โครงการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต

Project of Maximum Oxygen Consumption Ability Test of Aviation Institute Students Rangsit University

[1]ศุภกฤต อริยะปรีชา และ [2]คธาทิพย์ กุญชร ณ อยุธยา

[1]รองคณบดีฝ่ายวิชาการและเทคนิค สถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต [2]คณบดีสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต

Email: [1]supakrit.a@rsu.ac.th, [2]katatip@rsu.ac.th

Received: May 10,2018

Revised: June 18,2018

Accepted: June 30,2018

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต ก่อนและหลังการฝึกสมรรถภาพทางกายเป็นเวลา 2 เดือน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย-หญิง ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 จำนวน 36 คน ทำการปั่นจักรยานวัดงานผ่านเครื่องวิเคราะห์ก๊าซที่ความหนักของงาน ร้อยละ 85 - 90 ของความสามารถสูงสุดของอัตราการเต้นของหัวใจ โดยการเพิ่มความต้านทานของจักรยานขึ้น 25 วัตต์ ทุกนาที และทำการบันทึกปริมาณอากาศที่หายใจ 1 นาที อัตราการใช้ออกซิเจน อัตราการขับคาร์บอนไดออกไซด์ สัดส่วนการใช้ออกซิเจนและขับคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการเต้นของหัวใจรวมถึงค่าออกซิเจนเมแทบอลิซึม และประมาณค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยสมการเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการใช้ออกซิเจน

ผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราการเผาผลาญออกซิเจนเพื่อสร้างพลังงาน (MET) และอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าลดลงที่ความต้านทาน 125 วัตต์ ($p<0.05$) แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการฝึกไม่มีความแตกต่างกัน การให้ความสำคัญกับโปรแกรมการฝึกซ้อม การออกแบบฝึกแบบมุ่งเน้นสมรรถภาพระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดและความทนทานจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด

คำสำคัญ : สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจักรยานวัดงาน การทดสอบแบบเพิ่มแรงต้านทาน , นักศึกษาสถาบันการบิน ,

ABSTRACT

The study aimed at comparison of the maximum oxygen consumption (VO_2max) of Aviation Institute student of Rangsit University before and after getting physical training for two months. Subjects are thirty-six male and female first and second-year students. They ride a bicycle with applied the gas analyzer equipment at their face

and chest. The intensity of workload set at 85-90% of maximum heart rate. The incremental resistance applied to the bicycle was set at 25 watts every minute. The data registered during the test were minute ventilation, oxygen uptake (VO_2), carbon dioxide excretion, respiratory exchange ratio, heart rate, and the calculation of oxygen metabolism (MET). The VO2max was extrapolated through linear regression equation between HR –VO_2.

The results showed that MET and heart rate decreased at the same workload resistance reveal the efficiency of energy production ($p<0.05$). However, VO_2max before and after physical training program of two months does not change. The importance of the training program, type of training especially the endurance training will promote the increase of maximum oxygen consumption.

Key words: VO_2max, bicycle, incremental protocol, Aviation Institute students

1. บทนำ

นักบินเป็นบุคคลที่มีการทำงานในลักษณะเฉพาะ ต้องมีรูปร่าง อวัยวะ ความถนัด และสภาพจิตที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถทำงานกับอากาศยานที่เคลื่อนที่ไปในอากาศได้ นักบินจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในองค์ประกอบของการบิน นันทิรัตน์ พิเดช [1] กล่าวว่า การศึกษามนุษย์ปัจจัยจะรวมถึงการศึกษาด้านสรีระ (Physical) จิตวิทยา (Psychological) สังคมจิตวิทยา (Psychosocial) และพยาธิสภาพ (Pathology) ที่อาจส่งผลต่อการทำงานของมนุษย์ได้ วิทยาศาสตร์ยังต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์สูงสุดที่มนุษย์จะสามารถเกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์กลไกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นสุขภาพร่างกายและจิตใจที่ดีย่อมเป็นความต้องการของมนุษย์ทุกคน เพราะสุขภาพและสมรรถภาพที่ดีของมนุษย์จะทำให้เกิดคุณภาพต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษาของสาระที่ 4 การสร้างเสริมสุขภาพ สมรรถภาพ และการป้องกันโรค [2] กล่าวว่าการออกกำลังกายเป็นประจำจะช่วยให้บุคคลมีสมรรถภาพทางกายที่ดี ช่วยป้องกันโรคและรักษาโรคบางชนิดได้ มีรูปร่างที่ได้สัดส่วน น้ำหนักกับความสูงได้สัดส่วนสัมพันธ์กัน สามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างกระฉับกระเฉง ร่างกายมีการเจริญเติบโตตามช่วงของอายุที่เหมาะสม ผ่อนคลายความตึงเครียดทำให้มีสุขภาพจิตและสังคมที่ดีสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีจะทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ประสบความสำเร็จในการทำงานและการทำกิจกรรมต่าง ๆ สมรรถภาพทางกายเป็นพื้นฐานที่จำเป็นของชีวิต หากเด็กและเยาวชนได้เรียนรู้และมีพฤติกรรมเกี่ยวกับสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย ทำให้เกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความมีวินัยในตนเอง และทักษะกระบวนการปฏิบัติในการพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพที่ยั่งยืน สมรรถภาพทางกายของแต่ละบุคคลเป็นสิ่งแสดงถึงขีดความสามารถในการออกกำลังกายหรือการปฏิบัติกิจกรรม ผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายสูงจะประสบความสำเร็จในการทำกิจกรรมหรือการทำงาน สมรรถภาพทางกาย หมายถึงความสามารถในการควบคุมการทำงานของร่างกายได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้เป็นระยะเวลายาวนานโดยไม่เสื่อมประสิทธิภาพทางกาย ราตรี เรืองไทย [3] กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญเพื่อสุขภาพที่ดี ได้แก่ ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength and Endurance) ส่วนประกอบของร่างกาย (Body Composition) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความอดทนของระบบหายใจและการไหลเวียนเลือด (Cardio Respiratory Endurance) ซึ่งเป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่มีระดับความหนักปานกลางถึงระดับความหนักสูงสุด ในระดับที่ยาวนานต่อเนื่อง

การออกกำลังกายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะมีผลทำให้ร่างกายแข็งแรง ช่วยให้ปอดและหัวใจดีขึ้น ระบบต่าง ๆ ของร่างกายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การออกกำลังกายเป็นเวลานานผู้ที่มีระดับสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดที่ดีจะสามารถนำออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อได้ดี การนำออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อ หัวใจต้องสูบฉีดมากครั้งกว่า [4] ดังนั้นการส่งออกซิเจนและความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Oxygen Uptake or Consumption) ที่ดี จะแสดงถึงประสิทธิภาพของระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดที่ดี วิธีการออกกำลังกายมีหลายวิธี สำหรับการออกกำลังกายด้วยจักรยานทั้งแบบเคลื่อนที่และประจำที่เป็นที่นิยมของหลายประเทศ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถพัฒนาระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดได้มีการประยุกต์ใช้กับจักรยานวัดงาน (Stationary Bicycle Ergo Meter) ทั้งการทดสอบแบบตรง (Direct Test) และ การทดสอบแบบอ้อม (Indirect Test)

จากความสำคัญของอาชีพนักบินพาณิชย์ที่ต้องมีสมรรถภาพทางกายและทางจิตที่ดี ผู้วิจัยซึ่งทำงานที่สถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต มีความสนใจศึกษาสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อหาข้อมูลในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการใช้จักรยานวัดงานของนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 แบบตรง (Direct Test)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิตในชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 จากการทดสอบด้วยจักรยานวัดงานผ่านเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิตในชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 จากการทดสอบด้วยจักรยานวัดงานผ่านเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้การทดสอบแบบวิธีตรง (Direct Test) จากประชากรที่เป็นนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 จำนวน 60 คน โดยการปั่นจักรยานวัดงานพร้อมกับหายใจผ่านหน้ากากเข้าสู่เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ ด้วยการเพิ่มความหนักของงานขึ้นทีละขั้นจนถึงระดับความสามารถเกือบสูงสุด (Sub Maximal Test) ซึ่งเริ่มจาก การนั่งพักบนจักรยาน 1 นาที จากนั้นเริ่มปั่นจักรยานที่ความฝืด 25 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที ด้วยความเร็วรอบของจักรยานเท่ากับ 50 รอบต่อนาที และเพิ่มความฝืดขึ้น 25 วัตต์ ทุก ๆ 1 นาที จนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นถึงระดับ 90% ของความสามารถในการเต้นของหัวใจสูงสุดในผู้ทดสอบ นักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงตามลำดับ จากนั้นหยุดการทดสอบและนั่งพักบนจักรยานเป็นเวลา 5 นาที กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสถาบันการบินที่ได้ทำการทดสอบก่อนและกลับมาทดสอบภายหลังโปรแกรมฝึกสมรรถภาพจำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีปั่นจักรยาน Monark Sports & Medical รุ่น Ergomedic 828E, Sweden พร้อมกับสวมเครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ Matamax 3B วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมุติฐานใช้ Paired t-test หรือ Independent t-test

3.1 การดำเนินการทดสอบ

ผู้วิจัยส่งจดหมายชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดการวิจัยให้กับนักศึกษาสถาบันการบินผู้เข้าร่วมโครงการรับทราบและเมื่อได้รับอนุญาตให้ทีมวิจัยเข้าทำการศึกษา จึงได้มีการกำหนดเวลาเพื่อเข้ามาทำการทดสอบ

