บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาคุณลักษณะของมนุษย์ที่บอกถึงความสามารถในการทำงานโดยใช้แรงนั้นจะดำเนินการศึกษาสัดส่วนร่างกาย กำลังสถิตของกล้ามเนื้อและพลังงานสูงสุดที่แต่ละคนจะสามารถสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ทำงานต่าง ๆ ซึ่งในการวัดสัดส่วนร่างกายและกำลังสถิตของกล้ามเนื้อจะใช้หลักการและรายละเอียดในการวัดของ Ayoub et al. (1984) ส่วนการหาพลังงานสูงสุดที่แต่ละคนจะสามารถสร้างขึ้น เพื่อใช้ทำงานจะใช้วิธีโดยอ้อมที่ Kamon & Ayoub (1976) ได้เสนอไว้ เพราะสามารถทำการทดสอบได้สะดวกโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายและความเมื่อยล้าต่อผู้ถูกทดสอบมากเกินไป ขั้นตอนดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการมีดังต่อไปนี้

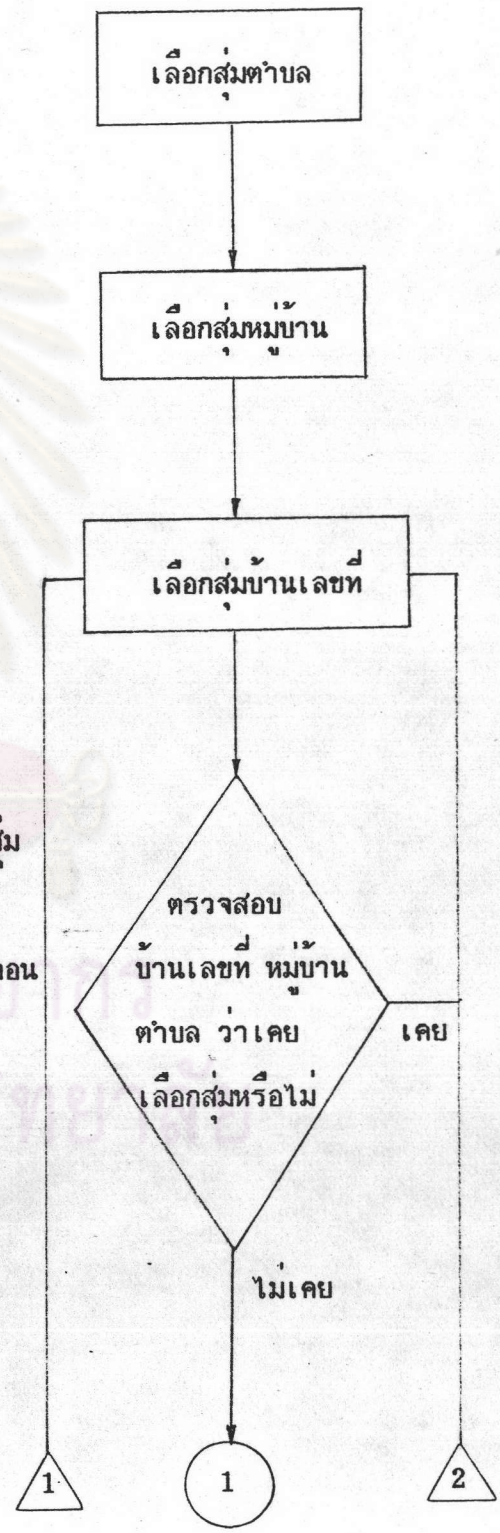
การเลือกสุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างกสิกรชายที่เลือกสุ่มมาทำการทดสอบนั้นเลือกสุ่มจากพื้นที่กสิกรรม 16 ตำบลในเขตอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น (ส่วนอีก 2 ตำบลที่ไม่ได้เลือกสุ่มคือ ตำบลในเมืองและตำบลเมืองเก่ามีการทำกสิกรรมน้อย เพราะเป็นเขตเทศบาลเมือง และเขตชุมชนการค้า) คือ ตำบลพระลับ ตำบลศิลา ตำบลโคกสี ตำบลสำราญ ตำบลบ้านทุ่ม ตำบลสาวะถี ตำบลท่าพระ ตำบลดอนหัน ตำบลบ้านค้อ ตำบลบ้านหว้า ตำบลบ้านเป็ด ตำบลแดงใหญ่ ตำบลดอนช้าง ตำบลบึงเนียม ตำบลหนองตูม และตำบลโนนท่อน ซึ่งทั้ง 16 ตำบลมีหมู่บ้านทั้งหมด 175 หมู่บ้าน มีครัวเรือนที่ทำการกสิกรรมทั้งสิ้น 23,581 ครัวเรือน จำนวนกสิกรทั้งชายและหญิงโดยประมาณ 154,388 คน ส่วนพื้นที่กสิกรรมมีประมาณ 349,732 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองขอนแก่น, 2530) งานกสิกรรมส่วนใหญ่ คือ ทำนา ปอ มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อยและถั่วลิสง การกสิกรรมโดยทั่วไปใช้แรงงานจากคนและสัตว์เป็นแรงงานหลัก ซึ่งช่วงอายุของผู้ใช้แรงงานส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 17-50 ปี ในการศึกษาวิจัยนี้จะทำการเลือกสุ่มตัวอย่างกสิกรชายที่มีช่วงอายุระหว่าง 20-24, 25-29, 30-34, 35-39 และ 40-49 ปี ช่วงอายุละ 20 คน ซึ่งการเลือกสุ่มจะมีขั้นตอน

014531

ดำเนินการดังต่อไปนี้

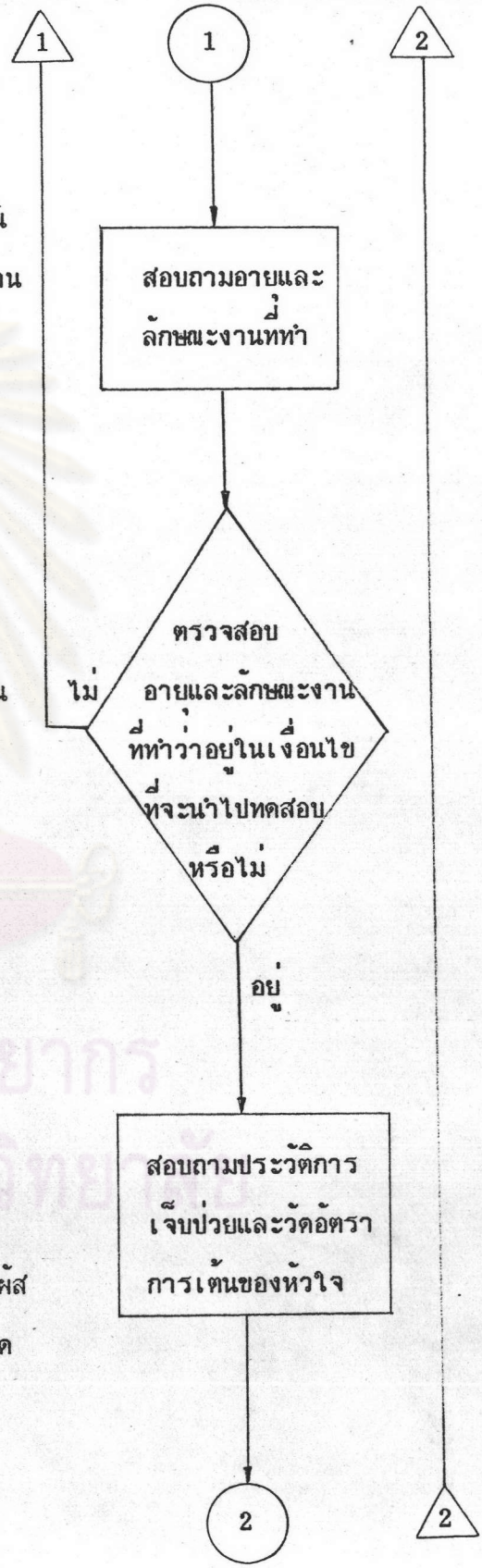
ขั้นตอนที่	รายละเอียด	แผนภูมิ
1	เลือกสุ่มตำบลขึ้นมา 1 ตำบล จาก 16 ตำบลที่กล่าวไว้ข้างต้น	
2	เลือกสุ่มรายชื่อหมู่บ้านในตำบลที่เลือกสุ่มได้จากขั้นตอนที่ 1 มา 1 หมู่บ้าน	
3	เลือกสุ่มบ้านเลขที่ในตำบลและหมู่บ้านที่เลือกสุ่มได้จากขั้นตอนที่ 1 และ 2	
4	ตรวจสอบบ้านเลขที่ หมู่บ้าน ตำบลที่เลือกสุ่มได้นั้นเคยเลือกสุ่มมาแล้วหรือยัง ถ้าเคยเลือกสุ่มแล้วให้เริ่มทำการเลือกสุ่มจากขั้นตอนที่ 3 ใหม่ และถ้ายังไม่เคยเลือกสุ่มให้ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 5	



