

วิธีดำเนินงานและการรวบรวมข้อมูล

ตัวอย่างประชากร

ประชากรที่คัดเลือกในการวิจัยนี้ คัดเลือกด้วยการสุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาชาย ชั้นปีที่ 2 และปีที่ 3 แผนกพลศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้ถูกทดสอบต้องเป็นชายที่ร่างกายสมบูรณ์ โดยผ่านการรับรองจากแพทย์ อายุระหว่าง 18 - 22 ปี

เงื่อนไขของการทดสอบและการดำเนินการ

001190

1. คัดเลือกผู้ถูกทดสอบโดยจัดเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน ตามสมรรถภาพการจับ ออกซิเจนสูงสุดที่วัดโดยวิธีของออกสตรานค.

กลุ่มที่ 1	สมรรถภาพออกซิเจนสูงสุดระหว่าง	1.9 ถึง 2.3	ลิตรต่อนาที
กลุ่มที่ 2	สมรรถภาพออกซิเจนสูงสุดระหว่าง	2.4 ถึง 2.8	ลิตรต่อนาที
กลุ่มที่ 3	สมรรถภาพออกซิเจนสูงสุดระหว่าง	2.9 ถึง 3.3	ลิตรต่อนาที
กลุ่มที่ 4	สมรรถภาพออกซิเจนสูงสุดระหว่าง	3.4 ถึง 3.8	ลิตรต่อนาที

กลุ่มที่ 1 ใหทำงาน 450 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที กลุ่มที่ 2 600 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที

กลุ่มที่ 3 750 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที และกลุ่มที่ 4 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที

การกำหนดงานกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 4 ตามที่กำหนดให้เพื่อให้ตรงกับการปฏิบัติในการทดสอบความสมรรถภาพทางกาย กล่าวคือในทางปฏิบัติเราใช้งาน 450 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที เมื่อเราคาดว่าผู้รับการทดสอบมีสภาพทางกายต่ำ งาน 600 - 750 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที คาดว่ามีสภาพทางกายปานกลาง งาน 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที มีสมรรถภาพทางกายสูง

โดยวิธีนี้ ผู้รับการทดสอบทั้งหมด เมื่อใหทำงานตามที่กำหนดให้ อัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) จะอยู่ในระหว่าง 135 - 145 ครั้งต่อนาที ซึ่งเป็นอัตราการเต้นของหัวใจที่เหมาะสมสำหรับการทำงานเกือบสูงสุด (Submaximal Work Load)

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตรารอบตียแต่ไม่เปลี่ยนแปลงงาน อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นไม่เกิน 170 ครั้งต่อนาที หรือต่ำกว่า 125 ครั้งต่อนาที ถ้าเกิน 170 ครั้งต่อนาที จะเข้าสู่ระดับงาน

เกือบสูงสุดซึ่งไม่ทำให้เกิดภาวะคงที่ และต่ำกว่า 125 ครั้งต่อนาที จะมีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม และสภาพจิตใจเข้ามาเกี่ยวข้องของทำให้ระดับงานที่โคต้า เกิดความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยลักษณะทางกายของผู้ได้รับการทดสอบ 4 กลุ่ม

ลักษณะทางกาย	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	ชีพจรปกติ (ครั้งต่อนาที)
กลุ่ม 1	19.8	50.77	162.09	87.4
กลุ่ม 2	19.7	52.77	164.54	79.10
กลุ่ม 3	20.4	57.38	165.05	72.9
กลุ่ม 4	19.9	64.4	170.38	69.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ใหญ่ถูกทดสอบแต่ละกลุ่ม ด้วยจักรยานวัดกำลังอวยปริมาณงานคงที่คนละ 4 ครั้ง โดยใช้อัตรารอบต่างกัน (30, 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที) การจับปริมาณงานอาศัยจากการแบ่งกลุ่มตามความสมบูรณ์ที่วัดได้ในข้อ 1 บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจก่อนทำการทดสอบและขณะทำการทดสอบควมเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจทุก ๆ นาที ระหว่างการทดสอบแต่ละครั้งให้รับการทดสอบนั่งพักจนอัตราการเต้นของหัวใจ กลับคืนมาใกล้เคียงกับอัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดสอบครั้งแรก (อัตราการเต้นของหัวใจห่างกันไม่เกิน 5 ครั้ง)

