บทที่ 4

ผลการสำรวจและวิจัย

รายละเอียดทั่วไปของผู้ถูกทดลองและสภาพแวดล้อมในการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ถูกทดลองซึ่งเป็นลูกจ้างประจำในโกดังขนข้าว ที่สาธุประดิษฐ์ เป็นเพศชายที่มีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรงเป็นปกติ มีความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงานดี (ประสบการณ์ในการในการทำงานมากกว่า 5 ปีขึ้นไป) จำนวน 10 คนนั้น สามารถแสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนักร่างกายของผู้ถูกทดลองเหล่านั้น ได้ดังในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะผู้ถูกทดลอง

ผู้ถูกทดลองคนที่	อายุ (ปี)	น้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)
1	42	62.0	161.0
2	39	56.5	159.1
3	35	63.0	164.5
4	42	63.0	169.6
5	30	58.5	161.2
6	31	63.0	161.4
7	42	62.0	166.1
8	30	64.5	165.9
9	38	74.5	168.5
10	38	54.0	158.0
ค่าเฉลี่ย	36.7	62.1	163.5
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.9	5.5	4.0

ผู้ถูกทดลองทั้งหมดมีอายุเฉลี่ย 36.7 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.9 ปี (ช่วงระหว่าง 30 ถึง 42 ปี) น้ำหนักร่างกายโดยเฉลี่ย 62.1 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.5 กิโลกรัม (ช่วง

ระหว่าง 54 ถึง 74.5 กิโลกรัม) และ ส่วนสูงโดยเฉลี่ย 163.5 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.0 เซนติเมตร (ช่วงระหว่าง 158 ถึง 169.6 เซนติเมตร)

โดยสภาพแวดล้อมในการทดลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสภาพแวดล้อมโดยใช้เครื่องมือวัด

สภาพแวดล้อม	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C)	อุณหภูมิกระเปาะเปียก (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
Average	30.3444	24.8000	46.6889
SD.	1.9726	2.2295	15.3239

สภาพแวดล้อมในการทดลองมีค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเฉลี่ย 30.3444 °C ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9726°C (ช่วงระหว่าง 24 ถึง 45°C) อุณหภูมิกระเปาะเปียกเฉลี่ย 24.8000 °C ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.2295 °C (ช่วงระหว่าง 19 ถึง 30°C) และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 46.6889 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.3239 (ช่วงระหว่าง 14 ถึง 78%)

ลักษณะของภาระงาน

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ ชั้น 4 ตึก 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่จำลองสถานที่ปฏิบัติงานจริงเฉพาะลักษณะในการแบกกระสอบข้าว ณ โกดังเก็บข้าว สาธุประดิษฐ์ โดยมีลักษณะการแบกกระสอบข้าว อันได้แก่ การแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 และการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 การวัดภาระงานทั้งหมดที่คนงานแบกกระสอบข้าวได้รับนั้นจะวัดเฉพาะภาระงานภายใน (Internal Workload) จากการตอบสนองของภาระงานในการปฏิบัติหน้าที่ที่แตกต่างกันตามลักษณะการแบกกระสอบข้าว ส่วนภาระงานภายนอก (External Workload) เป็นการแบกกระสอบข้าวภายใต้ อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมือนกัน การประเมินวัดผลนั้น ใช้วิธีการทางการยศาสตร์เพียงแนวทางเดียวได้แก่ การวัดผลตอบสนองทางสรีรวิทยาโดยใช้เครื่องมือวัดต่างๆ

รายละเอียดของลักษณะในการแบกกระสอบข้าว

จากการสำรวจสถานที่ปฏิบัติงานจริง พบว่า สามารถแบ่งลักษณะในการแบกกระสอบข้าวออกได้เป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. การแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 คือ การแบกกระสอบข้าวแบบปกติ โดยมีการเคลื่อนย้ายกระสอบข้าวจากที่หนึ่งๆ ไปยังที่หนึ่งๆ โดยปกติจะไม่เกิดการติดขัดของสายงาน สามารถทำงานได้ภายใต้ระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งจะทำต่อเนื่องกันตลอดระยะเวลาในกะการทำงาน 4 ชั่วโมงทั้งช่วงเช้า และบ่าย
2. การแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 คือ การแบกกระสอบข้าวแบบอาศัยความอดทน เพราะในบางครั้งมีความจำเป็นจะต้องรอให้คนข้างหน้าทิ้งกระสอบข้าวออกจากตัวเสียก่อน ดังนั้นถ้าเวลาในการทิ้งกระสอบข้าวและเวลาในการรับกระสอบข้าวแล้วเดินตามมาไม่สัมพันธ์กัน คนงานแบกกระสอบข้าวจำเป็นต้องแบกกระสอบข้าวรอ ดังนั้นช่วงเวลาที่แบกกระสอบข้าวจนกว่าจะทิ้งจึงมีระยะเวลายาวนานขึ้น ส่งผลให้เกิดเมื่อยล้าได้ง่ายและรวดเร็ว

นอกจากนี้ ในสถานที่ปฏิบัติงานจริง ยังมีผลของลักษณะความแตกต่างกันของพื้นที่เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะแสดงผลต่อผลตอบสนองทางด้านสรีรวิทยานี้ด้วย อาทิ การแบกกระสอบข้าวขึ้นเกี่ยว โดยเกี่ยวคือไม้กระดานแผ่นเดียวที่มีความแข็งแรง วางพาดเฉียงเพื่อทำเป็นทางเชื่อมระหว่างพื้นดินและพื้นของรถ ซึ่งคล้ายกันกับการเดินขึ้นทางชัน การแบกกระสอบข้าวบนพื้นที่มีข้าวอยู่แล้ว ซึ่งในกรณีนี้ขาทั้งสองของคนงานแบกกระสอบข้าวจะจมไปในกองข้าวประมาณครึ่งแข้งในขณะที่ทำการแบกกระสอบข้าวนี้อยู่ ส่งผลให้เหนื่อยเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้คนงานแบกกระสอบข้าวอาจต้องแบกกระสอบข้าวลงเรืออีก ซึ่งก็จะมีลักษณะในการแบกกระสอบข้าว ตลอดจนผลตอบสนองทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกันออกไป

การวิจัยในครั้งนี้ จึงศึกษาแต่เพียงผลตอบสนองทางสรีรวิทยาของลักษณะของการแบกกระสอบข้าวทั้งสองแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วยเครื่องยกไฮโดรลิกส์ ซึ่งทำหน้าที่ในการยกกระสอบข้าวที่วางอยู่บนแผ่นรอง (pallet) ให้มีความสูงในระดับที่พอเหมาะในการเกี่ยวกระสอบข้าวลงบนหลังของคนงานแบกกระสอบข้าว โดยเมื่อคนงานแบกกระสอบข้าวไปแล้วนั้น คนงานแบกกระสอบ

ข้าวจะเดินต่อไปเพื่อไปอ้อมเสากลับตัว ที่อยู่ห่างจากการเกี่ยวกระสอบข้าวลงหลังนั้นประมาณ 10 เมตร และเมื่ออ้อมเสาแล้ว ก็ให้เดินต่อไป ตามแต่ลักษณะในการแบกกระสอบข้าว โดยถ้าเป็นการแบกกระสอบข้าวแบบปกติ คนงานจะเดินต่อไปอีกจนถึงจุดเดิม แล้วทิ้งกระสอบข้าวเพื่อเดินตัวเปล่าไปอีก 20 เมตร จนครบรอบ ดังนั้นรอบในการทำงานแบบการแบกกระสอบข้าวแบบปกตินี้จะอยู่ที่ 40 เมตร ส่วนถ้าเป็นการแบกกระสอบข้าวแบบอาศัยความอดทน คนงานจะยังไม่ทิ้งกระสอบข้าวในทันที หากแต่จะเดินอ้อมเสากลับตัวอีก รวมระยะทางต่อรอบ 20 เมตร ดังภาพในภาคผนวก ก.

การวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ

ก่อนการวิจัยในแต่ละวัน คนงานแบกหามต้องทดสอบกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ อันได้แก่

- กำลังสถิตของกล้ามเนื้อไหล่ (Shoulder Strength)
- กำลังสถิตของกล้ามเนื้อแขน (Arm Strength)
- กำลังสถิตของกล้ามเนื้อขา (Leg Strength)
- กำลังสถิตของกล้ามเนื้อหลัง (Back Strength)
- กำลังสถิตของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ (Composite Strength)

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าทางค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดกำลังสถิตส่วนต่างๆ

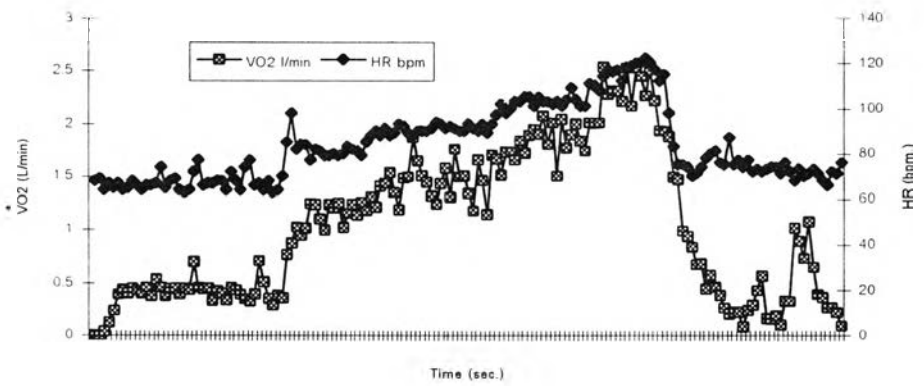
กำลังสถิต	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ค่าความคลาดเคลื่อน
	Min.	Average	Max.	SD
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อไหล่	56.16	68.63	91.49	9.34
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อแขน	36.10	50.69	72.61	9.69
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อขา	99.61	123.96	141.51	14.39
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อหลัง	62.51	83.70	101.5	11.82
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ	89.49	119.30	135.14	14.04

โดยจากการทดสอบทางสถิติพบว่า กำลังสถิตทั้ง 5 แบบนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ α=0.05 โดยรายละเอียดของค่ากำลังสถิตของแต่ละผู้ถูกทดลองปรากฏดังในภาคผนวก ช.

