักกีฬา ระหว่างฤดูกาลแข่งขัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ได้อีกด้วย

ในนักกีฬาว่ายน้ำระดับนานาชาติพบว่า ปริมาณ แลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน (Post competition peak lactate) มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับรูปแบบ การว่ายน้ำ และระยะทางของการว่ายน้ำ (Olbrecht et al., 1985) โดยปริมาณแลคเตทสูงสุดกับระยะทางในการว่ายน้ำ จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันในลักษณะที่เป็นรูปยูคว่ำ (U-Curve) กล่าวคือในนักกีฬาว่ายน้ำระยะ 100 เมตร และ 200 เมตร ยกเว้นในระยะ 50 เมตรจะมีปริมาณ แลคเตทสูงสุด (Vescovi et al., 2011) อันเนื่องมาจาก ระบบพลังงานหลักที่ใช้ในการว่ายน้ำในระยะทางดังกล่าว เป็นระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก โดยในท่า ฟรีสไตล์ ระยะทาง 50 เมตร ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ร้อยละ 85, ร้อยละ 67 ในระยะทาง 100 เมตร, ร้อยละ 34 ในระยะทาง 200 เมตร และร้อยละ 18 ในการว่ายน้ำระยะทาง 400 เมตร (Laffite et al., 2004) นอกจากนี้ นักวิจัยพบว่าปริมาณแลคเตทสูงสุดไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างนักกีฬาเยาวชนชายและ นักกีฬาหญิง (Chatard et al., 1988; Jacobs 1983) และนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนจะมีปริมาณแลคเตทสูงสุด

ต่ำกว่านักกีฬาระดับนานาชาติ ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการสร้างเอทีพีแบบไม่ใช้ออกซิเจน ยังไม่ได้รับการพัฒนาเต็มที่ รวมทั้งปัจจัยทางด้านช่วงอายุ (age) การเจริญเติบโตและวุฒิภาวะ (Growth and maturation) (Pfitzinger and Freedson, 1998) อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างเอทีพีแบบไม่ใช้ออกซิเจนและประเมินการทำงานของระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส ที่สามารถทนต่อกรดแลคติกในนักกีฬาเยาวชน ยังไม่มีการศึกษาอย่างละเอียดมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดหลังการแข่งขัน ที่แปรผันตามเพศ รูปแบบการว่ายน้ำและระยะทางของการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับผู้ฝึกสอนในการพัฒนาความสามารถในการยืนระยะการทำงานหรือความอดทน และพลังสูงสุด ของระบบแอนแอโรบิกในโปรแกรมการฝึกซ้อมเฉพาะบุคคล ตลอดจนใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างเอทีพีแบบไม่ใช้ออกซิเจน และประเมินการทำงานของระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส ที่สามารถทนต่อกรดแลคติกในนักกีฬาเยาวชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ที่แปรผันตาม เพศ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนทีมชาติไทย อายุระหว่าง 13-18 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬา

ว่ายน้ำเยาวชนทีมชาติไทยจำนวน 39 คน (ชาย 14, หญิง 25) อายุเฉลี่ย 16.05 ± 4.65 ปี (ชาย 16.42 ± 5.59 ปี; หญิง 15.90 ± 4.26 ปี), ส่วนสูงเฉลี่ย 166.15 ± 6.98 ซม. (ชาย 173.29 ± 5.94 ซม; หญิง 163.20 ± 1.95 ซม), น้ำหนักเฉลี่ย 60.05 ± 8.10 กก. (ชาย 67.65 ± 6.27 กก.; หญิง 56.90 ± 1.54 กก.), ความยาวแขนเฉลี่ย 169.07 ± 9.23 ซม. (ชาย 179.20 ± 5.22 ซม.; หญิง 164.88 ± 7.00 ซม.), เเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย 20.21 ± 4.49 เเปอร์เซ็นต์ (ชาย 18.57 ± 2.31 เเปอร์เซ็นต์; หญิง 22.13 ± 3.71 เเปอร์เซ็นต์), ปริมาณไขมัน 7 จุด เฉลี่ย 93.12 ± 6.14 เซนติเมตร (ชาย 91.57 ± 3.12 เซนติเมตร; หญิง 98.14 ± 4.41 เซนติเมตร) และประสิทธิภาพในการแข่งขันเฉลี่ย 7.96 ± 2.15 ปี (ชาย 8.67 ± 2.62 ปี; หญิง 7.66 ± 1.85 ปี)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองและได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2560

2. ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงจากนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนทีมชาติไทย และอธิบายวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับการจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลให้กับผู้ปกครอง นักกีฬา ผู้ฝึกสอน ได้รับทราบ เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจึงให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย

3. ทดสอบองค์ประกอบของร่างกาย อันประกอบด้วย น้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ TANITA, ส่วนสูง ทดสอบโดยเครื่องทดสอบส่วนสูงแบบแขวน, ความยาวของช่วงแขนโดยใช้สายวัด, ทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันโดยใช้เครื่องทดสอบไขมัน Tanita และจากผลรวมของการทดสอบ 7 ตำแหน่ง อันประกอบด้วย Triceps,

