

## ผลการฝึกซ้อมบนที่สูงที่มีต่อสมรรถนะเชิงแอโรบิก แอนแอโรบิกและความสามารถของนักกีฬาเรือพาย ที่ระดับความสูง 300 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

สมชาย กุลโสภิต<sup>1</sup> ประทุม ม่วงมี<sup>2</sup> และกิตติการ สายธนู<sup>3</sup>

<sup>1</sup> สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเชียงใหม่ ต.ศรีภูมิ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>2</sup> คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา และ <sup>3</sup> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกซ้อมบนที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 1,520 เมตร เป็นเวลา 28 วัน ระหว่างก่อน(pre) และหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน(p1) 7 วัน(p7) และ 14 วัน (p14) ที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านเลือด สมรรถนะเชิงแอโรบิก แอนแอโรบิก และความสามารถของนักกีฬาเรือพายด้านความอดทนและความเร็วของการพายเรือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเรือพายชายจำนวน 10 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี เลือกแบบเจาะจง โดยนักกีฬาถูกเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฮีมาโตคริต(HCT) ปริมาณฮีโมโกลบิน(HB) ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดง(RBC) ปริมาณฮอร์โมนอีริโทรโพอิติน(EPO) ทดสอบระบบพลังงานแอโรบิกและแอนแอโรบิก หลังจากนั้นนักกีฬาทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 5 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม เมื่อใช้สถิติ Hotelling's T<sup>2</sup> ทดสอบพบว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ในตัวแปร HCT, HB, RBC และ EPO พลังงานแอโรบิกและแอนแอโรบิก จากนั้นทั้งสองกลุ่มถูกนำไปทดสอบความสามารถในการพายเรือ(ทีม 5 คน) ด้านความอดทนและด้านความเร็ว ข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้เป็นข้อมูลก่อนการฝึกซ้อมซึ่งการทดสอบข้างต้นได้ทดสอบในอำเภอเมืองและพื้นที่ใกล้เคียงของจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300 เมตร จากนั้นกลุ่มทดลองถูกกำหนดให้อยู่และฝึกซ้อมบนที่สูงประมาณ 1,520 เมตร บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำในอ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ กลุ่มควบคุมถูกกำหนดให้อยู่และฝึกซ้อมบนพื้นที่ราบบริเวณแม่น้ำปิงและสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่สูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 300 เมตร โดยทั้ง 2 กลุ่มได้ฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกซ้อมเดียวกันเป็นเวลา 28 วัน โปรแกรมการฝึกซ้อมประกอบด้วย การฝึกแบบหนักสลับเบา การฝึกโดยใช้น้ำหนัก การฝึกแบบแอโรบิก โดยฝึกซ้อมสัปดาห์ละ 6 วัน ๆ ละประมาณ 3 ถึง 4 ชั่วโมงและในวันอาทิตย์จะเป็นการฝึกทบทวนทักษะการพายเรือประมาณ 1-2 ชั่วโมง ซึ่งโปรแกรมการฝึกซ้อมมีคณของผู้ฝึกสอนของทีมเป็นผู้กำหนดและควบคุมการฝึกซ้อมรวมถึงช่วงการทดสอบตลอดเวลาการทำวิจัย ทั้งสองกลุ่มจะถูกเจาะเลือดทดสอบระบบพลังงานแอโรบิกและพลังงานแอนแอโรบิก ความสามารถในการพายเรือเข้า ในช่วงเวลา p1, p7 และ p14 โดยใช้บุคลากร อุปกรณ์และสถานที่เดียวกันกับการทดสอบก่อนการฝึกซ้อมทุกรายการ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่แอลฟาเท่ากับ 0.05 เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ paired t-test ภายในกลุ่มทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ย HCT และ RBC ลดลง( $2.50 \pm 1.97$  และ  $0.31 \pm 0.19$  ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง p7 สำหรับค่าตัวแปรอื่นๆของเลือดหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมทุกช่วงเวลามี

ค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกซ้อม ส่วนค่าพลังงานแอโรบิกและพลังงานแอนแอโรบิก ในช่วง p1, p7 และ p14 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับความสามารถด้านการพายเรือ ในช่วง p1, p7 และ p14 พบว่าเวลาในการพายเรือด้านความอดทนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.98, 4.30 และ 9.60 ตามลำดับ สำหรับเวลาของความเร็วในการพายเรือพบว่าลดลงคิดเป็นร้อยละ 7.98, 0.27 และ 6.91 ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มควบคุมพบว่าค่าเฉลี่ย RBC ลดลง ( $0.23 \pm 0.17$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง p7 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกซ้อม สำหรับค่าพลังงานแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น ( $0.96 \pm 0.369$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง p1 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกซ้อม แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างในช่วง p1 และ p7 พบว่าพลังงานแอนแอโรบิกลดลง ( $0.80 \pm 0.56$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าพลังงานแอโรบิก ระหว่างก่อนและในช่วง p1, p7 และ p14 พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับความสามารถในการพายเรือด้านความอดทนเปรียบเทียบระหว่างก่อนและในช่วง p1 และ p14 พบว่าเวลาของความอดทนในการพายเรือเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 1.37 และ 2.75 ตามลำดับ สำหรับในช่วง p7 พบว่าเวลาของความอดทนในการพายเรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 8.93 สำหรับความสามารถในการพายเรือด้านความเร็ว ในช่วง p1 และ p14 พบว่าเวลาของความเร็วในการพายเรือลดลงเท่ากันคิดเป็นร้อยละ 6.30 แต่ในช่วง p7 พบว่าเวลาของความเร็วในการพายเรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 0.52 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกซ้อม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้พบว่าไม่มีข้อมูลสนับสนุนว่าผลการฝึกซ้อมบนที่สูงประมาณ 1,520 เมตร เป็นระยะเวลา 28 วันส่งผลให้ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านการพัฒนาระบบพลังงานแอโรบิก พลังงานแอนแอโรบิก และด้านโลหิตวิทยา แต่ทำให้ความสามารถในการพายเรือของนักกีฬาที่ได้รับการฝึกพัฒนาขึ้นที่ระดับพื้นที่ต่ำกว่า