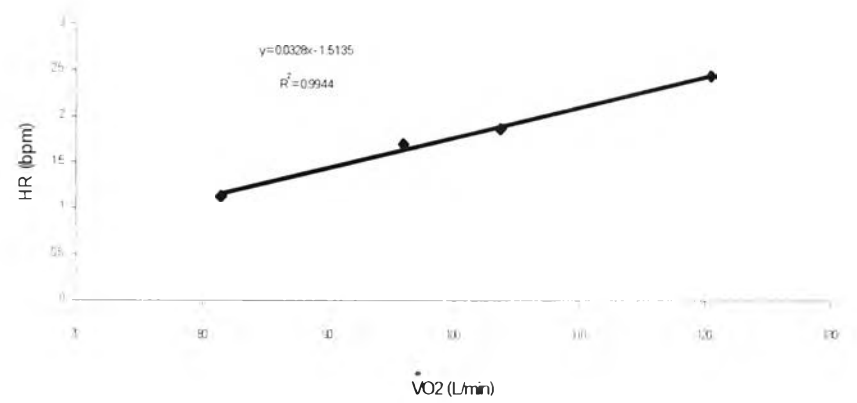
I19224624

การวัดค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการปั่นจักรยาน

การศึกษาค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดของผู้ถูกทดลองทั้งหมด 10 คน ที่มีสภาพร่างกายปกติ และอายุอยู่ในช่วง 30-42 ปี ด้วยการทดสอบการปั่นจักรยานที่ระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด ตามวิธีอ้อมที่ Kamon & Ayoub (1976) ได้เสนอไว้ ซึ่งได้ทำการวัดค่าอัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการปั่นจักรายาน จากนั้นนำค่าอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจมาแสดงผลการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังแสดงในรูปที่ 4-1 ซึ่งเมื่อนำทั้งค่าอัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการเต้นของหัวใจในขณะเกิดภาวะคงตัวที่ระดับภาระงานใดๆ มาหาความสัมพันธ์กันแล้ว พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ดังแสดงในรูป 4-2



รูปที่ 4-1 ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการทดสอบโดยการปั่นจักรยานที่ระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด



รูปที่ 4-2 ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่สภาวะคงตัว ในแต่ละระดับความหนักของภาระงาน

จากรูปที่ 4-1 พบว่า อัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจ มีความสัมพันธ์กันในเชิงการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และมีการปรับตัวคงที่เมื่ออยู่ในสภาวะคงตัวที่แต่ละระดับภาระงาน

จากรูปที่ 4-2 พบว่า ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยในสภาวะคงตัว มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ด้วยสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R Square) ที่ 0.9944 โดยที่ถ้าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) มีค่ามาก แสดงว่า Y และ X มีความสัมพันธ์กันมาก หรือ X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่า Y ได้มาก

ดังนั้นจากความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง จึงสามารถหาสมการเส้นตรง (Linear Regression Equation) ของอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดลองแต่ละคนได้ ซึ่งใช้ในการคำนวณหาค่าความสามารถสูงสุดในการทำงาน ($\dot{V}O_2$ max ซึ่งได้จาก ณ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

ในการคำนวณ ได้สมการเส้นตรงอยู่ในรูปของ $Y = aX + b$ โดยที่

Y คือ ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ณ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในขณะการทำงานใดๆ

X คือ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ได้จาก 220 – อายุ

a คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ

b คือ ค่าจุดตัดแกน Y

ดังนั้น เมื่อได้ค่า a และ b ในสมการเส้นตรงแล้ว จึงสามารถหาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ โดยการประมาณนอกช่วง (Extrapolation) ซึ่งแสดงค่าความสามารถสูงสุดของผู้ถูกทดลอง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ค่าความสามารถสูงสุดในการทำงานของผู้ถูกทดลองทั้ง 10 คน ในช่วงอายุระหว่าง 30-42 ปี

ผู้ถูกทดลองคนที่	อายุ	ความสามารถสูงสุดในการทำงาน (L/min)	ความสามารถสูงสุดในการทำงาน (ml/kg-min)
1	42	2.3151	37.3401
2	39	2.6001	46.0193
3	35	2.7643	43.8785
4	42	2.7389	43.4743
5	30	2.8576	48.8478
6	31	3.5096	55.7082
7	42	2.6364	42.5218
8	30	3.4159	52.9590
9	38	3.3341	44.7533
10	38	3.1790	58.8697
ค่าเฉลี่ย	37	2.9351	47.4372
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.9227	0.3999	6.6273

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ค่าความสามารถสูงสุดในการทำงานของผู้ถูกทดลอง ซึ่งอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 30-42 ปี มีค่าความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยเฉลี่ยมีค่า 2.9351 $\pm$ 0.3990 L/min หรือมีค่า 47.4362 $\pm$ 6.6273 ml/ kg-min โดยที่เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ Kamon และ Ayoub (1976) ซึ่งสรุปได้ว่า หาก (ภาณุ บูรณาจารุกร, 2539)

- $\dot{V}O_2$max < 25 มิลลิลิตร/ กิโลกรัม-นาที แสดงว่ามีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับต่ำ
- 26 < $\dot{V}O_2$max < 33 มิลลิลิตร/ กิโลกรัม-นาที แสดงว่ามีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับพอใช้
- 34 < $\dot{V}O_2$max < 42 มิลลิลิตร/ กิโลกรัม-นาที แสดงว่ามีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับปกติ

- 43 < $\dot{V}O_2$max < 52 มิลลิลิตร/ กิโลกรัม-นาที แสดงว่ามีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับดี
- $\dot{V}O_2$max >53 มิลลิลิตร/ กิโลกรัม-นาที แสดงว่ามีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับสูง

จากการทดสอบผู้ถูกทดลองทั้งหมดในตารางที่ 4-3 สรุปได้ว่า ผู้ถูกทดสอบเป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับพอใช้ 1 คน ระดับดี 6 คน และระดับสูง 3 คน

การวิเคราะห์ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา

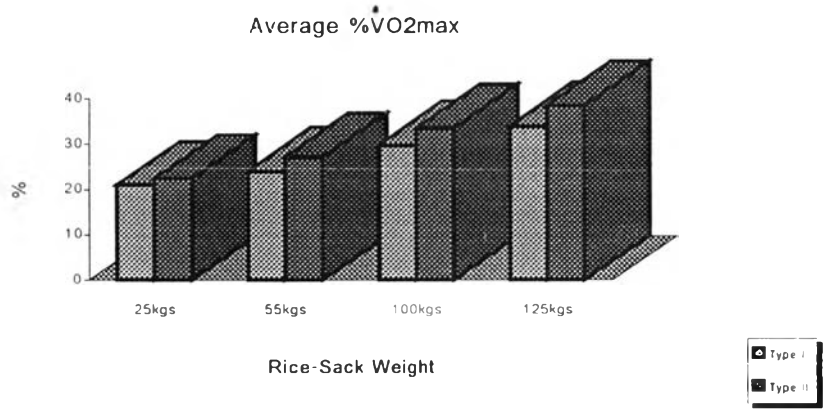
เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำงานของผู้ถูกทดลองต่อ อัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการเต้นของหัวใจมีหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านรูปแบบการแบกกระสอบข้าว และ น้ำหนักกระสอบข้าว มีผลต่อสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น
2. การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นในกิจกรรมการแบกกระสอบข้าวสารชนิดเดียวกัน
3. การเปรียบเทียบระหว่าง ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่1 และรูปแบบที่ 2
4. เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถึงระดับของการทำงานที่เหมาะสม ของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2
5. สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักกระสอบ ที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่เหมาะสมนั้น ของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1
6. สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายระยะ เวลาที่สามารถแบกได้ในการแบกกระสอบข้าวสารที่น้ำหนักใดๆ
7. ผลการ Validation

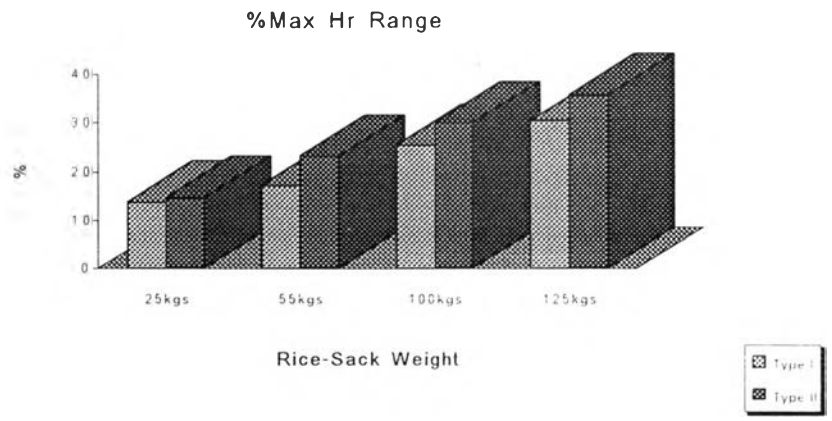
1. <u>การวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านรูปแบบการแบกกระสอบข้าว และ น้ำหนักกระสอบข้าว ที่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น</u>

ในการวิจัยได้จัดให้มีการแบกกระสอบข้าว 2 แบบ คือ การแบกกระสอบข้าวแบบที่ 1 (การแบกแบบปกติ) และการแบกกระสอบข้าวแบบที่ 2 (การแบกแบบอาศัยความอดทน) โดย

ทำการแปรเปลี่ยนน้ำหนักของกระสอบข้าวที่แบกออกไป 4 ระดับน้ำหนัก ได้แก่ ที่ 25 55 100 และ 125 กิโลกรัม ผลการวิเคราะห์ปัจจัยของรูปแบบของการแบกกระสอบข้าว และปัจจัยระดับน้ำหนักกระสอบพบว่า จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยทางด้านรูปแบบการแบกกระสอบข้าว และปัจจัยทางด้านน้ำหนักกระสอบข้าว มีผลต่อค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุด และ อัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น ส่วนรูปแบบการแบกกระสอบข้าวและน้ำหนักของกระสอบข้าวไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อ ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุด และ อัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาคผนวก ค. รูปที่ 4-3 และรูปที่ 4-4



รูปที่ 4-3 แสดงอิทธิพลของปัจจัยรูปแบบของการแบกกระสอบข้าวและผลของน้ำหนักกระสอบที่ส่งผลกระทบต่อค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุด



รูปที่ 4-4 แสดงอิทธิพลของปัจจัยรูปแบบของการแบกกระสอบข้าวและผลของน้ำหนักกระลอบที่ส่งผลกระทบต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น

2. <u>การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นในกิจกรรมการแบกกระสอบข้าวสารชนิดเดียวกัน</u>

สัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($\%\dot{V}O_2 max$) และอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น (Heart Rate Elevation) เป็นเกณฑ์ที่นิยมใช้เปรียบเทียบผลของภาระงาน เพื่อประเมินความหนักเบาของงานและภาระงาน โดยสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในการแบกกระสอบข้าวแต่ละน้ำหนักพบว่ามีค่าเป็นดังนี้

ตารางที่ 4-5แสดงสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1

น้ำหนักกระสอบ	ค่าต่ำสุด Min	ค่าเฉลี่ย Average	ค่าสูงสุด Max.	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation
25	14.9478	20.8680	26.9647	3.9184
55	17.1434	23.9096	28.9938	4.0244
100	19.0136	29.6298	35.5131	5.1622
125	24.3070	33.8488	42.0476	4.8139

ตารางที่4-6 แสดงสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2

น้ำหนักกระสอบ	ค่าต่ำสุด Min	ค่าเฉลี่ย Average	ค่าสูงสุด Max.	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation
25	15.4909	22.3620	28.2132	3.2281
55	19.6843	27.0516	38.2457	4.9422
100	21.0206	33.3802	40.8860	5.6959
125	29.4502	38.3316	66.6671	9.1610

นอกจากสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดแล้ว อัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นยังสามารถระบุถึงผลของระดับภาระงานได้เป็นอย่างดี ดังปรากฏผลในตารางที่ 4-7 และ 4-8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-7 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1

น้ำหนักกระสอบ	ค่าต่ำสุด Min	ค่าเฉลี่ย Average	ค่าสูงสุด Max.	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation
25	7.01244	13.6176	20.3270	4.1830
55	11.4795	17.2165	25.9145	4.3314
100	16.5147	25.4882	34.6588	6.2621
125	19.7032	30.5619	51.3451	9.7874

ตารางที่ 4-8 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2

น้ำหนักกระสอบ	ค่าต่ำสุด Min	ค่าเฉลี่ย Average	ค่าสูงสุด Max.	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation
25	8.5443	14.6545	29.6810	4.9605
55	13.9189	23.1050	41.4022	7.7721
100	18.6576	30.1159	43.6005	7.8139
125	23.4190	35.7877	54.5480	8.0010

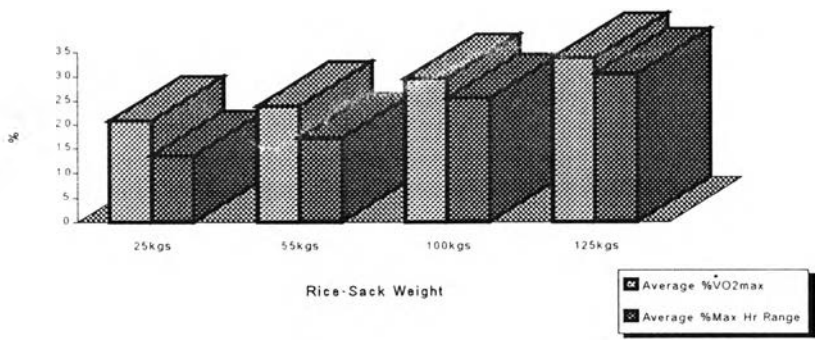
การวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นการทดสอบสมมติฐานว่า ผลจากหน้าที่ของงานที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในการวิจัยนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือไม่ หากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญแล้ว จะใช้วิธีการทดสอบพหุพิสัยของดันแคน (Duncan's Multiple Range Test) จะทำให้เห็นความแตกต่างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า การแบกกระสอบข้าวสารที่มีน้ำหนักมากขึ้น ส่งผลต่อค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังในภาคผนวก จ. โดยสำหรับรูปแบบการแบกกระสอบข้าวที่ 1 พบว่า สัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนที่น้ำหนัก 25 และ 55 กิโลกรัมไม่แตกต่างกัน และแตกต่างจากสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนที่ระดับอื่นๆ ส่วนอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่น้ำหนัก 25 และ 55 กิโลกรัมไม่มีความแตกต่าง อัตราการเต้น

ของหัวใจที่น้ำหนัก 100 และ 125 กิโลกรัมไม่มีความแตกต่าง แต่ทั้งสองกลุ่มนี้แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังในรูป 4-5

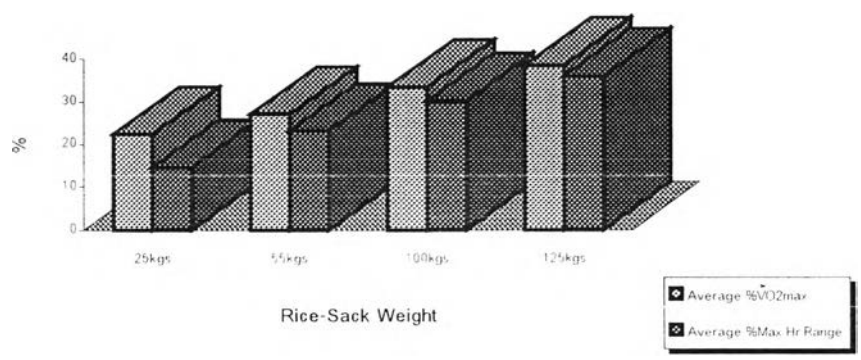
การวิเคราะห์สัดส่วนร้อยละของการอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น ของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 พบว่าค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดทั้ง 4 ระดับน้ำหนักกระสอบมีความแตกต่างกัน และอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 100 และ 125 กิโลกรัมไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากทั้งอัตราการ เต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25 กิโลกรัม และ 55 กิโลกรัม อย่างมีระดับนัยสำคัญ ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปที่ 4-6

การแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1



รูปที่ 4-5 ผลของระดับน้ำหนักกระสอบที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนร้อยละอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1

การแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2



รูปที่ 4-6 ผลของระดับน้ำหนักกระสอบที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนร้อยละอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2

3. <u>การเปรียบเทียบระหว่าง ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2</u>