Biceps, Subscapular, Supraspinale, Abdominal, Front thigh, Medial calf (Tanner and Gore, 2012) โดยใช้ Skinfold calipers ก่อนการแข่งขัน ทุกครั้ง

4. ทดสอบปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน เฉพาะในรอบชิงชนะเลิศของแต่ละรายการ จากนักกีฬาทั้งสิ้น 39 คน (ชาย 14, หญิง 25) จากการแข่งขัน 8 รายการ ซึ่งนักกีฬาบางคนทำการแข่งขันมากกว่า 1 ครั้งในแต่ละท่าว่ายน้ำและระยะทาง ทำให้มีข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 284 รายการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับดังนี้

4.1 เมื่อนักกีฬาว่ายน้ำตะขบสระแล้วให้รีบขึ้นจากสระว่ายน้ำเร็วที่สุด

4.2 เมื่อนักกีฬาขึ้นมาจากสระแล้ว ผู้ช่วยวิจัยทำการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้สายทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจยี่ห้อ โพลาร์รุ่น เอส 710 ไอ (Polar S710i) และทดสอบการรับรู้ความเหนื่อยโดยใช้แบบทดสอบ RPE

4.3 ทำการเจาะเลือดและทดสอบปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน โดยใช้เครื่องมือ Portable Lactate Scout ที่มีค่าความเชื่อมั่น (r) เท่ากับ 0.98 (Tanner et al., 2010) ในนาทิตี่ 3

5. เวลาที่นักกีฬาทำได้ในการแข่งขันบันทึกจากเวลาอย่างเป็นทางการของระบบจับเวลาที่ใช้ในแต่ละการแข่งขัน ความเร็วในการว่ายน้ำ (Swimming velocity) คำนวณได้จากสมการ ความเร็ว = ระยะทาง (เมตร) / เวลา (วินาที) คะแนนความสามารถในการว่ายน้ำ เมื่อเทียบกับสถิติของสหพันธ์ว่ายน้ำระหว่างประเทศ (FINA Point) คำนวณได้จากเวลาที่ใช้ในการว่ายน้ำในแต่ละระยะทาง ประเภทของการว่ายน้ำ ระหว่างนักกีฬาเยาวชนชายและหญิงเทียบกับสถิติโลก โดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปของสหพันธ์ว่ายน้ำระหว่างประเทศ (Points calculators.exe)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล (Normal Gaussian distribution) โดยใช้สถิติ Shapiro–Wilk test ($n < 50$) (Elliott and Woodward, 2007) พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ($p > 0.05$) และการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Homogeneity of variance) ของปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันตาม เพศ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำโดยการทดสอบ Levene's test พบว่ามีความเป็นเอกพันธ์กัน ($p = .547$)

2. วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน อัตราการเต้นของหัวใจ และระดับการรับรู้ความเหนื่อย ของนักกีฬาตามเพศ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำ ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน

3. เปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยและคะแนนความสามารถในการว่ายน้ำระหว่างนักกีฬาชายและหญิง โดยใช้สถิติ Student t test ขนาดผลกระทบสามารถวัดโดยใช้ดัชนี Cohen's d ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดย Hopkins และคณะ (2009), < 0.20 (ต่ำมาก), 0.20 to 0.59 (ต่ำ), 0.60 to 1.19 (ปานกลาง), 1.20 to 1.99 (ค่อนข้างมาก), 2.0 to 3.9 (มาก), and > 4.0 (มากที่สุด)

4. เปรียบเทียบปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน อัตราการเต้นของหัวใจ และระดับการรับรู้ความเหนื่อยของนักกีฬาตามเพศ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง (Three-way analysis of variance) ทดสอบปฏิสัมพันธ์สองทาง (Two-way interaction) วิเคราะห์ผลกระทบหลักอย่างง่าย (Simple main effect) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Bonferroni กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

1. ค่าความเร็วเฉลี่ยและคะแนนความสามารถในการว่ายน้ำ เมื่อเทียบกับสถิติของสหพันธ์ว่ายน้ำระหว่างประเทศ (FINA Point) ในแต่ละระยะทางและแต่ละประเภทของการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนชายและหญิงจำนวนทั้งสิ้น 39 คน (ชาย 14, หญิง 25) พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วในการว่ายน้ำของนักกีฬาเยาวชนชายส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงความเร็วเฉลี่ยในการว่ายน้ำฟรีสไตล์ 400 เมตร กรรเชียง 50 เมตร และกบ 50 เมตร ที่ค่าเฉลี่ยของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิงดีกว่านักกีฬาเยาวชนชาย ความเร็ว

เฉลี่ยในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าสูงสุดในท่าผีเสื้อ 50 เมตร (1.91 ± 0.17 เมตร/วินาที) และในนักกีฬาหญิงมีค่าสูงสุดในท่ากรรเชียง 50 เมตร (1.88 ± 0.08 เมตร/วินาที) ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการว่ายน้ำเมื่อเทียบกับสถิติของสหพันธ์ว่ายน้ำระหว่างประเทศ (FINA Point) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศในทุกระยะทางของการว่ายน้ำ ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการว่ายน้ำในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าสูงสุดในท่าเดี่ยวผสม 200 เมตร (669.50 ± 151.56 คะแนน) และในนักกีฬาหญิงมีค่าสูงสุดในท่ากบ 200 เมตร (858.33 ± 47.78 คะแนน)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วเฉลี่ยและคะแนนความสามารถในการว่ายน้ำระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนชายและหญิง

ท่าว่ายน้ำ	ความเร็วเฉลี่ย (เมตร / วินาที)		t	Cohen's d	คะแนนความสามารถ (FINA points)		t	Cohen's d
	ชาย	หญิง			ชาย	หญิง		
ฟรีสไตล์								
50 เมตร	1.86±0.74	1.73±0.10	2.13	1.50	478.33±49.22	578.20±82.30	-1.96	1.47
100 เมตร	1.81±0.11	1.69±0.10	6.99**	3.59	609.29±46.04	563.40±75.99	1.42	0.73
200 เมตร	1.64±0.10	1.48±0.10	7.06**	3.15	587.70±50.32	580.50±67.71	0.27	0.13
400 เมตร	1.55±0.10	1.58±0.14	-0.31	0.14	628.00±72.91	677.60±109.23	-1.06	0.53
กรรเชียง								
50 เมตร	1.77±0.15	1.88±0.08	-0.18	0.13	606.50±124.24	603.07±55.33	0.08	0.04
100 เมตร	1.57±0.17	1.46±0.06	2.38*	1.35	627.67±209.93	618.76±110.53	0.12	0.05
200 เมตร	1.43±0.21	1.31±0.07	2.85*	2.37	516.50±45.91	539.22±69.22	-0.45	0.39
กบ								
50 เมตร	1.57±0.17	1.48±0.15	1.02	0.72	657.33±252.54	661.25±87.45	-0.03	0.02
100 เมตร	1.53±0.21	1.37±0.17	1.07	1.04	667.50±161.93	636.33±239.07	0.16	0.15
200 เมตร	1.26±0.21	1.34±0.17	-0.43	0.42	560.00±125.87	858.33±447.78	-0.88	0.91
ผีเสื้อ								
50 เมตร	1.91±0.17	1.63±0.09	7.82**	5.06	634.67±53.14	512.58±54.50	3.51**	2.77
100 เมตร	1.70±0.10	1.49±0.06	8.47**	3.89	666.44±100.24	552.79±85.01	3.26**	1.22
200 เมตร	1.56±0.08	1.37±0.06	11.77**	3.97	645.50±81.09	574.70±65.79	2.91**	0.96
เดี่ยวผสม								
200 เมตร	1.53±0.15	1.38±0.06	3.94**	1.64	669.50±151.56	653.78±98.29	0.28	0.12
400 เมตร	1.49±0.15	1.27±0.08	3.19**	1.10	598.00±192.02	572.00±154.44	0.29	0.15

2. ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันที่แปรผันตาม เพศ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำน้ำเยาวชน จำนวนทั้งสิ้น 39 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำเดี่ยวผสม 400 เมตร (13.39 ± 3.50 มิลลิโมล/ลิตร) และต่ำสุดในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 50 เมตร (6.48 ± 1.46 มิลลิโมล/ลิตร) ส่วนนักกีฬาหญิงมี

ค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำผีเสื้อ 200 เมตร (8.59 ± 3.16 มิลลิโมล/ลิตร) และต่ำสุดในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 50 เมตร (5.52 ± 0.80 มิลลิโมล/ลิตร) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักกีฬาเยาวชนหญิงในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ กรรเชียง ผีเสื้อ และรายการเดี่ยวผสมในทุกระยะทาง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแลคเตทสูงสุด (BLa) อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) และระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) ภายหลังการแข่งขันระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำน้ำเยาวชนชายและเยาวชนหญิง