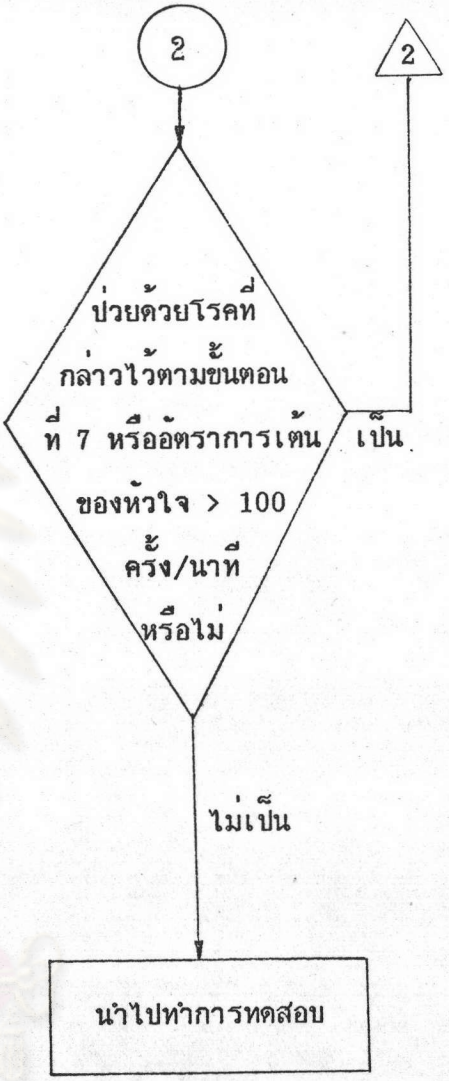
5 สอบถามอายุ และลักษณะงานที่ทำในปัจจุบันของชายทุกคนที่อาศัยอยู่ในบ้านเลขที่ หมู่บ้าน ตำบล ที่เลือกสุ่มได้

6 ตรวจสอบอายุของชายเหล่านี้ว่าอยู่ในช่วง 20-24, 25-29, 30-34, 35-39 และ 40-49 ปี หรือไม่และลักษณะงานที่ทำเป็นงานกสิกรรมหรือไม่ โดยพิจารณาว่าจำนวนผู้ถูกทดสอบของแต่ละช่วงอายุ ที่ทดสอบไปแล้วนั้นครบ 20 คนหรือยัง ถ้ายังไม่อยู่ในเงื่อนไขดังกล่าวจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3 ใหม่

7 สอบถามประวัติการเจ็บป่วยว่าเคยเป็นโรคหัวใจ ปวดหลัง ไส้เลื่อนและวัดอัตราการเต้นของหัวใจอย่างคร่าว ๆโดยวิธีสัมผัสที่ข้อมือ (เนื่องจากการขนย้ายเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจจะทำให้เครื่องเสียหายได้ง่าย)



8 ถ้าเป็นโรคใดโรคหนึ่งที่กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 7 หรืออัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 100 ครั้ง/นาที จะไม่นำผู้นั้นมาทำการทดสอบ และต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3 ใหม่



9 นำผู้ที่เลือกสุ่มได้ไปทำการทดสอบ

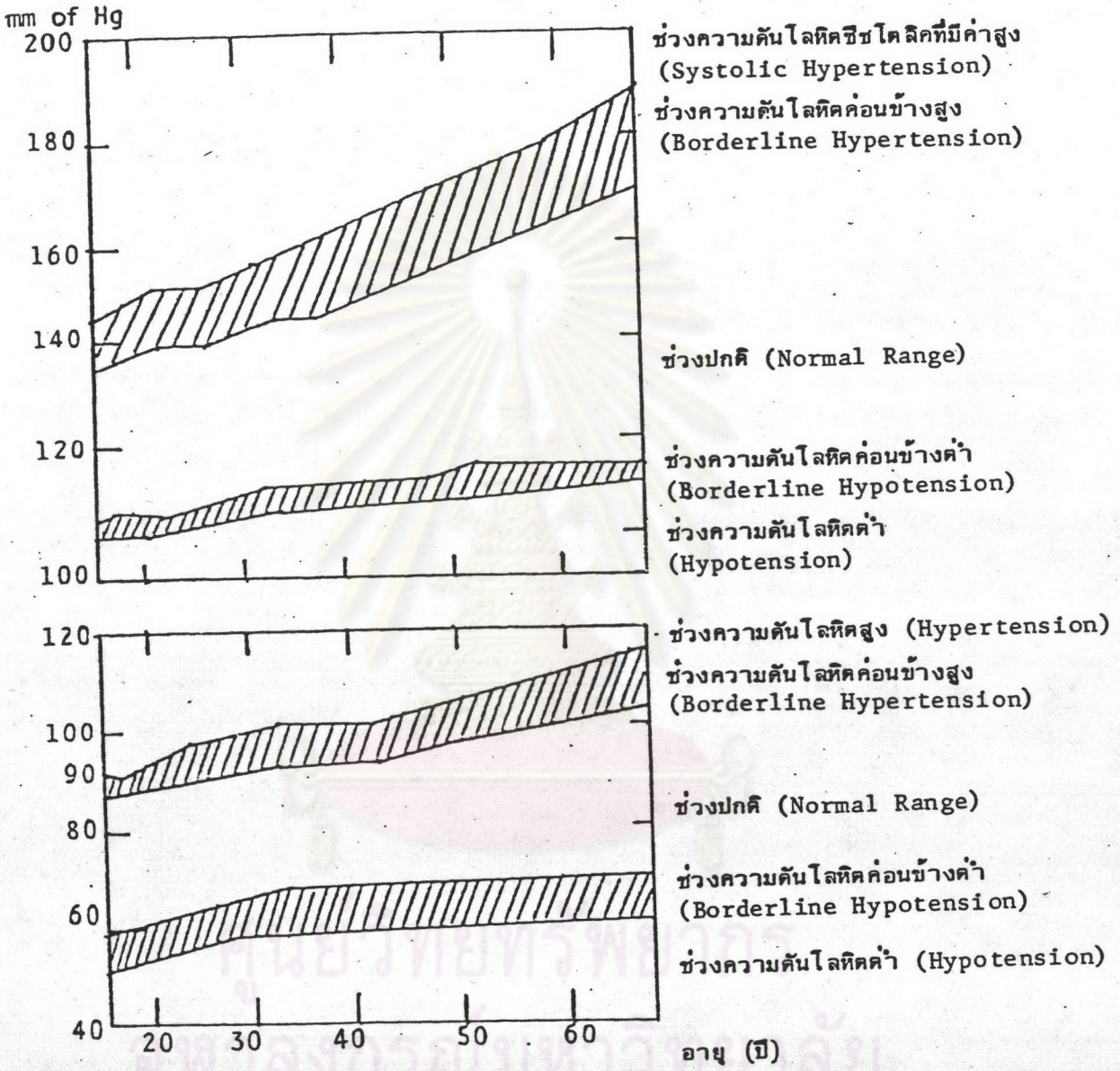
การเลือกสุ่มตัวอย่างกสิกรชาย จะดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นจนได้ตัวอย่างกสิกรชายครบตามจำนวนที่ต้องการ