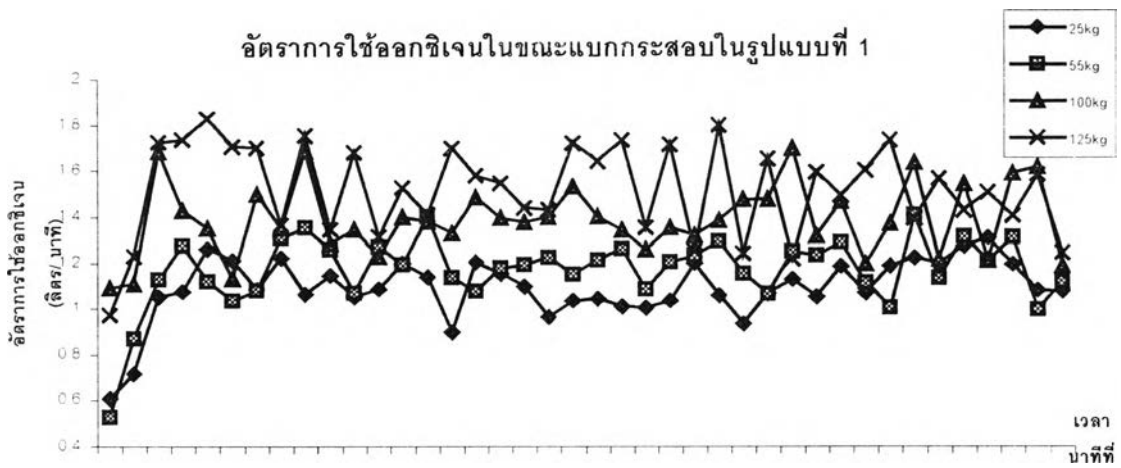
การวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นการทดสอบสมมติฐานว่า ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจ ในการวิจัยมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญ ที่ 0.05 หรือไม่ โดยใช้วิธีหาผลต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีจับคู่ โดยมีสมมติฐานว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนและค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนและค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นรูปแบบที่ 2

จากการวิเคราะห์ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ยและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นที่ระดับน้ำหนักกระสอบต่างๆ พบว่าที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25 กิโลกรัม ทั้งค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทั้งในรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ส่วนที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 55 100 และ 125 กิโลกรัมนั้น ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและอัตราเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกัน โดยที่ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดรูปแบบที่ 2 มีค่าสูงกว่า ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดในรูปแบบที่ 1 อย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฉ.

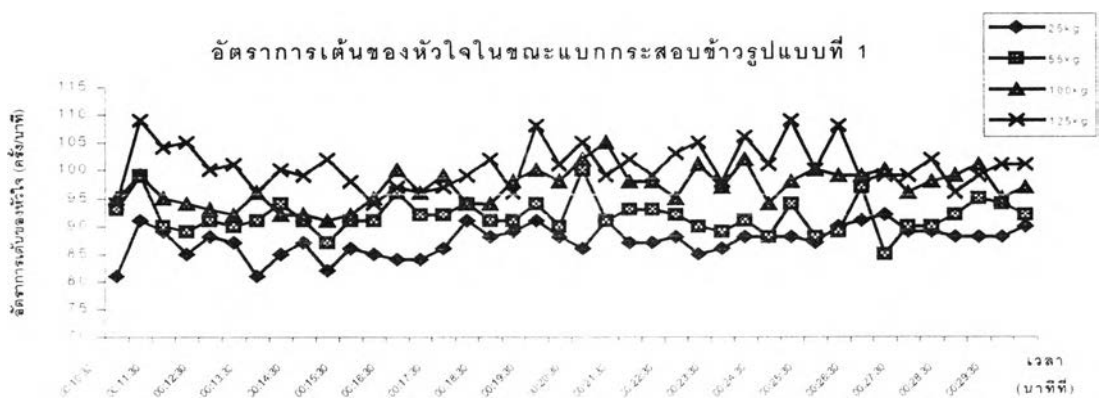
4. <u>เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถึงระดับของการทำงานที่เหมาะสม ของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2</u>

ในการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 นั้น เป็นการแบกกระสอบข้าวที่มีลักษณะเช่นเดียวกับกิจวัตรประจำวันในการทำงานแต่ละวัน ซึ่งจากการคำนวณค่า ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดพบว่า ที่ 100 กิโลกรัมนั้น มีค่าเฉลี่ยที่ 29.6298% และอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นของหัวใจเฉลี่ยที่ 25.4882 ซึ่งไม่ถึงเกณฑ์ความล้าของหัวใจที่ 33% ดังนั้นที่ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ระดับนี้ จึงเป็นระดับปกติ ที่ผู้ถูกทดลองมีความคุ้นเคยกับงานแบกกระสอบข้าวนี้ จึงทำการเลือกที่ 29.6298% $\dot{V}O_2$ max (หรือที่ประมาณ 30% $\dot{V}O_2$ max) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาน้ำหนักกระสอบที่เหมาะสม ของแต่ละบุคคล ในการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 ของการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาถึงขีดจำกัดสูงสุดในการทำงานตลอด 8 ชั่วโมงของ Lehmann (1953) และ Muller (1953) ที่ 30% $\dot{V}O_2$ max ที่ได้

จากการปั่นจักรยาน โดยไม่ก่อให้เกิดความล้า ส่วนที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 125 กิโลกรัมนั้น พบว่าค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยที่ 33.8488% และค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ยเป็น 30.5619% ซึ่งจากการพิจารณาถึงลักษณะของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจแล้วพบว่า ยังมีรูปแบบเช่นเดียวกับการแบกกระสอบที่ระดับน้ำหนักกระสอบอื่นๆ ส่วนที่ระดับ 55 กิโลกรัมนั้น ซึ่งเป็นระดับน้ำหนักกระสอบสูงสุดที่กฎหมายกำหนด พบว่ามีสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยและค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเพียง 23.9096 และ 17.2165 ตามลำดับ ที่ระดับ 25 กิโลกรัมนั้นมีค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ยและค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 20.8680 และ 13.6176 ตามลำดับดังรายละเอียดในภาคผนวก ช. ดังนั้นเกณฑ์ที่ปลอดภัยจึงอ้างอิงตามการศึกษาของ Lehmann และ Muller (1953) ที่ 30% $\dot{V}O_2$max

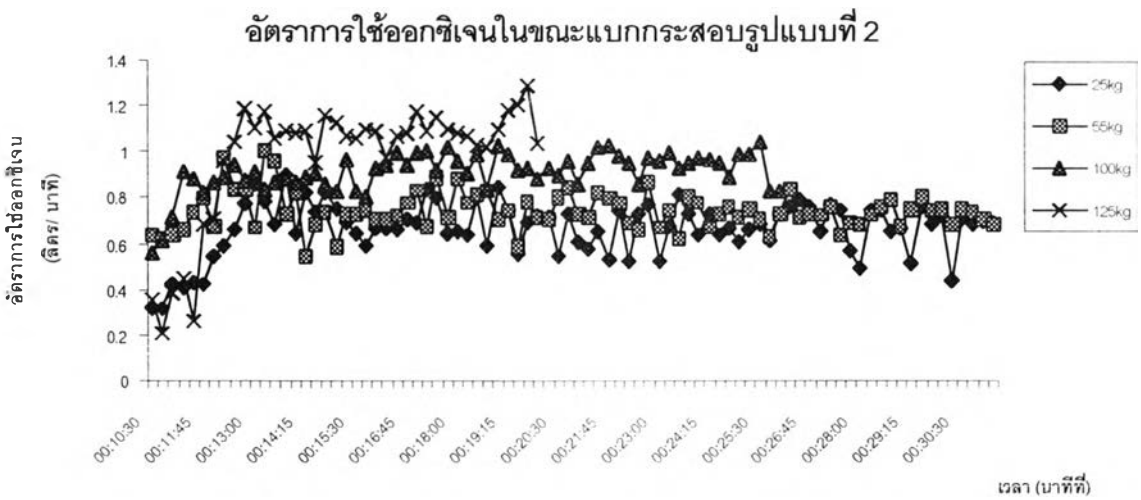


รูปที่ 4-7 แสดงลักษณะของอัตราการใช้ออกซิเจน ของการแบกกระสอบข้าวสารรูปแบบที่ 1 ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม

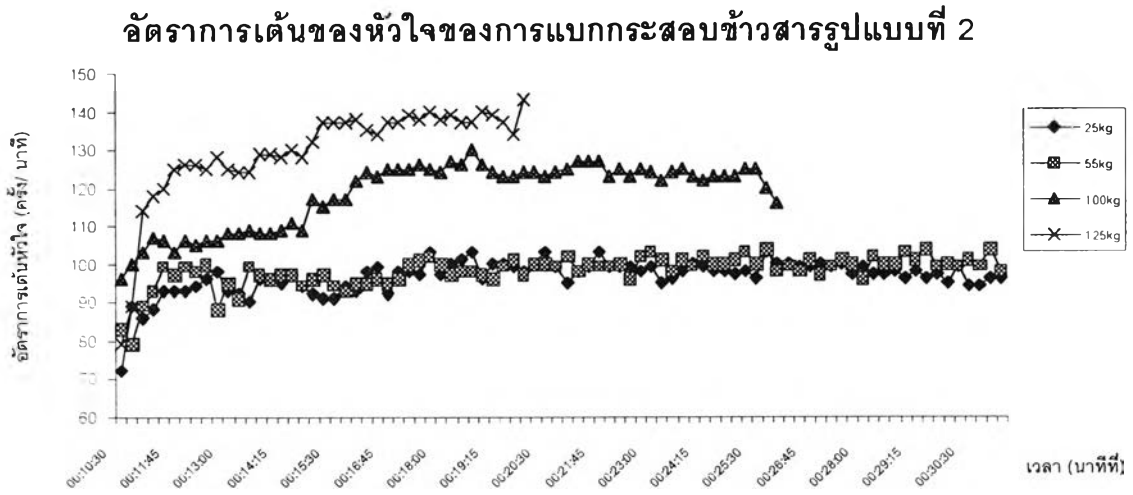


รูปที่ 4-8 แสดงลักษณะของอัตราการเต้นของหัวใจ ของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม

สำหรับการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 นั้น เป็นการแบกกระสอบข้าวที่เกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง โดยเวลาที่แบกน้ำหนักใดๆ ได้นั้นจะขึ้นโดยตรงกับระดับน้ำหนักใดๆ นั้น แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาถึงค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น ยังคงใช้ที่ 30% $\dot{V}O_2$max ในกิจกรรมการแบกกระสอบข้าวรูปแบบนี้ ถึงแม้ว่าที่ 100 กิโลกรัมมีค่า $\dot{V}O_2$max เฉลี่ยที่ 33.3802% และอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยที่ 30.1159% ก็ตาม แต่เกณฑ์ 30% $\dot{V}O_2$max เป็นเกณฑ์ที่มีความปลอดภัยกว่า และไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของงาน (Lehmann และ Muller, 1953) ดังนั้นเกณฑ์ที่ 30% $\dot{V}O_2$max จึงยังเป็นเกณฑ์ที่ใช้ได้ ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ที่ระดับน้ำหนักกระสอบอื่นดังรายละเอียดในภาคผนวก ช. และจากการพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในการเดินแบกที่น้ำหนักกระสอบ 100 และ 125 กิโลกรัมนั้น พบว่าไม่มีผู้ถูกทดลองคนใด ใช้เวลาในการแบกหามถึงกับเวลาที่ใช้ในการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 คือที่ 20 นาที และจากการสังเกตพฤติกรรมของอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่ามีลักษณะแตกต่างไปจากการเดินแบกกระสอบข้าวสารในรูปแบบที่ 1 ดังรูปที่ 4-9 และ 4-10 ตามลำดับ จากกราฟทั้งสองจะเห็นได้ว่าน้ำหนักกระสอบข้าวสารมีความสัมพันธ์กับเวลาที่สามารถแบกได้ จึงพิจารณาจากที่ระดับ 30% $\dot{V}O_2$max ของการเดินแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 นี้ ในการพิจารณาถึงระยะเวลาที่ผู้ถูกทดลองในแต่ละคนที่สามารถเดินแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 ในระดับน้ำหนักกระสอบ 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัมได้



รูปที่ 4-9 แสดงลักษณะของอัตราการใช้ออกซิเจน ของการแบกกระสอบข้าวสารรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม



รูปที่ 4-10 แสดงลักษณะของอัตราการเต้นของหัวใจ ของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนัก 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม

5. <u>สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่เหมาะสมนั้น ของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1</u>

5.1 สมการที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักกระสอบที่สามารถแบกได้

จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจพบว่า ด้วยวิธีการทำนายด้วยสมการกำลังสอง (Quadratic Equation) มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงกว่าการทำนายด้วยสมการในรูปแบบอื่น (Hake M. et al, 1977) ซึ่งจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าน้ำหนักกระสอบที่ได้จากการทำนายด้วยสมการกำลังสอง กับสมการเส้นตรงแล้ว พบว่าได้ค่าน้ำหนักกระสอบที่ผู้ถูกทดลองแต่ละคนสามารถแบกได้โดยสอดคล้องกับเกณฑ์เฉลี่ย 30% $\dot{V}O_2$max ที่ได้จากการประมาณด้วยสมการกำลังสองนั้นมีความเหมาะสมมากกว่าสมการเส้นตรง เนื่องจากมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า ดังตารางที่ 4-9 การคำนวณของน้ำหนักของแต่ละคนแต่ละวิธี สามารถแสดงได้ในภาคผนวก ซ.

ตารางที่ 4-9 แสดงน้ำหนักกระสอบที่ผู้ถูกทดลองแต่ละคนสามารถแบกได้ตามเกณฑ์ 30% $\dot{V}O_2 max$

ผู้ถูกทดลองคนที่	linear	quadratic
1	59.0294	64.7489
2	71.3599	83.6714
3	78.7762	69.1107
4	89.5103	99.3439
5	102.9294	102.7215
6	131.5454	125.5483
7	103.9130	103.1869
8	115.6309	117.7801
9	67.2775	62.3388
10	195.4792	63.0059
Average	101.5451	92.0501
SD	40.1190	23.7089

จากตารางที่ 4-9 พบว่า การใช้ความสัมพันธ์กำลังสองในการทำนายน้ำหนักกระสอบที่ผู้ถูกทดลองแต่ละคนแบกได้ มีค่าเฉลี่ยที่ 92.0501 กิโลกรัม และมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 23.7089 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในการทำนายน้ำหนักกระสอบแล้ว พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อน คิดเป็น 39.50860% ของค่าน้ำหนักกระสอบเฉลี่ยที่ 101.5451 กิโลกรัม ซึ่งจากค่าคลาดเคลื่อนนี้ สรุปได้ว่า ถึงแม้ว่าการทำนายน้ำหนักกระสอบด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง น้ำหนักกระสอบที่ออกมามีความสอดคล้องกับที่ระดับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม แต่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงถึง 40.1190 กิโลกรัม การทำนายน้ำหนักกระสอบด้วยความสัมพันธ์กำลังสอง จึงมีความเหมาะสมมากกว่า

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแบกกระสอบข้าวได้แก่ ข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกาย ข้อมูลทางด้านการวัดกำลังสถิต ข้อมูลทางด้านอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักความจุปอด อายุ และประสบการณ์ในการทำงาน เป็นกลุ่มตัวแปรทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์

ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS 7.52 ด้วยวิธี Multiple Linear Regression พบว่ามีผลการทำนายน้ำหนักกระสอบที่สามารถแบกได้เป็นดังนี้ ดังรายละเอียดของการคำนวณในภาคผนวก ฌ.

<u>สมการในการทำนายน้ำหนักที่เหมาะสม ($R^2 = 0.946$)</u>

Weight of Rice-Sack = - 172.255 – 2.688(Age) + 1.112(Back Strength) + 6.145(Popliteal Height)

โดยนิยามและขอบเขตของตัวแปรต่างๆ ที่จะทำให้สมการ Linear Regression มีค่าเป็นจริงเป็นดังนี้

Weight of Rice-Sack	คือ น้ำหนักกระสอบข้าวที่สามารถทำการแบกได้โดยสอดคล้องกับเกณฑ์เฉลี่ยที่ 30% $\dot{V}O_2$ max (กิโลกรัม)
Age	คือ อายุ (30-42 ปี)
Back Strength	คือ ค่ากำลังสถิตของกล้ามเนื้อหลัง(62.5125-101.5000 กิโลกรัม)
Popliteal Height	คือ ค่าความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง (40-46 เซนติเมตร)

5.2 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Measure of Collinearity)

เนื่องจากเงื่อนไขข้อหนึ่งของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นคือ ตัวแปรอิสระทุกตัวต้องเป็นอิสระกัน การตรวจสอบเงื่อนไขนี้จะทำโดยการให้ตัวแปรอิสระตัวหนึ่งเป็นตัวแปรตามส่วนตัวแปรอิสระอื่นเป็นตัวแปรอิสระ โดยมีคาสถิติที่ใช้วัดความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระดังนี้

ก) Tolerance โดยมีหลักเกณฑ์คือ ถ้าค่า Tolerance ของตัวแปร X_i มีค่าต่ำ แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_i มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นๆ มาก

ข) VIF (Varience Inflation Factor) ถ้า VIF_i มีค่ามาก แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_i มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นๆ มาก

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าตัวแปรที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักที่ผู้ถูกทดลองแต่ละคนแบกได้ ได้แก่ ตัวแปรทางด้านอายุ กำลังสถิตกล้ามเนื้อหลังและ ความสูงใต้

ขาอ่อนท่านั่ง มีค่า Tolerance สูง (เข้าใกล้ 1) และ VIF มีค่าต่ำ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรดังกล่าวไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ดังแสดงผลในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายน้ำหนักที่สามารถแบกได้

ลำดับที่	สมการ	ตัวแปร	Tolerance	VIF	R^2
	Weight of Rice-Sack = - 172.255 – 2.688(Age) + 1.112(Back Strength) + 6.145(Popliteal Height)				0.946
1		Age (อายุ)	0.995	1.005	
2		Back Strength (กำลังสถิตกล้ามเนื้อหลัง)	0.986	1.014	
3		Popliteal Height (ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง)	0.981	1.019	

จากตารางที่ 4-10 ค่า Tolerance ของตัวแปรที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักนั้นมีค่าเข้าใกล้ 1 และค่า VIF มีค่าต่ำ จึงสามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรดังกล่าวทั้ง 3 ตัว ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือเป็นอิสระต่อกัน สามารถนำมาใช้ในการทำนายน้ำหนักกระสอบได้

6. การคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกได้ในการแบกกระสอบข้าวสารที่น้ำหนักใดๆ

6.1 ระยะเวลาที่สามารถแบกได้

การทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกได้ในการแบกกระสอบข้าวสารที่น้ำหนักใดๆ นั้น พิจารณาจากที่ 30% $\dot{V}O_2$max ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งแสดงผลถึงระยะเวลาที่สามารถแบกได้เฉลี่ยที่ไม่เกินเกณฑ์ดังกล่าวได้ในตารางที่ 4-11 และรายละเอียดของสมการถดถอยดังปรากฏในภาคผนวก ญ.-ฐ.