ท่าว่ายน้ำ ระยะทาง	นักกีฬาเยาวชนชาย (14 คน)			นักกีฬาเยาวชนหญิง (25 คน)		
	BLa-	HR	RPE	BLa-	HR	RPE
ฟรีสไตล์						
50 เมตร	6.48 ± 1.46	125.33 ± 2.08	12.00 ± 1.00	5.52 ± 0.80	128.60 ± 12.68	14.70 ± 2.00
100 เมตร	10.13 ± 0.95	139.14 ± 12.27	17.71 ± 1.25	8.02 ± 0.80	138.50 ± 12.59	17.30 ± 1.41
200 เมตร	8.95 ± 0.80	140.10 ± 8.31	17.60 ± 0.84	5.92 ± 3.00	136.10 ± 8.18	16.60 ± 0.97
400 เมตร	8.59 ± 3.38	136.30 ± 12.64	17.80 ± 1.14	5.88 ± 0.76	142.00 ± 14.76	15.00 ± 1.00
กรรเชียง						
50 เมตร	9.08 ± 2.94	135.50 ± 5.00	14.75 ± 0.50	6.58 ± 2.05	138.40 ± 9.38	16.60 ± 1.92
100 เมตร	9.43 ± 1.62	145.40 ± 4.36	17.00 ± 2.65	7.77 ± 2.75	141.04 ± 10.99	17.60 ± 1.85
200 เมตร	10.55 ± 2.19	141.00 ± 5.66	16.50 ± 3.54	8.06 ± 2.51	140.61 ± 9.08	17.11 ± 2.25
กบ						
50 เมตร	6.87 ± 3.71	127.67 ± 24.83	15.33 ± 2.31	7.30 ± 2.51	132.00 ± 16.08	14.00 ± 0.82
100 เมตร	11.75 ± 0.64	139.00 ± 11.31	16.50 ± 2.12	7.50 ± 0.78	142.33 ± 12.66	16.00 ± 2.65
200 เมตร	6.87 ± 3.71	137.00 ± 0.66	17.00 ± 1.41	7.30 ± 2.51	147.00 ± 7.81	17.67 ± 2.31
ผีเสื้อ						
50 เมตร	7.23 ± 1.12	128.67 ± 10.50	14.33 ± 0.58	6.48 ± 1.75	130.08 ± 10.72	15.33 ± 1.37
100 เมตร	8.13 ± 3.42	141.33 ± 9.64	16.67 ± 3.16	6.62 ± 1.96	137.83 ± 8.33	16.50 ± 1.47
200 เมตร	10.51 ± 1.83	141.79 ± 10.65	16.93 ± 1.59	8.59 ± 3.16	140.35 ± 11.88	16.87 ± 1.78
เดี่ยวผสม						
200 เมตร	7.68 ± 2.08	131.75 ± 1.50	14.00 ± 2.45	7.09 ± 2.71	135.35 ± 9.57	16.46 ± 1.72
400 เมตร	13.39 ± 3.50	146.00 ± 10.58	17.75 ± 0.96	5.98 ± 1.62	134.56 ± 9.56	16.54 ± 1.82

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน พบว่ามีปฏิสัมพันธ์โดยตรงต่อค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ($F(7,254) = 2.252, p = 0.031$) จากนั้นทำการทดสอบปฏิสัมพันธ์สองทาง (Two-way interaction) ระหว่างรูปแบบในการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำพบที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนชาย ($F(7, 254) = 3.385, p = .002$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิง ($F(7, 254) = 1.942, p = 0.064$) เมื่อทำการวิเคราะห์ผลกระทบหลักอย่างง่าย (Simple main effect) ของระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน พบว่า ระยะทางในการว่ายน้ำมีผลกระทบโดยตรงในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนชายเมื่อทำการว่ายน้ำในท่าเดียวผสม

($F(1, 254) = 14.182, p = .000$) และมีผลกระทบโดยตรงในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิงเมื่อทำการว่ายน้ำในท่าผีเสื้อ ($F(2, 254) = 4.498, p = 0.012$) ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Bonferroni พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนชายในการว่ายน้ำท่าเดียวผสมในระยะทาง 200 เมตรกับ 400 เมตร (ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย = 6.715 มิลลิโมล/ลิตร ; 95% CI, 3.203 ถึง 10.227; $p < .001$) และนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิงในการว่ายน้ำท่าผีเสื้อในระยะทาง 50 เมตรกับ 200 เมตร (ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย = 2.108 มิลลิโมล/ลิตร ; 95% CI, -2.286 ถึง 2.001; $p < 0.04$) และระหว่างระยะทาง 100 เมตรกับ 200 เมตร (ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย = 1.970 มิลลิโมล/ลิตร ; 95% CI, 0.197 ถึง 3.744; $p < 0.02$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน

ผลกระทบ (Effects)	ความแปรปรวนรวม (Sum of squares)	ค่าองศาอิสระ (df)	ความแปรปรวน (Mean of quares)	F	p-value
เพศ (Genders)	243.499	1	22.442	3.529	0.000**
ท่าว่ายน้ำ (Styles)	38.480	4	9.620	1.513	0.199
ระยะทาง (Distances)	45.999	3	15.333	2.411	0.067
เพศ*ท่าว่ายน้ำ	10.865	4	2.716	0.427	0.789
เพศ*ระยะทาง	78.080	3	26.027	4.093	0.007**
ท่าว่ายน้ำ *ระยะทาง	164.099	7	23.443	3.687	0.001**
เพศ*ท่าว่ายน้ำ*ระยะทาง	100.224	7	14.318	2.252	0.031*
ความคลาดเคลื่อน (Error)	1615.167	254	6.359		

* $p < 0.05$ และ ** $p < 0.01$

3. ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการแข่งขันที่แปรผันตาม เพศ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำน้ำยาวชน พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำท่าเดียวผสม 400 เมตร (146 ± 10.58 ครั้ง/นาที) ในนักกีฬาเยาวชนชายและนักกีฬาหญิงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำท่ากบ 200 เมตร (147.00 ± 7.81 ครั้ง/นาที) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำ และ

ระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการแข่งขันพบว่า การทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงต่อค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการแข่งขัน ($F(7,254) = 0.793$, $p = 0.594$) และไม่มีผลกระทบในปฏิสัมพันธ์แบบสองทาง (Two-way interaction) ระหว่างตัวแปรตั้งต้นอีกด้วย

