

ผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักสูงเหนือจุดสูงสุดที่มีต่อมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อในนักกีฬาวิ่งระยะยาว

ประสิทธิ์ ปัทม และ อัจฉริยะ เอนก
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา ที่มีต่อมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬา มีจำนวน 45 คน คือ กลุ่มควบคุม (CON) กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) โดยกลุ่ม SIT ปั่นจักรยานวัดงาน (Ergometry) ที่ความหนักของโหลด 170% ณ จุดที่มีการใช้ออกซิเจนสูงสุด 30 วินาที และมีช่วงพักระหว่างชุด 30 วินาที ฝึกสลับกันไปเรื่อย ๆ จนครบ 10 นาที และกลุ่ม SSIT ฝึกการออกกำลังกายหนักสลับพัก จำนวน 10 ท่า โดยฝึก 30 วินาทีต่อท่า มีช่วงพักระหว่างท่า 30 วินาที ทำการฝึกจนกระทั่งครบ 10 ท่า ทั้งสองโปรแกรมได้มีการออกแบบให้มีการใช้พลังงานและช่วงเวลาการฝึกที่เท่ากัน ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุม (CON) เป็นกลุ่มนักกีฬาที่ไม่ได้รับโปรแกรมการฝึกเพิ่มเติมจากผู้วิจัย ทดสอบมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อโดยใช้ Dual-energy x-ray absorptiometry ทั้งก่อนการฝึกและหลังการฝึก

ผลการวิจัย ค่าเฉลี่ยมวลของไขมันที่ขาซ้ายและขาขวาลดลงทั้งในกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นในกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON) ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อที่ลำตัวและแขนระหว่างทั้ง 3 กลุ่ม

สรุปผลการวิจัย การฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา ส่งผลต่อการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อขา และลดมวลไขมันที่บริเวณขา

คำสำคัญ: มวลไขมัน/มวลกล้ามเนื้อ/การฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด

THE EFFECTS OF SUPRAMAXIMAL HIGH-INTENSITY INTERMITTENT TRAINING ON FAT MASS AND LEAN MASS IN YOUNG MALE ATHLETES

Prasit Peepathum and Achariya Anek

Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

Abstract

Purpose The purpose of this research was to study and compare the effect of supramaximal high-intensity intermittent training (SIT) and specific-sports supramaximal high-intensity intermittent training (SSIT) on fat mass and lean mass in young athletes.

Methods Forty-five young male athletes were randomly allocated to control (CON), SIT, and SSIT groups. The SIT program consisted of 10 sets of 30 s of cycle ergometry at 170% of VO_2 max alternated with 30 s of resting periods. The SSIT program consisted of 10 training postures of 30 s alternated with 30 s of resting periods. Both programs were designed to yield the same energy expenditure and training session. The SIT and the SSIT underwent training program 3 times per week for 10 weeks. The control group (CON) was a group of athletes who did not receive any additional training

programs. Dual-energy x-ray absorptiometry was used to measure fat mass and lean mass as compare to pre-post test.

Results Mean values of leg fat mass were significantly decrease ($P < 0.05$) in both SIT and SSIT as compared to pre-test and CON group, whereas mean values of leg lean mass were significantly increased ($P < 0.05$) in both SIT and SSIT as compared to pre-test and CON group. There were no differences between three groups (SIT, SSIT, and CON) in mean values of fat mass and lean mass at trunk and arms pre-and post-test.

Conclusion Both SIT and SSIT programs have a similar effect on increasing of leg lean mass and decreasing of leg fat mass.

Key Words: Fat mass / Lean mass / Supramaximal high-intensity Intermittent Training

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแข่งขันกีฬาในยุคปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับว่าการที่จะประสบความสำเร็จหรือเป็นผู้ชนะเลิศในการแข่งขันกีฬาในรายการนั้น ๆ นักกีฬาจะต้องได้รับการฝึกทางด้านร่างกาย ทางด้านเทคนิค ทักษะและเทคนิคที่สำคัญ รวมทั้งด้านสภาพจิตใจที่ดี ดังนั้นผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการฝึกสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาเพื่อนำไปพัฒนาศักยภาพในการเคลื่อนไหวและทักษะทางการกีฬา ตลอดจนรักษาระดับความสามารถสูงสุดในช่วงที่มีการแข่งขัน

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ สมรรถภาพทางกายทั่ว ๆ ไป (General fitness) และสมรรถภาพทางกายเฉพาะประเภทกีฬา (Specific fitness) สมรรถภาพทางกายดังกล่าวถือว่ามีความสำคัญในการแข่งขันกีฬา สมรรถภาพทางกายทั่ว ๆ ไป (General fitness) เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยสนับสนุนให้ปฏิบัติทักษะกีฬาและการเคลื่อนไหวในแต่ละชนิดกีฬาเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนสมรรถภาพทางกายเฉพาะประเภทกีฬา (Specific fitness) เป็นสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับกีฬานั้น ๆ ซึ่งนักกีฬาสามารถแสดงออกถึงความสามารถได้อย่างเหมาะสม สำหรับสมรรถภาพทางกายทั่วไป (General fitness) ได้แก่ ความแข็งแรง ความอ่อนตัว ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด และองค์ประกอบของร่างกาย (Krabuanrat, 2014)

องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) คือ สัดส่วนของร่างกาย ซึ่งร่างกายประกอบด้วยส่วนของกระดูก กล้ามเนื้อ และไขมัน ซึ่งถือว่าเป็นสมรรถภาพทางกายทั่ว ๆ ไป ที่สำคัญ นักกีฬาที่มีสัดส่วนร่างกายที่เหมาะสม กล่าวคือ มีมวลกล้ามเนื้อมากกว่ามวลไขมัน จะแสดงความสามารถหรือรักษาระดับ

การฝึกซ้อมได้ดีกว่าคนที่มวลไขมันมากกว่า ดังนั้นกิจกรรมและรูปแบบการฝึกซ้อมสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) ทั้ง 2 ประเภทหลัก ๆ ที่กล่าวมาจึงมีความสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและการแสดงความสามารถของนักกีฬา โดยที่การฝึกสมรรถภาพทางการกีฬานั้นมีรูปแบบการฝึกที่หลากหลาย ได้แก่ ความแข็งแรง (Strength) พลัง (Power) การฝึกความเร็ว (Speed) ความแคล่วคล่องว่องไว (Agility) ความอดทนต่อระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Cardiovascular fitness) และสมรรถภาพในด้านแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) สมรรถนะเหล่านี้ล้วนมีความจำเป็นในการฝึกในนักกีฬา เพราะอาจชี้ขาดผลแพ้หรือชนะในเกมการแข่งขันที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามรูปแบบการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะนั้นมีหลากหลายประเภท บางประเภทครอบคลุมเฉพาะสมรรถนะบางด้าน บางประเภทอาจจะครอบคลุมหลายสมรรถนะ ดังนั้นจึงเป็นความท้าทายในการออกแบบโปรแกรมการฝึกในกีฬาว่า หากมีรูปแบบการฝึกแบบจำนวนชุดการฝึกน้อยที่สามารถครอบคลุมสมรรถนะทางกีฬาในหลาย ๆ ด้าน โดยจะเป็นผลดีให้นักกีฬาใช้เวลาที่จำกัดในการเตรียมตัวในการแข่งขันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้ยังเป็นการลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากภาวะการฝึกเกิน (Overtraining) ของการฝึกในหลาย ๆ รูปแบบได้ (Foster, 1998)

การฝึกแอโรบิกแบบหนักสลับเบาหรือหนักสลับพักถูกนำมาใช้ในการฝึกการกีฬาประเภทปะทะเพื่อเพิ่มสมรรถนะทางแอโรบิกและแอนแอโรบิก (Bravo et al., 2008, Boutcher et al., 2011) การฝึกแอโรบิกประเภทนี้จะใช้เวลาการฝึกน้อยกว่าการฝึกแอโรบิกแบบทั่วๆไป โปรแกรมการฝึกแอโรบิกแบบหนักสลับเบาได้รับการพิสูจน์ว่าให้ผลที่ดีกว่าการฝึกแอโรบิกทั่วไปในด้านความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Tjonna et al., 2008) โปรแกรมการฝึกนี้

ในนักกีฬาส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นเพื่อเสริมสร้างความทนทานความสามารถในการทนต่อกรดแลคติก (Mitranun et al., 2014, Trapp et al., 2008) โดยโปรแกรมการฝึกใช้เวลาโดยรวมในช่วงตั้งแต่ 25-40 นาที มีรายงานการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (Supramaximal high-intensity intermittent) โดยเป็นการฝึกบนจักรยานวัดงาน (Ergometry) ที่ความหนักของโหลด 100% 130% และ 170% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจำนวน 8 ชุดการฝึก ชุดการฝึกที่ช่วงความหนักสูงใช้เวลา 20 วินาที และมีช่วงพักระหว่างชุด 10 วินาที โดยใช้เวลารวมประมาณ 10 นาที ผลการทดลองพบว่า ผลระยะฉับพลัน (Acute effects) ในกลุ่มเด็กอ้วนมีการใช้พลังงานมากกว่าในกลุ่มเด็กรูปร่างปกติจากการฝึกทั้ง 3 รูปแบบ และการฝึกที่ความหนัก 170% เท่านั้นที่มีค่าการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งกลุ่มเด็กอ้วนและเด็กรูปร่างปกติ (Chuensiri et al., 2015) รายงานนี้มีความน่าสนใจในแง่ที่ว่าใช้ระยะเวลาที่สั้นกว่าการฝึกแอโรบิกแบบหนักสลับเบาที่ผ่านมา จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะประยุกต์การฝึกดังกล่าวเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักกีฬา โดยแทรกโปรแกรมการฝึกดังกล่าวเข้าไปในการฝึกซ้อมที่เป็นโปรแกรมปกติ ซึ่งใช้เวลาการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งไม่เกิน 20 นาที ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่ออาการฝึกซ้อมตามโปรแกรมของนักกีฬานอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยได้ศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดในสตรีเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าภายหลังจากการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกิจกรรมการทำงานของกล้ามเนื้อได้ อาทิเช่น คามัสเซลล์ ไมโทคอนเดรียล เบต้า ไฮดรอกซีแอซิด โคเอ (Muscle mitochondrial β -hydroxyacyl-CoA) มีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งแตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Talanian.,