ตารางที่ 4-11 แสดงระยะเวลาที่สามารถแบกได้เฉลี่ย ในการแบกกระสอบข้าวที่ระดับน้ำหนักใดๆ ของผู้ถูกทดลองจำนวน 10 คน

คนที่/น้ำหนัก	25kg	55kg	100kg	125kg
1	20	1.75	0.5	1.125
2	20	7.25	1.25	1
3	20	9.75	1.25	0.875
4	20	8.25	1.5	0.5
5	20	14.625	1.375	1.125
6	20	19.75	5.375	1.375
7	20	14.875	1.625	0.375
8	20	20	1.375	1
9	14.75	2	2	0.875
10	20	20	20	2.125
Min	14.75	1.75	0.5	0.375
Average	19.475	11.825	3.625	1.0375
Max	20	20	20	2.125
SD	1.660196	7.068415	5.902271	0.482506

จากการวิเคราะห์ เวลาที่สามารถแบกได้ที่สามารถทนได้ที่ระดับน้ำหนักต่างๆ พบว่าที่ระดับน้ำหนักกระสอบต่างๆ มีสมการที่ใช้ในการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกได้เป็นดังนี้

25 กิโลกรัม ($R^2 = 0.983$)

Permissible Time = 61.208 – 0.564(Shoulder-Elbow Length) – 0.140(Shoulder Strength) – $0.6689*10^{-2}$(Sitting Height) – 0.153(Upper Tight Circumference)

55 กิโลกรัม ($R^2 = 0.769$)

Permissible Time = 21.346 – 0.896(Age) + 1.3(Popliteal Height) – 0.533(Weight)

100 กิโลกรัม (R^2 = 0.988)

Permissible Time = 146.814 – 0.238(Age) – 0.502(Back Strength) – 0.715(Interscye) – 0.506(Sitting Height)

125 กิโลกรัม (R^2 = 0.972)

Permissible Time = $11.961 - 3.339*10^{-2}$(Age) – $1.932*10^{-2}$(Back Strength) – $7.144*10^{-2}$ (Cervicale Height) + $1.616*10^{-2}$(Composite Strength)

โดยนิยามและขอบเขตของตัวแปรต่างๆ ที่จะทำให้สมการ Linear Regression มีค่าเป็นจริง

ตารางที่ 4-12 แสดงตัวแปร นิยาม และขอบเขตของตัวแปรต่างๆ ที่จะทำให้สมการ Linear Regression มีค่าเป็นจริง

ลำดับที่	ตัวแปร	คำนิยาม	ขอบเขตที่ใช้ได้
1	Age	อายุผู้ถูกทดลอง	30-42 ปี
2	Back Strength	กำลังสถิตกล้ามเนื้อหลัง	62.5125 - 101.500 กิโลกรัม
3	Cervicale Height	ความสูงคอ	128.2 - 140.5 เซนติเมตร
4	Composite Strength	กำลังสถิตกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ	89.4875 - 135.1375 กิโลกรัม
5	Interscye	ความกว้างของหลังวัดระหว่างหัวนมทั้งสอง	65.0 – 71.0 เซนติเมตร
6	Popliteal Height	ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง	40 - 46 เซนติเมตร
7	Shoulder-Elbow Length	ความยาวจากระยะปุ่มหัวไหล่ถึงข้อศอก	32.9 - 36.6 เซนติเมตร
8	Shoulder Strength	กำลังสถิตกล้ามเนื้อไหล่	56.1566 - 91.4875 กิโลกรัม
9	Sitting Height	ความสูงนั่ง	72.4 - 86.7 เซนติเมตร
10	Upper Tight Circumference	เส้นรอบกล้ามเนื้อต้นขา	43.5 – 52 เซนติเมตร

6.2 *การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Measure of Collinearity)*

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 5.2 การพิสูจน์ถึงความเป็นอิสระของแต่ละตัวแปรในสมการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-13 ถึงตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-13 แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกกระสอบ 25 กิโลกรัม

สมการ	ลำดับที่	ตัวแปร	Tolerance	VIF	R^2
Permissible Time = 61.208 – 0.564 (Shoulder-Elbow Length) – 0.140 (Shoulder Strength) – $0.6689*10^{-2}$(Sitting Height) – 0.153(Upper Tight Circumference)	1	Shoulder-Elbow Length (ความยาวจากระยะปุ่มหัวไหล่ถึงข้อศอก)	0.829	1.206	0.983
	2	Shoulder Strength (กำลังสถิตกล้ามเนื้อไหล่)	0.932	1.073	
	3	Sitting Height (ความสูงนั่ง)	0.930	1.075	
	4	Upper Tight Circumference (เส้นรอบกล้ามเนื้อต้นขา)	0.900	1.111	

ตารางที่ 4-14 แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกกระสอบ 55 กิโลกรัม

สมการ	ลำดับที่	ตัวแปร	Tolerance	VIF	R^2
Permissible Time = 21.346 – 0.896(Age) + 1.3(Popliteal Height) – 0.533(Weight)	1	Age (อายุ)	0.995	1.005	0.769
	2	Popliteal Height (ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง)	0.994	1.006	
	3	Weight (น้ำหนักตัว)	0.998	1.002	

ตารางที่ 4-15 แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกกระสอบ 100 กิโลกรัมได้

สมการ	ลำดับที่	ตัวแปร	Tolerance	VIF	R^2
Permissible Time = 146.814 – 0.238(Age) – 0.502(Back Strength) – 0.715(Interscye) – 0.506(Sitting Height)					0.988
	1	Age (อายุ)	0.788	1.269	
	2	Back Strength (กำลังสถิตกล้ามเนื้อหลัง)	0.680	1.470	
	3	Interscye (ความกว้างของหลัง)	0.718	1.393	
	4	Sitting Height (ความสูงนั่ง)	0.672	1.489	

ตารางที่ 4-16 แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกกระสอบ 125 กิโลกรัมได้

สมการ	ลำดับที่	ตัวแปร	Tolerance	VIF	R^2
Permissible Time = 11.961 – $3.339*10^{-2}$ (Age) - $1.932*10^{2}$(Back Strength) -$7.144*10^{-2}$ (Cervicale Height) + $1.616*10^{-2}$(Composite Strength)					0.972
	1	Age (อายุ)	0.626	1.596	
	2	Back Strength (กำลังสถิตกล้ามเนื้อหลัง)	0.997	1.003	
	3	Cervicale Height (ความสูงคอ)	0.854	1.171	
	4	Composite Strength (กำลังสถิตกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ)	0.701	1.426	

7. ผลการ Validation

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการทำนายสมการที่ใช้ทำนายน้ำหนักที่เหมาะสมและระยะเวลาที่สามารถแบกได้ในแต่ละระดับน้ำหนักกระสอบ โดยการนำผู้ที่ทำงานในด้านงานแบกกระสอบข้าวนี้ที่นอกเหนือจากกลุ่มผู้ถูกทดลอง 10 คน ดังรายละเอียดในการ Validation ต่อไปนี้

วิธีการในการ Validation แบ่งเป็น

7.1 การวัดกำลังสถิตของร่างกาย

7.2 การวัดสัดส่วนร่างกายและค่าตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

7.3 การทดสอบช่วงของกำลังสถิตและค่าจากการวัดสัดส่วนร่างกายภายใต้ Range ที่กำหนด

7.4 การหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

7.5 การทดสอบตามหัวข้อการ Validation

7.6 การเปรียบเทียบผลทดสอบกับเกณฑ์

7.1 การวัดกำลังสถิตของร่างกาย

เป็นการทำ Screening Test ให้กับผู้ถูกทดลองรายอื่นๆ โดยพิจารณาถึงค่ากำลังสถิตที่วัดได้ในท่าต่างๆ ต้องมีค่าอย่างน้อยมากกว่าค่าต่ำสุดของกำลังสถิตในทุกๆ ท่าเทียบกับตารางที่ ช.7 ในภาคผนวก ช.

ตารางที่ 4-17 ค่ากำลังสถิตในกล้ามเนื้อเฉลี่ยของผู้ถูกทดลองในการ Validation มีค่าดังนี้

กำลังสถิต	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อไหล่	78.6	66.8	65.5	70.30	7.2173
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อแขน	48.6	45.2	46.7	46.83	1.7039
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อขา	116.2	118.7	119.2	118.03	1.6073
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อหลัง	89.1	83.6	78.9	83.87	5.1052
กำลังสถิตของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ	122.9	115.9	120.3	119.70	3.5384

7.2 การวัดสัดส่วนร่างกายและค่าตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ก่อนการทำการ Validation พบว่าจำเป็นที่จะต้องทำการวัดสัดส่วนร่างกาย และค่าตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเข้าสมการคณิตศาสตร์ต่างๆ กัน โดยแสดงผลการวัดค่าสัดส่วนร่างกายที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดจนตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องดังในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 ค่าสัดส่วนร่างกายที่ตำแหน่งต่าง ๆ มีดังนี้

ลำดับ	รายการ	ค่าวัด
1	ความสูง	166.0
2	ความสูงคอ	140.8
3	ความสูงปุ่มหัวไหล่	136.5
4	ความสูงเอว	99.0
5	ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรง	83.6
6	ความกว้างของหลัง	65.5
7	เส้นรอบไหล่	104.8
8	เส้นรอบอก	85.5
9	เส้นรอบเอว	73.5
10	เส้นรอบสะโพก	90.5
11	เส้นรอบโคนขา	46.0
12	เส้นรอบน่อง	36.5
13	เส้นรอบกล้ามเนื้อส่วนบนขณะงอแขน	30.0
14	เส้นรอบกล้ามเนื้อส่วนล่างขณะงอแขน	27.0
15	ความยาวของเอวด้านหน้า	33.5
16	ความยาวของเอวด้านหลัง	41.5
17	ความยาวของเท้า	24.9
18	ความกว้างของเท้า	11.2
19	ระยะหัวเข่าถึงก้น	55.3

ลำดับ	รายการ	ค่าวัด
20	ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง	44.5
21	ความสูงนั่ง	86.0
22	ระยะข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่	34.4
23	ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้ว	46.9
24	ชั่งน้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.0
25	ความจุปอด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	3000
26	อายุ (ปี)	42
27	อายุการทำงาน (ปี)	24
28	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะพัก (ครั้ง/นาที)	56.95

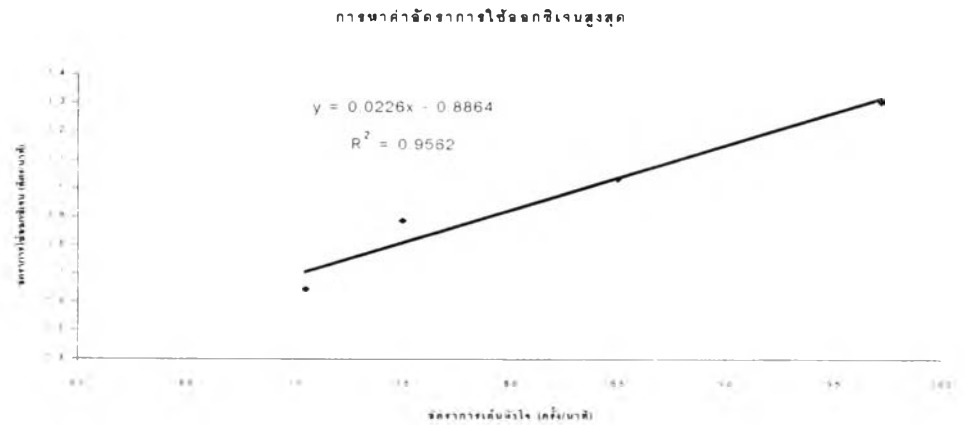
หมายเหตุ: ค่าการวัดสัดส่วนร่างกาย มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

7.3 การทดสอบช่วงของกำลังสถิตและค่าจากการวัดสัดส่วนร่างกายภายใต้ Range ที่กำหนด

ช่วงของกำลังสถิตที่ใช้เกณฑ์ต่ำสุดในการคัดเลือกคนเข้ามาทำการ Validation เลือกที่ค่าต่ำสุดของกำลังสถิตในแต่ละท่านั้น ไม่พิจารณาถึงค่าสูงสุด เนื่องจากถ้ามีค่าสูงกว่านี้แล้วย่อมหมายความถึง บุคคลคนนั้นมีความสามารถหรือค่าความแข็งแรงสูงกว่ากลุ่มคนที่ถูกทดลอง ดังนั้นจึงสามารถแบกกระสอบได้ ส่วนค่าจากการวัดสัดส่วนร่างกายนั้น ต้องพิจารณาถึงค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดด้วย โดยควรอยู่ในช่วงต่ำสุดและสูงสุดดังกล่าว และผลจากการพิจารณาถึงค่าช่วงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทำนายพบว่า ผู้ถูกทดลองเพื่อทำการ Validation ครั้งนี้พบว่าสามารถใช้ผู้ถูกทดลองคนนี้เพื่อใช้ในการ Validation ได้

7.4 การหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

จากการปั่นจักรยาน พบว่ามีสมการที่ใช้ในการคำนวณ หาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นดังนี้



รูปที่ 4-11 แสดงการหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยกราฟ

ได้สมการเป็น $y = 0.0226x - 0.8864$

โดยที่ y คือ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

x คือ อัตราการเต้นหัวใจ

จากการแทนค่า ที่ x = 200-อายุ = 220-42 = 178

นำ x =178 ไปแทนได้ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ได้เป็น 3.1364 ลิตร/นาที

7.5 การทดสอบตามหัวข้อการ Validation

ในการทดลอง Validation ครั้งนี้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 หัวข้อได้แก่

7.5.1 การทดสอบผลของน้ำหนักกระสอบที่มีสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจน โดยแบ่งออกเป็น

- การพิจารณาถึงผลตอบสนองทางสรีรวิทยาในการแบกกระสอบที่ได้จากการคำนวณ
- การพิจารณาถึงผลตอบสนองทางสรีรวิทยาในการแบกกระสอบที่ 25 กิโลกรัม
- การพิจารณาถึงผลตอบสนองทางสรีรวิทยาในการแบกกระสอบที่ 55 กิโลกรัม
- การพิจารณาถึงผลตอบสนองทางสรีรวิทยาในการแบกกระสอบที่ 100 กิโลกรัม
- การพิจารณาถึงผลตอบสนองทางสรีรวิทยาในการแบกกระสอบที่ 125 กิโลกรัม

7.5.2 การทดสอบผลของน้ำหนักกระสอบที่มีต่อช่วงเวลาที่สามารถแบกได้

- การทดลองเกี่ยวกับสมการทำนายเวลาที่สามารถแบกได้ในการแบกระดับน้ำหนักกระสอบ 25 กิโลกรัม
- การทดลองเกี่ยวกับสมการทำนายเวลาที่สามารถแบกได้ในการแบกระดับน้ำหนักกระสอบ 55 กิโลกรัม
- การทดลองเกี่ยวกับสมการทำนายเวลาที่สามารถแบกได้ในการแบกระดับน้ำหนักกระสอบ 100 กิโลกรัม
- การทดลองเกี่ยวกับสมการทำนายเวลาที่สามารถยอมรับได้ในการแบกระดับน้ำหนักกระสอบ 125 กิโลกรัม

7.6 การเปรียบเทียบผลทดสอบกับเกณฑ์

7.6.1 รายละเอียดในการคำนวณ

7.6.1.1 <u>สมการที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักที่เหมาะสมที่สามารถแบกได้คือ</u>

Weight of Rice-Sack = - 172.255 – 2.688(age) + 1.112(Back Strength) + 6.145 (Popliteal Height)

โดยจากตารางที่ 4-17 และ ตารางที่ 4-18 สามารถหาน้ำหนักที่สามารถแบกได้คือ

Weight of Rice-Sack = - 172.255 – 2.688*(42)+ 1.112(83.87)+6.145(44.5)

= 81.56494 กิโลกรัม

≈ 82 กิโลกรัม

7.6.1.2 สมการที่ใช้ในการทำนายระยะเวลาที่สามารถยอมรับได้ในการแบกกระสอบที่ระดับน้ำหนัก 25 กิโลกรัมคือ

Permissible Time = 61.208 – 0.564(Shoulder-Elbow Length) – 0.140(Shoulder Strength) – $0.6689*10^{-2}$(Sitting Height) – 0.153(Upper Tight Circumference)

โดยจากตารางที่ 4-17 และ ตารางที่ 4-18 สามารถหาระยะเวลาที่สามารถแบกได้ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25 กิโลกรัม คือ

Permissible Time = 61.208 – 0.564(34.4) – 0.14(70.30) – $0.6689*10^{-2}$(86.0) – 0.153(46)

= 24.35 นาที

= 24 นาที 21 วินาที

7.6.1.3 สมการที่ใช้ในการทำนายระยะเวลาที่สามารถยอมรับได้ในการแบกกระสอบที่ระดับน้ำหนัก 55 กิโลกรัมคือ

Permissible Time = 21.346 – 0.896(Age) + 1.3(Popliteal Height) – 0.533(Weight)