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการแข่งขัน

ผลกระทบ (Effects)	ความแปรปรวนรวม (Sum of squares)	ค่าองศาอิสระ (df)	ความแปรปรวน (Mean of squares)	F	p-value
เพศ (Genders)	0.534	1	0.534	0.005	0.945
ท่าว่ายน้ำ (Styles)	851.616	4	212.934	1.932	0.106
ระยะทาง (Distances)	2664.087	3	888.029	8.060	0.000**
เพศ*ท่าว่ายน้ำ	253.820	4	63.455	0.576	0.680
เพศ*ระยะทาง	124.091	3	41.364	0.375	0.771
ท่าว่ายน้ำ *ระยะทาง	392.583	7	56.083	0.509	0.827
เพศ*ท่าว่ายน้ำ*ระยะทาง	611.516	7	87.359	0.793	0.594
ความคลาดเคลื่อน (Error)	2798.558	254	110.175		

* $p < 0.05$ และ ** $p < 0.01$

4. ค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 400 เมตร (17.80 ± 1.14) และนักกีฬาหญิงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำท่ากบ 200 เมตร (17.67 ± 2.31) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลัง

การแข่งขันพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน $F(7,254) = 0.932$, $p = 0.483$ อย่างไรก็ตาม เมื่อการทดสอบปฏิสัมพันธ์สองทาง (Two way interaction) พบว่า มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศและระยะทางในการว่ายน้ำ ($F(3,254) = 6.275$, $p = 0.000$) และระหว่างรูปแบบในการว่ายน้ำกับระยะทางในการว่ายน้ำ ($F(7,254) = 2.775$, $p = 0.008$) เมื่อทำการวิเคราะห์ผลกระทบหลักอย่างง่าย (Simple main effect) ของปฏิสัมพันธ์

ระหว่างเพศและระยะทางที่มีต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันพบว่า ระยะทางมีผลกระทบโดยตรงต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยอย่างมีนัยสำคัญในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนชาย ($F(3, 254) = 10.620, p = 0.000$) และนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิง ($F(3, 254) = 8.449, p = 0.000$) ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Bonferroni พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างระยะทาง 50 เมตร กับ 100 เมตร ($p = 0.000$), 200 เมตร ($p = 0.002$) และ ระยะทาง 400 เมตร ($p = 0.000$) ส่วนในนักกีฬาเยาวชนหญิงพบว่า ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระยะทาง 50 เมตร กับ 100 เมตร ($p = 0.001$)และกับระยะทาง 200 เมตร ($p = 0.002$) ตามลำดับ

การวิเคราะห์ผลกระทบหลักอย่างง่าย (Simple main effect) ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการว่ายน้ำและระยะทางที่มีต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อย

ภายหลังการแข่งขันพบว่า ระยะทางมีผลกระทบโดยตรงต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ ($F(3, 254) = 13.143, p = 0.000$), ท่ากบ ($F(2, 254) = 3.562, p = 0.030$), ท่าผีเสื้อ ($F(2, 254) = 5.526, p = 0.004$) และ ท่าเดี่ยวผสม ($F(1, 254) = 7.811, p < 0.005$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Bonferroni ในแต่ละรูปแบบการว่ายน้ำพบว่า ค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันในท่าฟรีสไตล์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระยะทาง 50 เมตร กับ 100 เมตร ($p = 0.000$), 200 เมตร ($p = 0.000$) และ 400 เมตร ($p = 0.000$) ในท่ากบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระยะทาง 50 เมตร กับ 200 เมตร ($p = 0.028$), ในท่าผีเสื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระยะทาง 50 เมตร กับ 100 เมตร ($p = 0.022$), 200 เมตร ($p = 0.003$) และในท่าเดี่ยวผสมระหว่างระยะทาง 200 เมตร กับ 400 เมตร ($p = 0.005$) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขัน

ผลกระทบ (Effects)	ความแปรปรวนรวม (Sum of squares)	ค่าองศาอิสระ (df)	ความแปรปรวน (Mean of squares)	F	p-value
เพศ (Genders)	0.003	1	0.003	0.001	0.974
ท่าว่ายน้ำ (Styles)	22.298	4	5.575	1.902	0.111
ระยะทาง (Distances)	139.917	3	46.639	15.912	0.000**
เพศ*ท่าว่ายน้ำ	23.355	4	5.839	1.992	0.096
เพศ*ระยะทาง	55.176	3	18.392	6.275	0.000**
ท่าว่ายน้ำ *ระยะทาง	56.943	7	8.135	2.775	0.008**
เพศ*ท่าว่ายน้ำ*ระยะทาง	19.114	7	2.731	0.932	0.483
ความคลาดเคลื่อน (Error)	744.509	254	2.931		