ก่อนการทดสอบ นักศึกษาสถาบันการบินผู้เข้ารับการทดสอบเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ ลงชื่อรับทราบและยินยอมเข้ารับการทดสอบหลังจากรับทราบวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยและรายละเอียดการทดสอบ

เสื้อผ้าที่สวมขณะทำการทดสอบเป็นกางเกงขาสั้น เสื้อยืด สวมรองเท้าผ้าใบ นักศึกษาสถาบันการบินที่เข้ารับการทดสอบทุกคนกรอกใบยินยอมเข้าร่วมโครงการตามหลักจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ตรวจสุขภาพเบื้องต้นด้วยการชั่งน้ำหนัก ส่วนสูง ชีพจร ความดันโลหิต วัดแรงบีบมือ ตามด้วยการติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar) ไว้ที่ตัวผู้เข้ารับการทดสอบและเตรียมตัวโดยการยืดกล้ามเนื้อเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมก่อนเริ่มทดสอบ ระหว่างทดสอบนักศึกษาสถาบันการบินทำการทดสอบตามรายละเอียดดังกล่าวแล้วข้างต้นในหัวข้อวิธีทดสอบ โดยเวลาที่ใช้ในการทดสอบทั้งสิ้นของแต่ละการทดสอบจะไม่เกิน 15 นาที หลังการทดสอบนักศึกษาสถาบันการบินนั่งพัก สอบถามความรู้สึกภาระงานและความรู้สึกเมื่อยล้า (SWI)

โปรแกรมฝึกสมรรถภาพระหว่างการทดสอบได้แก่ การวิ่ง การดันพื้น และการลุก-นั่ง

3.2 สภาพแวดล้อมขณะทำการทดสอบ

ข้อมูลสภาพอากาศจะทำการบันทึกโดยเครื่องมือ WBGT (Quest Temp) ซึ่งจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับค่าดัชนีของอุณหภูมิ (WBGT) เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (Tw) เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (Td) โกลบเทอร์มอมิเตอร์ (Tg) ในหน่วยของศาเซลเซียส

3.3 ตัวแปรที่วัดก่อนและหลังการทดสอบ

3.3.1 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ใช้บ่งชี้ถึงความหนักของงานที่ทำปกติจะมีค่าเร็วขึ้นเมื่อการทำงานหนักขึ้น

3.3.2 ความรู้สึกเมื่อยล้าทั้งร่างกายและจิตใจจากการทดสอบ ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้ารับการทดสอบแสดงความรู้สึกออกมาเป็นตัวเลข ตั้งแต่ 0 คือไม่เมื่อยล้า จนถึงค่า 10 คือปั่นจักรยานต่อไม่ไหว

3.4 ตัวแปรที่วัดขณะทำการทดสอบ

3.4.1 อัตราการหายใจ (RR) ปริมาตรอากาศที่หายใจในแต่ละครั้ง (TV)

3.4.2 ปริมาตรอากาศที่หายใจในแต่ละนาที (VE)

3.4.3 ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ร่างกายนำไปใช้ (VO_2) ในหนึ่งนาที

3.4.4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ร่างกายผลิตขึ้น (VCO_2) ในหนึ่งนาที

3.4.5 ค่าสัดส่วนระหว่างก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ (R)

3.4.6 อัตราการเต้นของหัวใจ (HR)

3.4.7 อุณหภูมิผิวหนัง

เนื่องจากค่าดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันในขณะออกกำลังกายหรือขณะทำการทดสอบ จึงใช้เป็นปัจจัยบ่งชี้ถึงคุณภาพของการทดสอบได้ ในการทดสอบได้รายงานค่าดังกล่าวสำหรับการทดสอบในแต่ละระดับของงาน ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นตัวเปรียบเทียบได้ว่าการทดสอบนี้ถูกต้องและน่าเชื่อถือได้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 สถิติเชิงพรรณนาในส่วนของข้อมูลสุขภาพ ข้อมูลส่วนบุคคล

3.5.2 วิเคราะห์ Pair Sample, t-test เปรียบเทียบก่อน-หลัง การฝึก เช่น ค่าแรงบีบมือ ค่าตอบสนองทางสรีรวิทยา

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลลักษณะเฉพาะ

ข้อมูลลักษณะเฉพาะทางด้านร่างกายของผู้เข้าร่วมทดสอบสมรรถภาพร่างกายของนักศึกษาสถาบันการบินประกอบด้วยน้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิต และชีพจรขณะพัก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะข้อมูลสภาพร่างกายส่วนบุคคลของนักศึกษาสถาบันการบิน จำนวน 36 คน (Mean ± SE)