โดยจากตารางที่ 4-17 และ ตารางที่ 4-18 สามารถหาระยะเวลาสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 55 กิโลกรัม คือ

Permissible Time = 21.346 – 0.896(Age) + 1.3(Popliteal Height) – 0.533(Weight)

= 9.051 นาที

= 9 นาที 3 วินาที

7.6.1.4 <u>สมการที่ใช้ในการทำนายระยะเวลาที่สามารถยอมรับได้ในการแบกกระสอบที่ระดับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม</u>คือ

Permissible Time = 146.814 – 0.238(Age) – 0.502(Back Strength)
– 0.715(Interscye) – 0.506(Sitting Height)

โดยจากตารางที่ 4-17 และ ตารางที่ 4-18 สามารถหาระยะเวลาสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 100 กิโลกรัม คือ

Permissible Time = 146.814 – 0.238(42) – 0.502(83.87) – 0.715(65.5)
– 0.506(86)
= 4.36676
= 4 นาที 22 วินาที

7.6.1.5 <u>สมการที่ใช้ในการทำนายระยะเวลาที่สามารถยอมรับได้ในการแบกกระสอบที่ระดับน้ำหนัก 125 กิโลกรัม</u>คือ

Permissible Time = $11.961 - 3.339*10^{-2}$(Age) – $1.932*10^{-2}$(Back Strength)
- $7.144*10^{-2}$ (Cervicale Height) + $1.616*10^{-2}$(Composite Strength)

โดยจากตารางที่ 4-17 และ ตารางที่ 4-18 สามารถหาระยะเวลาสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 125 กิโลกรัม คือ

Permissible Time = $11.961 - 3.339*10^{-2}$(42) – $1.932*10^{-2}$(83.87) - $7.144*10^{-2}$ (140.8) + $1.616*10^{-2}$(119.7)
= 0.813852 นาที
= 48.83 วินาที

7.6.2 ผลการตรวจสอบ

แบ่งการตรวจสอบออกเป็น

- การตรวจสอบในเรื่องผลของน้ำหนักกระสอบที่มีต่อค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจน แบ่งออกเป็น
  - ที่ระดับน้ำหนัก 82 กิโลกรัม
  - ที่ระดับน้ำหนัก 25 กิโลกรัม
  - ที่ระดับน้ำหนัก 55 กิโลกรัม
  - ที่ระดับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม
  - ที่ระดับน้ำหนัก 125 กิโลกรัม
- การตรวจสอบในเรื่องผลของน้ำหนักกระสอบที่มีต่อเวลาที่สามารถแบกได้โดยใช้ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนที่ 30% เป็นเกณฑ์ แบ่งออกเป็น
  - ที่ระดับน้ำหนัก 25 กิโลกรัม
  - ที่ระดับน้ำหนัก 55 กิโลกรัม
  - ที่ระดับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม
  - ที่ระดับน้ำหนัก 125 กิโลกรัม

โดยผลการตรวจสอบเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้

7.6.2.1 <u>การทดสอบค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนที่ระดับน้ำหนัก 81.56494 กิโลกรัม หรือประมาณที่ 82 กิโลกรัม</u>

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.72222 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.7222/3.1364*100

= 23.026 % < 30%

7.6.2.2 <u>การทดสอบค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนที่ระดับน้ำหนัก 25 กิโลกรัม</u>

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.62368 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.62368/3.1364*100

= 19.88522 % < 30%

7.6.2.3 การทดสอบค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนที่ระดับน้ำหนัก 55 กิโลกรัม

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.711124 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.711124/3.1364*100

= 22.67326 % < 30%

7.6.2.4 การทดสอบค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนที่ระดับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.89444 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.89444/3.1364*100

= 28.51805 % < 30%

7.6.2.5 การทดสอบค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนที่ระดับน้ำหนัก 125 กิโลกรัม

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 1.0772 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 1.0772/3.1364*100

= 34.34511 % > 30%

7.6.2.6 การตรวจสอบสมการทำนายระยะเวลาที่ยอมรับได้สำหรับ 25 กิโลกรัม

เนื่องจากสมการทำนายเวลาที่ยอมรับได้ในการแบกกระสอบน้ำหนัก 25 กิโลกรัมเป็นที่ประมาณ 24นาที 21 วินาที ดังนั้นจึงทำการทดสอบในช่วง 25 นาที ผลออกมาเป็นดังนี้

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.6404 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.6404/3.1364*100

= 20.4183% < 30%

7.6.2.7 การตรวจสอบสมการทำนายระยะเวลาที่ยอมรับได้สำหรับ 55 กิโลกรัม

เนื่องจากสมการทำนายเวลาที่ยอมรับได้ในการแบกกระสอบน้ำหนัก 55 กิโลกรัมเป็นที่ประมาณ 9 นาที 3 วินาที ดังนั้นจึงทำการทดสอบในช่วง 10 นาที ผลออกมาเป็นดังนี้

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.70352 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย =0.70352/3.1364*100

= 22.4308% < 30%

7.6.2.8 <u>การตรวจสอบสมการทำนายระยะเวลาที่ยอมรับได้สำหรับ 100 กิโลกรัม</u>

เนื่องจากสมการทำนายเวลาที่ยอมรับได้ในการแบกกระสอบน้ำหนัก 100 กิโลกรัมเป็นที่ประมาณ 4 นาที 22 วินาที ผลออกมาเป็นดังนี้

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.7193 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.7193/3.1364*100

= 22.93% < 30%

7.6.2.9 <u>การตรวจสอบสมการทำนายระยะเวลาที่ยอมรับได้สำหรับ 125 กิโลกรัม</u>

เนื่องจากสมการทำนายเวลาที่ยอมรับได้ในการแบกกระสอบน้ำหนัก 125 กิโลกรัมเป็นที่ประมาณ 48.83 วินาที หรือทำการทดสอบที่ 49 วินาที ผลออกมาเป็นดังนี้

ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.8644 l/min

ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย = 0.8644/3.1364*100

= 27.5603 % < 30%

ตารางที่ 4-19 แสดงค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนในช่วงน้ำหนักที่สนใจ

น้ำหนักกระสอบ	25kg	55kg	82kg	100kg	125kg
ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจน (%)	19.8852	22.6733	28.0260	32.5181	35.3451

ตารางที่ 4-20 แสดงค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนในช่วงเวลาที่กำหนด

น้ำหนักกระสอบ	T_{25}	T_{55}	T_{100}	T_{125}
ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจน (%)	20.4183	22.4308	25.9300	27.5603

สรุปผลการ Validation

จากตารางที่ 4-19 ทำให้สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่นำมาทำการ Validation ในครั้งนี้มีค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนที่ภาระกระสอบข้าว 100 กิโลกรัมเพียง 28.5181% ซึ่งน้อยกว่า 30% แต่ที่ภาระกระสอบข้าว 125 กิโลกรัมกลับมีค่าเป็น 34.3451% ซึ่งเกินระดับ 30% ดังนั้นน้ำหนักกระสอบ 125 กิโลกรัมไม่มีความเหมาะสมในเชิงปฏิบัติจริง ส่วนที่น้ำหนัก 100 กิโลกรัมซึ่งเป็นระดับน้ำหนักปกติที่ทำการแบกอยู่อย่างเป็นประจำให้ค่าสัดส่วนร้อยละของ

อัตราการใช้ออกซิเจนเป็น 32.5181% ซึ่งสรุปได้ว่า ผู้ถูกทดลองการ Validation นี้มีความสามารถในการแบกหามต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 30% ซึ่งได้ทดลองหาค่าน้ำหนักตามสมการทำนายน้ำหนักพบว่าได้ที่ประมาณ 82 กิโลกรัม และทดสอบค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนใหม่พบว่าอยู่ที่ 28.0260% ซึ่งน้อยกว่าที่ 30% ดังนั้นที่ระดับ 82 กิโลกรัมนี้มีความเหมาะสมสำหรับผู้ถูกทดลองการ Validation หรืออาจกล่าวในอีกนัยหนึ่งได้ว่า สมการที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักมีความสามารถในการทำนายน้ำหนักกระสอบข้าวให้เป็นไปตามเกณฑ์ได้อย่างเหมาะสม

จากตารางที่ 4-20 พบว่าภายใต้เวลาที่กำหนดในแต่ละระดับน้ำหนักกระสอบให้ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนไม่เกินกว่าค่า 30% ใดๆ เลยดังนั้น โดยยังพบว่าที่น้ำหนักกระสอบ 125 กิโลกรัมนั้นมีค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนเท่ากับ 27.5603% นับได้ว่าปัจจัยทางด้านระยะเวลาในการแบกได้มีผลต่อความสามารถในการแบกหามกระสอบเป็นอย่างยิ่ง โดยสามารถปรับระดับน้ำหนักที่มากขึ้นหรือน้อยลงได้เพื่อให้สัมพันธ์กับระยะเวลาที่สามารถแบกได้ กล่าวโดยสรุปสมการต่างๆ ที่ใช้ในการทำนายน้ำหนัก การทำนายเวลาที่สามารถแบกได้ในแต่ละน้ำหนักกระสอบข้าว มีความเหมาะสมที่ใช้ในการทำนายได้