* $p < 0.05$ และ ** $p < 0.01$

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน (Post competition peak lactate) ที่แปรผันตาม เพศ รูปแบบการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำในนักกีฬาว่ายน้ำน้ำเยาวชน ซึ่งปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน หมายถึง ปริมาณของแลคเตทที่ได้จากการทดสอบภายหลังจากที่นักกีฬาว่ายน้ำแข่งขันเสร็จสิ้นทันที หรือในช่วงเวลาสั้นๆ (Pfitzinger and Freedson, 1997) ระหว่าง 1-3 นาที (Zacca et al., 2014) ระหว่าง 3-5 นาที (Vescovi et al., 2011) และระหว่าง 6-7 นาที (Bonifazi et al., 2000) โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาของการทดสอบตามวิธีของ Zacca และคณะ (2014) ซึ่งเป็นการศึกษาในนักกีฬาเยาวชนที่ระบุให้ดำเนินการภายใน 1-3 นาที

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน มีองค์ประกอบต่างๆที่สำคัญได้แก่ เพศ และอายุของนักกีฬา ระยะทางของการว่ายน้ำ รูปแบบของการว่ายน้ำ สมรรถภาพทางกาย ตลอดจนช่วงเวลาของการฝึก (Pfitzinger and Freedson, 1997; Olbrecht, 2000; Vescovi et al., 2001; Laffite et al., 2004) จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ในนักกีฬาเยาวชนชายสูงกว่านักกีฬาเยาวชนหญิงในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ กรรเชียง ผีเสื้อ และรายการเดี่ยวผสมในทุกระยะทาง ค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำท่าเดี่ยวผสม 400 เมตร ($13.39 + 3.50$ มิลลิโมล/ลิตร) และต่ำสุดในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 50 เมตร ($6.48 + 1.46$ มิลลิโมล/ลิตร) ส่วนนักกีฬาหญิงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำผีเสื้อ 200 เมตร ($8.59 + 3.16$ มิลลิโมล/ลิตร) และต่ำสุดในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 50 เมตร ($5.52 + 0.80$ มิลลิโมล/ลิตร) ผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้สอดคล้องกับ

ผลการวิจัยของ Bonifazi และคณะ (1993) และ Benelli และคณะ (2007) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักกีฬาระดับความสามารถสูง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Avlonitou (1996) ที่พบว่า ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายสูงกว่านักกีฬาเยาวชนหญิงในบางประเภทและบางระยะทางของการว่ายน้ำ ซึ่งมีค่าโดยเฉลี่ยสูงกว่าประมาณ 1 มิลลิโมล/ลิตร อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน อาจมาจากหลากหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น ระดับความสามารถของนักกีฬา วิธีการและช่วงระยะเวลาของการทดสอบ ความสามารถของนักกีฬาในการแข่งขันซึ่งอธิบายด้วยค่าความเร็วเฉลี่ยและคะแนนความสามารถในการว่ายน้ำ เมื่อเทียบกับสถิติของสหพันธ์ว่ายน้ำระหว่างประเทศ (FINA Point) และระดับของการแข่งขัน เป็นต้น ทั้งนี้ การที่ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ในนักกีฬาเยาวชนชายสูงกว่านักกีฬาเยาวชนหญิงในการวิจัยนี้อาจจะเป็นผลมาจากการที่นักกีฬาเยาวชนชายมีความเร็วเฉลี่ยและคะแนนความสามารถในการว่ายน้ำ เมื่อเทียบกับสถิติของสหพันธ์ว่ายน้ำระหว่างประเทศ สูงกว่านักกีฬาเยาวชนหญิง ซึ่งสอดคล้องกับ Bonifazi และคณะ (1993) ที่พบว่า ความเร็วเฉลี่ยในการว่ายน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน นอกจากนี้ปัจจัยด้านเพศและอายุของนักกีฬาที่ส่งผลโดยตรงต่อปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันแล้ว ระยะทางของการว่ายน้ำและประเภทของการว่ายน้ำก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทางเพื่อทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ในครั้งนี้พบว่า มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงต่อค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ทั้งนี้ปริมาณแลคเตท

สูงสุดภายหลังการแข่งขันที่แตกต่างกันในแต่ละระยะทางของการว่ายน้ำ เป็นผลมาจากระบบพลังงานหลักที่ใช้แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laffite และคณะ (2004) ที่พบว่า ระบบพลังงานหลักในการว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ระยะ 50 เมตร คือ ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ร้อยละ 85, ร้อยละ 67 ในระยะทาง 100 เมตร, ร้อยละ 34 ในระยะทาง 200 เมตร และ ร้อยละ 18 ในการว่ายน้ำระยะทาง 400 เมตร และจากการวิจัยของ Zacca และคณะ (2014) ที่ทำการศึกษาในนักกีฬาเยาวชนยืนยันผลการวิจัยในครั้งนี้ว่า ระยะ 100 เมตร และ 200 เมตรจะมีค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดอันเนื่องมาจากการทำงานของระบบไกลโคไลซิสเป็นหลักและ Gastin (2001) พบว่า ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก จะทำหน้าที่หลักในช่วงเริ่มต้น จนถึงระยะเวลาประมาณ 75 วินาที อย่างไรก็ตาม ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันที่พบในงานวิจัยในครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าในนักกีฬาระดับความสามารถสูง (Vescovi et al., 2011) ทั้งนี้เป็นเพราะความสามารถในการสร้างเอทีพีแบบไม่ใช้ออกซิเจนยังไม่ได้มีการพัฒนาเต็มที่ รวมทั้งปัจจัยทางด้านช่วงอายุ การเจริญเติบโตและวุฒิภาวะ ก็มีผลสำคัญโดยตรงต่อปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชน (Pfitzinger and Freedson, 1998) ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำท่าเตี๋ยผสม 400 เมตร และนักกีฬาหญิงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำผีเสื้อ 200 เมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันในนักกีฬาเยาวชนชายในครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vescovi และคณะ (2011) ที่พบว่า การว่ายน้ำท่าเตี๋ยผสม (200 และ 400 เมตร) จะมีปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันสูงกว่าการว่ายน้ำประเภทอื่นๆในระยะทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม เหตุผลที่สนับสนุนสาเหตุหลักของการว่ายน้ำท่าเตี๋ยผสม

มีปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันสูงกว่าการว่ายน้ำประเภทอื่นๆในระยะทางเดียวกันนั้น ยังไม่ได้รับการศึกษาอย่างละเอียด ดังนั้นการวิจัยเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา และระบบพลังงานในการว่ายน้ำท่าเตี๋ยผสมจึงมีความสำคัญเพื่ออธิบายกลไกต่างๆที่เกี่ยวข้องทางด้านร่างกาย เพื่อพัฒนาความสามารถและศักยภาพของนักกีฬาในการว่ายน้ำท่าเตี๋ยผสมต่อไปในอนาคต ค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ในนักกีฬาหญิงมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการว่ายน้ำผีเสื้อ 200 เมตร นั้น อาจจะเป็นผลมาจากความต้องการพลังงาน (Energy cost) ในการว่ายน้ำท่าผีเสื้อซึ่งมีปริมาณมาก (Barbosa et al., 2005) อีกทั้งลักษณะเทคนิคเฉพาะของการว่ายน้ำในท่าผีเสื้อ ซึ่งต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางของร่างกายร่วมกับเทคนิคการว่ายน้ำที่ดีเพื่อเอาชนะแรงต้านและเพิ่มความเร็ว จึงทำให้ค่าปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันสูงตามไปด้วย การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 50 เมตร เป็นท่าว่ายน้ำที่ทำให้เกิดปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Barbosa และคณะ (2005) ที่พบว่า การว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ เป็นท่าว่ายน้ำที่มีความต้องการพลังงานทั้งหมด (Energy cost) ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับท่าว่ายน้ำในท่าอื่นๆ

เมื่อทำการทดสอบปฏิบัติสัมพันธ์ การวิเคราะห์ผลกระทบหลักอย่างง่าย และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำ และระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันพบว่า มีความสัมพันธ์กันในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนชายในการว่ายน้ำท่าเตี๋ยผสมในระยะทาง 200 เมตรกับ 400 เมตร และการว่ายน้ำท่าผีเสื้อในระยะทาง 50 เมตรกับ 200 เมตร และระหว่างระยะทาง 100 เมตรกับ 200 เมตร ในนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชนหญิง ดังนั้นจึงเป็นการยืนยัน

ผลการศึกษาของ Vescovi และคณะ (2011) ที่พบว่า การว่ายน้ำเดี่ยวผสมจะมีปริมาณแลคเตทสูงสุด ภายหลังการแข่งขันสูงกว่าการว่ายน้ำประเภทอื่นๆ ในระยะทางเดียวกันลักษณะและปริมาณแลคเตทสูงสุด ภายหลังการแข่งขันมีความสอดคล้องและเป็นไปตาม รูปยูกว่า กล่าวคือ ในนักกีฬาว่ายน้ำระยะสั้นถึงระยะกลาง 100 เมตร และ 200 เมตรจะมีค่าสูงสุด และมีค่าต่ำสุดในระยะ 50 เมตร และระยะไกล (800 และ 1,500 เมตร)

ในส่วน of ค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ความเหนื่อย ภายหลังการแข่งขันพบว่า เพศและระยะทางในการว่ายน้ำ มีปฏิสัมพันธ์กันและส่งผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันทั้งนักกีฬาเยาวชนชาย และเยาวชนหญิงโดยเฉพาะระยะทาง 50 เมตรกับ ระยะทางการว่ายน้ำอื่นๆ และเมื่อวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ ของรูปแบบการว่ายน้ำและระยะทางที่มีต่อค่าเฉลี่ยระดับ การรับรู้ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันพบว่า มี ปฏิสัมพันธ์กันและส่งผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ ความเหนื่อยภายหลังการแข่งขันในท่าฟรีสไตล์ ท่ากบ ท่าผีเสื้อ และทำเดี่ยวผสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ เปรียบเทียบระยะทาง 50 เมตรกับระยะทางการว่ายน้ำอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Vescovi และคณะ (2011) และ Pfitzinger and Freedson (1998) ที่ระบุว่า ระดับการรับรู้ความเหนื่อยมีความแตกต่างกัน ตาม เพศ ช่วงอายุ รูปแบบการว่ายน้ำ และระยะทาง ของการว่ายน้ำที่แตกต่างกันตามความเร็วของการว่ายน้ำ ของนักกีฬารายบุคคล อย่างไรก็ตาม จากการศึกษา ในครั้งนี้ ไม่พบการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเพศ รูปแบบ ในการว่ายน้ำและระยะทางในการว่ายน้ำที่ส่งผลกระทบต่อค่าเฉลี่ย อัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการแข่งขัน ทั้งนี้ อาจ เป็นเพราะว่า การวัดค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ดำเนินการวัดภายหลังจากการแข่งขันแล้วเสร็จในเวลา