<u>เครื่องมือที่ใช้</u>

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ บางชิ้นจำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากในขณะใช้ทดสอบ หรือวัดค่าต่าง ๆเพราะอาจจะทำให้ชำรุดเสียหายง่าย และไม่สามารถใช้ทดสอบหรือวัดค่าได้ เครื่องมือที่ควรระมัดระวังอย่างมากก็มี เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เครื่องวัดปริมาณอากาศแบบแห้ง เครื่องวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจน เครื่องวิเคราะห์เลือดและอากาศ

และถุงเก็บอากาศแบบดักลาส อย่างไรก็ตามเครื่องมือทุกชิ้นก่อนใช้ทดสอบหรือวัดค่าจำเป็นต้องตรวจสอบดูให้แน่ใจว่าอยู่ในสภาพที่สามารถใช้ทดสอบหรือวัดค่าได้ และเมื่อใช้เสร็จจะต้องเก็บไว้ในกล่องหรือที่เก็บให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันการชำรุดเสียหาย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยได้แสดงในภาคผนวก ก. และจะจำแนกออกตามการใช้เพื่อศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

1. การวัดสัดส่วนร่างกายจะใช้เครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้
   - 1.1 เครื่องวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน (Martin-Type Anthropometry)
   - 1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ มีดังนี้
   - 2.1 เครื่องวัดแรงดึง (Dynamometer)
   - 2.2 แผ่นกระดานยึดเครื่องวัดแรงดึง (Platform)
   - 2.3 อุปกรณ์เหนี่ยวรั้งลำตัว
   - 2.4 เครื่องวัดความดันโลหิต
3. การกะประมาณค่า PWC ของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนจะใช้เครื่องมือดังนี้
   - 3.1 จักรยานทดสอบ (Monark)
   - 3.2 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Minigarph MG-1A)
   - 3.3 เครื่องวัดความดันโลหิต
   - 3.4 ระบบถุงเก็บอากาศแบบดักลาส (Douglas Bag System)
   - 3.5 เครื่องวัดปริมาตรอากาศแบบแห้ง (Harvard Dry Gas Meter)
   - 3.6 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจน (ASAG OX2)
   - 3.7 เครื่องวิเคราะห์เลือดและอากาศ (AVL 954 Blood Gas Analyzer)
   - 3.8 เครื่องวัดอุณหภูมิของอากาศที่หายใจออก (Thermocouple)
   - 3.9 บาร์โรมิเตอร์



รูปที่ ๓.๑ ช่วงความดันโลหิต

แหล่งที่มา : R.F. Rushmer, "Cardiovascular Dynamics," 3rd ed., W.B. Saunders Co., Philadelphia, Pa., 1970.

วิธีดำเนินการวิจัย

ก่อนทำการทดสอบจะต้องสอบถามผู้ถูกทดสอบว่าเคยป่วยเป็นโรคหัวใจ ปวดหลัง ไส้เลื่อนหรือไม่อีกครั้ง ถ้าผู้ใดเคยป่วยด้วยโรคเหล่านี้จะไม่นำมาทดสอบและต้องอธิบายวิธีการทดสอบให้ผู้ถูกทดสอบทราบพร้อมทั้งกรอกแบบสอบถาม (ดูในภาคผนวก ข.) จากนั้นวัดอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องมือวัด ซึ่งจะให้ค่าที่ถูกต้องเที่ยงตรงมากกว่าการใช้วิธีสัมผัสที่ข้อมือในขั้นตอนการเลือกสุ่มตัวอย่าง และวัดความดันโลหิต ถ้าผู้ใดมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 100 ครั้ง/นาที หรือความดันของซีซโตลิค หรือไดแอสโตลิค (Diastolic or Systotic Pressure) ไม่อยู่ในช่วงปกติของรูปที่ 3.1 จะไม่นำคนนั้นมาทำการทดสอบ เพราะอาจเกิดอันตรายขึ้นได้

1. การวัดสัดส่วนร่างกาย

ในการวัดสัดส่วนร่างกายจะใช้หลักการและรายละเอียดในการวัดสัดส่วนร่างกายของ Ayoub et al. (1984) ซึ่งมีการกำหนดตำแหน่งที่หมายของร่างกายที่เป็นจุดหลักเริ่มต้นและสิ้นสุดในการวัด เครื่องมือที่ใช้วัด วิธีดำเนินการและแบบฟอร์มข้อมูลได้แสดงในภาคผนวก ค. แต่ละสัดส่วนจะทำการวัด 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ทางสถิติ ถ้าสัดส่วนใดมีสองข้างจะวัดข้างขวาของร่างกาย การศึกษาวิจัยนี้จะวัดสัดส่วนต่าง ๆ ดังนี้

น้ำหนัก (weight)

ความสูง (stature)

ความสูงปุ่มหัวไหล่ (acromion height)

ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนของแขนส่วนบนทั้งสองข้าง (bideltoid breadth)

เส้นรอบกล้ามเนื้อกลางแขนของแขนส่วนบนขณะงอแขน (biceps circumference, flexed)

ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (buttock-popliteal length)

ระยะหัวเข่าถึงก้น (buttock-knee length)

เส้นรอบน่อง (calf circumference)

ความสูงคอ (cervicale height)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เส้นรอบอกที่ระดับราวนม (chest circumference at scye)

ระยะข้อศอกถึงกลางฝ่ามือขณะกำมือ (elbow to center of grip)

ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง (elbow-to-elbow breadth)

ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ (elbow-fingertip length)

ความกว้างของหน้า (face breadth (bizygomatic))

ความยาวของหน้า (face length (sellion-menton))

ความกว้างของเท้า (foot breadth)

ความยาวของเท้า (foot length)

เส้นรอบโคนแขนของแขนส่วนล่างขณะงอแขน (forearm circumference, flexed)

ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรง (functional reach)

ระยะเยียดแขนขณะที่เอียงไหล่ขวาไปด้านหน้า (functional reach, extended)

ความกว้างของมือ (hand breadth)

ความยาวของมือ (hand length)

เส้นรอบศีรษะ (head circumference)

ความยาวศีรษะ (head length)

เส้นรอบสะโพก (hip circumference)

ความกว้างของหลังวัดระหว่างหัวนมทั้งสอง (interscye, back)

ความสูงขณะคุกเข่า (kneeling height)

เส้นรอบต้นคอ (neck circumference (base))

ระยะระหว่างแขนทั้งสองเมื่อเยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ (overhead reach breadth)

ความสูงในการเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ (overhead reach height)

ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง (popliteal height)

เส้นรอบไหล่ (shoulder circumference)

ระยะข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่ (shoulder-elbow length)

ระยะต้นคอถึงปุ่มหัวไหล่ (shoulder length)

ความสูงนั่ง (sitting height)