2007) จากความสำคัญของผลการศึกษาที่พบว่าการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพกิจกรรมการทำงานของกล้ามเนื้อในสตรีได้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยนี้ว่าการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดจะส่งผลอย่างไรต่อองค์ประกอบในร่างกายนักกีฬา ทั้งปริมาณไขมัน และมวลของกล้ามเนื้อ ในนักกีฬา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดโดยการปั่นจักรยาน และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา โดยออกแบบท่าทางการฝึกที่มีความสอดคล้องกับทักษะการกีฬา ซึ่งท่าทางการฝึกที่สอดคล้องกับกีฬา มีความเร็วในการเคลื่อนที่ในการออกกำลังกายเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งส่งผลต่อองค์ประกอบในร่างกายนักกีฬา ทั้งปริมาณไขมัน และมวลของกล้ามเนื้อในนักกีฬา

แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาค้นคว้าของการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดโดยการปั่นจักรยาน และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา โดยออกแบบท่าทางการฝึกที่มีความสอดคล้องกับทักษะการกีฬา ในประเทศไทยนั้นยังไม่มีหลักฐานปรากฏที่แน่ชัดอยู่ในปัจจุบัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบโปรแกรมการฝึกที่ใช้เวลา ค่าพลังงาน และการใช้ออกซิเจนสูงสุดเทียบเคียงกับการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดโดยการปั่นจักรยาน และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา โดยออกแบบท่าทางการฝึกที่มีความสอดคล้องกับทักษะการกีฬา โดยผู้วิจัยต้องการตรวจสอบผลที่เปลี่ยนแปลงในด้านองค์ประกอบของร่างกาย คือ มวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ให้นักกีฬาได้

โปรแกรมการฝึกที่ใช้ระยะเวลาสั้น และเป็นประโยชน์ในการเตรียมตัวของนักกีฬาก่อนการแข่งขันได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดที่มีต่อมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อ
2. เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาที่มีต่อมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา ที่มีต่อมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และเป็นนักกีฬาที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันในระดับกีฬามหาวิทยาลัย มีอายุระหว่าง 18-22 ปี ประกอบด้วย นักกีฬาฟุตบอล จำนวน 15 คน นักกีฬาฟุตซอล จำนวน 15 คน และนักกีฬารักบี้ จำนวน 15 คน รวมทั้งสิ้น 45 คน กลุ่มตัวอย่างมีสุขภาพที่แข็งแรง ไม่สูบบุหรี่ มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในช่วง 18.5-24.9 ไม่มีกิจกรรมการออกกำลังกาย 5-6 วันต่อสัปดาห์ การวิจัยในครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research design) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จาก

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง : SWUEC/E-224/2559 ลงวันที่ 15 กันยายน 2559

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬาที่เคยเข้าแข่งขันในระดับกีฬามหาวิทยาลัย มีอายุระหว่าง 18-22 ปี ซึ่งเป็นนักกีฬาฟุตบอล หรือ นักกีฬาฟุตซอล หรือ นักกีฬารักบี้
2. ทำการสุ่มโดยแบ่งตามชนิดกีฬา เพื่อตัดตัวแปรแทรกซ้อน (Confounding variable) ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง โดยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)
3. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Informed Consent) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ได้แก่
 - 3.1 กลุ่มควบคุม (Control group; CON)
 - 3.2 กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (Supramaximal high-intensity Intermittent Training group; SIT)
 - 3.3 กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (Specific-sports supramaximal high-intensity intermittent training group; SSIT)

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. เข้าร่วมการออกกำลังกายน้อยกว่า 80% ของช่วงระยะเวลาการฝึกสำหรับในกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึก
3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การทดสอบก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการนัดทดสอบสมรรถภาพร่างกายก่อนการฝึกโปรแกรม โดยบันทึกส่วนสูง (Height) น้ำหนัก (Weight) วัดส่วนประกอบของร่างกายประกอบด้วยมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อ (DEXA, Hologic Inc, USA) และประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen consumption, VO_2 max)

ในการทดสอบหาการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 peak) กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนการฝึกโปรแกรมอย่างน้อย 7 วันโดยการปั่นจักรยานวัดงานรุ่น 894 (Monark, Vansbro, Sweden) โดยผู้ทดสอบทำการปั่นจักรยานด้วยการอบอุ่นร่างกาย 5 นาทีที่ความหนัก 50 วัตต์ หลังจากนั้นเพิ่มความหนักเป็น 100 วัตต์ หลังจากนั้นค่อย ๆ เพิ่มความหนัก 50 วัตต์ ทุก ๆ 2 นาที จนผู้ทดสอบไม่สามารถทำการทดสอบต่อไปได้ ทั้งนี้ผู้ทดสอบต้องคงความเร็วในการปั่นอยู่ที่ 70-90 รอบต่อนาที การทดสอบจะหยุดลงเมื่อกกลุ่มตัวอย่างทำความเร็วต่ำกว่า 70 รอบต่อนาที เกิน 30 วินาที ในขณะที่ทดสอบทำการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 peak) ด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas Analyzer System) และวัดอัตราเต้นของหัวใจด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Polar Team 2 Pro, Polar Electro Inc., Success, NY, USA)

2. กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกาย

2.1 กลุ่มตัวอย่าง ทำการฝึกโปรแกรมตามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) และกลุ่มควบคุม (CON) โดยได้รับการฝึกภายใต้โปรแกรมต่างๆ เป็นเวลา 20 นาทีต่อวัน

กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกตามโปรแกรม 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เริ่มช่วงเวลาประมาณ 16:40-17:00 น. รวมระยะเวลาการฝึก 10 สัปดาห์ โดยกลุ่ม SIT และ กลุ่ม SSIT กำหนดให้การฝึกในแต่ละครั้งมีการใช้พลังงาน/ออกซิเจน และระยะเวลาในการฝึกเท่ากัน ทำโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer system) (Oxycon Mobile. Jaeger®, CarFusion GmbH, Hoechberg, Germany) ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าการฝึกของกลุ่มตัวอย่าง ได้ฝึกตามความหนักและอัตราการเต้นของชีพจรของตนเอง โดยผู้วิจัยจะมีการตรวจสอบการใช้ออกซิเจนในการฝึกโปรแกรมทั้งสองแบบ ทุก ๆ 2 สัปดาห์

2.2 กลุ่มการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (Supramaximal high-intensity intermittent training group; SIT) จำนวน 15 คน เป็นกลุ่มที่ฝึกโดยใช้จักรยานวัดงาน รุ่น 894 (Monark, Vansbro, Sweden) เริ่มต้นที่กลุ่มตัวอย่างต้องมีการอบอุ่นร่างกายที่ 50% ของการจับปริมาณออกซิเจนสูงสุด 5 นาที (VO_2 max) จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทำการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 170% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นเวลา 30 วินาที และมีช่วงพักระหว่างชุด 30 วินาที ฝึกสลับกันไปเรื่อย ๆ จนครบ 10 นาที หลังจากนั้นทำการอบอุ่นร่างกายหลังปั่นจักรยานต่ออีก 5 นาที รวมระยะเวลาการออกกำลังกายทั้งหมดเป็นเวลา 20 นาทีและมีอัตราการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption) เท่ากับ 28.5 ± 0.6 ลิตร (L)

2.3 กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (Specific-sports supramaximal high-intensity intermittent training group; SSIT) จำนวน 15 คน กลุ่ม SSIT ทำการอบอุ่นร่างกายที่ 50% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เป็นเวลา 5 นาที

โดยการวิ่ง (Jogging) จากนั้นฝึกการออกกำลังกายหนักสลับเบา (Interval training) จำนวน 10 ท่า โดยฝึกท่าละ 30 วินาที มีช่วงพักระหว่างท่า 30 วินาที ทำการฝึกจนกระทั่งครบ 10 ท่า ทำการอบอุ่นร่างกายภายหลังการฝึกเป็นเวลา 5 นาที ขณะที่ผู้ฝึกทำการฝึกต้องมั่นใจว่ามีค่าความหนักและเหนื่อยสูงสุดโดยรวมมีระยะเวลาการฝึก 20 นาทีและมีปริมาณการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption) เท่ากับ 28.1 ± 0.1 ลิตร (L) โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบามีจำนวนทั้งหมด 10 ท่า ได้แก่ ก้าวขาเดียวสลับไปหน้า-หลังด้วยเมดิซีนบอล (Leg lunge with medicine ball), กระโดดเท้าคู่ด้วยเมดิซีนบอล (Squat Jump with Medicine Ball), กระโดดสูงร่วมกับวิดพื้น (Burpee), วิ่งอ้อมกรวยยาง 3 กรวย (Three-cone agility), กระโดดเท้าคู่หมุนตัวด้วยเมดิซีนบอล (Jump squat twist with medicine ball), กระโดดเท้าคู่ไปทางด้านข้าง (Side jump), ก้าวขาเดียวสลับไปหน้า-หลังพร้อมบิดลำตัวด้วยเมดิซีนบอล (Lunge twist with medicine ball), กระโดดสูงลงจากกล่อง (Depth Jump), กระโดดเข่าชิดอก (Knee truck jump) และตารางเก้าช่องรูปตัวเอ็กซ์ (Pattern X of 9 square Table)

2.4 ส่วนกลุ่มควบคุม (Control group; CON) จำนวน 15 คน เป็นกลุ่มนักกีฬาที่ไม่ได้รับโปรแกรมการฝึกเพิ่มเติมจากผู้วิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน (Standard deviation) น้ำหนัก ส่วนสูง ส่วนประกอบของร่างกายประกอบด้วยมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของส่วนประกอบของร่างกาย ประกอบด้วยมวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ ก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของส่วนประกอบของร่างกาย ประกอบด้วยมวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ ก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวกันแบบวัดซ้ำแบบสองมิติ (Two-way Analysis of Variance with Repeated Measures)

4. เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ย มวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ ของกลุ่มตัวอย่างจากการวัดซ้ำในแต่ละครั้ง โดยใช้วิธีของตุกี (Tukey's)

5. กำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) และกลุ่มควบคุม (CON) ซึ่งค่าที่แสดงในตารางที่ 1 คือ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

	SIT	SSIT	CON
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (n)	15	15	15
อายุ (ปี)	20.2±0.9	20.6±1.0	20.5±1.0
ส่วนสูง(เซนติเมตร)	173.3±6.4	175.3±5.9	175.5±5.8
น้ำหนัก(กิโลกรัม)	68.5±8.4	70.1±8.0	67.4±10.4
ดัชนีมวลกาย	22.8±2.9	22.7±1.6	21.8±2.0
สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที่/กก.)	47.9±4.7	47.2±4.3	45.0±5.1

SIT = กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด

SSIT = กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา

CON = กลุ่มควบคุม

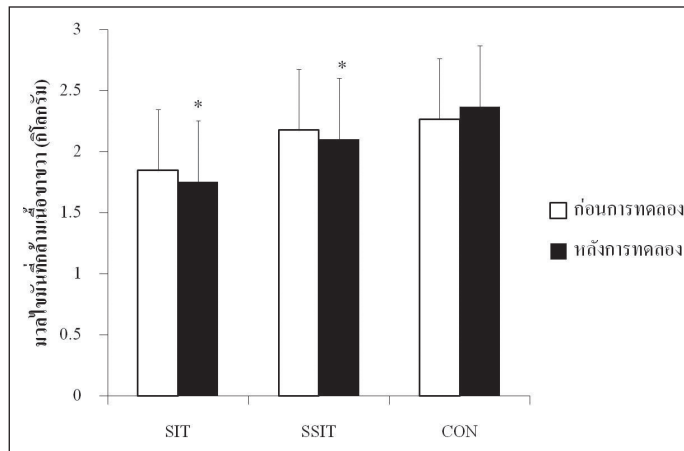
ตารางที่ 2 พบว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) มีค่าเฉลี่ยมวลของไขมัน (Leg Fat) ที่ขาซ้ายและขาขวาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อขา (Legs Lean) เพิ่มขึ้นในกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา

(SSIT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%Body Fat) กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON) ไม่พบความแตกต่างของมวลไขมัน (Fat Mass) และมวลกล้ามเนื้อ (Lean Mass) ที่บริเวณแขน (Arms) และลำตัว (Trunk) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) และกลุ่มควบคุม (CON) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 10 สัปดาห์

Region	SIT		SSIT		Control	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Total Mass (Kg)	68.51±8.41	69.43±8.04	70.13±8.05	70.58±8.09	67.49±10.41	68.82±10.80
%Body Fat	11.9±0.8	11.5±0.9*	11.8±1.0	11.6±1.0*	12.3±1.1	12.6±1.4
Total Fat (Kg)	10.30±5.34	11.17±4.66	12.51±3.73	12.59±3.59	12.05±7.28	12.62±7.51
Arms fat (Kg)	0.77±0.43	0.75±0.39	0.88±0.88	0.84±0.30	0.84±0.65	0.86±0.75
Right-arm fat (Kg)	0.39±0.22	0.39±0.21	0.46±0.24	0.43±0.15	0.42±0.33	0.44±0.37
Left-arm fat (Kg)	0.34±0.22	0.37±0.19	0.43±0.21	0.41±0.14	0.41±0.33	0.43±0.37
Legs fat (Kg)	3.57±1.78	3.47±1.64	4.39±1.15	4.22±1.29	4.52±2.83	4.73±2.95
Right-leg fat (Kg)	1.85±0.89	1.76±0.83*	2.18±0.56	2.10±0.66*	2.27±1.43	2.37±1.46
Left-leg fat (Kg)	1.72±0.98	1.71±0.81*	2.21±0.59	2.12±0.63*	2.25±1.40	2.36±1.49
Trunks fat (Kg)	8.94±0.78	9.01±7.74	6.68±2.05	6.81±2.26	6.55±3.87	6.76±3.97
Right-trunk fat (Kg)	2.80±1.27	2.86±1.30	3.31±1.03	3.38±1.12	3.27±1.96	3.39±2.00
Left-trunk fat (Kg)	2.82±1.31	2.88±1.28	3.38±1.04	3.44±1.15	3.28±1.91	3.42±1.98
Total Fat Free (Kg)	57.80±0.05	58.2±4.30	57.61±5.52	58.16±5.84	55.43±6.56	56.19±6.48
Arms lean (Kg)	6.70±0.99	6.62±0.63	6.94±1.12	6.96±0.91	6.45±1.09	6.31±0.94
Right-arm lean (Kg)	3.41±0.55	3.41±0.55	3.57±0.59	3.57±0.59	3.27±0.53	3.27±0.53
Left-arm lean (Kg)	3.29±0.46	3.24±0.31	3.18±0.91	3.39±0.45	3.18±0.57	3.11±0.50
Legs lean (Kg)	19.51±1.85	19.60±1.40*	21.10±2.89	21.71±1.92*	20.00±2.26	19.87±2.32
Right-leg lean (Kg)	9.84±0.95	9.86±0.72	10.18±0.88	10.37±0.96	10.04±1.11	9.98±1.08
Left-leg lean (Kg)	9.67±0.94	9.68±0.70	10.31±0.97	10.36±1.00	9.96±1.17	9.89±1.25
Trunks lean (Kg)	39.31±0.54	39.29±0.51	25.56±2.56	26.16±2.35	24.59±2.05	22.15±2.12
Right-trunk lean (Kg)	12.61±0.81	12.57±0.99	12.82±1.07	13.01±1.32	12.23±1.06	21.12±4.17
Left-trunk lean (Kg)	12.70±1.29	12.72±0.94	13.12±1.32	13.17±1.15	12.42±1.32	12.56±1.16

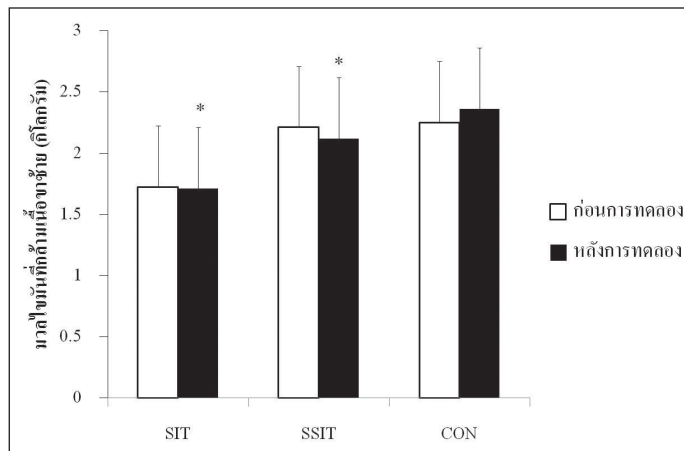
เปรียบเทียบก่อน-หลังการทดสอบ * P<0.05



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยมวลไขมันที่กล้ามเนื้อขาขวา (Right-leg Fat)

รูปที่ 1 แสดงผลกลุ่มการฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) พบว่ามีค่าเฉลี่ย

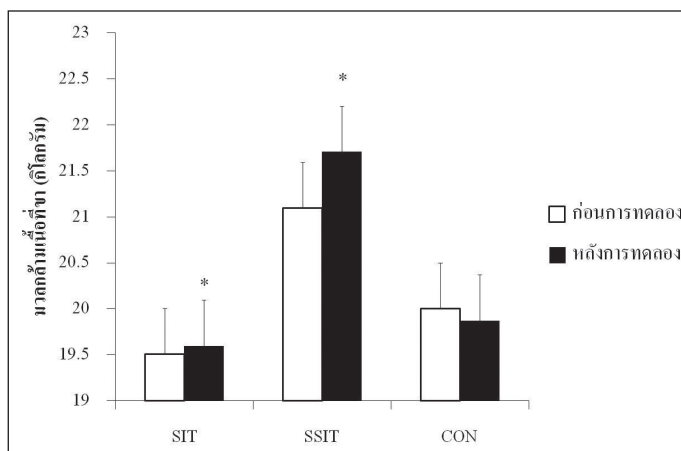
มวลไขมันที่กล้ามเนื้อขาขวา (Right-leg Fat) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON)



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยมวลไขมันที่กล้ามเนื้อขาซ้าย (Left-leg Fat)

รูปที่ 2 แสดงผลกลุ่มการฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) พบว่ามีค่าเฉลี่ย

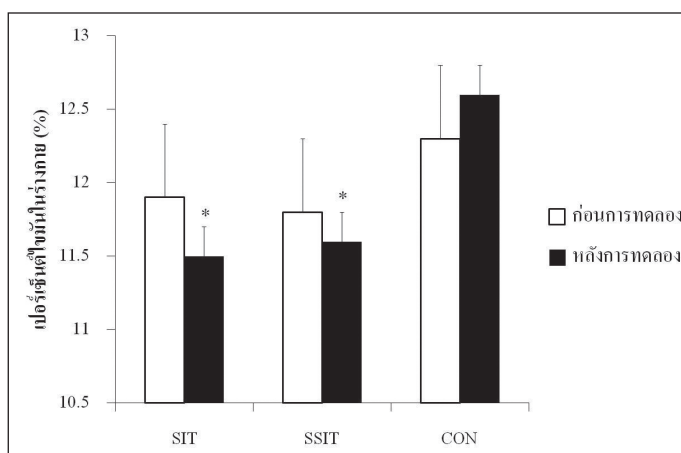
มวลไขมันที่กล้ามเนื้อขาซ้าย (Left-leg Fat) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON)



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อขา (Legs Lean)

รูปที่ 3 แสดงผลกลุ่มการฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด

แบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) พบว่ามีค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อขา (Legs Lean) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON)



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%Body Fat)

รูปที่ 4 แสดงผลกลุ่มการฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) พบว่ามีค่าเฉลี่ย

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%Body Fat) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON)

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า การฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) ส่งผลต่อมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) ส่งผลต่อมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) มีค่าเฉลี่ยมวลของไขมันที่ขาซ้ายและขาขวาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นในกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON)

กลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) มีค่าเฉลี่ยมวลของไขมันที่ขาซ้ายและขาขวาลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON) เนื่องจากการฝึกแบบหนักสลับพักโดยทำการปั่นจักรยานที่ความหนักของโหลด 170% ณ จุดที่มีการใช้ออกซิเจนสูงสุดความหนักสูงใช้เวลา 30 วินาที และมีช่วงพักระหว่างชุด 30 วินาที ฝึกสลับกันไปเรื่อย ๆ จนครบ 10 นาที เช่นเดียวกับการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา จำนวน 10 ท่า โดยฝึก 30 วินาทีต่อท่า มีช่วงพักระหว่างท่า

30 วินาที ทำการฝึกจนกระทั่งครบ 10 ท่า โดยกล่าวได้ว่าช่วงของการเปลี่ยนกลับไปมาของความหนักระดับสูงและความหนักระดับที่ต่ำลงมาทำให้เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในช่วงแอนแอโรบิก ซึ่งมีผลช่วยผลักดันให้ไมโทคอนเดรียมีประสิทธิภาพมากกว่าในการพัฒนาความจุในการออกกำลังกาย เพิ่มการสร้างไมโทคอนเดรีย (Mitochondrial Biogenesis) เพิ่มเอนไซม์ที่เป็นตัวชี้วัดการเกิดปฏิกิริยาไกลโคไลซิส (Glycolysis) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สลายน้ำตาลกลูโคส เพิ่มการใช้พลังงานแบบแอโรบิก และกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาเบตาออกซิเดชัน (Beta-oxidation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สลายกรดไขมัน (Earnest, 2008, Tabata et al., 1996, Zhang et al., 2015) จากการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยไขมันที่ขาซ้ายและขาขวาของกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) มีค่าลดลง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าโปรแกรมทั้งสองแบบมีการใช้กล้ามเนื้อของร่างกายส่วนล่างเป็นหลัก (Lower Body) โดยเฉพาะกล้ามเนื้อขา จึงส่งผลให้ไขมันที่บริเวณขาซ้ายและขาขวาลดลง

ค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นในกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON) มวลของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวเกิดจากการที่กล้ามเนื้อได้รับแรงกระทำจากภายนอกเมื่อกล้ามเนื้อเกิดการเคลื่อนไหวและได้รับงานที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) เพิ่มขึ้น ซึ่งแรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground-reaction force) ระหว่างการออกกำลังกายในกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) หรือแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle contraction forces) ที่บริเวณขาในขณะ

บันจี้กระโดดที่ความหนักสูง ในกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) ซึ่งมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นมีสัดส่วนที่สัมพันธ์กับแรงที่กระทำ โดยแรงกล (Mechanical force) ที่เกิดจากการกระโดดหรือบันจี้กระโดดนั้นจะกระทำต่อกล้ามเนื้อขา ซึ่งการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะการหดตัวที่ต้องออกแรงต้านกับแรงโน้มถ่วงหรือแรงต้านทานจากภายนอกของกล้ามเนื้อขา แรงเหล่านี้ส่งผลให้เกิดกล้ามเนื้อฉีกขาดเป็นบริเวณเล็กๆ ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแมคคาร์เดิลและคณะ (McArdle et al., 2000) ที่ได้กล่าวว่า การออกแรงที่น้อยจะมีการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) จำนวนไม่มากแต่ถ้ามีการออกแรงที่มากจะมีการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) จำนวนมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้ ระบบประสาทสั่งการ (Axon neurons) ทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีมวลมากขึ้น และแข็งแรงขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเอนก และบุญยะรัตเวช (Anek, A., Kanungsukasem, V., Bunyaratavej, N., 2011) ที่ได้ทำการศึกษาการออกกำลังกายที่มีแรงกระทำจากพื้นด้วยการกระโดดที่มีผลต่อกระดูกและกล้ามเนื้อ ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายที่มีแรงกระทำจากพื้น ส่งผลให้มวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของแทร็ป (Trapp et al., 2008) ที่ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับพักที่มีต่อมวลกล้ามเนื้อและมวลไขมัน ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแบบหนักสลับพักทำให้มวลกล้ามเนื้อที่ขาเพิ่มขึ้นอีกด้วย

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย กลุ่มฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด (SIT) และกลุ่มฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา (SSIT) มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (CON) ซึ่งสอดคล้องกับเหตุผลข้างต้น เนื่องจากการเปลี่ยน

กลับไปมาของความหนักระดับสูง และความหนักระดับที่ต่ำลงมาทำให้เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในช่วงแอโรบิก ซึ่งมีผลช่วยผลักดันให้ไมโทคอนเดรียมีประสิทธิภาพมากกว่าในการพัฒนาความจุในการออกกำลังกาย ทำให้มีการสลายไขมันได้ดีกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง สอดคล้องกับการศึกษาของแทร็ป (Trapp et al., 2008) พบว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาสามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้มากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องและกลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับการศึกษาของเท็มเบล (Tremblay et al., 1994) พบว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาสามารถลดไขมันได้มากกว่าการฝึกแบบออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง แม้ว่าจะใช้เวลาในการออกกำลังกายเพียงช่วงสั้น ๆ นั้นแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา โดยการใช้ความหนักช่วงสั้น ๆ สลับกับการพักช่วงสั้น ๆ ช่วยลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ทำให้ไขมันในร่างกายอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม เช่นเดียวกับการศึกษาของมิตรานันท์ (Mitranun et al., 2014)

จากการวิจัยไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ ที่บริเวณแขน และลำตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เนื่องจากระยะเวลาในการฝึกโปรแกรมทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 10 สัปดาห์ อาจจะมียาระยะการฝึกน้อยเกินไปทำให้ค่าเฉลี่ยมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อที่บริเวณแขน และลำตัวไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของเคตติง (Keating et al., 2014) พบว่าการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง และการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยมวลไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้ การที่จะลดไขมันในร่างกายควรจะออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา เนื่องจากจะมีการใช้ไขมันมากกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง และการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบายังใช้เวลาในการฝึกน้อยกว่า (Tjonna et al., 2008, Inoue et al., 2016)

สรุปผลการวิจัย

การฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ทำให้เพิ่มมวลกล้ามเนื้อ และลดมวลไขมันที่บริเวณขา ลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ส่งผลให้เพิ่มสมรรถภาพทางด้านร่างกายของนักกีฬาดังนั้นการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาควรจะมีการเพิ่มในโปรแกรมการฝึกซ้อมของนักกีฬาต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาในนักกีฬากับประเภทกีฬาอื่น ๆ ต่อไป
2. ควรมีการศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาในนักกีฬา โดยวัดสมรรถภาพทางกายในด้านอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์ และอาจารย์ ดร.สุคันธา โอศิริพันธุ์ สำหรับคำแนะนำในการวิจัยและตรวจรายละเอียดต่าง ๆ ขอขอบคุณคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากการกีฬาแห่งประเทศไทย ประจำปี 2559

เอกสารอ้างอิง

- Anek, A., Kanungsukasem, V., Bunyaratavej, N. (2011). Effects of the circuit box jumping on bone resorption, health-related physical fitness and balance in premenopausal women. *Journal of Medical Association of Thailand*.94 : s17-s23
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, 868305.
- Bravo, D. F., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668-674.
- Chuensiri, N., Tanaka, H., & Suksom, D. (2015). The acute effects of supramaximal high-intensity intermittent exercise on vascular function in lean vs. obese prepubescent boys. *Pediatric Exercise Science*, 27, 503-509.
- Earnest, C. P. (2008). Exercise interval training: An improved stimulus for improving the physiology of pre-diabetes. *Medical Hypotheses*, 71, 752-761.
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164-1168.

- Inoue, A., Impellizzeri, F. M., Pires, F. O., Pompeu, F. A., Deslandes, A. C., & Santos, T. M. (2016). Effects of sprint versus high-intensity aerobic interval training on cross-country mountain biking performance: A randomized controlled Trial. *Plos One*, 11(1), e0145298.
- Krabuanrat, C. (2014). *Science of Coaching*. Bangkok: Sintana Book.
- Keating, S. E., Machan, E. A., O'Connor, H. T., Gerofi, J. A., Sainsbury, A., Caterson, I.D., & Johnson, N. A. (2014). Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *Journal of Obesity*, 2014, 834865.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2000). *Essentials of exercise physiology*. United States of America: Lippincott William&Wilkins. Maillard, F., Rousset, S., Pereira, B., Traore, A., de Pradel Del Amaze, P., Boirie, Y., Duclos, M., & Boisseau, N. (2015). High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes & Metabolism*, 42(6), 433-441.
- Mitranun, W., Deerochanawong, C., Tanaka, H., Suksom, D. (2014). Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic Patients. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2), e69-e76.
- Tabata, K., Nishimura, M., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and vo_2 max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1327-1330.
- Talanian, J.L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fatty oxidation during exercise in women, *Journal of applied physiology*, 102, 1439-1447.
- Tjonna, A. E., Lee, S. J., Rognmo, O., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., Loennechen, J. P., Al-Share, Q. Y., Skogvoll, E., Slørdahl, S. A., Kemi, O. J., Najjar, S. M., & Wisløff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome a pilot study. *Circulation*, 118, 346-354.
- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal Obesity*, 32, 684-91.
- Tremblay, A., Despres, J. P., Leblanc, C., Craig, C.L., Ferris, B., Stephens, T., & Bouchard, C. (1994). Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51(2), 153-157.
- Zhang, H., Tong, K. T., Qiu, W., Wang, J., Nie, J., & He, Y. (2015). Effect of high-intensity interval training protocol on abdominal fat reduction in overweight chinese women: a randomized controlled trial. *Kinesiology*, 47(1), 57-66.