(Journal of Sports Science and Thchnology, 2012; 12(1): 75 - 87)

**คำสำคัญ:** ความสูง/ ความสูง 300 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง/ ความสามารถในการพายเรือ

## บทนำ

กีฬาเรือพายเป็นกีฬาที่ใช้ความอดทนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยสำคัญโดยมีความสัมพันธ์ของทีมและทักษะของการพายเรือเป็นปัจจัยร่วมในการทำงานของร่างกายเพื่อให้สามารถพายเรือไปได้อย่างรวดเร็วหรือ ทำเวลาให้น้อยที่สุดเมื่อเข้าถึงเส้นชัย การที่จะทำให้นักกีฬาสามารถพายเรือให้เคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็วได้นั้นปัจจัยหนึ่งคือพลังงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของนักกีฬาในการสร้างพลังงานให้ได้มากกว่าหรือความสามารถของนักกีฬาในการใช้พลังงานให้ได้ประสิทธิภาพมากกว่า หรือขึ้นอยู่กับความสามารถของนักกีฬาในการสร้างพลังงานและใช้พลังงานนั้นให้ได้ประสิทธิภาพมากกว่า ซึ่งในกีฬาเรือพายพลังงานหลักก็คือพลังงานแอโรบิก (aerobic energy system)<sup>1</sup> ในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกให้มีประสิทธิภาพนั้นสิ่งสำคัญคือ การที่ร่างกายสามารถนำออกซิเจนเข้าไปในร่างกายเพื่อสร้างพลังงานได้อย่างเต็มความสามารถหรือให้ได้มากเพียงพอตลอดช่วงเวลาการทำงานหรือออกกำลังกายซึ่งการนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายเป็นหน้าที่การทำงานของเซลล์เม็ดเลือดแดงและเป็นที่ยอมรับว่าการมีเซลล์เม็ดเลือดแดงจำนวนมาก การนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายหรือเข้าสู่เนื้อเยื่อก็จะทำได้มากหรือเพียงพอ ดังนั้นการเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดงจึงเป็นแนวความคิดหนึ่งที่นิยมทำกันในหมู่นักกีฬา การทำให้ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้นนั้นทำได้หลายวิธีโดยเฉพาะการทำให้ร่างกายอยู่ในสภาวะพร่องออกซิเจน เพราะว่าเมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะพร่องออกซิเจนไตจะสร้างฮอร์โมนอิริทโรโพอิติน (erythropoietin) เพื่อไปกระตุ้นให้ไขกระดูกสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงให้เพิ่มจำนวนขึ้นเพื่อช่วยในการจับออกซิเจนหรือขนส่งออกซิเจนให้กับร่างกายอย่างเพียงพอต่อไป<sup>2</sup> จากงานวิจัยที่ค้นพบการที่จะกำหนดว่านักกีฬาควรจะฝึกที่ความสูงเท่าไรจึงจะเหมาะสมหรือเป็นประโยชน์ต่อตัวเองมากที่สุดนั้นยังเป็นข้อถกเถียงกันอยู่และยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน ซึ่งการออกกำลังกายที่ระดับความสูงตั้งแต่ 5,000 ฟุต หรือประมาณ 1,524

เมตรขึ้นไปซึ่งเป็นระดับความสูงที่ต่ำที่สุด<sup>3</sup> ร่างกายอาจจะพัฒนาความสามารถด้านความอดทนและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาได้ เช่น ระบบการหายใจ การเปลี่ยนแปลงของเซลล์เม็ดเลือดแดงแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายที่สามารถปรับตัวให้เกิดความเคยชินกับการอยู่บนที่สูงได้ระดับใดนั้น ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่อยู่นานเท่าไร<sup>4</sup> จากรายงานการวิจัยหลายฉบับพบว่า ส่วนใหญ่ระยะเวลาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาหรือด้านความสามารถจะเกิดขึ้นในระหว่างการอยู่บนที่สูงประมาณ 13 ถึง 28 วันหรืออาจจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใดเลยก็เป็นได้ จากการวิจัยพบว่าอาจจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_2\max$ )<sup>5</sup> แต่บางรายงานการวิจัยพบว่าร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านฮอร์โมนอิทธิโทรโพอิติน และด้านความสามารถทางการกีฬาเป็นต้น<sup>6</sup> ผู้วิจัยจึงพิจารณาว่าการอยู่และการฝึกบนที่สูงที่ระดับเดียวกันคือระดับประมาณ 1,520 เมตร ซึ่งเป็นความสูงที่ต่ำที่สุดที่อาจทำให้เกิดผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาได้สำหรับกลุ่มตัวอย่างให้ฝึกซ้อมที่ความหนักเท่ากับการฝึกซ้อมที่ระดับน้ำทะเลเป็นเวลา 28 วัน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย โดยเฉพาะด้านสมรรถนะเชิงแอโรบิกและแอนแอโรบิก ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้นักกีฬาประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาที่ระดับน้ำทะเลได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกทำการทดลองที่ระดับความสูงประมาณ 1,520 เมตร โดยให้ทำการฝึกซ้อมที่ความหนักของงานเท่ากับการฝึกที่ระดับน้ำทะเล โดยอยู่และฝึกบนที่สูงเป็นเวลา 28 วัน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฮีมาโตคริต ปริมาณฮีโมโกลบิน ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดง ปริมาณฮอร์โมนอิทธิโทรโพอิติน พลังงานแอโรบิก พลังงานแอนแอโรบิก ความสามารถในการพายเรือด้านความเร็วและความอดทน หลังจากอยู่และฝึกซ้อมที่ระดับความสูงประมาณ 1,520 เมตร เป็นเวลา 28 วัน ระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน (p1) 7 วัน (p7) และ 14 วัน (p14)

### วิธีการวิจัย

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเป็นนักกีฬาเรือพายชายที่มีทักษะ สมรรถภาพทางกาย และสุขภาพอยู่ในระดับดีได้รับการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอโดยทุกคนให้ความร่วมมือและเต็มใจในการร่วมวิจัยครั้งนี้
2. บันทึกค่าที่ต้องการศึกษา ของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

#### 2.1 การทดสอบพลังงาน<sup>7</sup>

2.1.1 พลังงานแอโรบิกโดยวิธีการทดสอบของออสทรานด์ (Astrand test) เพื่อประมาณค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงสมรรถนะของพลังงานแอโรบิก ซึ่งถ้าค่านี้มีมากแสดงว่าร่างกายมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตสูงเช่นกัน มีหน่วยวัดเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ( $ml/kg/min$ )

2.1.2 พลังงานแอนแอโรบิกโดยวิธีการทดสอบของวินเกตส์ (Wingate test) เป็นการทดสอบสมรรถภาพด้านพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีหน่วยวัดเป็น วัตต์ (watt)

2.2 การเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฮีมาโตคริต ปริมาณฮีโมโกลบิน ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงและปริมาณฮอร์โมนอิทธิโทรโพอิติน ได้จัดให้บริษัท เซียงใหม่อาร์ไอเอ จำกัด ซึ่งผ่านการรับรองมาตรฐานจากISO 9001: 2008 สำนักงานมาตรฐานห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และ The External Quality Assessment Program In Serum Chemistry: EQA: SC ประเทศไทยรับผิดชอบในการตรวจวิเคราะห์เลือด โดยแบ่งการตรวจเป็น 2 ประเภท

2.2.1 การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) โดยเจาะเลือดใส่หลอดเลือดที่มีสาร EDTA ป้องกันการแข็งตัวของเลือด หลังจากนั้น ส่งเข้าตรวจด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติทางโลหิตวิทยา รุ่น MYTHIC22 ของบริษัท โอพี จำกัด จาก

ประเทศสวีเดนแลนด์ ซึ่งใช้หลักการตรวจด้วยวิธี Electrical resistance และทำการตรวจสอบคู่ขนานเพื่อยืนยันด้วยการย้อมสีเม็ดเลือดบนกระจกสไลด์ แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

2.2.2 การตรวจหาปริมาณฮอร์โมนอิริทโธโพอิติน (EPO) โดยเจาะเลือดใส่หลอดเลือดที่ใส่สารกันเลือดแข็งตัวที่เรียกว่า เฮปาริน หลังจากนั้นนำไปปั่นแยกน้ำเหลือง (plasma) เพื่อนำไปตรวจด้วยเครื่อง IMMULITE® 2000 XPI Immunoassay System ของบริษัท ซีนแนส(สหรัฐอเมริกา) จำกัด ซึ่งใช้หลักการตรวจด้วยวิธี Enzyme-labeled Chemiluminescent immunometric assay

3. แบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 5 ค

4. ทดสอบว่าไม่มีความแตกต่างกันของตัวแปรที่ต้องการศึกษา (ในข้อ 2) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยสถิติ Hotelling's  $T^2$ <sup>8</sup>

5. ทดสอบความสามารถการพายเรือ (เป็นทีม) ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ในด้านความอดทนและความเร็วบันทึกเวลาของทีมที่ทำได้ โดยดำเนินการในแต่ละด้าน ดังนี้

5.1 การทดสอบความสามารถในการพายเรือด้านความอดทน

5.1.1 ทดสอบอัตราการพาย (Stroke rate) สูงสุดอยู่กับที่ใน 1 นาที

5.1.2 จำนวนอัตราการพายที่ร้อยละ 80 ของอัตราการพายสูงสุดใน 1 นาที

5.1.3 ให้นักกีฬาทั้งทีม (5 คน) พายเรือที่ร้อยละ 80 ของอัตราการพายสูงสุดใน 1 นาที

5.1.4 ขณะพายเรือจะมีเครื่องนับจังหวะ นักกีฬาต้องลงพายให้พร้อมกับจังหวะ ถ้าไม่ทันถือว่าการพายไม่พร้อม

5.1.5 ถ้าทักษะการพายไม่ถูกต้อง หรือการพายไม่พร้อมกันทั้งทีม ผู้ฝึกสอนของทีมจะสั่งหยุดทันที หรือนักกีฬาขอหยุด

การทดสอบเอง

5.1.6 จับเวลาเป็นวินาทีที่นักกีฬาพายเรือได้นานที่สุด

5.1.7 ทดสอบ 1 ครั้ง

5.2 ทดสอบความสามารถในการพายเรือด้านความเร็ว

5.2.1 การพายเรือใช้ระยะทาง 1,000 เมตร

5.2.2 ให้พายทีละลำ (5 คน)