3 นาที ซึ่งจากการศึกษาของ Laffite และคณะ (2004) พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ภายหลังจากการแข่งขันขึ้นอยู่กับระดับ สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาว่ายน้ำรายบุคคล และไม่พบความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจกับ ค่าเฉลี่ยปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน ในกีฬาว่ายน้ำอีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขันและ ระดับการรับรู้ความเหนื่อยของนักกีฬาว่ายน้ำเยาวชน มีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างเพศ รูปแบบในการว่ายน้ำและ ระยะทางในการว่ายน้ำ ปริมาณแลคเตทสูงสุดภายหลัง การแข่งขันมีความสำคัญในการใช้เป็นตัวบ่งชี้ความ สามารถในการทำงานของระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส ความสามารถในการเร่งความเร็ว ของนักกีฬาว่ายน้ำน้ำ ในระยะทางและรูปแบบการว่ายน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถ นำผลไปใช้ในการติดตามและเปรียบเทียบค่าปริมาณ แลคเตทสูงสุดภายหลังการแข่งขัน เพื่อนำไปปรับปรุง โปรแกรมให้มีความเหมาะสมในแต่ละช่วงของการฝึกซ้อม ต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการติดตามปริมาณ แลคเตทในเลือดภายหลังการแข่งขันเสร็จจนถึง ช่วงเวลาที่ระดับความเข้มข้นของปริมาณแลคเตท ภายหลังการแข่งขันสูงสุด นอกจากนั้น การวิเคราะห์ ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) ก็สามารถนำมา ใช้วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ของ เพศ รูปแบบการว่ายน้ำและ ระยะทางในการว่ายน้ำ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของ ตัวแปรตามทั้งสามคือ ปริมาณแลคเตทสูงสุด ระดับ การรับรู้ความเหนื่อยและอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการแข่งขันได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Avlonitou, E. (1996). Maximal lactate values following competitive performance varying according to age, sex and swimming style. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(1), 24-30.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K., Colašo, P., Cardoso, C., Silva, J., and Vilas-Boas, J. (2006). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International Journal of Sports Medicine*, 27(11), 894-899.
- Benelli, P., Ditroilo, M., Forte, R., De Vito, G., and Stocchi, V. (2007). Assessment of post-competition peak blood lactate in male and female master swimmers aged 40-79 years and its relationship with swimming performance. *European Journal of Applied Physiology*, 99(6), 685-693.
- Bonifazi, M., Martelli, G., Marugo, L., Sardella, F., and Carli, G. (1993). Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33,13-18.
- Bonifazi, M., Sardella, F., and Lupo, C. (2000). Preparatory versus main competitions: differences in performances, lactate responses and pre-competition plasma cortisol concentrations in elite male swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 368-373.
- Chatard, J., Paulin, M., and Lacour, J. (1988). measurements and swimming performance: illustrated by data from a 400 m Olympic record holder. *Swimming science V. Human Kinetics, Champaign*.
- Elliott AC, Woodward WA (2007). *Statistical analysis quick reference guidebook with SPSS examples*. 1st ed. London: Sage Publications.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., and Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3.
- Jacobs, I. (1986). Blood lactate: implications for training and sports performance. *Sports Medicine*, 3(1), 10-25.
- Laffite, L. P., Vilas-Boas, J. P., Demarle, A., Silva, J., Fernandes, R., and Louise Billat, V. (2004). Changes in physiological and stroke parameters during a maximal 400-m free swimming test in elite swimmers. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29(S1), S17-S31.
- Morais, J. E., Garrido, N. D., Marques, M. C., Silva, A. J., Marinho, D. A., and Barbosa, T. M. (2013). The influence of anthropometric, kinematic and energetic variables and gender on swimming performance in youth athletes. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 203-211.

- Olbrecht, J., Madsen, Ø., Mader, A., Liesen, H., and Hollmann, W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 6(2), 74-77.
- Pfitzinger, P., and Freedson, P. (1997). Blood lactate responses to exercise in children: part 1. Peak lactate concentration. *Pediatric Exercise Science*, 9(3), 210-222.
- Tanner, R. K., Fuller, K. L., and Ross, M. L. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 551-559.
- Toubekis, A. G., Tsolaki, A., Smilios, I., Douda, H. T., Kourtesis, T., and Tokmakidis, S. P. (2008). Swimming performance after passive and active recovery of various durations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 375-386.
- Vescovi, J. D., Falenchuk, O., and Wells, G. D. (2011). Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 106-117.
- Zacca, R., Lopes, A. L., Teixeira, B. C., da Silva, L. M., and Cardoso, C (2014). Lactate peak in youth swimmers: quantity and time interval for measurement after 50-1500 maximal efforts in front crawl. *Physiology*, 66, 90-95.