ความกว้างโคนขาขณะนั่ง (sitting thigh breadth)

เส้นรอบโคนขาบน (upper thigh circumference)

เส้นรอบตัวตามแนวตั้งในขณะยืน (vertical trunk circumference, standing)

เส้นรอบเอว (waist circumference (natural))

ความยาวของเอวด้านหลัง (waist back length)

ความยาวของเอวด้านหน้า (waist front lenght)

ความสูงเอว (waist height)

2. <u>การทดสอบกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ</u>

เมื่อวัดสัดส่วนร่างกายทั้ง 42 สัดส่วนแล้ว จะทำการวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อหลัง (Back Static Strength) กำลังสถิตของกล้ามเนื้อแขน (Arm Static Strength) กำลังสถิตของกล้ามเนื้อขา (Leg Static Strength) กำลังสถิตของกล้ามเนื้อไหล่ (Shoulder Static Strength) และกำลังสถิตของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ (Composite Static Strength) โดยใช้หลักการของ Ayoub et al.(1978) (ดังแสดงรายละเอียดและแบบฟอร์มข้อมูลในภาคผนวก ง.) ซึ่งก่อนที่จะให้ผู้ถูกทดสอบทำการทดสอบเพื่อวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อแต่ละตำแหน่งจะต้องอธิบายวิธีการทดสอบพร้อมทั้งแสดงการทดสอบกำลังสถิตของกล้ามเนื้อตำแหน่งนั้น ๆให้ผู้ถูกทดสอบเข้าใจและสามารถทำการทดสอบได้ถูกต้อง

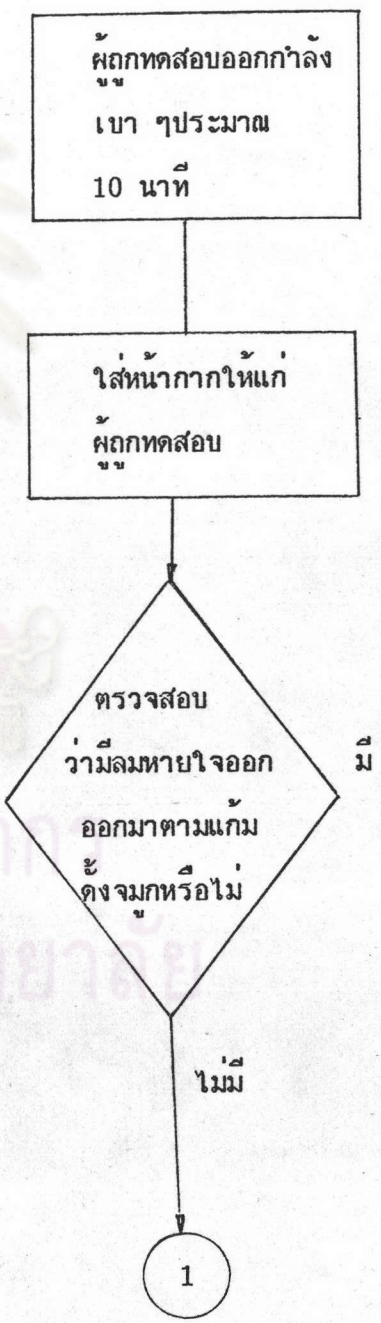
ขณะทำการทดสอบผู้ถูกทดสอบคนใดรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อจะต้องให้หยุดทดสอบทันที ในการวัดค่ากำลังสถิตเหล่านี้ จะทำซ้ำ 3 ครั้ง และแต่ละครั้งจะให้พักประมาณ 2 นาที เพื่อทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวกลับคืนสู่สภาพปกติ แล้วจึงทดสอบครั้งต่อไป จากนั้นนำค่าเฉลี่ยไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

3. <u>การทดสอบความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้แรง</u>

การทดสอบความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้แรง จะดำเนินการเมื่อการวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อเสร็จเรียบร้อยแล้ว และต้องให้ผู้ถูกทดสอบพักผ่อนจนกว่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับปกติ การทดสอบเพื่อหา VO_2 max หรือ PWC นั้น ผู้ถูกทดสอบจะต้องไม่

รับประทานอาหาร สูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มต่าง ๆก่อนหน้าการทดสอบอย่างน้อย 1 ชั่วโมง การทดสอบความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้แรงจะใช้วิธีโดยอ้อมที่ Kamon & Ayoub (1976) ได้เสนอไว้ ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่	รายละเอียด	แผนภูมิ
1	ให้ผู้ถูกทดสอบออกกำลังเบา ๆ ประมาณ 10 นาที	
2	ใส่หน้ากากแบบครึ่งหน้าให้แก่ผู้ถูกทดสอบ	
3	ให้ผู้ถูกทดสอบหายใจออกแรง ๆ เพื่อตรวจสอบว่านอกจากลมหายใจจะออกมาทางช่องหายใจออกของหน้ากากแล้ว ยังสามารถออกมาตามแก้ม หรือดังจมูกหรือไม่ ถ้ามีต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่ 2 ใหม่	

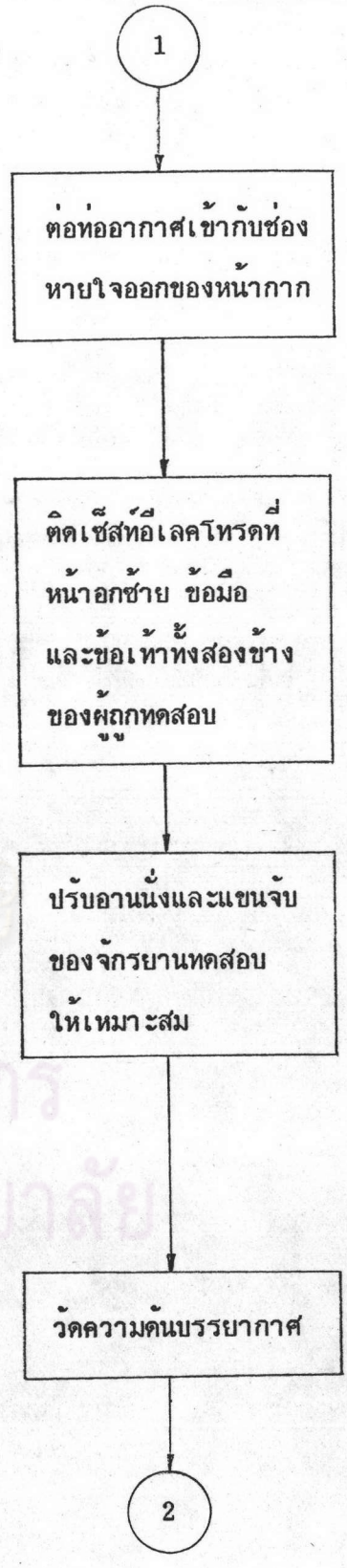


4 นำท่ออากาศที่ต่อกับถุงเก็บอากาศแบบดักลาสแล้ว มาต่อเข้ากับช่องหายใจออกของหน้ากาก