5.2.3 ใช้กติกาสากลในการทดสอบโดยมีเจ้าหน้าที่จัดหัวเรือ ปลอยตัว และจับเวลาที่เส้นชัย

5.2.4 จับเวลาเป็นวินาที

5.2.5 จับเวลา 1 เที้ยว

5.3 ขณะทำการทดสอบมีผู้ตัดสินกีฬาเรือพายนานาชาติ จำนวน 2 คน เป็นสักขีพยานในการทดสอบ เพื่อให้เป็นไปตามกติกาสากลถูกต้องและเชื่อถือได้

6. หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เข้าทำการฝึกซ้อมตามสถานที่และโปรแกรมการฝึกซ้อม 28 วัน ที่ได้กำหนดไว้

7. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม จะถูกนำไปทดสอบซ้ำหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน (p1) 7 วัน (p7) และ 14 วัน (p14) ตามรายการทดสอบในข้อ 2 และข้อ 5

8. ใช้สถิติ pair t-test วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแต่ละกลุ่มในด้านเลือด พลังงาน และความสามารถในการพายเรือของแต่ละช่วงเวลาตามข้อ 7 กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ 0.05

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. อุปกรณ์การฝึกและการเก็บข้อมูลประกอบด้วย เรือและพาย สำหรับการฝึกทักษะกลุ่มละ 1 ลำ เครื่องวัดความสูง (Garmin, U.S.A.) เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Ebro TTX100, Germany) เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar, Finland) ชุดอุปกรณ์แบบฝึกโดยใช้น้ำหนัก (Tawa, Thailand) จักรยานทดสอบพลังงานแอโรบิก (Cateye BC1200) ชุดอุปกรณ์และโปรแกรมทดสอบสำเร็จรูปพลังงานแอนแอโรบิก (Monark 828 E, Sweden) ของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาภาค 5 จังหวัดเชียงใหม่ การกีฬาแห่งประเทศไทย เครื่องมือวัดความเร็วลม (LUTRON SP-9201, Taiwan) เครื่องให้จังหวะการพายเรือ (WAVE – WL-229(w), Taiwan)

2. โปรแกรมการฝึกซ้อม 28 วัน 1 ชุด สำหรับนักกีฬาทั้งสองกลุ่ม

3. สถานที่และช่วงเวลาของการฝึกซ้อม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองฝึกซ้อมบนที่สูง อยู่ที่ อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ มีระดับความสูงประมาณ 1,520 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 20 องศาเซลเซียสต่อปีเป็นพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมพื้นที่ราบ ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300 เมตร บริเวณแม่น้ำปิง เขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

### ผลการวิจัย

ผลการศึกษาจากการทดลองในนักกีฬาเรือพาย ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาของกลุ่มทดลองฝึกซ้อมบนที่สูง ประมาณ 1,520 เมตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเลือดโดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและในช่วง p1 และ p14 พบว่า ค่าตัวแปรของเลือดที่ทำการศึกษาทุกตัว มีค่าเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและในช่วง p7 พบว่า ค่าเฉลี่ยของฮีมาโตคริต (HCT) และ ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดง (RBC) ลดลง ( $2.50 \pm 1.97$  และ  $0.31 \pm 0.19$  ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและในช่วง p1, p7 และ p14 พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังงานแอโรบิก และพลังงานแอนแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ส่วนความสามารถในการพายเรือ พบว่า เวลาในการพายเรือด้านความอดทนเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 2.98, 4.30 และ 9.60

สำหรับด้านความเร็ว พบว่า เวลาในการพายเรือระยะทาง 1,000 เมตร ลดลง (ความเร็วเพิ่มขึ้น) คิดเป็นร้อยละ 7.98, 0.27 และ 6.91 (ตารางที่ 3)

2. การศึกษาของกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมบนที่ราบความสูงประมาณ 300 เมตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเลือดโดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและในช่วง p1 และ p14 พบว่า ค่าตัวแปรของเลือดที่ทำการศึกษาทุกตัว มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและในช่วง p7 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงลดลง ( $0.23 \pm 0.17$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและในช่วง p7 และ p14 พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังงานแอโรบิก และพลังงานแอนแอโรบิก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและในช่วง p1 พบว่า พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังงานแอโรบิกไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยพลังงานแอนแอโรบิก มีค่าเพิ่มขึ้น ( $0.96 \pm 0.36$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ส่วนความสามารถในการพายเรือ พบว่า เวลาในการพายเรือด้านความอดทนเพิ่มขึ้น ในช่วง p1 และ p14 คิดเป็นร้อยละ 1.37 และ 2.75 ตามลำดับ แต่ในช่วง p7 พบว่า เวลาในการพายเรือด้านความอดทนลดลง คิดเป็นร้อยละ 8.93 ด้านความเร็ว พบว่า เวลาในการพายเรือลดลง (ความเร็วเพิ่มขึ้น) ในช่วง p1 และ p14 คิดเป็นร้อยละ 6.30 เท่ากันทั้ง 2 ช่วงเวลา แต่ในช่วง p7 พบว่า เวลาในการพายเรือเพิ่มขึ้น (ความเร็วลดลง) คิดเป็นร้อยละ 0.52 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรในเลือด พลังงานแอโรบิกและพลังงานแอนแอโรบิก ระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและหลังสิ้นสุด

โปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน 7 วัน และ 14 วัน ของกลุ่มทดลองฝึกซ้อมบนที่สูง

| ตัวแปร                                          | Pre<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | p1<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | ค่าเฉลี่ย<br>แตกต่าง<br>รายคู่<br>ระหว่าง<br>Pre – p1<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | p7<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | ค่าเฉลี่ย<br>แตกต่าง<br>รายคู่<br>ระหว่าง<br>Pre – p7<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | p14<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | ค่าเฉลี่ย<br>แตกต่าง<br>รายคู่<br>ระหว่าง<br>Pre – p14<br>$\bar{x}$<br>(±SD) |
|-------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| ฮีมาโตคริต (%)                                  | 44.56<br>(±2.94)          | 44.38<br>(±2.26)         | 0.18<br>(±2.41)                                                             | 42.06<br>(±1.45)         | 2.50 *<br>(±1.97)                                                           | 45.54<br>(±2.61)          | -0.98<br>(±3.08)                                                             |
| ฮีโมโกลบิน (%)                                  | 13.94<br>(±0.95)          | 13.88<br>(±0.76)         | 0.06<br>(±0.70)                                                             | 13.20<br>(±0.51)         | 0.74<br>(±0.71)                                                             | 14.36<br>(±0.77)          | -0.42<br>(±0.86)                                                             |
| เซลล์เม็ดเลือดแดง<br>(10 <sup>12</sup> cells/l) | 5.00<br>(±0.38)           | 5.01<br>(±0.23)          | -0.01<br>(±0.23)                                                            | 4.69<br>(±0.25)          | 0.31 *<br>(±0.19)                                                           | 5.03<br>(±0.14)           | -0.03<br>(±0.31)                                                             |
| อิริโทรโพอิติน<br>(mIU/ml)                      | 12.54<br>(±3.86)          | 19.34<br>(±13.67)        | -6.80<br>(±10.13)                                                           | 15.50<br>(±7.08)         | -2.96<br>(±3.48)                                                            | 16.26<br>(±12.28)         | -3.72<br>(±8.63)                                                             |
| พลังงานแอโรบิก<br>(ml/kg/min)                   | 57.71<br>(±7.00)          | 55.96<br>(±6.34)         | 1.75<br>(±12.70)                                                            | 51.26<br>(±2.78)         | 6.45<br>(±6.67)                                                             | 57.67<br>(±6.06)          | 0.04<br>(±12.88)                                                             |
| พลังงาน<br>แอนแอโรบิก(Watt)                     | 10.77<br>(±0.91)          | 10.97<br>(±0.69)         | -0.20<br>(±0.34)                                                            | 9.96<br>(±1.08)          | 0.81<br>(±1.50)                                                             | 10.45<br>(±1.13)          | 0.32<br>(±1.22)                                                              |

P<0.05

หมายเหตุ pre หมายถึง ก่อนการฝึกซ้อม p1 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน

p7 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 7 วัน

p14 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 14 วัน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรเลือด พลังงานแอโรบิกและพลังงานแอนแอโรบิก ระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและ  
หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน 7 วัน และ 14 วัน ของกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมพื้นที่ราบ

| ตัวแปร            | Pre<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | p1<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | ค่าเฉลี่ยแตกต่าง<br>รายคู่ระหว่าง<br>Pre – p1<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | p7<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | ค่าเฉลี่ยแตกต่าง<br>รายคู่ระหว่าง<br>Pre – p7<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | p14<br>$\bar{x}$<br>(±SD) | ค่าเฉลี่ยแตกต่าง<br>รายคู่ระหว่าง<br>Pre – p14<br>$\bar{x}$<br>(±SD) |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| ฮีมาโตคริต<br>(%) | 44.66<br>(±3.15)          | 44.84<br>(±2.64)         | -0.18<br>(±2.42)                                                    | 44.02<br>(±1.63)         | 0.64<br>(±2.89)                                                     | 45.08<br>(±1.72)          | -0.42<br>(±2.44)                                                     |
| ฮีโมโกลบิน        | 14.12                     | 13.92                    | 0.20                                                                | 13.94                    | 0.18                                                                | 14.44                     | -0.32                                                                |

|                                                 |                  |                  |                    |                  |                   |                  |                    |
|-------------------------------------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| (%)                                             | (±0.91)          | (±0.96)          | (±0.93)            | (±0.60)          | (±0.91)           | (±0.93)          | (±0.70)            |
| เซลล์เม็ดเลือดแดง<br>(10 <sup>12</sup> cells/l) | 5.30<br>(±0.16)  | 5.16<br>(±0.12)  | 0.13<br>(±0.11)    | 5.07<br>(±0.14)  | 0.23 *<br>(±0.17) | 5.28<br>(±0.16)  | 0.01<br>(±0.28)    |
| อิทธิฤทธิ์โพติดิน<br>(mlU/ml)                   | 17.60<br>(±7.10) | 21.92<br>(±7.65) | -4.32<br>(±3.54)   | 18.16<br>(±7.89) | -0.56<br>(±6.35)  | 20.72<br>(±9.18) | -3.12<br>(±7.82)   |
| พลังงานแอโรบิก<br>(ml/kg/min)                   | 45.86<br>(±9.30) | 51.32<br>(±7.18) | -5.46<br>(±6.03)   | 48.72<br>(±6.91) | -2.86<br>(±3.52)  | 57.73<br>(±6.76) | -11.87<br>(±12.28) |
| พลังงาน<br>แอนแอโรบิก(Watt)                     | 9.81<br>(±0.35)  | 10.77<br>(±0.44) | -0.96 *<br>(±0.36) | 9.96<br>(±0.71)  | -0.15<br>(±0.67)  | 10.29<br>(±1.05) | -0.48<br>(±1.08)   |

P<0.05

หมายเหตุ pre หมายถึง ก่อนการฝึกซ้อม

p1 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน

p7 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 7 วัน

p14 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 14 วัน

ตารางที่ 3 เวลาของความสามารถในการพายเรือด้านความเร็วและความอดทนของกลุ่มทดลองซึ่งฝึกซ้อม

บนที่สูงระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน 7 วัน

และ14 วัน

| ตัวแปร               | pre | p1  | ค่าความแตกต่าง<br>ระหว่าง pre – p1 | p7  | ค่าความแตกต่าง<br>ระหว่าง pre – p7 | p14 | ค่าความแตกต่าง<br>ระหว่าง pre – p14 |
|----------------------|-----|-----|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|-------------------------------------|
| ความเร็ว<br>(วินาที) | 376 | 346 | 30<br>(7.98%)                      | 375 | 1<br>(0.27%)                       | 350 | 26<br>(6.91%)                       |
| ความอดทน<br>(วินาที) | 302 | 311 | 9<br>(2.98%)                       | 315 | 13<br>(4.30%)                      | 331 | 29<br>(9.60%)                       |

หมายเหตุ pre หมายถึง ก่อนการฝึกซ้อม

p1 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน

p7 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 7 วัน

p14 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 14 วัน

ตารางที่ 4 เวลาของความสามารถในการพายเรือด้านความเร็วและด้านความอดทนของกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมพื้นที่ราบ

ระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน 7 วัน และ 14 วัน

| ตัวแปร               | pre | p1  | ค่าความแตกต่าง<br>ระหว่าง pre – p1 | p7  | ค่าความแตกต่าง<br>ระหว่าง pre – p7 | p14 | ค่าความแตกต่าง<br>ระหว่าง pre – p14 |
|----------------------|-----|-----|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|-------------------------------------|
| ความเร็ว<br>(วินาที) | 381 | 357 | 24<br>(6.30%)                      | 383 | 2<br>(0.52%)                       | 357 | 24<br>(6.30%)                       |
| ความอดทน<br>(วินาที) | 291 | 295 | 4<br>(1.37%)                       | 265 | 26<br>(8.93%)                      | 299 | 8<br>(2.75%)                        |

หมายเหตุ pre หมายถึง ก่อนการฝึกซ้อม

p1 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 1 วัน

p7 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 7 วัน

p14 หมายถึง หลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 14 วัน

## บทวิจารณ์

### ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเลือด

การเปรียบเทียบระหว่างช่วงก่อนการฝึกซ้อมและในช่วง p1 พบว่ากลุ่มฝึกซ้อมบนที่สูง มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน เซลล์เม็ดเลือดแดง และฮอริโมนอิริทโทรโพอิติน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับก่อนการฝึกซ้อม แสดงว่าการอยู่และฝึกบนที่สูงประมาณ 1520 เมตร เป็นเวลา 28 วัน ไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นให้ร่างกายสร้างฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน และเซลล์เม็ดเลือดแดงให้เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณฮอริโมน อิริทโทรโพอิติน จะเพิ่มขึ้นจากก่อนการฝึกซ้อมก็ตาม ซึ่งอาจสรุปได้ว่าการทดลองนี้ ปริมาณฮอริโมน อิริทโทรโพอิตินที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความสัมพันธ์ กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโตคริต ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Dehnert <sup>6</sup> และชัยสิทธิ์ ภาวิลาส <sup>9</sup> ที่ได้ทำการศึกษาพบว่า เมื่อฮอริโมนอิริทโทรโพอิตินมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณฮีโมโกลบิน ไม่เปลี่ยนแปลง

การเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกและในช่วง p7 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฮีมาโตคริต และปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดง ลดลง ( $2.5 \pm 1.97$  และ  $0.31 \pm 0.19$  ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุจากการฝึกซ้อม เพราะตามโปรแกรมการฝึกซ้อมซึ่งมีความหนักสูงถึง 85 % ของ MHR หรือของ Max.speed การวิ่งเป็นระยะทางไกลไปตามพื้นที่สูงและต่ำตามเชิงเขา(แบบแอโรบิก) และการฝึกโดยใช้น้ำหนัก การฝึกแบบแอนแอโรบิกโดยการวิ่งแบบหนักสลับเบาร่างกายอาจมีการสึกหรอมากหรือค่อนข้างเร็ว อาจทำให้ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงถูกทำลายมากจากการใช้งานอย่างหนัก ซึ่ง Smith<sup>10</sup> ได้อธิบายว่าการฝึกด้านความอดทนในนักกีฬาอาจเป็นสาเหตุให้เซลล์เม็ดเลือดแดงถูกทำลายและลดลงได้ และ Telford<sup>11</sup> ได้

ศึกษาพบว่าการวิ่งเป็นสาเหตุหลักทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย(แตก) ซึ่งภายหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมแล้ว 7 วัน น่าจะเป็นช่วงที่ไขกระดูกพยายามสร้างเม็ดเลือดแดงทดแทน แต่ยังไม่สามารถสร้างทดแทนได้จนถึงระดับปกติ

การเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึก พบว่าค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในเลือดทุกตัวในช่วง p14 มีค่าเพิ่มสูงขึ้น แม้ว่ายังเพิ่มขึ้นไม่ถึงระดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในกรณีนี้ Bompa<sup>12</sup> ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าการฝึกซ้อมบนที่สูงหลังจากลงมาอยู่ที่ต่ำกว่าแล้วจะต้องมีการพักเพื่อรอการปรับตัวของนักกีฬา ซึ่งจะใช้เวลาไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับแต่ละคน แต่โดยทั่วไปช่วงพัก(recovery) ควรจะเป็น 1-2 สัปดาห์ เป็นอย่างน้อย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของงานวิจัยนี้ที่พบว่า เมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 14 วัน ค่าตัวแปรในเลือดปรับตัวสูงขึ้น และจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าหลังจากการหยุดฝึกบนที่สูงแล้ว ฮอร์โมนอิทธิโทรโพอิตินจะคงอยู่ได้เป็นเวลานานเท่าไร

สำหรับกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมพื้นที่ราบ พบว่า ปริมาณฮีมาโตคริต ปริมาณฮีโมโกลบิน และปริมาณฮอร์โมนอิทธิโทรโพอิติน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกซ้อมและช่วง p1 และ p14 แต่ระหว่างช่วงก่อนการฝึกซ้อมและช่วง p7 พบว่า RBC ลดลง ( $0.23 \pm 0.17$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งน่าจะมาจากสาเหตุดังกล่าวแล้วข้างต้น

### ผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านพลังงาน

ในกลุ่มทดลองฝึกซ้อมบนที่สูงค่าพลังงานแอโรบิกและแอนแอโรบิกไม่แตกต่างกันทางสถิติกับก่อนการฝึกซ้อม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางเลือดข้างต้น ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบินและสอดคล้องกับการศึกษาของ Mizuno<sup>13</sup> ที่พบว่า การฝึกซ้อมเป็นเวลา 14 วัน ที่ระดับความสูงประมาณ 2100-2700 เมตร ไม่ทำให้ค่าของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุที่เมื่อคนขึ้นไปอยู่บนที่สูงร่างกายจะขาดน้ำ เนื่องจากอากาศเย็นและแห้ง<sup>14</sup> ซึ่งทำให้มีผลกระทบต่อการอยู่และฝึกบนที่สูงและเป็นสาเหตุให้ร่างกายไม่สามารถพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดหรือศักยภาพด้านความอดทนได้เมื่อกลับลงมาที่ระดับน้ำทะเล

สำหรับกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมพื้นที่ราบค่าเฉลี่ยพลังงานแอโรบิกไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกซ้อมกับช่วง p1, p7 และ p14 แต่พลังงานแอนแอโรบิกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกซ้อมกับช่วง p1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น( $0.96 \pm 0.36$ ) และแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจจะเกิดจากโปรแกรมการฝึกซ้อมที่นักกีฬาสามารถฝึกได้หนักเท่าที่ต้องการ เนื่องจากเป็นการฝึกซ้อมพื้นที่ราบทำให้ไม่เกิดการขัดขวางของการขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อขณะทำงานหรือมีปริมาณออกซิเจนถูกส่งไปยังกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอ<sup>15</sup> แต่อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลา 7 วันแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยพลังงานแอนแอโรบิกกลับลดลง( $0.80 \pm 0.56$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากนักกีฬายุ่งพักการฝึกซ้อมและไม่ได้ร่วมกิจกรรมทางการฝึกซ้อมใดๆ สำหรับในช่วงอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกซ้อมมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

### ผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านความสามารถ(Performance) ของการพายเรือ

ด้านความสามารถการพายเรือนักกีฬากลุ่มทดลองฝึกบนที่สูงและกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมพื้นที่ราบทั้ง 2 กลุ่ม มีความอดทนเพิ่มขึ้นหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึกซ้อมแล้ว 1 วัน คิดเป็น 2.98% และ 1.37% ตามลำดับ และสามารถทำความเร็วในการพายเรือได้ดีขึ้น 7.98% และ 6.30% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกซ้อม ซึ่งผลการทดสอบด้านความสามารถของการพายเรือที่ดีขึ้นนี้อาจเนื่องมาจากผลของโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ทำให้เกิดการพัฒนาด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นและกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดอยู่และฝึกซ้อมด้วยกันตลอดช่วงการฝึกซ้อมซึ่งอาจมีผลทางด้านจิตใจทำให้มีความสัมพันธ์ในทีมดีขึ้นซึ่งอาจเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการความพร้อมเพรียงของการใช้ทักษะซึ่งอาจช่วยในการพัฒนาความเร็วของการพายเรือได้

## สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนสนับสนุนว่า ผลการฝึกซ้อมบนที่สูงประมาณ 1,520 เมตร เป็นเวลา 28 วัน ส่งผลทำให้ปริมาณฮีมาโตคริต ปริมาณฮีโมโกลมิน ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น และไม่ส่งผลทำให้ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านการพัฒนาระบบพลังงานแอโรบิกและพลังงานแอนแอโรบิก แต่ทำให้ความสามารถในการพ่ายเรือพัฒนาขึ้นที่ระดับพื้นที่ต่ำกว่าในนักกีฬาที่ได้รับการฝึก

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.นพ.กฤษฎา บานชื่น ดร.นพ.เกษม ไข่มุกด์ นพ.วิชัย จุลวนิชย์พงษ์ ที่ให้คำแนะนำ ในการดำเนินการวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

1. Nolte V. Rowing Faster. United state: Human Kinetics. 2005.
2. Wilber RL. Altitude Training and Athletic performance. United States: Human Kinetics. 2004.
3. Wikipedia. Effect of high altitude on humans, 2011; Retrieved May,7,2011  
Web site:[http://en.wikipedia.org/wiki/Effects\\_of\\_high\\_altitude\\_on\\_humans](http://en.wikipedia.org/wiki/Effects_of_high_altitude_on_humans)
4. Fox EL, Mathews DK. The physiological Basis of Physical Education and Athletics (3<sup>rd</sup> ed.). Tokyo: Saunders College Publishing. 1981.
5. Roels B, Hellard P, Schmitt L, Robach P. Is it more effective for highly trained swimmers to live and train at 1200 m than at 1850 m in terms of performance. 2006.  
from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16431991>
6. Dehnert C, Hutler M, Liu Y, Menold E, Netzer C, Schick R. Erythropoietin and performance after 2 weeks of living high and train low of triathlon. 2002. Retrived Sptember 6, 2006,  
from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12439771>
7. กองวิทยาศาสตร์การกีฬา, ฝ่าย. การทดสอบความสมรรถภาพทางกายนักกีฬา. การกีฬาแห่งประเทศไทย; 2542.
8. Manly BFJ. Multivariate statistic methods: a primer, 3<sup>rd</sup> ed. London: Chapman&Hall/CRC; 2006.
9. ชัยสิทธิ์ ภาวิไลและคณะ. ผลของการฝึกซ้อมบนดอยอินทนนท์ต่อความสมรรถภาพของนักวิ่งระยะไกลทีมชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. งานวิจัย. กรุงเทพฯ: การกีฬาแห่งประเทศไทย; 2544.
10. Smith J A. Exercise training and red blood cell turnover. Journal of sport medicine, 1995; 19(1).9-31.  
Retrieved March 8,2012 from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7740249>
11. Telford RD, Sly GJ, Hahn AG, Cunningham RB, Bryant C, Smith JA. Foot strike is the major cause of hemolysis during running. *Journal of Applied Physiology*, 2003; 94(1),  
Retrieved March 10,2012 from [www.jappp.org](http://www.jappp.org)
12. Bompa TO. Periodization (4<sup>th</sup>ed). United state: Human Kinetic. 1999.
13. Mizuno M, Juel C, Bro-Rasmussen T, Mygind E, Schibye B, Rasmussen B, Saltin B. Limb skeletal muscle adaptations in athletes after training at altitude. *Journal of Applied Physiology*, 1990; 68, 496-502.

14. ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ธรรมมลการพิมพ์; 2536.

15. Sports fitness advisor. Acclimatization To Altitude. 2007; Retrieved January 10, 2012, from <http://sport-fitness-advisor.com/acclimatization>

Sports and Exercise Physiology

(Original article)

สรีรวิทยาการออกกำลังกายและการกีฬา

(นิพนธ์ต้นฉบับ)

## EFFECTS OF ALTITUDE TRAINING ON AEROBIC, ANAEROBIC FITNESS AND PERFORMANCE OF ROWERS AT 300 METERS ABOVE MEAN SEA LEVEL

Somchai KUNSOPID<sup>1</sup> Pratoom MUONGMEE<sup>2</sup> and Kidakan SAITANU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Physical Education, Chiang Mai Campus, Sriphum, Muang, Chiang Mai 50200

<sup>2</sup> Faculty of Sport Science, Burapha University and <sup>3</sup> Faculty of Science, Burapha University

---

### ABSTRACT

The purposes of this research were to study the effects of living and training at altitude of 1,520 meters above sea level for 28 days, on aerobic, anaerobic capacity and performance of rowers at 300 meters above sea level after cessation of training for 1, 7, and 14 days. The subjects were 10 male rowers of Institute of Chiangmai Physical Education. Hematological and physiological characteristics, including hematocrit, hemoglobin, red blood cell, erythropoietin hormone, aerobic and anaerobic capacity, were tested. The subjects were divided into 2 groups by simple random sampling: group 1 was assigned to live and train at altitude of 1,520 meters at Doi-Inthanon National Park and group 2 was assigned to live and train at 300 meters above sea level at Ping River and Institute Physical Education, Chiangmai Province. Hotelling's  $T^2$  test was done and found no statistical significant result between Group 1 and Group 2 in hematological and physiological parameters. After testing and collecting the data of performance in endurance and speed of rowing, each group participated in training program, including interval training, weight training, aerobic exercise by running, which had been conducted by staff coaches. It took 3-4 hours each day and 6

days a week. On Sunday, there is additional training of rowing skill practice for 1-2 hours. After cessation of training program for 28 days, each group was repeatedly tested for the same protocol on the p1, p7 and p14. The data were analyzed by comparing pre-training data to the data on the p1, p7 and p14, using paired t-test. Compared to the pre-training data, the hematocrit and numbers of red blood cells in Group 1 decreased significantly on p7 ( $p < 0.05$ ) but no significant difference on p1 and p14. As for  $VO_2$  max and anaerobic capacity, there was no significant difference on all testing times. As performance, endurance time of rowing increased 2.98%, 4.30% and 9.60% and also rowing speed time decreased 7.98%, 0.27% and 6.91% on the p1, p7 and p14 respectively.

The results of Group 2 showed that numbers of red blood cells decreased significantly on the p7 ( $5.07 \pm 0.14$ ) when compared to pre-training value ( $5.30 \pm 0.16$ ). There were no significant differences on values of hematocrit, hemoglobin and erythropoietin hormone in all testing times. Anaerobic capacity on the p1 increased significantly as compared to pre-training value.  $VO_2$  max values were not different significantly on all testing times. As performance, endurance times of rowing on the p1 and p14 increased but on p7 decreased as compared to the pre-training value and also rowing speed time on p1 and p14 decreased but on the p7 increased as compared to the pre-training value. It concluded from the existing data that training program at altitude of 1,520 meters for 28 days did not change anaerobic capacity, aerobic energy system, and hematological parameters but could improve performance of trained rowers at lower altitude.

(Journal of Sports Science and Technology, 2012; (1); 75 - 87)

**KEYWORD:** ALTITUDE/ ALTITUDE AT 300 METERS ABOVE MEAN SEA LEVAL/ ROWING PERFORMANCE