ข้อมูลสภาพร่างกาย	เพศ	N	Mean	Min	Max
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	30	69.89 ± 12.29	45.75	94.90
	หญิง	6	56.56 ± 8.84	50.00	73.50
	รวม	36	67.61 ± 12.73	45.75	94.90
ส่วนสูง (เมตร)	ชาย	30	1.74 ± 0.04	1.68	1.84
	หญิง	6	1.63 ± 0.03	1.60	1.67
	รวม	36	1.72 ± 0.57	1.60	1.84
ดัชนีมวลกาย	ชาย	30	23.05 ± 3.48	16.11	31.08
(กก./ม.^{2})	หญิง	6	21.30 ± 3.17	18.63	27.00
	รวม	36	22.75 ± 3.44	16.11	31.08
ความดันโลหิตขณะที่	ชาย	30	122.58 ± 12.27	106	152
หัวใจบีบตัว	หญิง	6	110.58 ± 9.38	98	126
(Systolic pressure)	รวม	36	120.58 ± 12.56	98	152
(mmHg)					
ความดันโลหิตขณะที่	ชาย	30	73.40 ± 9.35	53	94
หัวใจคลายตัว	หญิง	6	76.92 ± 6.22	72	88
(Diastolic pressure)	รวม	36	73.99 ± 8.92	53	94
(mmHg)					
ชีพจรขณะพัก	ชาย	30	82.43 ± 10.42	67	109
(Pulse pressure)	หญิง	6	81.75 ± 7.99	68	90
(ครั้ง/นาที)	รวม	36	82.31 ± 9.95	67	109

จากค่าเฉลี่ยลักษณะข้อมูลสภาพร่างกายส่วนบุคคล พบว่าค่าดัชนีมวลกายนักศึกษาสถาบันการบินเพศชายเฉลี่ย 23.50±3.48 กก./ม.^{2} และเพศหญิง 21.30 ± 3.17 กก./ม.^{2} มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งนักศึกษาเพศหญิงและเพศชาย 22.75±3.44 กก./ม.^{2} เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน Sports Authority of Thailand Simplified Physical Fitness Test (SATST) พบว่านักศึกษาสถาบันการบิน ทั้ง 2 กลุ่มมีสุขภาพร่างกายจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับพอเหมาะมีค่า 18.5–24.9 กก./ม.^{2} [5]

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกล้ามเนื้อมือข้างซ้ายและข้างขวาของนักศึกษาสถาบันการบินก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพ จำนวน 36 คน (Mean ± SE)

กลุ่มตัวอย่าง (คน)		ก่อน	หลัง	t	sig
แรงบีบมือ (Mean ± SE)					
ผู้ชาย (30)	ซ้าย	38.36 ± 1.02	38.84±1.09	-0.592	0.558
	ขวา	43.42 ± 0.98	52.79±9.80	-0.948	0.351
ผู้หญิง (6)	ซ้าย	26.25 ± 1.52	24.02 ± 1.89	2.475	0.056
	ขวา	28.08 ± 2.34	28.13 ± 2.03	-0.044	0.967
ทั้งหมด (36)	ซ้าย	36.34 ± 1.16	36.37 ± 1.33	-0.035	0.972
	ขวา	40.86 ± 1.32	48.68 ± 8.30	-0.949	0.349
แรงบีบมือ/น้ำหนักตัว (กก./น้ำหนักตัว)					
ผู้ชาย (30)	ซ้าย	0.56± 0.02	0.55 ± 0.02	0.939	0.356
	ขวา	0.64 ± 0.02	0.74 ± 0.13	-0.777	0.444
ผู้หญิง (6)	ซ้าย	0.46 ± 0.03	0.44 ± 0.05	1.130	0.310
	ขวา	0.49 ± 0.04	0.51 ± 0.05	0.763-	0.480
ทั้งหมด (36)	ซ้าย	0.55 ± 0.02	0.53 ± 0.02	1.270	0.212
	ขวา	0.61 ± 0.02	0.70 ± 0.11	0.806-	0.426

*p< 0.05

ค่าวัดแรงบีบมือต่อน้ำหนักตัวของนักศึกษาสถาบันการบินทั้งเพศชายและเพศหญิง จากการวิเคราะห์ทางสถิติสมรรถภาพความแข็งแรงกล้ามเนื้อมือข้างซ้ายและขวาของนักศึกษาสถาบันการบินก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานจากการกีฬาแห่งประเทศไทย พบว่า นักศึกษาสถาบันการบินทั้งเพศชายและเพศหญิงมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อวัดจากค่าแรงบีบมืออยู่ในเกณฑ์ปานกลาง [5]

4.2 ข้อมูลด้านความรู้สึกเมื่อยล้า

จากการสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพ พบว่านักศึกษาสถาบันการบินทั้งเพศชายและเพศหญิงมีความรู้สึกเมื่อยล้าลดลงหลังจากทดสอบความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3

4.3 ผลการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงปัจจัยการตอบสนองทางสรีรวิทยาขณะปั่นจักรยาน

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ (นาที/ครั้ง) ที่ความหนักของสายพานที่ 125 Watt จำนวนนักศึกษาสถาบันการบินเพศชายและเพศหญิงทั้งหมด 36 คน ก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพ พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) มีค่าลดลง ค่าอัตราการสันดาปออกซิเจนเพื่อสร้างพลังงาน (MET) ลดลง (p< 0.05) สาเหตุที่ลดลงในขณะที่ยังสามารถปั่นจักรยานที่แรงต้านเท่าเดิม แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่าง มีการพัฒนาขึ้นของระบบการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ทั้งนี้อาจเนื่องจากนักศึกษาให้ความสำคัญกับการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพเป็นอย่างดีทำให้ระบบหัวใจและหลอดเลือดมีการทำงานได้

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยการตอบสนองทางสรีรวิทยาก่อนการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพของนักศึกษาสถาบันการบินเพศชายในแต่ละช่วงเวลา จำนวน 30 คน (Mean ± SE)

Time	Watt	N	VE (l/min)	VO_2 (ml/min)	VCO_2 (ml/min)	RER (time/min)	HR (bpm)	Mets
1.00	0	30	14.61 ± 0.64	0.44 ± 0.02	0.34 ± 0.02	0.79 ± 0.03	98.97 ± 2.95	1.81 ± 0.06
1.30	25	30	18.18 ± 0.71	0.60 ± 0.02	0.44 ± 0.02	0.73 ± 0.02	111.07 ± 2.93	2.50 ± 0.07
3.00	50	30	23.02 ± 0.84	0.92 ± 0.03	0.62 ± 0.02	0.68 ± 0.02	118.47 ± 2.49	3.85 ± 0.13
4.00	75	30	29.17 ± 0.75	1.24 ± 0.03	0.87 ± 0.02	0.70 ± 0.01	129.27 ± 2.24	5.20 ± 0.16
5.00	100	30	36.93 ± 0.89	1.52 ± 0.03	1.17 ± 0.02	0.78 ± 0.02	143.57 ± 2.48	6.37 ± 0.20
6.00	125	30	44.51 ± 0.99	1.78 ± 0.03	1.48 ± 0.02	0.83 ± 0.02	157.47 ± 2.79	7.48 ± 0.25
6.30	150	30	50.23 ± 1.18	1.95 ± 0.04	1.66 ± 0.03	0.85 ± 0.02	161.17 ± 2.61	8.14 ± 0.27
8.00	175	23	64.50 ± 1.71	2.45 ± 0.07	2.14 ± 0.04	0.88 ± 0.01	168.74 ± 4.30	9.92 ± 0.42
9.00	175	13	74.49 ± 2.53	2.71 ± 0.05	2.50 ± 0.06	0.92 ± 0.02	163.31 ± 9.89	10.34 ± 0.47
10.00	200	3	92.67 ± 11.83	3.02 ± 0.12	2.72 ± 0.20	0.90 ± 0.04	166.67 ± 4.98	10.83 ± 0.78
10.30	200	1	101.70	3.06	2.79	.91	163.00	10.40
13.00	225	1	136.80	3.55	3.48	.98	183.00	12.10

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยการตอบสนองทางสรีรวิทยา หลังการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพของนักศึกษาสถาบันการบินเพศชายในแต่ละช่วงเวลา จำนวน 30 คน (Mean ± SE)

Time	Watt	N	VE (l/min)	VO_2 (ml/min)	VCO_2 (ml/min)	RER (time/min)	HR (bpm)	Mets
7.00	150	27	51.87 ± 1.61	2.02 ± 0.03	1.77 ± 0.03	0.88 ± 0.02	156.30 ± 2.84	7.97 ± 0.25
7.30	175	26	58.32 ± 1.79	2.20 ± 0.03	1.98 ± 0.04	0.90 ± 0.02	161.58 ± 2.87	8.64 ± 0.25
8.30	175	16	67.85 ± 2.76	2.49 ± 0.05	2.34 ± 0.06	0.95 ± 0.03	164.94 ± 3.26	9.14 ± 0.36
9.30	200	6	71.72 ± 6.18	2.72 ± 0.08	2.53 ± 0.08	0.94 ± 0.05	166.50 ± 5.24	9.35 ± 0.42
10.30	200	4	84.10 ± 5.42	2.96 ± 0.13	2.86 ± 0.11	0.97 ± 0.08	173.00 ± 7.06	10.33 ± 0.64
11.00	200	2	98.35 ± 8.45	3.06 ± 0.11	2.88 ± 0.01	0.94 ± 0.03	168.00 ± 9.00	11.40 ± 0.60

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างการตอบสนองทางสรีรวิทยา ก่อนและหลังทำการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพของนักศึกษาสถาบันการบินเพศชาย จำนวน 30 คน ที่ความหนัก 150 Watt ณ ช่วงเวลาที่ 6.30 (Mean ± SE)

ลำดับ	การตอบสนองทางสรีรวิทยา	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SE)		95% CI	t	Sig
		ก่อน	หลัง			
1	VE	50.23 ± 1.18	48.27 ± 1.09	-0.199, 4.130	1.860	0.073
2	VO_2	1.96 ± 0.04	1.85 ± 0.03	0.021, 0.190	2.570*	0.016
3	VCO_2	1.66 ± 0.03	1.62 ± 0.03	-0.003, 0.082	1.916	0.066
4	RR	0.85 ± 0.02	0.88 ± 0.02	-0.067, 0.012	-1.421	0.166
5	HR	161.17 ± 2.61	153.68 ± 2.86	4.192, 10.773	4.658*	0.000
6	METS	8.14 ± 0.28	7.50 ± 0.21	0.265, 1.038	3.455*	0.002

*$p<0.05$

พบว่า ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) อัตราการใช้ออกซิเจน (VO_2) และ MET ลดลง ($p<0.05$) ในการทำงานที่ระดับเท่าเดิม แสดงว่าประสิทธิภาพการทำงานระบบหัวใจไหลเวียนเลือดเช่น อัตราการสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจในหนึ่งนาที (Cardiac Output) มีปริมาตรเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจลดต่ำลง ที่ความหนักของสายพานที่ 150 Watt มีค่าเฉลี่ย 161 ครั้ง นาที และ/154 ครั้ง นาที/

สำหรับนักศึกษาสถาบันการบินเพศหญิงก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพ (ตารางที่ 6, 7 และ 8)

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยการตอบสนองทางสรีรวิทยา ก่อนการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพของนักศึกษาสถาบันการบินเพศหญิง ในแต่ละช่วงเวลา จำนวน 6 คน (Mean ± SE)

Time	Watt	N	VE (l/min)	VO_2 (ml/min)	VCO_2 (ml/min)	RER (time/min)	HR (bpm)	Mets
1.00	0	6	9.17 ± 0.59	0.27 ± 0.02	0.20 ± 0.01	0.75 ± 0.03	94.33 ± 5.34	1.35 ± 0.05
1.30	25	6	13.80 ± 0.93	0.46 ± 0.03	0.32 ± 0.02	0.70 ± 0.03	105.33 ± 7.65	2.30 ± 0.11
2.30	50	6	16.25 ± 0.50	0.63 ± 0.02	0.40 ± 0.01	0.65 ± 0.03	114.50 ± 5.57	3.18 ± 0.11
3.30	75	6	21.60 ± 1.63	0.88 ± 0.06	0.60 ± 0.05	0.68 ± 0.04	125.83 ± 5.85	4.43 ± 0.29
4.30	100	6	32.72 ± 0.66	1.18 ± 0.04	0.97 ± 0.04	0.83 ± 0.05	141.00 ± 5.45	5.95 ± 0.24
5.30	125	6	42.93 ± 1.24	1.42 ± 0.08	1.29 ± 0.05	0.92 ± 0.06	153.67 ± 3.94	7.20 ± 0.49
6.30	150	4	57.73 ± 3.01	1.83 ± 0.18	1.70 ± 0.03	0.96 ± 0.09	167.00 ± 4.34	9.05 ± 1.01

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยการตอบสนองทางสรีรวิทยา หลังการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพของนักศึกษาสถาบันการบินเพศหญิง ในแต่ละช่วงเวลา จำนวน 6 คน (Mean ± SE)

Time	Watt	N	VE (l/min)	VO_2 (ml/min)	VCO_2 (ml/min)	RER (time/min)	HR (bpm)	Mets
1.00	0	6	8.50 ± 0.90	0.26 ± 0.02	0.20 ± 0.02	0.75 ± 0.02	94.33 ± 5.77	1.35 ± 0.12
2.00	25	6	15.02 ± 1.60	0.55 ± 0.05	0.37 ± 0.03	0.67 ± 0.02	108.33 ± 7.15	2.80 ± 0.13
3.00	50	6	18.77 ± 1.46	0.76 ± 0.04	0.52 ± 0.02	0.69 ± 0.02	120.67 ± 5.31	3.87 ± 0.10
4.00	75	6	28.23 ± 1.91	0.98 ± 0.04	0.81 ± 0.02	0.83 ± 0.02	134.00 ± 3.35	5.05 ± 0.20
5.00	100	6	37.95 ± 2.50	1.22 ± 0.05	1.12 ± 0.02	0.93 ± 0.03	149.67 ± 2.82	6.30 ± 0.29
5.30	125	6	47.78 ± 2.18	1.45 ± 0.10	1.37 ± 0.06	0.95 ± 0.03	156.17 ± 3.28	7.45 ± 0.44
6.30	150	1	57.50	1.92	1.65	0.86	173.00	7.30
7.00	150	1	70.60	2.13	1.99	0.93	177.00	8.10
7.30	175	1	79.00	2.22	2.11	0.95	179.00	8.40

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างการตอบสนองทางสรีรวิทยา ก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมฝึกสมรรถภาพของนักศึกษาสถาบันการบินเพศหญิง จำนวน 6 คน ที่ความหนัก 125 Watt ณ ช่วงเวลาที่ 5.30 (Mean ± SE)

ลำดับ	การตอบสนองทางสรีรวิทยา	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SE)		t	Sig
		ก่อน	หลัง		
1	VE	42.93 ± 1.24	47.78 ± 5.34	-2.003	0.102
2	VO_2	1.42 ± 0.08	1.45 ± 0.25	-0.218	0.836
3	VCO_2	1.29 ± 0.05	1.37 ± 0.16	-0.975	0.374
4	RR	0.92 ± 0.06	0.95 ± 0.07	-0.621	0.562
5	HR	153.67 ± 3.90	156.17 ± 8.04	-0.667	0.534
6	METS	7.20 ± 0.49	7.45 ± 1.09	-0.482	0.650

*$p<0.05$

พบว่า ค่าปัจจัยการตอบสนองทางสรีรวิทยา ประกอบด้วย ปริมาณอากาศที่หายใจ 1 นาที (VE) อัตราการใช้ออกซิเจน (VO_2) อัตราการขับคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) สัดส่วนการใช้ออกซิเจนและขับคาร์บอนไดออกไซด์ (RR) และอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก นั่นคือปัจจัยดังกล่าวไม่ความแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการฝึก ค่าปัจจัยการตอบสนองทางสรีรวิทยาเมื่อทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสัมบูรณ์ (VO_2max : ml/kg/min) ของนักศึกษาสถาบันการบินก่อนและหลัง การเข้าโปรแกรมฝึกสมรรถภาพ จำนวน 36 คน (Mean ± SE)

VO_2max (Absolute)	จำนวน (คน)	(Mean ± SE)		t	Sig
		ก่อน	หลัง		
ผู้ชาย	30	3.02 ± 0.12	3.02 ± 0.13	-0.074	0.941
ผู้หญิง	6	2.39 ± 0.23	2.21 ± 0.13	0.724	0.502
ทั้งหมด	36	2.91 ± 0.11	2.89 + 0.12	0.318	0.752

*p<0.05

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสัมพันธ์ (VO_2max : ml/kg/min) ของนักศึกษาสถาบันการบินก่อนและหลัง การเข้าโปรแกรมฝึกสมรรถภาพ จำนวน 36 คน (Mean ± SE)

VO_2max (Relative)	จำนวน (คน)	(Mean ± SE)		t	Sig
		ก่อน	หลัง		
ผู้ชาย	30	43.81 ± 1.62	42.38 ± 1.49	1.146	0.941
ผู้หญิง	6	42.29 ± 4.21	39.75 ± 1.67	0.680	0.527
ทั้งหมด	36	43.56 ± 1.50	41.94 ± 1.27	1.359	0.183

*p<0.05

จากตารางที่ 9 และตารางที่ 10 พบว่า ค่าความสามารถสูงสุด VO_2max Absolute กับ VO_2max Relative ก่อนการทดสอบมีค่ามากกว่าหลังการทดสอบ แต่เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมพัฒนาสมรรถภาพทางร่างกายของนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อสร้างเกณฑ์สมรรถภาพทางร่างกายที่เหมาะสมของนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักศึกษาสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยรังสิต จากผลการทดสอบซึ่งแสดงในตารางที่ 9 และ 10 พบว่า ก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึกฯ ค่า VO_2max มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ นั่นคือสมรรถภาพระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอยู่ในเกณฑ์คงที่ การให้ความสำคัญกับโปรแกรมการฝึกซ้อมการออกแบบฝึกแบบมุ่งเน้นสมรรถภาพระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปัจจัยทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดที่มาจากปัจจัยส่วนกลางได้แก่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac Output) และปัจจัยส่วนปลายคือความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของออกซิเจนในหลอดเลือดดำและหลอดเลือดแดง $(A\text{-}V)O_2$ Difference สอดคล้องกับการศึกษาค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) นักศึกษาสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี ของ นรีรัตน์ บุตรบุญปั้น [6] โดยวิธีการประมาณค่าการใช้

ออกซิเจนสูงสุดที่อายุใกล้เคียงกัน เพศชายมีค่าเฉลี่ย 48.89 ml/kg/min เพศหญิงมีค่าเฉลี่ย 51.05 ml/kg/min นอกจากนี้ ในการศึกษาของ สรายุธ มงคล และคณะ [7] VO_2max ในคนอ้วนเพศหญิงระหว่างกลุ่มออกกำลังกายและไม่ออกกำลังกายด้วยการเต้นของเครื่องนินเทนโด พบว่า กลุ่มออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ย 38.13 และกลุ่มไม่ออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ย 33.35 ml/kg/min ทั้งนี้นักศึกษาสถาบันการบินทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่า VO_2max น้อยกว่านักศึกษาสถาบันพลศึกษา แต่มีค่ามากกว่าคนอ้วนเพศหญิง พบว่าก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึกฯ ค่า VO_2max มีค่าไม่เพิ่มขึ้นจากเดิมนั่นคือสมรรถภาพระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดอยู่ในเกณฑ์คงที่ การให้ความสำคัญกับโปรแกรมการฝึกซ้อม การออกแบบฝึกแบบมุ่งเน้นสมรรถภาพระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปัจจัยทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดที่มาจากปัจจัยส่วนกลางได้แก่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac Output) และปัจจัยส่วนปลายคือความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของออกซิเจนในหลอดเลือดดำและหลอดเลือดแดง $(A-V)O_2$ Difference สอดคล้องกับการศึกษาค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของ นรีรัตน์ บุตรบุญปั้น [6] ในนักศึกษาสถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตชลบุรี โดยวิธีการประมาณค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่อายุใกล้เคียงกัน เพศชายมีค่าเฉลี่ย 48.89 ml/kg/min เพศหญิงมีค่าเฉลี่ย 51.05 ml/kg/min นอกจากนี้ในการศึกษาของกรกต คูหาเพ็ชร์ พบว่า นิสิตชายสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ด้วยการปั่นจักรยาน ค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 40.09 ml/kg/min ทั้งนี้พบว่า นักศึกษาสถาบันการบินมหาวิทยาลัยรังสิต ทั้งเพศชายและเพศหญิง มีค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสูงสุดน้อยกว่านักศึกษาสถาบันการพลศึกษา แต่มีค่าใกล้เคียงกับนิสิตชาย คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ [8]

6. สรุปผลการวิจัย

จากการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางกาย พบว่านักศึกษาสถาบันการบินเพศชายมีความสามารถในการปั่นจักรยานที่ค่าความหนักของสายพานสูงกว่านักศึกษาสถาบันการบินเพศหญิง ค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล เช่น เพศ อายุ รูปร่างของร่างกาย ความแข็งแรง และความทนทานของร่างกาย ผลการทดสอบค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปั่นจักรยานที่ความหนักของสายพานที่เพิ่มขึ้น พบว่าค่า VE, VO_2, VCO_2 ,RER, HR, และ METS มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tinuan [9] กล่าวว่า การเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการออกกำลังกายมีความสำคัญต่อความแข็งแรงของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ส่งผลให้ร่างกายมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอ

ข้อเสนอแนะการเปรียบเทียบการทดสอบค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพร่างกาย พบว่า ค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทั้งก่อนและหลังการเข้าโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพร่างกายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การให้ความสำคัญกับโปรแกรม การฝึกซ้อมการออกแบบฝึกแบบมุ่งเน้นสมรรถภาพระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดและความทนทานจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานสำหรับการประกอบอาชีพนักบิน สำหรับโปรแกรมนี้ควรนำมาใช้กับนักศึกษามหาวิทยาลัยรังสิตทุกคณะ โดยเฉพาะสายวิทยาศาสตร์การแพทย์และวิศวกรรมศาสตร์

7. กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้การสนับสนุนและดำเนินการทดสอบในการทำวิจัย เพราะผลการวิจัยจะเป็นข้อมูลในการจัดพัฒนานักศึกษามหาวิทยาลัยรังสิต การกำหนดแนวทาง การจัดทำโครงการและกิจกรรมเพื่อให้นักศึกษามีสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมในการเป็นกำลังของชาติต่อไปในอนาคต

8. เอกสารอ้างอิง

[1] นันทิรัตน์ พิเดช. (2551).**จิตวิทยาการบิน.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ปทุมธานี: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[2] กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.(2551). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. (ร.ส.พ.).

[3] ราตรี เรืองไทย. (2545). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 183521 การทดสอบสมรรถภาพทางกาย เรื่อง Cardiorespiratory Fitness Test.**

[4] Hoeger, W.K.,& Hoeger, W.S.(2002). **Principles and Laps for Fitness and Wellness**., Canada, Transcontinental Printing.

[5] การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2546). **เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย.** กองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย.

[6] นรีรัตน์ บุตรบุญปั้น. (2555).ระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษาสถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตชลบุรี (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

[7] สรายุทธ มงคล และคณะ. (2556).ผลของการออกกำลังกายด้วยเกมเต้นของนินเทนโดวีต่อดัชนีมวลกายและระบบหัวใจและหลอดเลือดในคนอ้วนเพศหญิง. *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่* .46 (2): 122-130.

[8] กรกต คูหาเพ็ชร์.(2555). ผลของชนิดการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ต่างกันก่อนการปั่นจักรยานที่มีต่อการเผาผลาญไขมัน. (ปริญญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

[9] Tinuan, J., & Chaiwatcharaporn, C.A. (2012). Comparison between the Effect of Aerobic andAnaerobic Training on Anaerobic Threshold in Eighteen Years Old Soccer Players. *Journal of Sports Science and Health*, 13(1): 25-37.