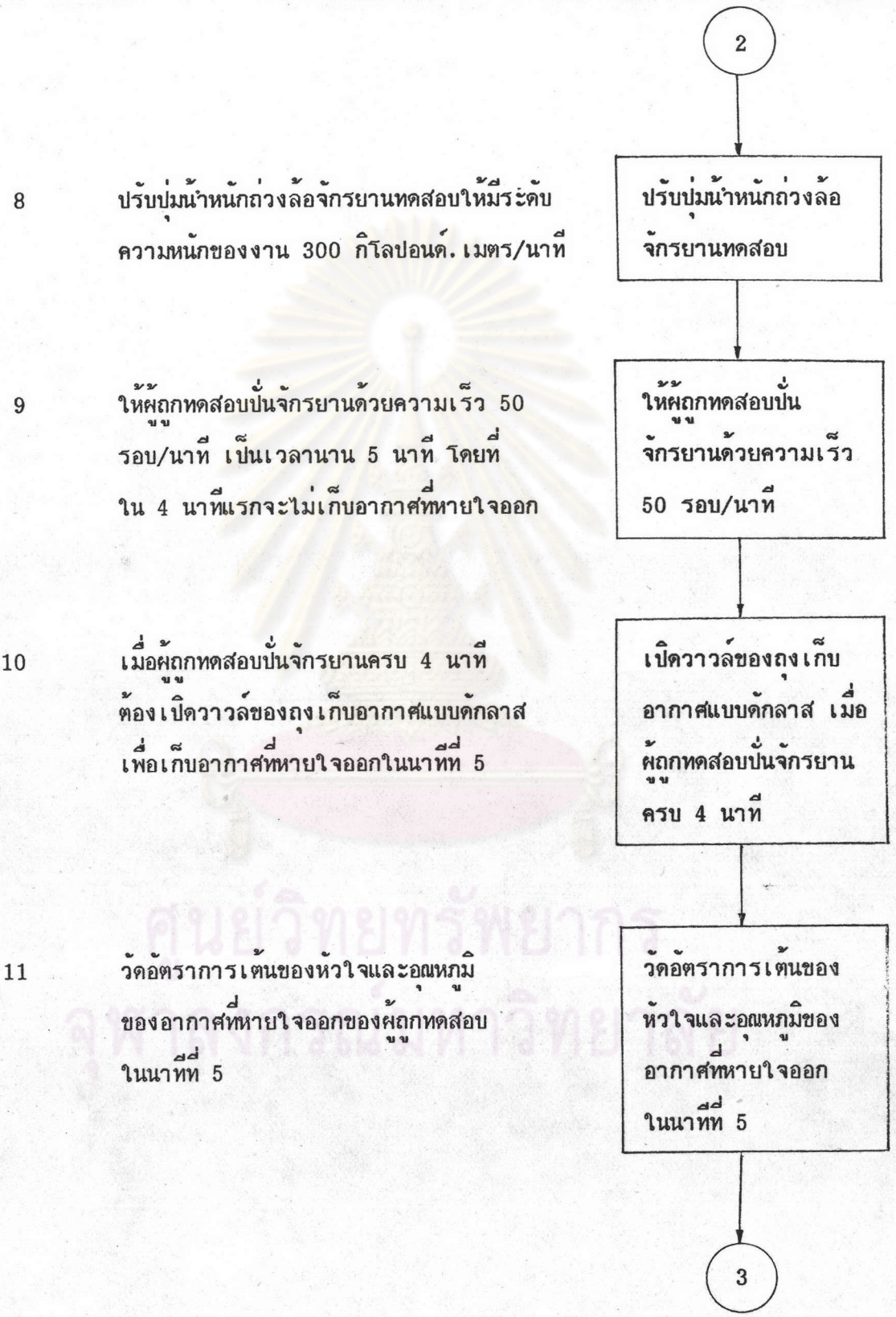
5 ติดเซ็นส์ทีอีเลคโทรดที่หน้าอกซ้าย ข้อมือและข้อเท้าทั้งสองข้างของผู้ถูกทดสอบ แล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

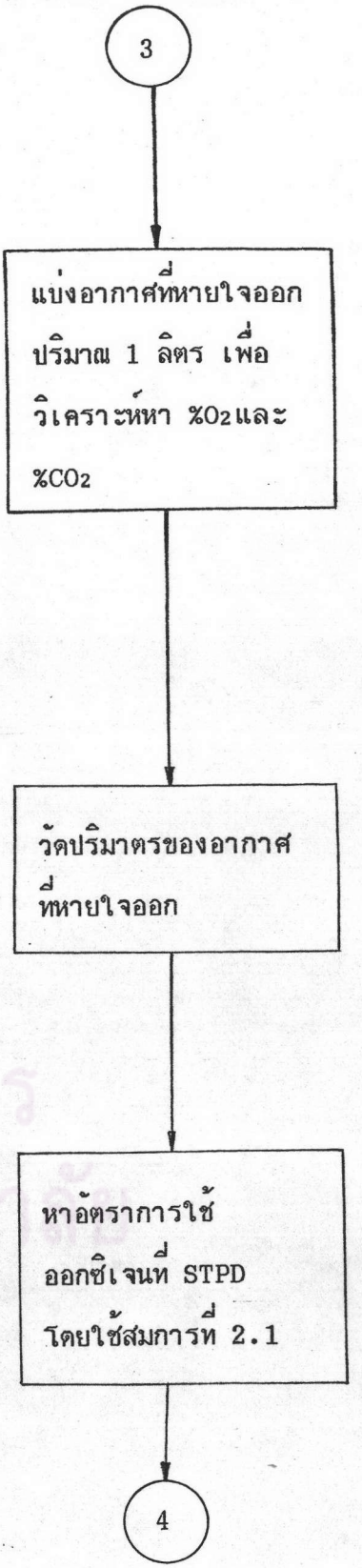
6 ปรับอานนั่งและแขนจับของจักรยานทดสอบให้เหมาะสมสะดวกต่อผู้ถูกทดสอบคนนั้น ๆ โดยขาของผู้ถูกทดสอบควรยืดได้เต็มที่ เมื่อเท้าของเขาเหยียบขาปั่นจักรยานลงถึงตำแหน่งต่ำสุด

7 วัดความดันบรรยากาศด้วยบาร์โรมิเตอร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


2
8 ปรับปุ่มน้ำหนักถ่วงล้อจักรยานทดสอบให้มีระดับความหนักของงาน 300 กิโลปอนด์. เมตร/นาที
ปรับปุ่มน้ำหนักถ่วงล้อจักรยานทดสอบ
9 ให้ผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานด้วยความเร็ว 50 รอบ/นาที เป็นเวลานาน 5 นาที โดยที่ใน 4 นาทีแรกจะไม่เก็บอากาศที่หายใจออก
ให้ผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานด้วยความเร็ว 50 รอบ/นาที
10 เมื่อผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานครบ 4 นาที ต้องเปิดวาวล์ของถุงเก็บอากาศแบบดักลาส เพื่อเก็บอากาศที่หายใจออกในนาทีที่ 5
เปิดวาวล์ของถุงเก็บอากาศแบบดักลาส เมื่อผู้ถูกทดสอบปั่นจักรยานครบ 4 นาที
11 วัดอัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิของอากาศที่หายใจออกของผู้ถูกทดสอบในนาทีที่ 5
วัดอัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิของอากาศที่หายใจออกในนาทีที่ 5
3



12 แบ่งอากาศที่หายใจออกขณะปั่นจักรยาน ซึ่งเก็บไว้ในถุงเก็บอากาศแบบดักลาส ประมาณ 1 ลิตร เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจน ที่เหลืออยู่ด้วยเครื่อง ASAG OX2 และวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่อง AVL 954 Blood Gas Analyzer

13 นำอากาศที่เหลือในถุงเก็บอากาศแบบดักลาส ไปวัดปริมาตรโดยใช้เครื่องวัดปริมาตรอากาศแบบแห้ง จะได้ปริมาตรของลมหายใจออกต่อนาทีในขณะปั่นจักรยานที่ ATPS ซึ่งมีหน่วยเป็นลิตร/นาที

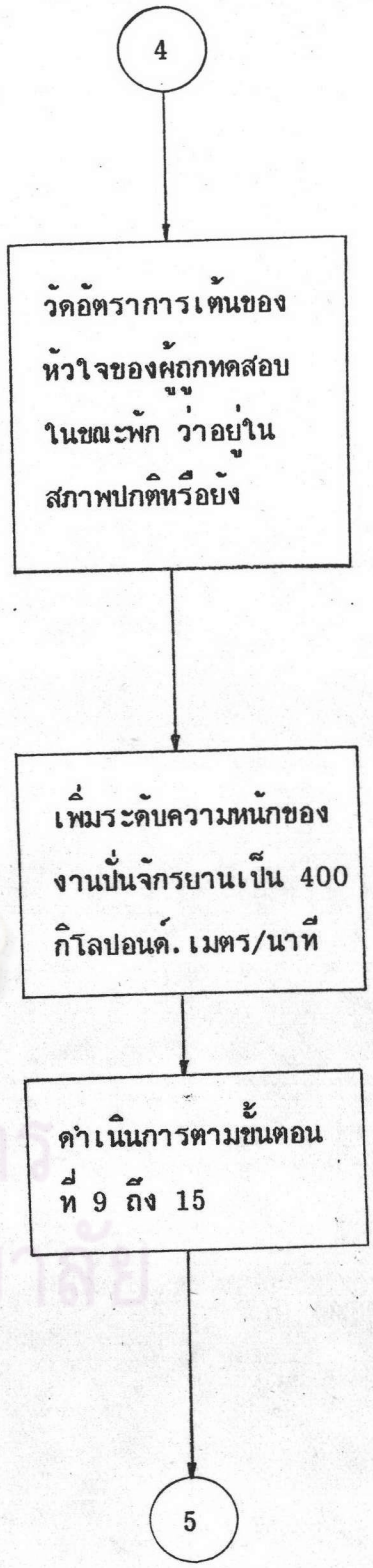
14 หาอัตราการใช้ออกซิเจนที่ STPD (มีหน่วยเป็น ลิตร/นาที) โดยใช้สมการของ Fox & Mathews (1981) ดังแสดงในสมการที่ 2.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15 วัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะพัก เพื่อตรวจสอบว่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในสภาพปกติหรือยัง ถ้ายังไม่อยู่ในสภาพปกติ (อัตราการเต้นของหัวใจขณะนั้นยังสูงกว่าสภาพปกติ) ก็ให้พักผ่อนจนอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในสภาพปกติ

16 เพิ่มระดับความหนักของงานปั่นจักรยานเป็น 400 กิโลปอนด์. เมตร/นาที โดยปรับปุ่มน้ำหนักถ่วงล้อจักรยานทดสอบ

17 ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 9 ถึง 15



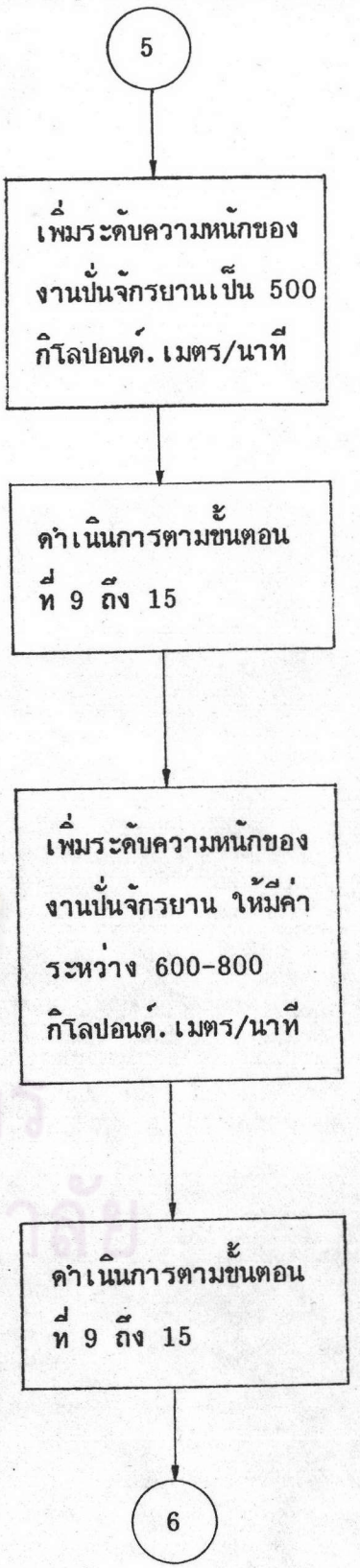
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18 เพิ่มระดับความหนักของงานปั่นจักรยานเป็น 500 กิโลปอนด์. เมตร/นาทีโดยปรับปุ่มน้ำหนักถ่วงล้อจักรยานทดสอบ

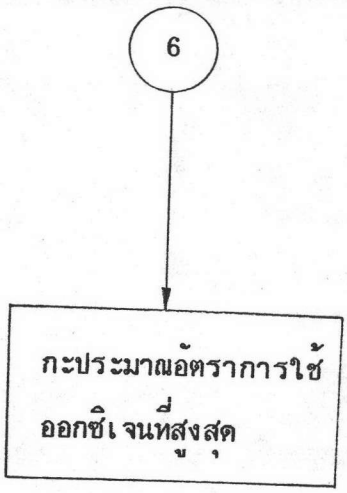
19 ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 9 ถึง 15

20 ระดับความหนักของงานปั่นจักรยานครั้งสุดท้ายนี้จะอยู่ระหว่าง 600-800 กิโลปอนด์. เมตร/นาที โดยพิจารณาจากความสมบูรณ์ทางร่างกาย และอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในครั้งก่อนหน้าประกอบกันด้วย

21 ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 9 ถึง 15



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

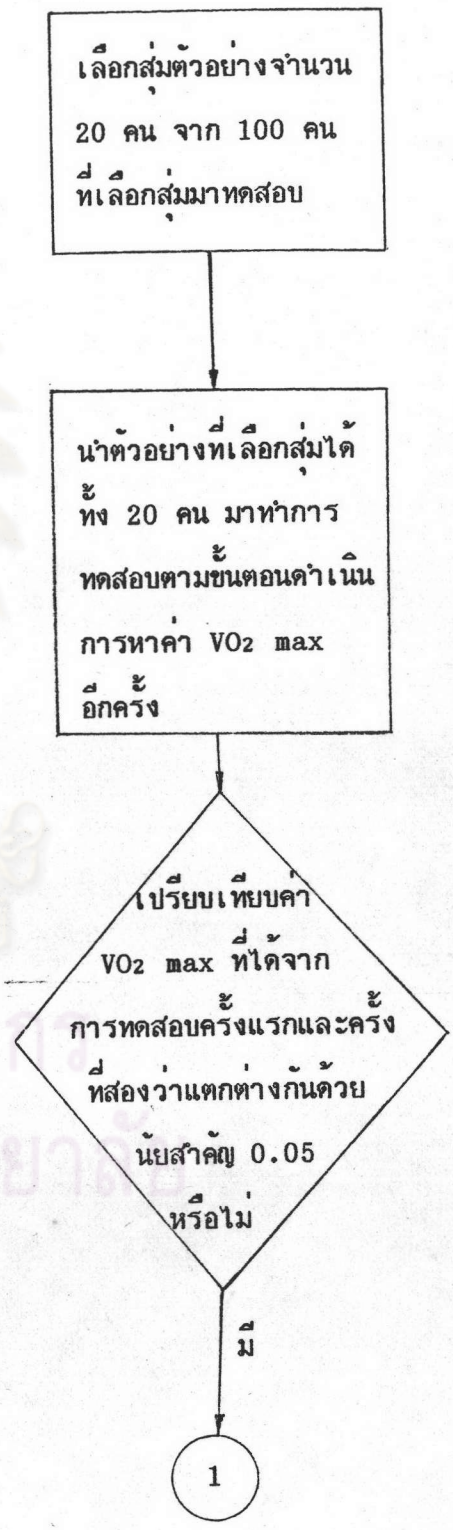


22 สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ กับอัตราการใช้ออกซิเจน เพื่อกะประมาณอัตราการใช้ออกซิเจนที่สูงสุดหรือความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้แรง เมื่ออัตราการเต้นของของหัวใจสูงสุด คือ 220-อายุ (ปี) (Astrand & Rodahl, 1977)

จากขั้นตอนดำเนินการหาค่าความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้แรง หรือ VO_2 max ของคนงานชายที่ทำงานโดยใช้แรงในงานกิจกรรมที่กล่าวไว้ข้างต้น จะใช้แบบฟอร์มข้อมูลดังแสดงในภาคผนวก ง. เพื่อบันทึกข้อมูลจากการทดสอบ และจำเป็นต้องทำการตรวจสอบวิธีดำเนินการหาค่า VO_2 max ว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบมีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่	รายละเอียด	แผนภูมิ
1	เลือกสุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน จากกลุ่มคนงานชายที่ทำงานโดยใช้แรงในงานกิสกรรม ที่ผ่านการทดสอบตามขั้นตอนดำเนินการหาค่า VO_2 max ที่กล่าวไว้ข้างต้น	
2	นำคนงานชายที่ทำงานโดยใช้แรงในงานกิสกรรมที่เลือกสุ่มได้ทั้ง 20 คน มาทำการทดสอบตามขั้นตอนดำเนินการหาค่า VO_2 max อีกครั้ง	
3	เปรียบเทียบค่า VO_2 max ของคนงานชายที่ทำงานโดยใช้แรงในงานกิสกรรมทั้ง 2 ชุด (จากการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่สอง) ว่ามีความแตกต่างกันด้วยนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่	



4 ถ้ามีความแตกต่างกันด้วยนัยสำคัญ 0.05 จะต้องดำเนินการทดสอบเพื่อหาค่า VO_2 max ใหม่

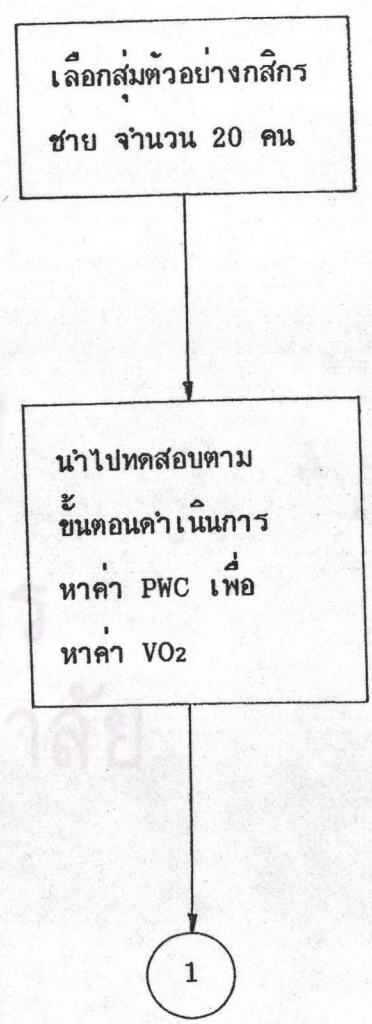
ถ้าค่า VO_2 max ที่ได้จากการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่สอง มีความแตกต่างกันด้วยนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่า VO_2 max ที่ได้จากการทดสอบนั้น ไม่ถูกต้องหรือมีความผิดพลาดสูงซึ่งจำเป็นต้องทำการทดสอบใหม่ทั้งหมด และเมื่อดำเนินการหาค่า VO_2 max ได้แล้ว ก็ทำการเปรียบเทียบค่า VO_2 max หรือ PWC ระหว่างกลุ่มคนงานชายที่ช่วงอายุต่าง ๆว่ามีความแตกต่างกันด้วยนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่ และสร้างสมการที่ใช้กะประมาณค่า VO_2 max ของกสิกรชายโดยใช้ อัตราการใช้ออกซิเจนที่ STPD อัตราการเต้นของหัวใจที่แต่ละระดับความหนักของงานปั่นจักรยาน อายุ น้ำหนัก และตัวแปรอื่น ๆที่มีนัยสำคัญ 0.05

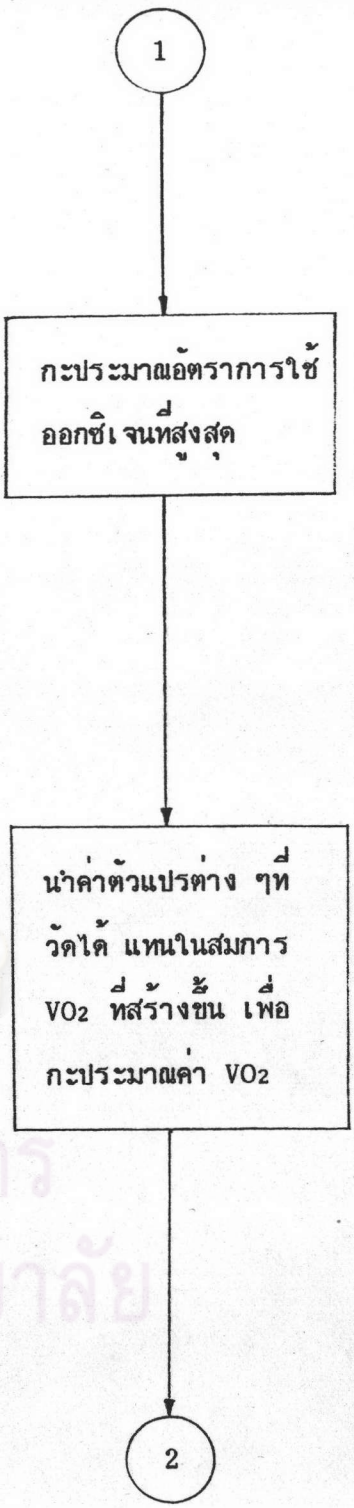
จากขั้นตอนดำเนินการหาค่า VO_2 max จะต้องทำการวัดค่าตอบสนองทางด้านสรีระของผู้ถูกทดสอบเช่น อัตราการเต้นของหัวใจ ปริมาตรของลมหายใจออกต่อนาทีที่ STPD สัดส่วนปริมาตรของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่หายใจออก และอุณหภูมิของอากาศที่หายใจออกในขณะทำงานที่ระดับความหนักของงานปั่นจักรยานหนึ่ง ๆ แล้วนำมาคำนวณหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนที่ STPD หรือ VO_2 ที่แต่ละระดับความหนักของงานปั่นจักรยานโดยใช้สมการที่ 2.1 ซึ่งการวัดสัดส่วนปริมาตรของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่หายใจออกด้วยเครื่องวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนและเครื่องวิเคราะห์เลือดและอากาศ จำเป็นต้องระมัดระวังอย่างมาก เพราะเครื่องมือเหล่านี้จะชำรุดเสียหายง่ายอีกทั้งยังมีราคาสูง จึงทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้ทดสอบในสถานที่ต่าง ๆ ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้จึงสร้างสมการเพื่อใช้กะประมาณค่า VO_2 ที่แต่ละระดับความหนักของงานปั่นจักรยาน ของกสิกรชายโดยใช้ปริมาตรของลมหายใจออกต่อนาทีที่ STPD อัตราการเต้นของหัวใจที่แต่ละระดับความหนักของงานปั่นจักรยาน อายุ น้ำหนักและตัวแปรอื่น ๆที่มีนัยสำคัญ 0.05 แทนการใช้สมการ

ที่ 2.1 ซึ่งมีความยุ่งยากมากกว่า เพราะต้องวัดสัดส่วนปริมาตรของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่หายใจออก

เมื่อสร้างสมการที่ใช้กะประมาณค่า VO_2 max และ VO_2 ที่แต่ละระดับความหนักของงานปั่นจักรยานของกสิกรชายได้แล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบว่าสมการที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กะประมาณค่าได้ถูกต้องหรือแตกต่างจากค่าที่หาด้วยวิธีการทดสอบดังที่กล่าวไว้ข้างต้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งการทดสอบสมการที่สร้างขึ้น มีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่	รายละเอียด	แผนภูมิ
1	เลือกสุ่มตัวอย่างกสิกรชายในเขตอำเภอเมืองขอนแก่น จำนวน 20 คน ดำเนินการตามขั้นตอนการเลือกสุ่มตัวอย่างดังที่กล่าวไว้ข้างต้น	
2	นำคนงานชายที่ทำงานโดยใช้แรงในงานกสิกรรมที่เลือกสุ่มได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการทดสอบตามขั้นตอนดำเนินการหาค่า PWC ที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อหาค่า VO_2 ที่แต่ละระดับความหนักของงานปั่นจักรยาน	





3 สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ กับอัตราการใช้ออกซิเจน เพื่อกะประมาณอัตราการใช้ออกซิเจนที่สูงสุดหรือความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้แรงเมื่ออัตราการเต้นของของหัวใจสูงสุด คือ 220-อายุ (ปี) (Astrand & Rodahl, 1977)

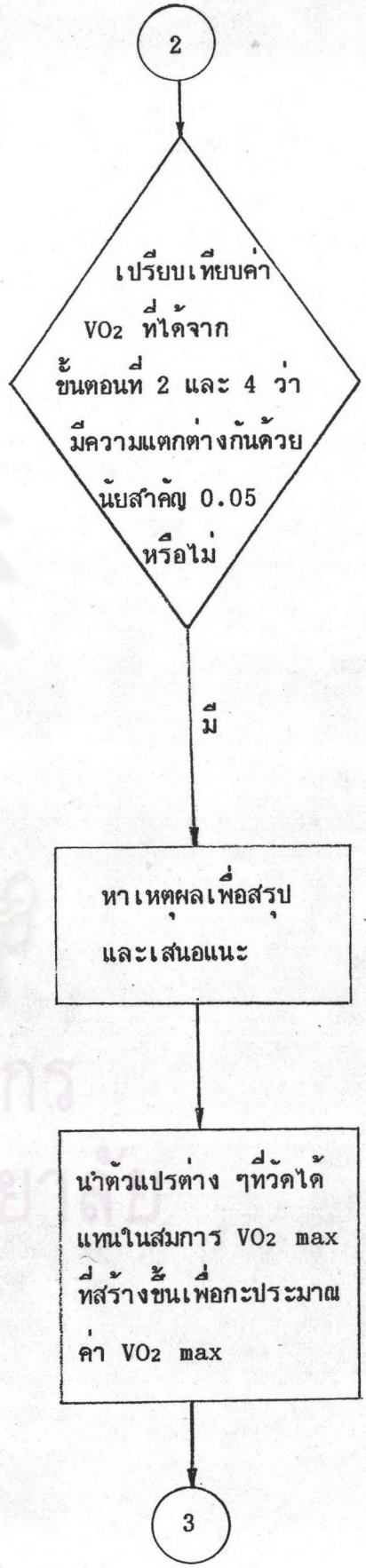
4 นำค่าปริมาตรของลมหายใจออกต่อนาทีที่ STPD อัตราการเต้นของหัวใจที่แต่ละระดับความหนักของงานปั่นจักรยาน อายุ น้ำหนักและตัวแปรอื่น ๆที่มีนัยสำคัญ 0.05 แทนในสมการ VO2 ที่สร้างขึ้น เพื่อกะประมาณค่า VO2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

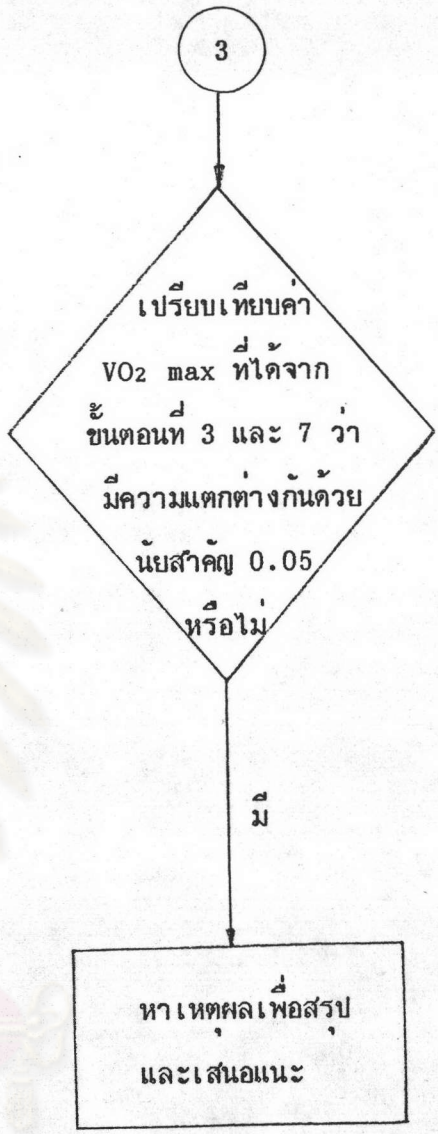
5 เปรียบเทียบค่า VO_2 ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 และ 4 ว่ามีความแตกต่างกันด้วยนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่

6 หาเหตุผลเพื่อสรุปและเสนอแนะ

7 นำค่าอัตราการใช้ออกซิเจนที่ STPD อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับความหนักของงานปั่นจักรยานระดับใด ๆซึ่งได้จากการทดสอบ อายุ น้ำหนัก และตัวแปรอื่น ๆ ที่มีนัยสำคัญ 0.05 แทนในสมการ VO_2 max ที่สร้างขึ้น เพื่อกะประมาณค่า VO_2 max



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



8 เปรียบเทียบค่า VO_2 max ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 และ 7 ว่ามีความแตกต่างกันด้วยนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่

9 หาเหตุผลเพื่อสรุปและเสนอแนะ

ถ้าค่า VO_2 และ VO_2 max ที่ประมาณได้จากสมการที่สร้างขึ้นไม่มีความแตกต่างจากค่า VO_2 และ VO_2 max ที่ได้จากการทดสอบตามขั้นตอนดำเนินการที่กล่าวไว้ข้างต้นด้วยนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า สมการที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประมาณค่า VO_2 และสมการที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประมาณค่า VO_2 max นั้นมีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประมาณได้

แผนผังการทดสอบ

แผนผังการทดสอบเป็นสิ่งที่บอกถึงลำดับการดำเนินงานอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้ทราบว่าจะทำการทดสอบอะไรก่อนหลัง ในการศึกษาวิจัยนี้มีแผนผังการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนผังการทดสอบสำหรับผู้ถูกทดสอบ 1 คน

วิธีดำเนินการ	ช่วงอายุ(ปี)				
	20-24	25-29	30-34	35-39	40-49
สัดส่วนร่างกาย (42 สัดส่วน)	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x x
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อ (5 ตำแหน่ง)	x x x x x	x x x x x	x x x x x	x x x x x	x x x x x
VO_2 max	x	x	x	x	x

เมื่อ หนึ่ง x หมายถึง ค่าที่ทำการทดสอบ 1 ค่า