3. ช่วงเวลาในการทดสอบ เวลาที่ทดสอบอยู่ระหว่าง 8.30 - 12.00 น. ของทุกวัน

4. การทดสอบใช้ชุดหมุดทอง 27 - 30 องศาเซลเซียส ความชื้น 50 - 70 เปอร์เซ็นต์

ในการทดสอบแต่ละราย ความแตกต่างของอุณหภูมิเมื่อเริ่มแรกการทดสอบและสิ้นสุดการทดสอบห่างกันไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส ความชื้นเมื่อเริ่มแรกการทดสอบและสิ้นสุดการทดสอบห่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. จักรยานวัดกำลังแบบโมนาร์ค (Menark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานล้อเดียวอยู่กับที่ มีสายพานพันเกือบรอบล้อ สามารถทำให้ตั้งหรือคลายให้หย่อนได้ในระหว่างขี่ มีตัวเลขบอกน้ำหนักถ่วงจากสายพานเป็นกิโลปอนด์ การเคลื่อนที่ของบันได 1 รอบ ทำให้รอบล้อเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 6 เมตร การเคลื่อนที่ของบันได 50 รอบ เป็นระยะทาง 300 เมตร

2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) เป็นสัญญาณเพื่อให้รับการทดสอบสามารถควบคุมอัตรารอบเดินได้ตรงตามที่กำหนดให้

3. เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram) แบบกระเป๋าทัวร์ของซีเมนส์ (Siemens) บันทึกความชื้นความร้อน (Heat Stylus) ความเร็วของการเคลื่อนที่ของกระดาษ 25 มิลลิเมตรต่อวินาที และ 50 มิลลิเมตรต่อวินาที

4. นาฬิกาจับเวลา (Stop Watch)
5. นาฬิกาจับเวลา อานละเอียดถึง $\frac{1}{10}$ วินาที
6. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)
7. เครื่องฟังตรวจ (Stethoscope) สำหรับฟังเพื่อนับอัตราการเต้นของหัวใจ (ใช้ในการทดสอบตอนที่ 1)
8. เทอร์โมมิเตอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์แบบคัมเป็คคัมแท่ง 1 ชุด
9. เครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องวัดส่วนสูง

วิธีทดสอบด้วยจักรยานวัดกำลัง

เนื่องจากจักรยานวัดกำลังมีสเกลบอกแรงกดของสายพาน เป็นกิโลปอนด์ ซึ่งใช้กับอัตรารอบถีบ 50 รอบต่อนาที เท่านั้น (ถ้าแรงกดของสายพาน 1 กิโลปอนด์ (Kp) ผู้รับการทดสอบถีบ 50 รอบต่อนาที ไ้งาน $1 \times 300 = 300$ กิโลปอนด์เมตรต่อนาที (Kilopond - Meter per Minute)

การเปลี่ยนแปลงอัตรารอบถีบทำให้ระยะทางต่อหน่วยเวลาเปลี่ยนแปลงไป นั่นทำให้งานเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้น เพื่อจะให้งานเท่ากัน จะต้องเปลี่ยนแปลงแรงกดของสายพานให้สัมพันธ์กัน ดังแสดงในตาราง

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2

การจัดแรงกดของสายพานให้สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงอัตรารอบถีบ
เพื่อให้ได้ปริมาณงานเท่ากัน

อัตรารอบถีบ (รอบต่อนาที)	แรงกดของสายพาน (กิโลปอนด์)			
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
30	2.5	3.3	4.15	5.0
40	1.87	2.5	3.12	3.75
50	1.5	2.0	2.5	3.0
60	1.25	1.67	2.08	2.5

ในการจัดแรงกดของสายพานให้แต่ละเอียงคังตัวเลขที่แสดงไว้ข้างบนนั้น จำเป็นต้องจัดทำสเกลขึ้นใหม่ โดยใช้น้ำหนักที่คำนวณไว้แล้ว ถ่วงที่ปลายข้างหนึ่งของสายพานที่มีแรงกดคิดต่อกับค้อนน้ำหนักถ่วงของจักรยาน (ตัวอย่าง เช่น งาน 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที เมื่อใช้อัตรารอบถีบ 40 รอบต่อนาที จะต้องใช้แรงกดของสายพาน 3.12 กิโลปอนด์ กิโลน้ำหนัก 3.12 กิโลกรัมถ่วง) การทำเช่นนี้มีผลทำให้น้ำหนักถ่วงของจักรยานเคลื่อนที่ไปบนสเกล ทำเครื่องหมายให้ตรงกับรอยที่ค้อนน้ำหนักถ่วงของจักรยานชี้ไว้

- การจัดระดับอานจักรยานให้เหมาะสม ทำโดยจัดความสูงของอานกับบันไดหมุนของจักรยานให้พอเหมาะกับความยาวของช่วงขาผู้ทดสอบแต่ละคน เมื่อถีบจักรยานให้บันไดหมุนไครบรอบ ขาจะไม่เหยียดหรือมากเกินไป เข่าอิดเล็กน้อย ($160^{\circ} - 170^{\circ}$) การทดสอบแต่ละครั้งในแต่ละรายต้องรักษาระดับความสูงให้คงที่ทุกครั้ง

- ตั้งเครื่องให้จังหวะ (Metronome) เพื่อเป็นสัญญาณให้ผู้ถูกทดสอบสามารถควบคุมอัตรารอบถีบได้ตรงตามที่กำหนดให้

- เมื่อจิกน้ำหนักถ่วงได้เท่าที่ต้องการและผู้ถูกทดสอบรักษาความเร็วได้สม่ำเสมอ เริ่มจับเวลาได้ทันที

- บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจทุก ๆ นาทีขณะออกกำลังกาย นับจากวินาทีที่ 50

ก่อนทำการทดสอบได้อธิบายวิธีทำการทดสอบและปฏิบัติตนให้ถูกต้องทดสอบเข้าใจ¹ ดังต่อไปนี้

1. ในวันก่อนการทำการทดสอบ อาหารประจำวันไม่ควรเปลี่ยนแปลงให้ผิดแผกไปจากปกติหรือถ้าจะเปลี่ยนแปลงก็ควรจะน้อยที่สุด ในวันทดสอบควรรับประทานอาหารเช้าก่อน 7.00 น.
2. ในวันทดสอบงดการออกกำลังกายและการใช้ความคิดอย่างหนัก ไม่ควรนอนดึก
3. ในวันทดสอบห้ามกินยาหรือสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ เช่น กาแฟ บุหรี่ เหล้ายาต่าง ๆ ถ้ากินก็ควรแจ้งให้ทราบ
4. การแต่งกายของผู้ทดสอบทุกครั้ง สามกางเกงขาสั้น รองเท้าผ้าใบ ไม่สวมเสื้อ

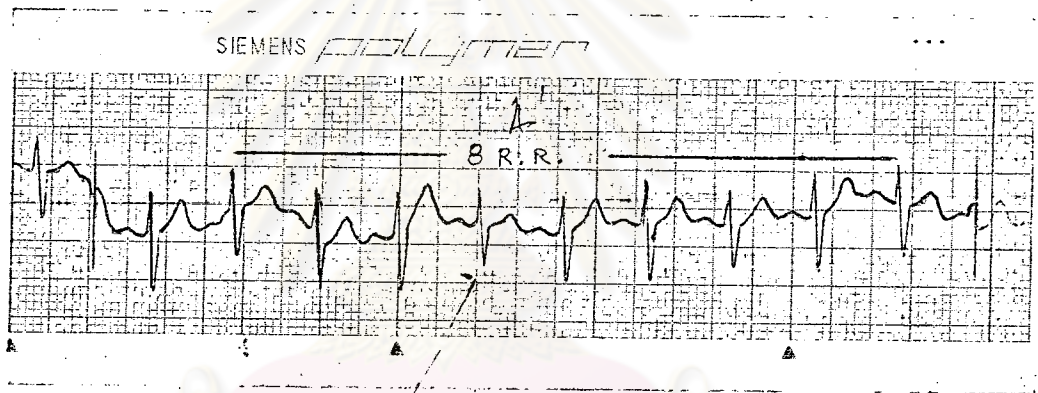
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา ภาวะมาตรฐานสำหรับทดสอบเกี่ยวกับเออร์โกเมตริย์ จากการประชุมสัมมนานานาชาติเกี่ยวกับเออร์โกเมตริย์ ครั้งที่ 2 กรุงเบอร์ลิน วันที่ 6 กันยายน 1967.

วิธีวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ติดขั้วไฟฟ้า (electrode) สำหรับบันทึกความต่างศักย์ระหว่างแขนขวาและแขนซ้าย (lead I) ที่หน้าอก ส่วนบนและส่วนล่างของกระดูกหน้าอก (Sternum) อันที่ต่อกับสายดิน ติดตรงกึ่งกลางของขั้วไฟฟ้า (electrode) ทั้งสอง ทดลองบันทึกจนได้ภาพที่อ่านได้ชัดเจนด้วยความเร็ว 25 มิลลิเมตรต่อวินาที

การบันทึกภาพการทดสอบ เริ่มกดปุ่มให้เครื่องทำงานเมื่อวินาทีที่ 50 ของแต่ละนาที กดปุ่มหยุดทำงาน เมื่อได้ภาพของคลื่นประมาณ 10 ช่วง ดังภาพ



วิธีอ่านค่าคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ใช้ไม้บรรทัดมาตรฐานสำหรับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จากภาพคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ใช้ความเร็ว 25 มิลลิเมตรต่อวินาที 8 ช่วง R.R. (R - Wave = คลื่นที่เกิดจากเวนทริคิวลาร์ดีโพลาไรเซชัน (Ventricular depolarization) ก่อนการหดตัวของเวนทริเกิล มีลักษณะเป็นยอดเรียวแหลม) นับอัตราการเต้นของหัวใจเป็นจำนวนครั้งต่อนาที โดยไขปลายคานหนึ่งของไม้บรรทัดที่เขียนว่าจุดเริ่ม (start) วางที่จุดยอดของ R - Wave จุดใดจุดหนึ่งก็ได้ แล้วนับจุดยอดลำดับที่ 1 ถึงจุดยอดลำดับที่ 8 โดยถือว่าจุดเริ่ม (start) เป็น 0 เมื่อนับถึงจุดยอดของ R - Wave ลำดับที่ 8 อ่านค่าที่ปรากฏเป็นอัตราการเต้นของหัวใจในนาทีนั้น

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีทางสถิติดังต่อไปนี้

1. หามัธยิมเลขคณิตของอัตราการเต้นของหัวใจแต่ละนาทีในแต่ละอัตราการรอบถีบของแต่ละกลุ่มขณะทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากัน อัตรารอบถีบต่างกัน (30, 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที)
2. กราฟอัตราการเต้นของหัวใจแต่ละนาทีในแต่ละอัตราการรอบถีบของแต่ละกลุ่มขณะทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากัน อัตรารอบถีบต่างกัน
3. หามัธยิมเลขคณิตของอัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) ของแต่ละอัตราการรอบถีบระหว่างนาทีที่ 5 และนาทีที่ 6 ของแต่ละกลุ่มที่ทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากัน เมื่ออัตราถีบต่างกัน (30, 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที)
4. กราฟอัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) ของแต่ละอัตราการรอบถีบระหว่างนาทีที่ 5 และนาทีที่ 6 ของแต่ละกลุ่ม
5. วิเคราะห์ความแปรปรวนชั้นเดียว (Analysis of Variance- Repeated Measure on One Factor) ของอัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) ระหว่างนาทีที่ 5 และนาทีที่ 6 ของแต่ละกลุ่มที่ทำงานเท่ากัน อัตรารอบถีบต่างกัน (30, 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที)
6. ถ้าพบว่าผลการวิเคราะห์ในข้อ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของสถิติ จะทำการทดสอบรายคู่ของอัตราการเต้นของหัวใจของแต่ละกลุ่มที่ทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากัน อัตรารอบถีบต่างกัน (30, 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที) ด้วยวิธีของนิวแมน - คูลส์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย