

การวิเคราะห์เชิงกลศาสตร์ของงานยกผู้ป่วยในโรงพยาบาล



นางสาวโรสมารินทร์ สุขเกษม

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-3443-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF PATIENT-LIFTING TASKS IN A HOSPITAL

Ms. Rosemarin Sukhasem

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-3443-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์                      การวิเคราะห์ชีวกลศาสตร์ของงานยกผู้ป่วยในโรงพยาบาล  
โดย    นางสาวโรสมารินทร์ สุขเกษม  
สาขาวิชา                                      วิศวกรรมอุตสาหการ  
อาจารย์ที่ปรึกษา                              ศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทิงจิตร)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

โรสมารินทร์ สุขเกษม : การวิเคราะห์ชีวกลศาสตร์ของงานยกผู้ป่วยในโรงพยาบาล.  
(BIOMECHANICAL ANALYSIS OF PATIENT-LIFTING TASKS IN A HOSPITAL)  
อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.กิตติ อินทรานนท์, 136 หน้า. ISBN 974-17-3443-3.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาถึงปัญหาและยืนยันสาเหตุของการปวดหลังของพยาบาล โดยใช้แนวทางชีวกลศาสตร์เปรียบเทียบข้อดีข้อด้อยในการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยตามเงื่อนไขในการทดลอง เพื่อสร้างสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดและทำนายน้ำหนักตัวผู้ป่วยสำหรับงานการยกผู้ป่วย ค่าแรงกดอัดบริเวณหลังส่วนล่าง (L5/S1 disc) คำนวณโดยใช้แนวทางชีวกลศาสตร์ภาวะพลวัตและสถิตเพื่อนำไปเปรียบเทียบผลการทดลองกับเกณฑ์ความปลอดภัยในการรับแรงของกระดูกสันหลังส่วนล่าง ของ NIOSH (1981) ตัวแปรอิสระ คือวิธีการยก (การยกเข้าหาตัวและออกจากตัวผู้ยก) อุปกรณ์ช่วยยก (ผ้าขวางและชุดผู้ป่วย) และน้ำหนักตัวของผู้ป่วย (น้อยกว่า 45 กก., 45-55 กก. และมากกว่า 55 กก.)

ผลการทดลองพบว่า ค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยจากการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ NIOSH แสดงให้เห็นว่า งานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายและสามารถก่อให้เกิดอาการปวดและบาดเจ็บที่หลังได้อย่างแน่นอน สำหรับปัจจัยวิธีการยก อุปกรณ์ช่วยยก และน้ำหนักผู้ป่วยมีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% โดยที่ปัจจัยน้ำหนักผู้ป่วยมีผลต่อค่าแรงกดอัดมากที่สุด ส่วนปัจจัยวิธีการยกมีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดมากกว่าปัจจัยอุปกรณ์ช่วยยกเพียงเล็กน้อย การยกผู้ป่วยออกจากตัวผู้ทำการยกมีแนวโน้มจะเกิดค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยมากกว่าการยกผู้ป่วยเข้าหาตัวผู้ทำการยก การยกผู้ป่วยโดยใช้ผ้าขวางมีแนวโน้มจะเกิดค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยมากกว่าการยกผู้ป่วยโดยใช้ชุดผู้ป่วย

สมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดประกอบด้วยตัวแปรน้ำหนักตัวผู้ป่วย น้ำหนักตัวผู้ยก และค่ากำลังสถิตของกล้ามเนื้อแกน การยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วยให้ค่าทำนายน้ำหนักการยกที่ยอมรับได้สูงสุด จึงควรใช้รูปแบบการยกดังกล่าวสำหรับงานการยกผู้ป่วย การคำนวณแบบภาวะพลวัตและภาวะสถิตให้ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นได้ว่าความเร็วที่ใช้ในการยกผู้ป่วยไม่สูงมากนัก

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2546.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

# # 4370471821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: PATIENT LIFTING TASK / BIOMECHANICS / MOTION ANALYSIS SYSTEM / BACK PAIN / NURSE

ROSEMARIN SUKHASEM : BIOMECHANICAL ANALYSIS OF PATIENT-LIFTING TASKS IN A HOSPITAL. THESIS ADVISOR : PROF.KITTI INTARANONT,Ph.D., 136 pp. ISBN 974-17-3443-3.

The aims of this study were (1) to prove the patient lifting task resulting in low back pain by using a biomechanical approach, (2) to compare the different compressive forces between experimental factors, (3) to construct predictive models for maximum compressive forces and (4) to estimate maximum acceptable patient weights for patient lifting task. The compressive forces on L5/S1 disc were calculated using dynamic and static models. They were also compared with NIOSH Standard (1981). The experimental factors were lifting methods (inside and outside lifting), lifting equipment (draw sheet and patient gown) and patient weights (less than 45 kg, 45-55 kg and more than 55 kg)

The result showed that the average maximum compressive forces were greater than NIOSH Standard (1981) in all cases, It was confirmed that the risk of patient lifting task causing low back pain was high. Lifting methods, lifting equipment and patient weights were significant factors affecting higher compressive forces ( $p < 0.05$ ). Heavier patients caused higher compressive forces. Outside lifting method showed a tendency to cause more compressive forces than inside lifting method. Using draw sheet also tended to cause higher compressive forces than using patient gown.

Predictive compressive force models were developed from patient weight, subject weight and arm strength. Inside lifting by patient gown could lift a heavier patient. It was recommended that this lifting method should be used for patient lifting task. It was found that the estimated compressive forces using dynamic and static models were not significantly different. This could be because the lifting speed was not too high.

Department.....Industrial Engineering..... Student's signature.....

Field of study.....Industrial Engineering..... Advisor's signature.....

Academic year .....2003..... Co-advisor's signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิดจาก ศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคำแนะนำจากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทงจิตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร ผู้วิจัยถือโอกาสกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้ช่วยเหลือเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ดร.สุวัตร สิทธิหล่อ อาจารย์ ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล คุณอภิชาติ แม้วพาลชน ที่ช่วยแนะนำการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ วิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย ผศ.อังคณา สรียาภรณ์ รองผู้อำนวยการฯ อาจารย์ รวีพรรณ พุทธิพันธ์ ภาควิชาการพยาบาลพื้นฐาน ที่ให้ความร่วมมือ แนะนำ ในการคัดสรรผู้เข้าร่วมการทดลองและฝึกฝนทักษะการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยให้แก่ผู้เข้าร่วมการทดลอง ขอขอบคุณนิสิตพยาบาลผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนในการเข้าศึกษางานและข้อมูลทางการแพทย์ รวมทั้งที่ ๆ พยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับงานด้านการพยาบาล

ขอขอบพระคุณ กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม ที่เลือกเพื่อข้อมูลอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณกุลธิดา เตชวรสินสกุล คุณประจวบ กล่อมจิตร คุณบรรพต เทพฤทธิ์ คุณไมลิต จันทรสกุลพิทย์ คุณนันทวรรณ อ่ำเยี่ยม คุณธนาวดี คุวานนท์ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านจากห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ ร่วมสุขขมทุกข์ ด้วยกันมา โดยตลอด

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และน้องสาวทั้งสองของข้าพเจ้าญาติ ๆ รวมทั้งเพื่อน ๆ ของผู้วิจัยที่คอยให้กำลังใจอันมีค่ายิ่งและให้ความช่วยเหลือในทุกด้านอย่างเต็มความสามารถแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ .....	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฏ
บทที่ 1 : บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....	8
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย .....	9
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาวิจัย.....	9
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
บทที่ 2 : ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	10
2.1 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ .....	10
2.2 แนวทางในการประเมินภาระงานการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ .....	14
2.3 เกณฑ์ในการประเมินโดยใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา.....	15
2.4 เกณฑ์ในการประเมินโดยใช้แนวทางจิตฟิสิกส์ .....	16
2.5 เกณฑ์ในการประเมินโดยใช้แนวทางชีวกลศาสตร์ .....	17
2.6 คำนวณน้ำหนักสูงสุดสำหรับการยก.....	30
2.7 แรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลัง.....	31
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย.....	32
บทที่ 3 : วิธีดำเนินการวิจัย .....	38
3.1 ผู้ถูกทดสอบ .....	38
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	38

## สารบัญ (ต่อ)

๗

บทที่	หน้า
บทที่ 4 : ผลการทดลอง .....	40
4.1 ลักษณะของภาระงานและสภาวะแวดล้อม.....	41
4.2 รายละเอียดของผู้ถูกทดสอบ.....	43
4.3 การทดสอบกำลังสติของกล้ามเนื้อ .....	43
4.4 ผลการทดลองในแนวทางชีวกลศาสตร์ .....	45
4.5 การตรวจสอบค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง .....	52
4.6 การวิเคราะห์ผลของปัจจัยวิธีการยก อุปกรณ์ช่วยยก และน้ำหนักผู้ป่วย ในการ ทดลองยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย.....	53
4.7 การสร้างสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง .....	55
4.8 การทำนายค่าน้ำหนักสูงสุดในการยก .....	59
4.9 การทดสอบสมการความถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุด .....	63
4.10 การเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างจากการใช้แนวทางชีวกลศาสตร์ ในภาวะสถิตและภาวะพลวัต ในการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย .....	68
บทที่ 5 : สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	71
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการยกผู้ป่วย .....	73
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย .....	74
รายการอ้างอิง.....	75
ภาคผนวก.....	83
ภาคผนวก ก. แบบฟอร์มที่ใช้ในการวิจัย .....	84
ภาคผนวก ข. ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ.....	93
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์สถิติสำหรับการทดลอง .....	97
ภาคผนวก ง. ข้อมูลการทดลอง .....	107
ภาคผนวก จ. รูปภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	116
ภาคผนวก ฉ. ข้อมูลสถิติที่สำคัญ .....	120
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	136



# สารบัญตาราง

ญ

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1.1 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาล ทวีราช อาณาจักร ประจำปี 2542-2545 ที่มีอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ จำแนกตามสาเหตุการ บาดเจ็บและอวัยวะที่บาดเจ็บย่อ .....	2
ตารางที่ 1.2 แสดงจำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลที่มีอาการเจ็บปวด/ปวดเมื่อย แยกประเภทตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย .....	5
ตารางที่ 1.3 จำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลในแต่ละแผนก แยกตามค่าดัชนีความไม่ปกติ... 7	7
ตารางที่ 1.4 เปรียบเทียบจำนวนและค่าดัชนีความไม่ปกติเฉลี่ยของพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล... 7	7
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบมวลและระยะจุดศูนย์กลางมวลของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย .....	27
ตารางที่ 2.2 ค่าความสูงที่แนะนำสำหรับการยืน .....	34
ตารางที่ 2.3 ค่าความสูงจากพื้นถึงระดับศอกและข้อนิ้วกลาง น้ำหนักและความสูงพื้นที่ทำงาน จากงานวิจัยต่าง ๆ.....	37
ตารางที่ 2.4 แสดงน้ำหนักของผู้ป่วยสมมติที่มีการใช้ในการวิจัยต่าง ๆ .....	37
ตารางที่ 3.1 การออกแบบการทดลองการยกผู้ป่วย .....	39
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลสภาวะแวดล้อมของงานวิจัย .....	41
ตารางที่ 4.2 ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อของผู้ถูกทดสอบทุกคน .....	43
ตารางที่ 4.3 ค่ากำลังสถิติเปรียบเทียบระหว่างผู้ถูกทดสอบกับประชากรภาคเกษตรกรรมและ อุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (เพศหญิง อายุ 17-24 ปี).....	44
ตารางที่ 4.4 ค่าแรงกดอัดของกระดูกสันหลังสูงสุดโดยเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มการทดลอง.....	56
ตารางที่ 4.5 สมการถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วย .....	57
ตารางที่ 4.6 ลักษณะผู้ยกและผู้ป่วยสำหรับสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุด .....	59
ตารางที่ 4.7 น้ำหนักผู้ป่วยให้ค่าแรงกดอัดสูงสุดอยู่ในมาตรฐานขั้นต่ำ (AL) และขั้นสูง (MPL)..	60
ตารางที่ 4.8 น้ำหนักผู้ป่วยให้ค่าแรงกดอัดสูงสุดอยู่ในมาตรฐานขั้นต่ำ (AL) และขั้นสูง (MPL) (สำหรับการ Validation).....	63
ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนาย สำหรับการ Validation .....	66

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 2.1 การจัดเรียงตัวของกระดูกสันหลัง.....	19
รูปที่ 2.2 แรงและโมเมนต์บนกระดูกสันหลัง .....	20
รูปที่ 2.3 ท่าทางในการยกวัตถุและข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการใช้แบบจำลองกลศาสตร์ชีวภาพ เกี่ยวข้องกับหลังส่วนล่างวิเคราะห์แรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่หมอนรองกระดูกสันหลัง $L_5/S_1$ .....	21
รูปที่ 2.4 ผังวัตถุอิสระของ Segment แต่ละอันในรูปแบบสภาวะสถิต .....	25
รูปที่ 2.5 ผังวัตถุอิสระของ Segment แต่ละอันในรูปแบบพลวัต .....	29
รูปที่ 2.6 ลายเส้นการแบ่งร่างกายออกเป็นส่วนต่าง ๆ.....	32
รูปที่ 4.1 ภาพต่อเนื่องขณะยกผู้ป่วย โดยใช้ชุดผู้ป่วย .....	42
รูปที่ 4.2 ภาพต่อเนื่องขณะยกผู้ป่วย โดยใช้ผ้าขาวาง.....	42
รูปที่ 4.3 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 1 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 40 กิโลกรัม).....	48
รูปที่ 4.4 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 1 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 40 กิโลกรัม).....	48
รูปที่ 4.5 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ผ้าขาวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 1 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 40 กิโลกรัม).....	48
รูปที่ 4.6 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ผ้าขาวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 1 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 40 กิโลกรัม).....	49
รูปที่ 4.7 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 2 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 50 กิโลกรัม).....	49
รูปที่ 4.8 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 2 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 50 กิโลกรัม).....	49
รูปที่ 4.9 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ผ้าขาวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 2 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 45 กิโลกรัม).....	50
รูปที่ 4.10 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ผ้าขาวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 2 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 50 กิโลกรัม).....	50
รูปที่ 4.11 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 3 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 57 กิโลกรัม).....	50

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ฎ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 4.12 แรงกอดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 3 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 57 กิโลกรัม).....	51
รูปที่ 4.13 แรงกอดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ผ้าขวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 3 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 57 กิโลกรัม).....	51
รูปที่ 4.14 แรงกอดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ผ้าขวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 3 (น้ำหนักตัวผู้ป่วยเฉลี่ย 57 กิโลกรัม).....	51
รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าแรงกอดอัดแรงกอดอัดในแนวตั้งที่กระทำที่เท้าของผู้ถูก ทดสอบ (Fya) กับค่าแรงปฏิกิริยาจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น (Fz) .....	52
รูปที่ 4.16 ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าแรงกอดอัดแรงกอดอัดในแนวตั้งที่กระทำที่เท้าของผู้ถูก ทดสอบ (Fya) กับค่าแรงปฏิกิริยาจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น (Fz) .....	52
รูปที่ 4.17 ฮิสโตแกรมแสดงค่าแรงกอดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง ของการทดลอง.....	54
รูปที่ 4.18 แนวโน้มค่าแรงกอดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกออกจากตัวโดยใช้ผ้าขวางกับ น้ำหนักตัวผู้ป่วย.....	55
รูปที่ 4.19 แนวโน้มค่าแรงกอดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกเข้าหาตัวโดยใช้ผ้าขวางกับ น้ำหนักตัวผู้ป่วย.....	55
รูปที่ 4.20 แนวโน้มค่าแรงกอดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกออกจากตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วยกับ น้ำหนักตัวผู้ป่วย.....	56
รูปที่ 4.21 แนวโน้มค่าแรงกอดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วยกับ น้ำหนักตัวผู้ป่วย.....	56
รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบค่าแรงกอดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยผ้าขวาง ระหว่าง น้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย.....	61
รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบค่าแรงกอดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยผ้าขวาง ระหว่าง น้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย.....	61
รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าแรงกอดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยชุดผู้ป่วย ระหว่าง น้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย.....	62
รูปที่ 4.25 เปรียบเทียบค่าแรงกอดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยชุดผู้ป่วย ระหว่าง น้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย.....	62

บทที่	หน้า
รูปที่ 4.26 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยผ้าขวาง (ในการ Validation) ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย .....	64
รูปที่ 4.27 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยผ้าขวาง (ในการ Validation) ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย .....	64
รูปที่ 4.28 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยชุดผู้ป่วย (ในการ Validation) ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย .....	65
รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยชุดผู้ป่วย (ในการ Validation) ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยที่จากการทดลองและการทำนาย .....	65
รูปที่ 4.30 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับการทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกออกจากตัวโดยผ้าขวาง .....	66
รูปที่ 4.31 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับการทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกเข้าหาตัวโดยผ้าขวาง.....	67
รูปที่ 4.32 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับการทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกออกจากตัวโดยชุดผู้ป่วย.....	67
รูปที่ 4.33 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับการทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกเข้าหาตัวโดยชุดผู้ป่วย .....	67
รูปที่ 4.34 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเข้าหาตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 1 .....	68
รูปที่ 4.35 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 1 .....	69
รูปที่ 4.36 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเข้าหาตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 2 .....	69
รูปที่ 4.37 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 2.....	69
รูปที่ 4.38 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเข้าหาตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 3 .....	70
รูปที่ 4.39 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 3.....	70

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กก.	=	กิโลกรัม
ซม.	=	เซนติเมตร
N	=	นิวตัน
NIOSH	=	สถาบันแห่งชาติเพื่อสุขภาพและความปลอดภัยในการทำงาน (National Institute of Occupational Safety and Health)
AL	=	เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ (Action Limit) ของ NIOSH
MPL	=	เกณฑ์มาตรฐานขั้นสูง (Maximum Permissible Limit) ของ NIOSH
CF	=	แรงกดอัดสูงสุดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง
L5/S1	=	บริเวณหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนบั้นเอวช่วงที่ 5 และกระดูกสันหลัง ส่วนก้นกบช่วงที่ 1



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันล้วนแล้วแต่มีปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อภาวะสุขภาพร่างกาย สภาพสังคมที่เต็มไปด้วยการแข่งขันประกอบกับสภาพแวดล้อมที่ไม่บริสุทธิ์เต็มไปด้วยมลภาวะต่าง ๆ การเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บจึงหลีกเลี่ยงได้ยาก จากประมวลข้อมูลสถิติปี พ.ศ.2542 ของประชากรที่ป่วยจำแนกตามกลุ่มโรค พบว่าประชากรป่วยเป็นโรกระบบกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น กระดูก มีอัตราร้อยละ 10.1 ซึ่งเป็นอันดับที่สองรองจากโรกระบบทางเดินหายใจ และมีช่วงอายุระหว่าง 25-29 ปี

โรคปวดหลังเป็นปัญหาการบาดเจ็บต่อโครงสร้างกล้ามเนื้อและกระดูกที่มีความสัมพันธ์กับภาระกล้ามเนื้อหลัง (Back Load) ที่มากเกินไป อำนาจ เสตสุวรรณ (2537) พบว่าท่าทางการทงตัวขณะทำงาน (Working Posture) ที่ไม่ถูกต้อง หรือการใช้เครื่องมือที่ออกแบบโดยที่ไม่ได้ระวังเรื่องความปลอดภัยต่อแรงที่กระทำต่อร่างกาย รวมทั้งอายุและอายุงานของผู้ปฏิบัติงานด้วย ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการปวดหลัง

โรคภัยไข้เจ็บหรืออาการเจ็บป่วยที่ต้องพักรักษาในโรงพยาบาลจึงมีความจำเป็นที่ต้องได้รับการดูแลจากพยาบาล ซึ่งเป็นบุคลากรที่สำคัญและยังไม่เพียงพอกับจำนวนผู้ป่วย จากข้อมูลสถิติของกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2542 แสดงจำนวนและสัดส่วนพยาบาลวิชาชีพต่อประชากรจำแนกตามสังกัดรายจังหวัดพบว่า อัตราส่วนของพยาบาลต่อประชากรโดยเฉลี่ย คือ 1:905 คน งานพยาบาลจึงเป็นงานที่หนักทั้งทางกายและทางใจ เพราะเป็นอาชีพที่มีลักษณะการทำงานที่ต้องคอยดูแลผู้ป่วยหรือผู้ที่ไม่อาจช่วยเหลือตัวเองได้อย่างเต็มที่ ในการทำงานบางครั้งต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากเตียงหนึ่งไปยังอีกเตียงหนึ่ง ช่วยเหลือพยุงผู้ป่วย การพลิกตัวเปลี่ยนท่านอน ทำความสะอาดร่างกาย ตลอดจนกิจวัตรประจำวันบางอย่างของผู้ป่วย อีกทั้งอาจมีการยกย้ายอุปกรณ์และเครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น การที่ต้องดูแลผู้ป่วยจำนวนมาก พยาบาลจึงต้องมีสุขภาพที่สมบูรณ์ มีจิตใจที่เข้มแข็งและอดทนเนื่องจากสภาพความหลากหลายและแปรปรวนของผู้ป่วย อาจส่งผลและเป็นเหตุให้ผู้ปฏิบัติงาน (พยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล) มีความเครียดขณะทำงานได้ จากภาระงานดังกล่าวพยาบาลจึงเป็นอาชีพหนึ่งที่มีความเสี่ยงและอาจเกิดอาการเมื่อยล้า หรือปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้ง่าย เมื่อมีอาการปวดเมื่อยเกิดขึ้นย่อมนำมาซึ่งความสูญเสียอีกมากมาย อาทิเช่น ความไม่

คล่องแคล่วในการทำงาน อาการบาดเจ็บเรื้อรัง ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล เป็นต้น ซึ่งอาจส่งผลให้ไม่สามารถประกอบอาชีพได้ตามปกติ

จากสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาล ที่ว่าราชการประจำปี 2542-2545 ของ กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม พบว่า โดยเฉลี่ยพยาบาลประสบอาการบาดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อสูงเป็นอันดับที่ 7 รองลงมาจากการบาดเจ็บโดยถูกเข็มตำ การบาดเจ็บโดยของมีคม การติดเชื้อ การชนกระแทก การหกล้ม และสารกระตุ้นเข้าดวงตา ตามลำดับ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ณ. ตารางที่ ณ.1) ซึ่งพยาบาลที่มีอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อมีอาการปวดบริเวณหลัง 67% การยกผู้ป่วยเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ 71% และการยกผู้ป่วยเป็นเหตุให้เกิดการปวดหลังถึง 69% ดังตารางที่ 1.1

**ตารางที่ 1.1** สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาล ที่ว่าราชการประจำปี 2542-2545 ที่มีอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ จำแนกตามสาเหตุการบาดเจ็บและอวัยวะที่บาดเจ็บ

บริเวณที่บาดเจ็บ	สาเหตุการบาดเจ็บ (คน)					รวม	
	ยกผู้ป่วย	ยกของหนัก	ถูกล้มทับ	ก้มผิดท่า	สะดุด		
หลัง	11	3	1	-	1	16	(67%)
ไหล่	1	1	-	-	-	2	(8%)
ข้อมือ	2	-	-	-	-	2	(8%)
สะบัก	2	-	-	-	-	2	(8%)
คอ	-	-	-	1	-	1	(4%)
แขน	1	-	-	-	-	1	(4%)
รวม	17	4	1	1	1	24	(100%)
	(71%)	(17%)	(4%)	(4%)	(4%)	(100%)	

ที่มา : กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม

Peasant และ Stubbs (1992) ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลทางระบาดวิทยาและการบาดเจ็บที่หลังของพยาบาล พบว่า อัตราการขาดงานเนื่องจากการเจ็บปวดที่หลังมีสูงกว่าประชากรทั่วไปมากกว่า 30% การปวดหลังกลายเป็นส่วนหนึ่งของงานการพยาบาลและจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะคุ้นเคยกับมัน

Botha และ Bridger (1998) ศึกษาถึงขนาดสัดส่วนร่างกายของพยาบาล ณ โรง พยาบาลแห่งหนึ่ง และสอบถามถึงปัญหาในการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ รวมถึงการบาด เจ็บกล้ามเนื้อและกระดูก ปรากฏว่ามีปัญหามากมายที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน มี การปวดหลัง พื้นที่ทำงานและอุปกรณ์ที่ใช้ไม่สะดวกสบาย มีอาการปวดหลังส่วนเอว (Lumbar backache) 63% ปวดบริเวณกระดูกสันหลังช่วงคอและไหล่ (Cervical/Shoulder region pain) 41% เจ็บปวดเท้า 40% ปวดหลังช่วงอก (Thoracic backache) 31% ปวดบริเวณไหล่ถึงแขน 24% ปวดขา 23% และเจ็บปวดบริเวณมือ 8% จากผู้มีอาการเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่าง พบว่าอาการ ดังกล่าวมีผลมาจากการยืนนาน ๆ 82% การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย 75% และการโค้งลำตัวไปข้างหน้า 71%

Heap (1987) ศึกษาจากพยาบาลที่ทำงานมามากกว่า 5 ปี พบว่ามีพยาบาล 12% ที่ได้รับ ความเจ็บปวดหลังขั้นสาหัสจากการทำงาน จำเป็นต้องพักหยุดงานมากกว่า 3 วัน อาการจึงบรรเทา และในที่สุดก็ต้องลาออกจากงานและพบว่าผู้ช่วยพยาบาลมีอัตราการเจ็บปวดหลังสูงกว่าพยาบาล เช่นเดียวกับ Jensen (1987) และ Videman et al. (1984) จากรายงานของผู้ช่วยพยาบาลถึง สาเหตุที่นั่นมาจากความไม่เหมาะสมของงานประจำวัน งานหนัก เช่น การยก หรือการที่ต้องอยู่ในท่า ทางที่ลำตัวโค้งหรือบิดบ่อย ๆ

Stubbs et al. (1986) ได้สรุปจากการศึกษาว่า อัตราการลาออกของพยาบาลมีแนวโน้มสูง ขึ้นกว่าอาชีพอื่น ๆ สาเหตุที่ลาออกมีความหลากหลาย จากการศึกษพบว่า 3.5% ของกลุ่มตัว อย่างพยาบาลที่ลาออกมีเหตุผลหลักมาจากการปวดหลัง

และจากหลายการศึกษาพบว่าพยาบาลเป็นวิชาชีพหนึ่งเสี่ยงต่ออาการปวดหลังและสูง กว่าในกลุ่มประชากรทั่วไป เช่น Buckle (1987), Engkvist et al. (1992), Klein et al. (1984) และ Bru, Mykletun และ Svebak (1994) เป็นต้น

Hignett (1996) ศึกษาถึงความรุนแรงของท่าทางที่พยาบาลใช้ในการยกเคลื่อนย้ายสิ่ง ต่างๆ (ผู้ป่วย หรือสิ่งของ เครื่องมือ เครื่องใช้) พบว่าการยก/เคลื่อนย้ายผู้ป่วยมีความเสี่ยงมากกว่า การยกเคลื่อนย้ายสิ่งของอื่น ๆ (Non-patient)

Owen (1986) และ Videman et al. (1989) พบว่าสำหรับงานพยาบาลนั้นเทคนิคในการ เคลื่อนย้ายผู้ป่วยมีความสำคัญต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูกมีข้อ สันนิษฐานว่า เทคนิคการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยสามารถลดหรือเปลี่ยนแปลงภาระงานที่เกิดขึ้นกับระบบ กล้ามเนื้อและกระดูกได้ (Kjellberg et al., 2000) สำหรับความถี่ในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยได้ถูกนำ มาใช้เป็นดัชนีตัวหนึ่งในการศึกษาด้านระบาดวิทยา (Jensen, 1990)

Kumar (1990) ศึกษาแรงกดอัดที่เกิดกับกระดูกสันหลัง (ซึ่งเกิดจากความถี่ในการยก ระยะ เวลาในการทำงาน และท่าทางในการออกแรง) สำหรับผู้ดูแลผู้ป่วย (Healthcare personnel) สรุป



ได้ว่าการสะสมของแรงกดอัดและแรงโดยทั่วไป มีโอกาสส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บที่หลังส่วนล่าง และผู้ที่ประกอบอาชีพการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยมักมีหรือเคยมีอาการปวดหลังส่วนล่าง

อีกหลายงานวิจัยที่พบความสัมพันธ์ระหว่างการบาดเจ็บที่หลังกับกิจกรรมการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย และถือเป็นสาเหตุหลักในการเกิดการปวดหลังของพยาบาล เช่น Jensen et al. (1990), Leighton และ Reilly (1995), Bellet et al.(1979), Stubbs et al.(1980) และ Stobbe et al. (1988) เป็นต้น

สุวรรณณี จรุงจิตราอารี และนวลอนงค์ ชัยปิยะพร (2539) ได้ศึกษาถึงความชุกของการปวดหลังในผู้ประกอบอาชีพพยาบาล จากการตอบแบบสอบถามทั้งหมด 208 ชุดจากโรงพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า มีอาการปวดหลัง คิดเป็นร้อยละ 96.15 ปัจจัยที่มีผลต่อการปวดหลังคือ ลักษณะงานที่ทำ ที่พบมากที่สุดได้แก่ การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย และพบว่าผู้ที่ปฏิบัติงานเป็นระยะเวลานาน ๆ จะมีโอกาสปวดหลังมากกว่าผู้ที่ปฏิบัติงานเป็นระยะเวลาน้อย

สุขจันทร์ พงษ์ประไพ และคณะ (2534) ศึกษาถึงอาการปวดหลังและปัจจัยเสี่ยงต่ออาการปวดหลังส่วนล่างของพยาบาลในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ จำนวน 330 คน พบว่าพยาบาลร้อยละ 24 มีอาการปวดหลังส่วนล่างนานเกิน 45 ชม. ในระยะเวลา 6 เดือนก่อนการสำรวจและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดหลังคือ การยก หรือพลิกตัวผู้ป่วยมากกว่า 5 ครั้งต่อ 1 เวร และเป็นพยาบาลผู้ทำงานในส่วนผู้ป่วยอายุรกรรม ศัลยกรรม ออร์โธปิดิกส์ อุบัติเหตุ ห้องผ่าตัด และไอซียู

สำเริง กาญจนเมธากุล (2541) ศึกษาเพื่อทราบอุบัติการณ์ของอาการปวดหลังในพยาบาลทุกระดับของโรงพยาบาลวชิระภูเก็ต และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการปวดหลังของพยาบาลพบว่าร้อยละ 25.7 ของพยาบาลทั้งสิ้น 210 คนมีอาการปวดหลัง ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอาการปวดหลังคือ การอยู่เวรควมมากกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และพบว่าจำนวนพยาบาลที่ไม่เคยออกกำลังกายในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาถึงร้อยละ 47.1 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอาการปวดหลังที่ระดับนัยสำคัญ 0.03 และจากการสำรวจงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าพยาบาลมีอุบัติการณ์ของอาการปวดหลังสูงร้อยละ 16.8-80.9

และจากข้อมูลดังกล่าว ได้ทำการเข้าศึกษางาน ณ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 7 แผนก จากการสัมภาษณ์พยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลเบื้องต้น ทั้งสิ้น 73 คน (หญิง 66 คน และชาย 7 คน) พบว่ามีอาการเจ็บปวด/ปวดเมื่อย ตามร่างกายส่วนต่างๆ ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงจำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลที่มีอาการเจ็บปวด/ปวดเมื่อย แยกประเภทตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย

บริเวณที่ปวด	จำนวน (คน)	เปอร์เซ็นต์
หลัง	61	84%
ขา	54	74%
แขน	10	14%
ไหล่	5	7%
ข้อมือ	4	5%
เท้า	4	5%
คอ	2	3%

จากสถิติอาการบาดเจ็บดังกล่าว พบว่าผลสอดคล้องกับงานวิจัยข้างต้น คือพยาบาลมีพฤติกรรมการของอาการปวดหลังค่อนข้างสูง คิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์จากจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ทั้งหมด ส่วนอาการปวดเมื่อยขาจะเป็นอยู่บ่อยๆ เป็นอาการล่าจากการเดินและยืนเมื่อเลิกงานได้พักก็จะบรรเทาอาการลงเป็นปกติ สำหรับอาการปวดหลังจะมีความเจ็บปวดเกิดขึ้นมากกว่าจนบางครั้งไม่สามารถปฏิบัติงานต่อตามปกติได้ จากกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง พบว่า พยาบาลในแผนกหอผู้ป่วยพิเศษ 5 หอผู้ป่วยพิเศษ 6 และแผนกผู้ป่วยวิกฤติ (ICU) ทุกคนเคยมีอาการปวดหลังและแผนกอุบัติเหตุฉุกเฉิน (ER) มีผู้เคยปวดหลังถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแผนกหอผู้ป่วยชายและผู้ป่วยนอก (OPD) มีอัตราผู้เคยปวดหลัง 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการให้สัมภาษณ์ถึงสาเหตุที่พยาบาลคิดว่ามีผลทำให้เกิดอาการเจ็บปวด/ปวดเมื่อยต่างๆ นั้นเป็นดังตารางที่ ฅ.6 (ภาคผนวก ฅ) เป็นที่น่าสังเกตว่า กิจกรรมการยกและเคลื่อนย้ายผู้ป่วย มีคะแนนความถี่สูงเป็นอันดับหนึ่ง และเป็นกิจกรรมที่เกือบทุกแผนกคิดว่าเป็นสาเหตุของอาการปวดร่างกาย และกิจกรรมนี้จะเป็นงานย่อยแทรกอยู่ในงานอื่น ๆ ได้อีก เช่น การทำแผล การอาบน้ำผู้ป่วยบนเตียง การตรวจเช็คผู้ป่วย การเปลี่ยนผ้าปูเตียงหรือเสื้อผ้าผู้ป่วย เป็นต้น สำหรับกิจกรรมดังกล่าวถือว่าเป็นงานที่ค่อนข้างหนักเนื่องจากการยกและเคลื่อนย้ายผู้ป่วยมักกระทำบนเตียงในการพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยหรือจัดท่านอนให้อยู่ในลักษณะและตำแหน่งที่เหมาะสมกับอาการป่วยหรือการทำงานสำหรับการพยาบาล ผู้ป่วยที่ได้รับการยกหรือเคลื่อนย้ายมักจะเป็นผู้ที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวตนเองได้สะดวก ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ หรืออยู่ในสภาพหมดสติ น้ำหนักตัวของ

ผู้ป่วย ขนาดและลักษณะของเตียง อาจทำให้การยกหรือเคลื่อนย้ายกระทำไม่ได้สะดวก และส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยผู้ทำการยก ทำให้เกิดการบาดเจ็บตามส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะการปวดหลังได้

จากการสอบถามถึงสาเหตุที่มีผลทำให้เกิดอาการเจ็บปวด ได้ทำการคัดเลือกผู้มีอาการปวดหลังที่คิดว่ามีสาเหตุมาจากการทำงาน มาทำการสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์พนักงาน (ตารางที่ ก.1 ในภาคผนวก ก) ของ กิตติ อินทรานนท์ (2538) ได้สัมภาษณ์พนักงานเป็นรายบุคคล โดยให้พนักงานประเมินออกมาเป็นคะแนนในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ 0 ถึง 9 คะแนน เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการประเมินโดยพนักงานแต่ละคนมาคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติ (Abnormal index: AI)

แบบสัมภาษณ์พนักงานดังกล่าว แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่ง เป็นการสัมภาษณ์ถึงระดับความล้าที่เกิดขึ้นกับร่างกายของพนักงานในแต่ละขั้นตอนการทำงาน ซึ่งค่าความล้าที่ได้จะส่งผลถึงสุขภาพของพนักงานจากการปฏิบัติงาน คือ หากความล้ามีค่าสูงย่อมหมายถึง มีโอกาสที่สุขภาพของพนักงานจะทรุดโทรมลง ในด้านความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงาน ถ้าระดับคะแนนความเสี่ยงมาก จะแสดงถึงพนักงานรู้สึกว่าจะตนเองมีโอกาสที่จะเกิดการบาดเจ็บจากการทำงานนั้นสูง

ส่วนที่สอง เป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความสนใจในการทำงาน ซึ่งเป็นการแสดงถึงความรู้สึกของพนักงานที่มีต่อการทำงาน เช่น ความเบื่อ หรือความไม่สนใจในการทำงาน และมีกิจกรรมขั้นตอนใดบ้างที่น่าสนใจ สำหรับลักษณะความซ้ำซ้อนของงานจะสัมภาษณ์พนักงานถึงการใช้เวลาในการทำงาน หรือจำนวนขั้นตอนในการทำงานมีมากน้อยเพียงใดต่อหนึ่งรอบงาน หากความสนใจในงานมีน้อยและความซ้ำซ้อนของงานมีมากย่อมส่งผลถึงโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุจากการผิดพลาดในการทำงานมีสูงด้วยเช่นกัน

ส่วนที่สาม กล่าวถึงความยากง่ายในการทำงาน โดยให้พนักงานบอกถึงความรู้สึกต่องานว่ามีความยากง่ายมากน้อยเพียงใด ส่วนจังหวะของการทำงานจะแสดงถึงความสามารถที่จะพยายามทำงานให้ทันกับเวลาที่จำกัดและจัดว่ามีปัญหาเล็กน้อยเท่าใด นอกจากนั้นมีการสัมภาษณ์ถึงจิตสำนึกความรับผิดชอบในการทำงานของพนักงานต่องานนั้นด้วย ส่วนการตัดสินใจในเรื่องงานจะแสดงให้เห็นว่าพนักงานมีความเป็นอิสระในการทำงานหรือต้องทำตามคำสั่งเท่านั้น ซึ่งส่งผลต่อสภาพจิตใจ ความกดดัน รวมถึงความเครียดของพนักงานในการทำงาน

การประมวลผลจากการสัมภาษณ์ดังกล่าว จำนวนทั้งสิ้น 61 คน จาก 7 แผนก โดยใช้ความสัมพันธ์จากสมการคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติ ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข ได้ค่าดัชนีความไม่ปกติดังตารางที่ 1.3 และ 1.4 พบว่า ผู้ถูกสัมภาษณ์ส่วนมากมีค่าดัชนีความไม่ปกติดังแต่ 2.0 คะแนนขึ้นไป ค่าดัชนีความไม่ปกติโดยเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 2.5 – 3.5 คะแนน ซึ่งจัดว่ามีค่าสูง แสดง

ว่าโดยภาพรวมแล้วพนักงานมีความรู้สึกว่าเป็นต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงการทำงาน โดยพนักงานเชื่อว่าปัญหาอันเนื่องมาจากการทำงานจริง

ตารางที่ 1.3 จำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลในแต่ละแผนก แยกตามค่าดัชนีความไม่ปกติ

	ER	OPD	หอชาย	หอหญิง	พิเศษ5	พิเศษ6	ICU	อื่นๆ	รวม
AI≤0	1	-	1	-	-	-	-	-	2
0<AI≤2	1	1	2	2	3	3	4	-	16
2<AI=3	3	1	3	1	5	2	6	1	22
3<AI≤4	5	1	1	4	2	3	1	-	17
AI > 4	1	-	-	1	-	2	-	-	4
รวม	11	3	7	8	10	10	11	1	61

ตารางที่ 1.4 เปรียบเทียบจำนวนและค่าดัชนีความไม่ปกติเฉลี่ยของพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล

แผนก	กรณี AI > 2			ค่า AI เฉลี่ย
	จำนวน (คน)	เปอร์เซ็นต์	ค่า AI เฉลี่ย	
ผู้ป่วยอุบัติเหตุฉุกเฉิน	9	20.9%	3.493	3.028
ผู้ป่วยนอก	2	4.7%	3.063	2.563
ผู้ป่วยใน	24	55.8%	3.080	2.553
- หอผู้ป่วยชาย	3	9.3%	2.563	1.821
- หอผู้ป่วยหญิง	6	14.0%	3.417	2.875
- หอผู้ป่วยพิเศษ 5	7	16.3%	2.848	2.544
- หอผู้ป่วยพิเศษ 6	7	16.3%	3.493	2.970
ผู้ป่วยวิกฤติ	7	16.7%	2.643	2.284
อื่นๆ	1	2.3%	2.500	2.500
รวม	43	100%	-	-
ค่าเฉลี่ยรวม	-	-	3.010	2.562

จากการบันทึกความถี่กิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของแผนกต่าง ๆ โดยใช้วิธีการสุ่มงาน คือ ทำการสุ่มช่วงเวลา (อ้างอิงจาก ตารางที่ ก.4 : ตารางการสุ่มของ วิจิตร ตันตสุทธิ์ และคณะ, 2537) เข้าไปสังเกตการณ์ ครั้งละ 1 ชั่วโมง จำนวน 20 ครั้ง ผลจากการสุ่มงานดัง ตารางที่ ฉ.7 (ภาคผนวก ฉ) แสดงความถี่ของกิจกรรมประจำวันที่เกิดขึ้นได้ เรียงลำดับตามความถี่ 20 อันดับแรก (ความถี่ที่บันทึกได้อาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริง และอาจมีความคลาดเคลื่อนจากการบันทึกข้อมูลไปบ้างเนื่องจากเป็นการสังเกตการณ์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และการสังเกตการณ์เพียงคนเดียวอาจทำให้ไม่สามารถติดตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นพร้อมกันในส่วนอื่นได้ ซึ่งอาจทำให้พลาดการบันทึกข้อมูลในบางส่วนไป ประกอบกับช่วงเวลาที่สังเกตการณ์อาจไม่พบกิจกรรมบางส่วน ขึ้นอยู่กับลักษณะอาการของผู้เข้ารับการรักษาพยาบาลในขณะนั้น)

จะเห็นได้ว่า งานยกและเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็นงานที่เกิดขึ้นกับทุกแผนก และมีความถี่ค่อนข้างสูง ความถี่ที่พบอาจมากขึ้นแตกต่างกันตามลักษณะงานของแต่ละแผนก โดยเฉพาะแผนกผู้ป่วยวิกฤตมีความถี่สูงที่สุด เนื่องจากผู้ป่วยในแผนกส่วนมากไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ แผนกอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกันหากผู้ป่วยที่เข้ามาเข้ารับการรักษาพยาบาลไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ ผู้ทำการพยาบาลจึงจำเป็นต้องให้การดูแลช่วยเหลือเป็นพิเศษ เช่น การอาบน้ำ เช็ดตัว เปลี่ยนเครื่องนุ่งห่ม การเปลี่ยนอิริยาบถของผู้ป่วยเพื่อไม่ให้ผู้ป่วยอยู่ในท่าใดท่าหนึ่งเป็นเวลานานเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดบาดแผลบริเวณที่ถูกกดทับเป็นเวลานาน เป็นต้น การยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจึงเป็นงานที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

ดังนั้นงานการยกและเคลื่อนย้ายผู้ป่วยน่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับอาการปวดหลังของพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษางานการยกและเคลื่อนย้ายผู้ป่วย เพื่อยืนยันสาเหตุของการปวดหลังโดยใช้การเปรียบเทียบในแนวทางชีวกลศาสตร์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อยืนยันว่าการยกผู้ป่วยเป็นสาเหตุของอาการปวดหลังที่เกิดขึ้น โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้แนวทางชีวกลศาสตร์กับเกณฑ์ความปลอดภัยในการรับแรงของหมอนรองกระดูกสันหลัง
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลกระทบในเชิงชีวกลศาสตร์ (Biomechanical Approach) จากการยกผู้ป่วยบนเตียง โดยมีตัวแปรอิสระ คือ วิธีการยก อุปกรณ์ช่วยยก และน้ำหนักตัวของผู้ป่วย
3. เพื่อประยุกต์ใช้แนวทางชีวกลศาสตร์ในภาวะพลวัต (Dynamics) สำหรับการยกผู้ป่วย
4. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อยในการยกผู้ป่วยที่เหมาะสม

### 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเกี่ยวกับงานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย โดยใช้ผู้ทำการยกจำนวน 2 คน จะจำลองการยกผู้ป่วยบนเตียงจากกึ่งกลางเตียงออกสู่ด้านข้างของเตียง โดยใช้อุปกรณ์ช่วยในการยก คือ ชุดผู้ป่วยและผ้าขวาง จำแนกออกเป็น 3 กลุ่มตามน้ำหนักตัวของผู้ป่วย สมมติ ทำการศึกษาในแนวระนาบหน้า-หลัง (Sagittal Plane) โดยใช้แนวทางชีวกลศาสตร์ คำนวณค่าแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนล่าง (L5/S1 disc) ในภาวะพลวัต

ผลการศึกษาในแนวทางชีวกลศาสตร์ จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH,1981) คือ

- Action Limit (AL) ค่าของแรงกดอัดที่เกิดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง ที่เกินกว่า 3,400 นิวตัน จัดว่าเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานบางคน
- Maximum Permissible Limit (MPL) ค่าของแรงกดอัดที่เกิดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เพิ่มถึง 6,400 นิวตัน จัดว่าเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกือบทุกคน

### 1.4 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาวิจัย

1. ศึกษาที่มา และสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
2. สัมภาษณ์งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาการออกแบบการทดลอง
4. ออกแบบการทดลองและสร้างอุปกรณ์/เครื่องมือสำหรับการทดลอง
5. ทำการทดลองและเก็บข้อมูล
6. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล
7. สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถยืนยันสาเหตุของอาการปวดหลังอันเนื่องมาจากการยกผู้ป่วย
2. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางชีวกลศาสตร์จากการยกผู้ป่วยในเตียง ภายใต้วheelchair คือ วิธีการยก การใช้อุปกรณ์ช่วยยก และน้ำหนักตัวของผู้ป่วย
3. ผลการเปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อยในการยกผู้ป่วยที่เหมาะสม

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ

สถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NOISH) พบว่า อัตราความถี่ของการได้รับบาดเจ็บที่หลัง และอัตราความรุนแรงของการบาดเจ็บที่หลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากกว่าอัตราปกติทั่วไปในรายชื่อของผู้ปฏิบัติงานที่กระทำงานในลักษณะ 5 ประการดังต่อไปนี้

1. ยกของที่หนักมากเกินไป
2. ยกของที่มีรูปร่างใหญ่โต เทอะทะมากเกินไป
3. ยกของจากพื้นขึ้นสู่ที่สูงในแนวตั้ง
4. ยกของย้อยๆ มากเกินไป
5. ยกของในท่าทางที่ไม่สมมาตรหรือไม่สมดุล

Yu et al.,1984 (อ้างถึงใน ตรีฉัตร จำปาวัลย์, 2538) สรุปว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างคือ ปัจจัยเสี่ยงอันเนื่องมาจากตัวคนงานเอง (Individual Risk Factors) และปัจจัยของลักษณะงาน (Occupation Factors) ดังนี้

ปัจจัยเสี่ยงอันเนื่องมาจากตัวคนงานเองนั้นได้แก่

1. เพศ Magora (1970) พบว่า อาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างพบในคนงานหญิงมากกว่าคนงานชายในสภาพงานที่เป็นงานหนัก
2. อายุ Chaffin และ Park (1973) สรุปว่า อายุไม่มีส่วนสัมพันธ์กับอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง ในขณะที่ Magora (1970) กล่าวว่า การเกิดอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างจะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับอายุในลักษณะเส้นตรง
3. สัดส่วนร่างกาย Undeutsch (1982) พบว่าความสูงของคนงานมีผลต่อการเกิดอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง อย่างไรก็ตามยังมียงานวิจัยอื่นที่พบว่า สัดส่วนร่างกายไม่มีผลต่อการเกิดอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง (Rowe, 1969 ; Chaffin and Park, 1973)
4. ความผิดปกติของร่างกาย เช่น ความยาวของขาทั้งสองข้างไม่เท่ากัน จะเป็นผลให้กระดูกสันหลังเกิดการเอียง และร่างกายไม่สมมาตร อย่างไรก็ตาม (Rowe, 1969) พบว่า กระดูกสันหลังที่เอียงไม่มีส่วนสัมพันธ์กับการบาดเจ็บบริเวณหลัง

5. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสมบูรณ์ของร่างกาย Yu et al. (1984) ได้อ้างถึงงานวิจัยของ Pederson, Petersen และ Staffeldt (1975) ; Chaffin Herrin และ Keyserling (1978) ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีส่วนสัมพันธ์กับการเกิดอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง
6. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา คนงานที่ทำงานที่ไม่พึงพอใจ หรือมีความกังวลจะทำให้เกิดความล้าภายหลังการทำงานและมักจะทำให้เกิดอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างได้ง่าย (Magora, 1970)
7. อาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างในอดีต Buckle, Kember และ Wood (1980) พบว่าในผู้ป่วย 68 ราย มีถึงร้อยละ 41 ที่มีประวัติการบาดเจ็บ บริเวณหลังส่วนล่างมาแล้ว 1-3 ครั้ง ในขณะที่ร้อยละ 27 เท่านั้นที่เกิดการบาดเจ็บเป็นครั้งแรก และจากการศึกษาในด้านข้อมูลของการเจ็บป่วย Rowe (1969) พบว่า ร้อยละ 85 ของผู้ป่วยมีประวัติการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างมาแล้ว

ส่วนปัจจัยอันเกิดจากลักษณะของงาน (Occupational Factors) นั้นได้แก่ ความหนักเบาของงาน ลักษณะสถานที่ทำงาน ซึ่งการทำงานในสถานประกอบการประเภทอุตสาหกรรมหนักจะทำให้คนงานมีโอกาสเกิดอาการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างได้มากกว่าคนงานในสถานประกอบการประเภทอุตสาหกรรมเบา (Yu et al., 1984 อ้างถึงใน Hult, 1954 ; Magora, 1970)

Hignett และ Richardson (1995) พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการยก/เคลื่อนย้ายผู้ป่วย แบ่งได้เป็น 4 ปัจจัย คือ

1. ผู้ป่วย : ด้านความรู้สึก จิตใจ อารมณ์ ความจำเป็นทางกายภาพ ของผู้ป่วย
2. องค์กร : การจัดการภายในองค์กร แผนกต่างๆ และหน้าที่ของพยาบาล
3. สถานที่ทำงาน : ตึกอาคาร ห้อง เครื่องใช้ อุปกรณ์ช่วยยก สิ่งกีดขวาง สภาพที่อันตราย
4. ผู้ปฏิบัติงาน/พยาบาล : คุณภาพ ความชำนาญ ประสบการณ์ การฝึกฝน ความเครียด ความล้า

Anderson (1981) ได้แบ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ปัจจัยที่เกี่ยวกับสถานที่ทำงาน ได้แก่
  - 1.1 งานที่มีลักษณะหนัก
  - 1.2 ท่าทางในการทำงานที่มีลักษณะสถิต (Statics)
  - 1.3 ความถี่ที่ต้องงอตัว หรือเอี้ยวตัวในขณะที่ทำงาน
  - 1.4 การยกและการเคลื่อนไหวของร่างกาย



- 1.5 ลักษณะงานที่ซ้ำซาก
- 1.6 ความสัมพันธ์เพื่อนในสถานประกอบการ
2. ปัจจัยอันเนื่องมาจากตัวของคนงานเอง ได้แก่
  - 2.1 อายุ และเพศ
  - 2.2 สัดส่วนร่างกาย
  - 2.3 ท่าทางในการทำงาน
  - 2.4 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสมบูรณ์ของร่างกาย
  - 2.5 การเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง
  - 2.6 ปัญหาทางด้านจิตใจ
  - 2.7 ปัญหาทางด้านสังคม
  - 2.8 ปัญหาทางด้าน Radiographic

Jorgensen และ Poulsen (1974); Khalil et al. (1985) พบว่า ความสูงและความถี่ในการยกเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อขีดจำกัดความสามารถสำหรับงานยกของคนงาน ทั้งนี้การยกของที่มีความสูงต่างกันจะมีผลต่อการใช้กล้ามเนื้อต่างมัดกัน และความถี่การยกจะมีผลต่อสภาพความเป็นพลวัตของงานยกนั้น ๆ

ดำรง กิจกุลศล, 2528 (อ้างถึงใน กิตติ อินทรานนท์, 2538) สรุปว่าสาเหตุของการปวดหลังเกิดจากความเสียหายของหมอนรองกระดูกสันหลัง เพราะแนวโค้งของกระดูกสันหลังที่ผิดไปจากปกติจะทำให้หมอนรองกระดูกสันหลังผิดรูปไปได้ และสาเหตุที่สำคัญคือ ท่วงท่าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (posture) ไม่ว่าจะเป็นท่ายืนที่ต้องยืนอยู่ในท่าเดียวกันนาน ๆ ท่าหยิบหรือยกของและท่าหิ้วของซึ่งจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้วิธีการที่จะยกหรือหิ้วของให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับขนาดน้ำหนักของสิ่งของนั้น ๆ

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2528) ได้ทดสอบพลังกล้ามเนื้อแขนและขาของคนไทยพบว่าในช่วงอายุที่มากขึ้น ค่าที่ได้จากการทดสอบพลังกล้ามเนื้อจะลดลงและเพศชายจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากกว่าหญิง แสดงว่าพลังกล้ามเนื้อนั้นขึ้นอยู่กัเพศและอายุด้วย

วรวรรณ ใจเมือง (2534) พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขนาดของแรงหรือขนาดของโมเมนต์ที่กระทำต่อกระดูกสันหลังในขณะทำงาน ได้แก่ เทคนิคหรือวิธีในการยก ลักษณะของงาน และปัจจัยทางบุคคล เช่น อายุ เพศ ความชำนาญในการยก และอาชีพ เป็นต้น

วิรุพท์ เหล่าพัชรเกษม (2523) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่มักพบบ่อยของอาการปวดหลัง ซึ่งสาเหตุหนึ่งก็คือกล้ามเนื้อหลังหดตัว มักจะเป็นกับคนที่ยังมีความสามารถในการทำงานสูงสุด ส่วนมากมีประวัติการใช้งานหลังหนักในลักษณะเดียวกันซ้ำอยู่นาน ๆ

Kroemer (1989) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการบาดเจ็บสะสมของกล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ และกระดูกอ่อน ซึ่งเรียกรวมว่าโรค CTD (Cumulative Trauma Disorders) ซึ่งมีอาการเจ็บปวดอย่างต่อเนื่องและอาจมีการลุกลามไปยังระบบประสาทและเส้นเลือดได้ และได้สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ และกระดูกอ่อน ได้เป็น 2 ปัจจัย คือ

1. เกิดจากปัจจัยของลักษณะการทำงาน (Occupational Factors)
  - 1.1 การทำงานซ้ำซากเป็นเวลานาน
  - 1.2 การออกแรงที่มากเกินไป
  - 1.3 การเคลื่อนที่เร็วเกินไป
  - 1.4 การเกร็งกล้ามเนื้อรับน้ำหนักนานเกินไป
  - 1.5 การจับอุปกรณ์นานเกินไป
  - 1.6 ท่าทางการทำงานผิดปกติ
  - 1.7 ความสั่นสะเทือน
  - 1.8 ความหนาวเย็น
2. เกิดจากปัจจัยอื่นเนื่องจากตัวคนงานเอง (Non-occupational Factors)
  - 2.1 เพศ
  - 2.2 อายุ
  - 2.3 โรคประจำตัว
  - 2.4 ระดับฮอร์โมน
  - 2.5 การตั้งครรภ์

Snook ,1967 (อ้างถึงใน ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล, 2542) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อการหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้นั้น ได้แก่ ความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น เพศ อายุ การฝึกฝน และความสมบุรณ์ของร่างกาย รวมทั้งความแตกต่างของลักษณะงาน เช่น ขนาดของสิ่งที่ยก ความสูงในการยกและความถี่ในการยก

Park และ Chaffin (1975); Nag (1991) พบว่า ปัจจัยด้านความเร็วในการยกของอย่างรวดเร็วจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการบาดเจ็บเนื่องจากกล้ามเนื้อนั้นไม่สามารถที่จะทนต่อสภาพการทำงานนั้นๆ ได้ ส่วนปัจจัยด้านระยะทาง ซึ่งความสามารถในการยกของจะลดลงเมื่อระยะยกในแนวตั้งมีค่ามากขึ้นและจะสามารถยกได้ดียิ่งขึ้นถ้าสิ่งของนั้นอยู่ใกล้ตัวมากขึ้น

Jiang และ Ayoub (1987) ได้ศึกษาหาแบบจำลองพยากรณ์น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับการยกในระดับความสูงต่าง โดยการใช้นิเวศทางจิตพิสัยกับผู้ถูกทดลอง 100 คน ซึ่งได้วิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ทางสถิติ ตัดปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป และหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับการยกกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1. ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ (Shoulder, Arms, Standing back, Leg and Composite strength)
2. ข้อมูลทาง Anthropometric (Body weight and Abdominal depth)
3. ความถี่ในการยก

ซึ่งได้มีการทดสอบสมการดังกล่าวกับผู้ถูกทดสอบอีก 46 คน และผลที่ได้นั้นสามารถพยากรณ์ค่าน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับการยกได้เป็นอย่างดี

Videman et al. (1989) เปรียบเทียบพยาบาลผู้มีทักษะในการยกดีและผู้มีทักษะน้อย พบว่าพยาบาลผู้มีทักษะดีจะได้รับบาดเจ็บหลังขั้นสาหัสน้อยกว่า แต่สำหรับการบาดเจ็บหลังโดยทั่วไปนั้นไม่พบความแตกต่างกัน

Davies (1972) กล่าวว่า เทคนิคการยกที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นต่อการยกที่สมบูรณ์และปลอดภัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับตำแหน่งของเท้า รูปร่างแขน การจับและการก้าวเดิน

Barker และ Atha (1994); Snook (1978) กล่าวว่า การฝึกฝนสามารถลดอุบัติเหตุ การเจ็บปวดที่หลังและเป็นการปรับปรุงการยกให้ดีขึ้นด้วย และการปฏิบัติตามคำแนะนำที่ถูกต้องจะเป็นการลดแรงกดต่อหมอนรองกระดูก ข้อต่อกระดูกสันหลัง กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น ของหลังส่วนล่าง และลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ (Anderson และ Chaffin, 1986)

Scholey และ Hair (1989) ไม่พบความแตกต่างระหว่างอายุและเพศของนักกายภาพบำบัดที่มีการปวดหลัง

## 2.2 แนวทางการประเมินภาระงานการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ

อาจกล่าวได้ว่าวิธีการในการป้องกันการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง จากการยกภาระหรือขนย้ายวัสดุเกินกำลังความสามารถของร่างกาย คือ การหาความสามารถในการขน/ยกวัสดุของแต่ละคนเพื่อป้องกันมิให้คนงานทำงานเกินขีดจำกัดความสามารถของแต่ละคน Ayoub and Dempsey (1999) ได้ศึกษาแนวทางในการประเมินภาระงานจากการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือ (Manual Materials Handling) ไว้ 3 แนวทาง คือ

1. แนวการใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา (Physiological Approach)
2. แนวทางจิตฟิสิกส์ (Psychophysical Approach)
3. แนวทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanical Approach)

Snook et al., 1970 (อ้างถึงใน ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล, 2542) กล่าวว่าความสามารถในการขนย้ายวัสดุนั้นจะถูกจำกัดโดยความแข็งแรงของร่างกายและการตอบสนองทางสรีรวิทยา การใช้เกณฑ์ความแข็งแรงของร่างกายก็จะมุ่งไปในทางที่จะยกน้ำหนักให้ได้สูงสุด แต่การใช้การตอบ

สนองทางสรีรวิทยา ถูกจำกัดด้วยความถี่ในการยกโดยผู้ถูกทดสอบมักจะเลือกน้ำหนักที่มีค่าน้อยไว้ก่อนเพื่อที่จะสามารถยกได้นาน

## 2.3 เกณฑ์ในการประเมินโดยใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา

แนวทางสรีรวิทยานี้จะมีความเหมาะสมกับงานการยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกาย (Manual Material Handling : MMH) ที่ต้องกระทำด้วยความถี่มากๆ หรือทำบ่อยๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แต่น้ำหนักของวัตถุที่ถูกยกย้ายนั้นมีน้ำหนักค่อนข้างเบา เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับแนวทางสรีรวิทยา คือ ปริมาณการใช้พลังงาน (Energy Consumption) หรือค่า Physical Work Capacity (PWC)

NIOSH (1981) สรุปว่า อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ อัตราการใช้พลังงานในกระบวนการเมตาบอลิซึม และอัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัววัดผลตอบสนองทาง สรีรวิทยาที่นิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์ระดับความหนักของงานสูงสุดที่สามารถทำได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มี ความล้าสะสม ซึ่งควรนำมาพิจารณาและนำไปปฏิบัติในงานอุตสาหกรรม ดังนี้

1. อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ในการพิจารณาถึงน้ำหนักที่ยอมรับได้ในการยกหรือเคลื่อนย้ายวัสดุ ใช้การเปรียบเทียบอัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อขณะทำงานนั้น กับ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งขีดจำกัดบนของการทำงานที่ไม่ทำให้เกิดความล้าควรเป็นหนึ่งในสาม หรือประมาณ 33% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด
2. อัตราการใช้พลังงานในกระบวนการเมตาบอลิซึม เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน สำหรับการงานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงการทำงาน ขีดจำกัดของพลังงานที่ใช้ไม่ควรเกิน 4,300 กิโลแคลอรีต่อวัน
3. อัตราการเต้นของหัวใจ เป็นผลตอบสนองทางสรีรวิทยาที่มีความไวต่อผลกระทบของสิ่งแวดล้อม เช่น ความร้อน ความชื้น มากกว่าการใช้อัตราการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ

ข้อจำกัดของแนวทางสรีรวิทยา คือ การที่แนวทางนี้ไม่ได้ให้ความสนใจในเรื่องของแรงหรือความเค้นที่เกิดขึ้นในร่างกาย เพียงแต่มุ่งพิจารณาว่าการยกย้ายวัสดุนั้นจะทำการยกย้ายอย่างไรก็ได้เพียงแต่ต้องให้อยู่ในขอบเขตความสามารถของการใช้พลังงานที่เหมาะสมของผู้ทำงานยกย้ายนั้น ๆ ก็พอ

## 2.4 เกณฑ์ในการประเมินโดยใช้แนวทางจิตฟิสิกส์

จิตวิทยากายภาพหรือจิตฟิสิกส์ เป็นแขนงหนึ่งของวิชาจิตวิทยา ที่ว่าด้วยการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นทางกายภาพด้วยการพินิจพิจารณาตอบสนองตามแต่ความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคลซึ่งจะมีมากน้อยไม่เท่ากัน จึงมีการประยุกต์หาแนวทางที่เหมาะสมใช้กับงาน MMH โดยใช้หลักการที่ว่า “มนุษย์เรานั้นเมื่อมีความเค้นและความเครียดทางกายภาพมากกระทำต่อร่างกาย เขาจะผสมผสานทั้งความเค้นทางชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยาเข้าด้วยกัน และนำไปใช้ในการประเมินค่าที่ตนเองคิดว่าเท่าใดจึงจะเหมาะสมสำหรับตนเอง”

Stevens, 1960 (อ้างถึงใน Ayoub และ Dempsey, 1999) แสดงให้เห็นว่าความแรงของการตอบสนองมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อสิ่งเร้าที่มากกระทบ ซึ่งมีความสัมพันธ์อยู่ในรูปฟังก์ชันกำลังดังนี้

$$\psi = k\phi^n$$

โดยที่  $\psi$  คือ ความแรงของการตอบสนอง (Sensation)

$\phi$  คือ ระดับความเข้มของสิ่งเร้า (Stimuli)

k คือ ค่าคงที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับหน่วยที่ใช้วัด

n คือ ค่าความชันของฟังก์ชันกำลังซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งเร้า ค่านี้อาจมีค่าน้อยกว่า 1 ได้ เช่น เมื่อสิ่งเร้าเป็นกลิ่น หรือความสว่าง และอาจมีค่าสูงถึง 3.5 เมื่อถูกกระตุ้นด้วย

กระแสไฟฟ้าอย่างแรง (Electrical Chock) Ayoub, 1980 (อ้างถึงใน อรอุมา ลาสุนนท์, 2542) ได้เสนอไว้ว่า สำหรับงานยกภาระ n ควรจะเท่ากับ 1.45

การใช้หลักทางจิตฟิสิกส์กำหนดค่า Maximum Acceptable Weight (MAW) กระทำโดยการทดลองให้ผู้ถูกทดสอบทำการยกหรือเคลื่อนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักต่างๆ และสามารถปรับน้ำหนักได้โดยไม่รู้น้ำหนักที่แท้จริง เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบเลือกน้ำหนักมากที่สุดที่เขาพึงพอใจ และคาดหมายว่าหากทำการยกหรือเคลื่อนย้ายของที่น้ำหนักนั้นตลอดการทำงานจะสามารถทำการยกหรือเคลื่อนย้ายได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเครียด (Stain) ภาวะไม่สบาย ความเหนื่อย อุณหภูมิร่างกายสูงเกินขนาด หรือหายใจไม่ทัน

ข้อดีสำหรับแนวทางจิตฟิสิกส์ คือ มีค่าใช้จ่ายน้อย และใช้ระยะเวลาสั้น ส่วนข้อเสียคือเป็นการใช้ความรู้สึกของผู้ทดสอบเป็นหลัก

## 2.5 เกณฑ์ในการประเมินโดยใช้แนวทางชีวกลศาสตร์

ชีวกลศาสตร์เป็นเรื่องที่นำความรู้ด้านกลศาสตร์ สัดส่วนร่างกาย กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยามาทำความเข้าใจความสัมพันธ์กันในรูปแบบโมเดลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กฎทางฟิสิกส์อธิบายความเป็นมาของพฤติกรรมของร่างกาย หลักการชีวกลศาสตร์จะเป็นการศึกษาการสนองตอบของร่างกายต่อภาระงานซึ่งกระทำต่อร่างกายในสถานที่ทำงาน โมเดลเชิงชีวกลศาสตร์จะใช้วิเคราะห์แรงและโมเมนต์บิด (Torque) ที่กระทำบนส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และเปรียบเทียบกับแรงต้านสูงสุดและกำลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่เป็นขีดจำกัดของบุคคลผู้นั้น เพื่อทำนายท่าทางและสภาพการทำงานที่เป็นภาระมาก ชีวกลศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ดีในการวิเคราะห์สภาพการทำงานซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการออกแรงมาก เช่น ผลัก ดึง ยก ถือของ ฯลฯ และท่าทางการทำงานที่บังคับให้ร่างกายต้องทำท่าทางนั้นเนื่องจากสถานการณ์บังคับ

ในการพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบภาระงานที่กระทำต่อกระดูกสันหลังกับเกณฑ์ขีดจำกัดสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Acceptable Limit, MAL) นั้นเป็นการนำเอาหลักทางชีวกลศาสตร์เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยให้ทราบว่า ลักษณะงานที่ทำนั้น ๆ เกินค่า MAL หรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงลักษณะสภาพการทำงานให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุด ข้อจำกัดในการใช้แนวทางชีวกลศาสตร์ทำการประเมินวัดค่าความสามารถในการยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกาย (MMH) ของผู้ปฏิบัติงานคือ วิธีนี้เหมาะสมที่จะใช้ทำการวัดความสามารถในงาน MMH ที่มีความถี่น้อยและงานที่มีภาระน้ำหนักมาก ๆ หรือหมายความว่าแนวทางนี้จะไม่สามารถใช้ทำการตรวจวัดความสามารถของผู้ทำงานยกย้ายได้หลายครั้งซ้ำ ๆ กันได้ เนื่องจากอาจจะเกิดอันตรายต่อสุขภาพกระดูกสันหลังของผู้ยกที่ถูกตรวจวัดนั่นเอง

การวิเคราะห์เชิงชีวกลศาสตร์ จะสมมติให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นชิ้นส่วนแข็งเกร็ง (Rigid Links) ซึ่งหมุนรอบศูนย์กลางข้อต่อ (Joint Centers) กลศาสตร์ของชิ้นส่วนแข็งเกร็งจะเป็นไปตามกฎของนิวตันในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุแข็งเกร็ง การวิเคราะห์เพื่อหาแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อและกระดูกข้อต่อจากการทำงานนั้น มีอยู่สองแนวทางใหญ่ ๆ คือ การคำนวณในสภาวะสถิต (Statics) และในสภาวะพลวัต (Dynamics)

1. การคำนวณในสภาวะสถิต (Statics) เป็นการศึกษาในขณะที่ส่วนที่ถูกกระทำนั้นอยู่กับที่การวิเคราะห์เชิงสถิต เป็นการคำนวณการรวมและการกระจายของแรง โมเมนต์ และของโมเมนต์บิด ที่ทำให้ส่วนที่ถูกแรงกระทำนั้นอยู่ในภาวะสมดุล ภาระงานสถิตมีอยู่มากในการทำงานประจำวัน เช่น การยืนถือสิ่งของ การนั่งทำงานหน้าคอมพิวเตอร์ (บางส่วนของร่างกายก็รับภาระสถิต เช่น ส่วนหลัง เป็นต้น) นักวิจัยบางคนยืนยันว่าเราสามารถให้การวิเคราะห์เชิงสถิตกับภาระงานที่ต้องเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ได้

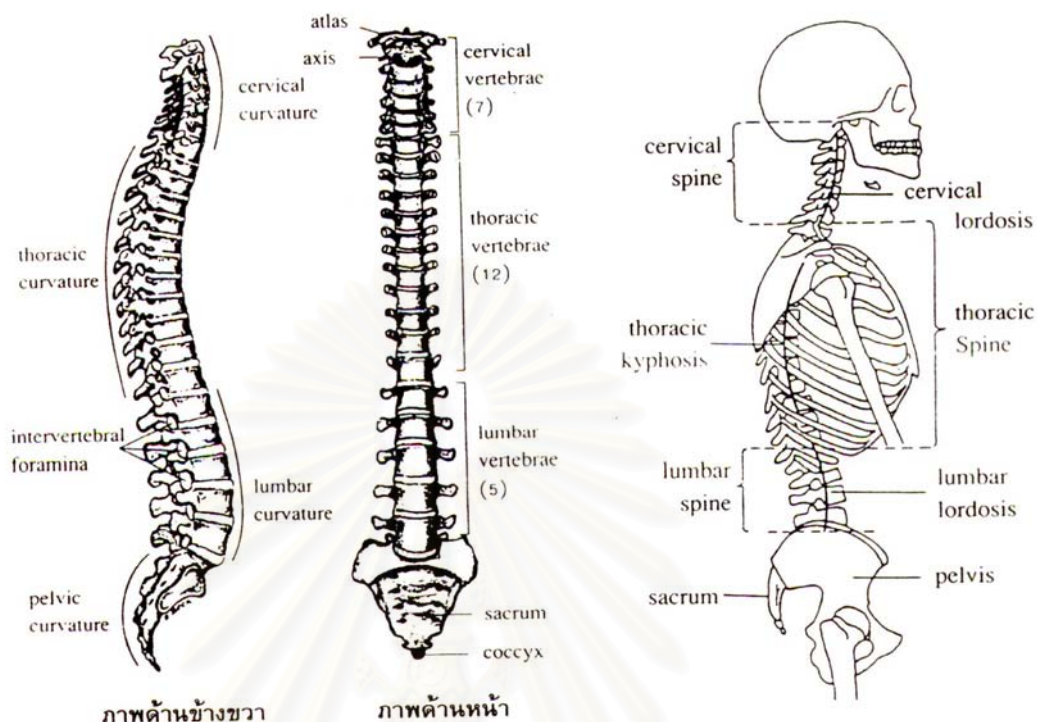
2. การคำนวณในสภาวะพลวัต (Dynamics) เป็นการศึกษาในขณะที่ส่วนที่ถูกกระทำมีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ ในขณะที่ส่วนบนหรือส่วนล่างของร่างกายกำลังเคลื่อนที่เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการทำงาน ตัวอย่างเช่น การเดิน การเข็นรถบรรทุกขนาดเล็ก การแบกหาม การขนส่งสิ่งของด้วยแรงคน เป็นต้น การศึกษาเชิงพลวัตประกอบด้วยสองส่วน คือ คิเนแมติกส์ (Kinematics) และคิเนติกส์ (Kinetics)

2.1 คิเนแมติกส์ (Kinematics) เป็นการศึกษาในส่วนของกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของส่วนที่ถูกกระทำโดยไม่คำนึงถึงขนาดของแรงที่มากกระทำทำให้เคลื่อนไหว ตัวแปรคิเนแมติกส์จะเป็นการจัดที่เป็นเส้นตรง (Linear Displacement) หรือการจัดที่เป็นมุม (Angular Displacement) ความเร็ว (เมตร/วินาที) และความเร่ง (เมตร/วินาที<sup>2</sup>)

2.2 คิเนติกส์ (Kinetic) เป็นการศึกษาในส่วนของกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแรงที่กระทำต่อส่วนใด ๆ ทำให้ส่วนที่ถูกกระทำนั้นมีการเคลื่อนไหว แรงนี้เป็นได้ทั้งแรงที่กระทำจากภายนอกและแรงที่เกิดจากภายใน ในวิชาชีวกลศาสตร์ แรงภายในคือแรงที่เกิดโดยการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscles) เส้นเอ็น (Ligaments) และข้อต่อ (Joints) ส่วนแรงภายนอกนั้นเป็นแรงจากพื้น (แรงโน้มถ่วง) และจากแหล่งภายนอก (น้ำหนักของวัตถุ แรงต้านของลม น้ำหนักของรถเข็น) ตัวอย่างการวิเคราะห์เชิงคิเนติกส์ เช่น การคำนวณแรงภายนอกกระทำที่ข้อต่อ การประเมินแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้เพื่อจะเอาชนะโมเมนต์ภายนอก การคำนวณแรงอัดและแรงเฉือนที่กระทำต่อข้อต่อ และการประเมินค่าพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อกกล้ามเนื้อทำงานในระดับต่าง ๆ กัน เป็นต้น

Freivalds et al. (1984) กล่าวว่า การคำนวณทางชีวกลศาสตร์ในภาวะสถิตนั้นมีข้อเสียคือแรงที่กระทำต่อกล้ามเนื้อและกระดูกที่คำนวณได้จะมีค่าต่ำกว่าค่าแรงที่ได้จากภาวะงานจริงซึ่งเป็นภาวะพลวัตประมาณร้อยละ 40 อย่างไรก็ตามการคำนวณในภาวะพลวัตยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายเนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านเวลาและเครื่องมือที่ต้องใช้ (Potvin et al., 1992) กล่าวคือ การศึกษาทางชีวกลศาสตร์ในภาวะพลวัต จะใช้การบันทึกภาพตำแหน่งการเคลื่อนไหวของข้อต่อขณะที่มีการเคลื่อนไหวจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์โดยเฉพาะ จึงทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าแรงได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ขณะที่คนเรายกภาระหนักด้วยมือ นั้น ผลกระทบจากการยกวัตถุดังกล่าวจะเกิดขึ้นกับข้อต่อของกระดูกสันหลังตามหลักของการส่งถ่ายโมเมนต์ บริเวณที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือกระดูกสันหลังดัมบาร์ (ดังรูปที่ 2.1) Tichauer, 1971 (อ้างถึงใน สุทธิ ศิริบูรพา, 2540) เป็นผู้เสนอแนวความคิดว่าเราควรจะใช้โหลดโมเมนต์ที่เกิดขึ้นที่หมอนรองกระดูกสันหลังที่ข้อต่อกระดูกสันหลังที่ 5 กับกระดูกซาครัลชั้นที่ 1 (Lumbosacral Disc : L5/S1) เป็นพื้นฐานในการกำหนดพิสัยน้ำหนักของวัตถุซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กันที่บุคคลควรจะยกได้อย่างปลอดภัย



รูปที่ 2.1 การจัดเรียงตัวของกระดูกสันหลัง (Spine)

(ที่มา : สุทธิ ศรีบูรพา, 2540)

สาเหตุที่ข้อต่อ  $L_5/S_1$  ถูกเลือกให้เป็นจุดที่ใช้คำนวณหาความเค้นที่เกิดขึ้นกับกระดูกสันหลังก็เนื่องจากมันเป็นจุดบริเวณซึ่งเกิดโหลดโมเมนต์จากแรงภายนอกที่มีปริมาณมากที่สุด ทั้งนี้เพราะว่าในระหว่างการยกวัตถุที่มีน้ำหนักนั้น โดยการเปรียบเทียบแล้วแกนโมเมนต์ (ระยะห่างตั้งฉาก) ระหว่างวัตถุในมือกับจุด  $L_5/S_1$  ซึ่งถือว่าเป็นจุดหมุนนั้นมีระยะแกนโมเมนต์ที่มีความยาวมากที่สุดในการพิจารณาตามแนวทางชีวกลศาสตร์ในการทำงาน

### 2.5.1 แบบจำลองชีวกลศาสตร์ประเภทสถิต (Static) ของหลังส่วนล่าง

Chaffin และ Anderson, 1991 (อ้างถึงใน สุทธิ ศรีบูรพา, 2540) สร้างสมการความสัมพันธ์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณแรงและโมเมนต์ที่กระทำต่อร่างกายมนุษย์ระหว่างการยกของดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

จากสาเหตุการที่มีโมเมนต์ปริมาณมากเกิดขึ้นที่กระดูกสันหลังของคนขณะยกวัตถุที่มีน้ำหนักมากนั่นเอง แบบจำลองนี้จึงจะมุ่งความสนใจไปยังประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแรงภายใน (Internal Muscle Force) ที่ร่างกายจะต้องทำให้เกิดขึ้นเพื่อที่จะดำรงท่าทาง (Posture) ของโครงกระดูกสัน



Muscle Force) ที่ร่างกายจะต้องทำให้เกิดขึ้นเพื่อที่จะดำรงท่าทาง (Posture) ของโครงกระดูกสันหลังเอาไว้ในลักษณะเดิม (รูปตัว S) ในขณะที่บุคคลผู้นั้นกำลังยกวัตถุตั้งกล่าวอยู่ ทั้งนี้โดยการกำหนดว่ามี 2 แรงภายในสำคัญ ที่ทำหน้าที่ต้านโหลดโมเมนต์ที่เกิดขึ้นจากการยกของหรือโหลดโมเมนต์ภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แรงและโมเมนต์บนกระดูกสันหลัง

(ที่มา : สุทธิ ศรีบูรพา, 2540)

แรงที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทนเซอร์ อีเรกเตอร์ สไปเน (Extensor Erector Spinae) ซึ่งมีแนวแรงกระทำที่ระยะห่าง (E) ประมาณ 5 เซนติเมตรไปทางด้านหลังของข้อต่อ  $L_5/S_1$  (ซึ่งถือว่าเป็นจุดหมุนของการคำนวณโมเมนต์ที่เกิดขึ้นจากงานยกวัตถุสิ่งของ)

แรงซึ่งเกิดจากความดันภายในช่องท้อง (Abdominal Pressure) มีแนวกระทำของแรงอยู่ทางด้านหน้าของโครงกระดูกสันหลังบริเวณข้อต่อ  $L_5/S_1$  โดยมีระยะห่าง(D) นั้นจะขึ้นอยู่กับค่า ของมุม  $\theta_H$  ที่ทำมุมกับข้อต่อสะโพก

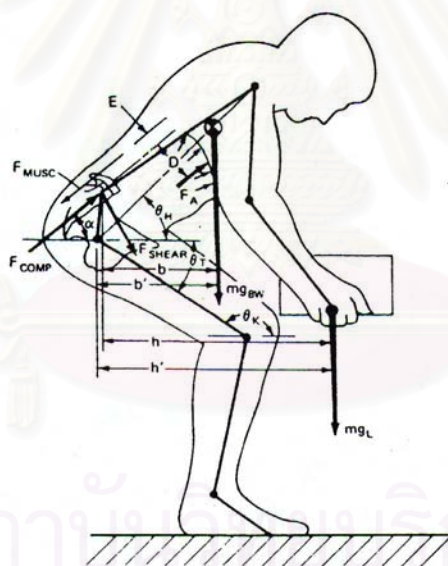
ขณะที่ลำตัวท่อนบนอยู่ในลักษณะตั้งตรง (หมายความว่ามุม  $\theta_H$  เท่ากับ 0 องศา) ค่า D จะ มีระยะห่าง 7 เซนติเมตรจากจุดหมุน ( $L_5/S_1$  Disc) โดยประมาณ

เมื่อลำตัวท่อนบนพับลงมาข้างหน้าจนขนานกับพื้น (หรือหมายความว่ามุม  $\theta_H$  เท่ากับ 90 องศา) ค่า D จะมีระยะห่างจากจุดหมุน ( $L_5/S_1$  Disc) เท่ากับ 15 เซนติเมตรโดยประมาณ

แรงซึ่งเกิดจากความดันภายในช่องท้องนี้จะทำหน้าที่ดันลำตัวส่วนบนให้เหยียดตัวตั้งตรงขึ้นซึ่งเท่ากับเป็นการต่อต้านการงอตัวลงมาของกระดูกสันหลังเนื่องจากโหลดโมเมนต์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าแรงภายในทั้งสองแรงนี้จะทำให้เกิดโมเมนต์ปฏิกิริยาที่จุดหมุน  $L_5/S_1$  Disc ด้วยปริมาณที่เท่ากับโหลดโมเมนต์แต่ในทิศทางตรงกันข้ามนั่นเอง

การใช้แบบจำลองชีวกลศาสตร์จะเป็นเครื่องช่วยให้เราสามารถประเมินแรงกดที่เกิดขึ้นกับหมอนรองกระดูกสันหลังระหว่างการปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ได้โดยที่เราไม่จำเป็นต้องใช้เข็มขนาดเล็กที่ติดอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transducer) ทางสอดเข้าไปวัดที่บริเวณส่วนกลางของหมอนรองกระดูกสันหลังในร่างกายของผู้ถูกทดสอบโดยตรงซึ่งเป็นวิธีการที่เสี่ยงอันตรายมากกว่าและยังเป็นวิธีที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และมีขั้นตอนที่ยุ่งยากมากกว่าอีกด้วย

ในรูปที่ 2.3 เป็นรูปประกอบที่ใช้ในการวิเคราะห์แรงและโมเมนต์ที่เกิดขึ้นกับ  $L_5/S_1$  Disc ระหว่างทำงานการยกย้ายสิ่งของด้วยมือ โดยแบบจำลองชีวกลศาสตร์ประเภทสถิต



**รูปที่ 2.3** ท่าทางในการยกวัตถุและข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการใช้แบบจำลองกลศาสตร์ชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับหลังส่วนล่างวิเคราะห์แรงต่าง ๆ ซึ่งเกิดขึ้นที่หมอนรองกระดูกสันหลัง  $L_5/S_1$  (ที่มา : Chaffin และ Anderson, 1984)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จากรูปที่ 2.3

$$\sum \text{ผลรวมของโมเมนต์ที่ } L_5/S_1 = 0$$

$$\text{นั่นคือ } B(mg_{bw}) + H(mg_L) - D(F_a) - E(F_m) = 0 \quad \dots(1)$$

$$F_m = \frac{[B (mg_{bw}) + H (mg_L) - D (F_a)]}{E} = \dots(2)$$

เมื่อ  $F_m$  = แรงซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียดกระดูกสันหลัง เพื่อจะรักษาท่าทางของกระดูกสันหลังให้อยู่ในลักษณะตามธรรมชาติ (มีหน่วยเป็นนิวตัน)

$B$  = ความยาวแขนโมเมนต์ของน้ำหนักลำตัวส่วนบน ซึ่งเท่ากับระยะทางตั้งได้จากระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของลำตัวถึง  $L_5/S_1$  disc มีหน่วยเป็นเมตร)

$H$  = ความยาวแขนโมเมนต์ของน้ำหนักวัตถุอยู่ในมือ ซึ่งเท่ากับระยะทางตั้งได้จากจากจุดกึ่งกลางของมือถึง  $L_5/S_1$  disc มีหน่วยเป็นเมตร)

$D$  = ความยาวแขนโมเมนต์ของแรงซึ่งเกิดจากความดันในช่องท้อง ซึ่งเท่ากับระยะทางตั้งได้จากระหว่างแนวแรงที่เกิดขึ้นในช่องท้องถึง  $L_5/S_1$  disc มีหน่วยเป็นเมตร)

$E$  = ความยาวแขนโมเมนต์ของแรงที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทนเซอร์ อีเรกเตอร์ สไปเน ซึ่งเท่ากับระยะทางตั้งได้จากแนวแรงถึง  $L_5/S_1$  disc มีหน่วยเป็นเมตร)

$Mg_{bw}$  = น้ำหนักของลำตัวส่วนบนที่อยู่เหนือ  $L_5/S_1$  disc ขึ้นไป (มีหน่วยเป็นนิวตัน)

$Mg_L$  = น้ำหนักของมวลวัตถุที่ถืออยู่ในมือ (มีหน่วยเป็นนิวตัน)

$F_a$  = แรงซึ่งเกิดจากความดันในช่องท้อง ซึ่งกระทำต่อจุดศูนย์กลางของแผ่นกะบังลม (มีหน่วยเป็นนิวตัน)

$$\text{เมื่อ } F_a = (P_a) \times (D_a) \dots(3)$$

โดยที่  $P_a$  = ความดันในช่องท้อง (มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท หรือ  $N/cm^2$ )

$D_a$  = พื้นที่หน้าตัดของแผ่นกะบังลม (ปกติมีค่าประมาณ  $465 \text{ cm}^2$ )

$$P_a = 10^{-4} \{ 43 - 0.36 (\theta_H + \theta_T) \} \times \{ (MH)^{1.8} \} \dots(4)$$

โดยที่

$\theta_H$  = มุมที่ลำตัวท่อนบนทำกับแนวราบ / วัดที่สะโพก (มีหน่วยเป็นองศา)

$\theta_T$  = มุมที่ต้นขาทำกับแนวราบ / วัดที่สะโพก (มีหน่วยเป็นองศา)

$M_H$  = โมเมนต์ที่เกิดขึ้นรอบๆ จุดหมุนที่สะโพก (มีหน่วยเป็นนิวตัน - เมตร)

$$\text{เมื่อ} \quad MH = B' (mg'_{bw}) + H' (mg'_L) \quad \dots(5)$$

โดยที่

$B'$  = ความยาวแขนของโมเมนต์ของน้ำหนักตัวส่วนที่อยู่เหนือจุดหมุนที่สะโพกขึ้นไป ซึ่งเท่ากับระยะทางตั้งฉากระหว่างศูนย์กลางมวลของลำตัวส่วนบนถึงจุดหมุนที่สะโพก (hip joint) (มีหน่วยเป็นเมตร)

$H'$  = ความยาวแขนของโมเมนต์ของน้ำหนักวัตถุอยู่ในมือ ซึ่งเท่ากับระยะทางตั้งฉาก

จากศึกษาความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทนเซอร์ อีเร็กเตอร์ สไปเน พบว่าโดยปกติแล้วค่าพิสัยความแข็งแรงและความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อหลังที่ปลอดภัยจะอยู่ระหว่าง 2,200 - 5,500 นิวตัน

สำหรับการคำนวณหา **แรงกด** ซึ่งเป็นแรงปฏิกิริยาที่กดลงบน  $L_5/S_1$  disc นั้นหาได้จากสมการดังนี้

$$\sum \text{ผลรวมของแรงที่ } L_5/S_1 = 0$$

$$\sin \alpha (mg_{bw}) + \sin \alpha (mg_L) + F_m - F_a - F_c = 0 \quad \dots(6)$$

$$\text{หรือ} \quad F_c = \sin \alpha (mg_{bw}) + \sin \alpha (mg_L) + F_m - F_a \quad \dots(7)$$

เมื่อ  $\alpha$  = มุมที่แนวกระดูกสันหลังทำมุมกับแนวระนาบ (มีหน่วยเป็นองศา)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทดลองนี้ NIOSH ได้นำมาประกอบการพิจารณาและสรุปเป็นข้อแนะนำในปี พ.ศ. 2545 ว่า งานที่ทำให้เกิดแรงกดที่  $L_5/S_1$  disc มากกว่า 3,400 นิวตันนั้นมีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อการแตกหักของกระดูกสันหลังต่อผู้ปฏิบัติงานยกย้ายวัสดุบางคนได้และถ้าแรงกดดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นถึง 6,400 นิวตัน แล้ว งานนั้นก็จะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานยกย้ายวัสดุได้เกือบทั้งหมดทุกคนไม่ว่าบุคคลนั้นจะมีขนาดรูปร่างเล็กใหญ่อย่างไร

การคำนวณในภาวะสถิตจะต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับขนาดและทิศทางของแรงภายนอกที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะท่าทางการทำงาน รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนร่างกายด้วย และจะนำมาคำนวณตามรูปแบบของภาวะสถิตโดยมีสมการการคำนวณหาค่าแรงและโมเมนต์ดังนี้

$$\Sigma F_x = 0 \quad (\text{ผลรวมของทุกแรงในแนวแกน X มีค่าเป็นศูนย์})$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (\text{ผลรวมของทุกแรงในแนวแกน Y มีค่าเป็นศูนย์})$$

$$\Sigma M_{CM} = 0 \quad (\text{ผลรวมของโมเมนต์รอบจุดใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์})$$

ถ้าสมการทั้งสามเป็นจริงก็จะเรียกว่าอยู่ในภาวะสมดุล จะเห็นว่าสมการทั้งสามนี้มิได้รวมพจน์ที่เกี่ยวกับความเร่งเชิงเส้น ความเร่งเชิงมุมและโมเมนต์ความเฉื่อยไว้ ดังนั้นรูปแบบการคำนวณในภาวะสถิตจึงสามารถใช้ได้ดีกับลักษณะการทำงานที่หยุดอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนไหวช้ามาก ๆ มีสมมติฐานเพื่อนำรูปแบบการคำนวณมาใช้ดังนี้

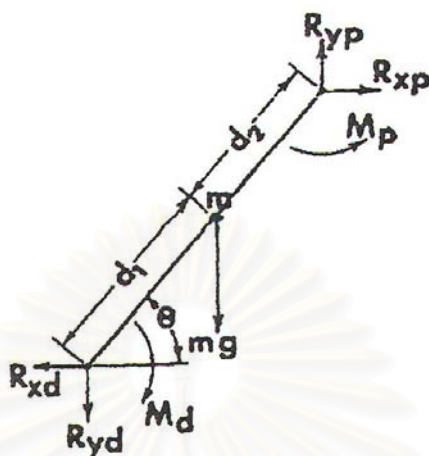
1. ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่เรียกว่า Segment
2. Segment แต่ละอันเปรียบเสมือนวัตถุเกร็ง
3. ข้อต่อระหว่าง Segment ทำหน้าที่เหมือนบานพับแบบง่าย
4. มวลของแต่ละ Segment คงที่และกระทำที่จุดศูนย์กลางมวล ในทิศทางตามแนวตั้ง
5. ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลจะอยู่บนตำแหน่งเดิมบน Segment ตลอดการเคลื่อนไหว
6. โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของ Segment มีค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนไหว

การคำนวณในภาวะสถิตตามรูปที่ 2.4 แสดงแผนผังผังวัตถุอิสระของ Segment แต่ละอันในรูปแบบสภาวะสถิตการหาแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อใด ๆ ในแนวแกนคำนวณได้จากสูตร

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{แทนค่าได้} \quad R_{xp} = R_{xd} \quad \dots(8)$$

โดยที่  $R_{xp}$  คือ แรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อด้าน Proximal ในแนวแกนนอน

$R_{xd}$  คือ แรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อด้าน Distal ในแนวแกนนอน



รูปที่ 2.4 ผังวัตถุอิสระของ Segment แต่ละอันในรูปแบบสภาวะสถิต

การหาแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อใดในแนวแกนตั้งคำนวณได้จากสูตร  $\Sigma F_y = 0$   
แทนค่าได้

$$R_{yp} = R_{yd} + mg \quad \dots(9)$$

โดยที่  $R_{yp}$  คือ แรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อด้าน Proximal ในแนวแกนตั้ง

$R_{yd}$  คือ แรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อด้าน Distal ในแนวแกนตั้ง

$m$  คือ มวลของ Segment ที่กำลังคำนวณ

$g$  คือ ค่าความเร่งตามแรงดึงดูด ใช้ค่า 9.81 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

การหาโมเมนต์ที่เกิดขึ้นกับข้อต่อใด ๆ คำนวณได้จากสูตร  $\Sigma M_{CM} = 0$   
แทนค่าได้ดังนี้

$$M_p = M_d - R_{yd}d_1(\cos\theta) + R_{xd}d_1(\sin\theta) - R_{yp}d_2(\cos\theta) + R_{xp}d_2(\sin\theta) \quad \dots(10)$$

โดยที่  $M_p$  คือ โมเมนต์ปฏิกิริยาที่กระทำบนข้อต่อด้าน Proximal

$M_d$  คือ โมเมนต์ปฏิกิริยาที่กระทำบนข้อต่อด้าน Distal

$\theta$  คือ มุมทางขวาของ Segment เทียบกับแกนในแนวนอน

$d_1$  คือ ระยะทางจากข้อต่อ Distal ถึงจุดศูนย์กลางมวลของ Segment

$d_2$  คือ ระยะทางจากข้อต่อ Proximal ถึงจุดศูนย์กลางมวลของ Segment

ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมดแบ่งออกได้ ดังนี้

### 2.5.1.1 Anthropometry

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนของร่างกาย และคุณสมบัติทางกายภาพของมนุษย์ เช่น น้ำหนัก หรือมวล ปริมาตร จุดศูนย์กลางถ่วง และความหนาแน่น รวมทั้งโมเมนต์เฉื่อยของแต่ละ Segment ของร่างกาย สำหรับตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลและมวลของแต่ละ Segment ของร่างกาย แสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งจะใช้ค่ามวลและระยะจุดศูนย์กลางมวลของส่วนต่างๆ ของร่างกาย จากงานวิจัยของ กิตติ อินทรานนท์ (2543) ในการคำนวณค่าแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูก L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>

### 2.5.1.2 Kinematics

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของการเคลื่อนไหว เช่น ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่ง ของจุดต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งขนาดของมุม อัตราเร็วเชิงมุมและอัตราเร่งเชิงมุม ของ Segment ต่าง ๆ ของร่างกาย

ข้อมูลทาง Kinematics สามารถหาได้โดยอาศัยกล้องวิดีโอที่บันทึกภาพในแนวตั้งฉากกับระนาบหน้า-หลัง แล้วนำภาพที่ได้ให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลหาตำแหน่งของจุดข้อต่อต่าง ๆ บนร่างกาย เพื่อคำนวณหาความยาวและขนาดของมุมที่แต่ละ Segment กระทำต่อกัน

### 2.5.1.3 Kinetics

Kinetics เป็นข้อมูลเกี่ยวกับแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น แบ่งออกเป็น

- แรงจากภายนอก เช่น แรงจากน้ำหนักที่ยก แรงที่วัดได้จากพื้น เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างร่างกายสัมผัสกับวัตถุภายนอก ซึ่งแรงที่เกิดขึ้นจะกระจายไปทั่วทั้งพื้นที่ผิวสัมผัส แต่สามารถที่จะใช้เวกเตอร์แทนแรงที่กระจายทั้งหมด แรงจากภายนอกนี้สามารถวัดได้โดยใช้อุปกรณ์วัดแรง เช่น Force Platform ซึ่งจะวัดแรงที่เกิดขึ้นระหว่างเท้ากับพื้นที่เท้าสัมผัส
- แรงจากภายใน เป็นแรงที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย เช่น แรงจากการดึงของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบริเวณข้อต่อของกระดูก

### 2.5.1.4 แรงโน้มถ่วง

เป็นแรงที่โลกกระทำต่อวัตถุ ซึ่งมีทิศชี้ลงผ่านจุดศูนย์กลางมวลของ Segment และมีขนาดเท่ากับ มวล คูณกับ ความเร่งจากแรงดึงดูด (ใช้ค่า 9.81 เมตร/วินาที<sup>2</sup>)

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบมวลและระยะจุดศูนย์กลางมวลของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ส่วนของร่างกาย	% เมื่อเทียบกับมวลของร่างกาย														
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(2)		(3)		(4)		(5)			
						ส่วนใน	ส่วนนอก	ส่วนใน	ส่วนนอก	ส่วนใน	ส่วนนอก	ส่วนใน	ส่วนนอก		
มือ	0.60	0.85	-	0.67	0.51	0.506	0.494	-	-	-	-	50.60	49.40	39.22	60.88
แขนส่วนล่าง	1.60	2.10	2.54	1.64	1.29	0.430	0.570	42.10	57.90	-	-	43.00	57.00	45.37	54.63
แขนส่วนบน	2.80	3.30	2.93	2.77	2.63	0.436	0.564	47.00	53.00	45.90	54.10	43.60	56.40	46.62	53.38
ลำตัว	57.80	46.30	-	-	44.03	0.660	0.340	29.55	46.30	-	-	-	-	48.85	51.15
ขาส่วนบน	10.00	10.75	11.23	9.86	13.41	0.433	0.567	43.90	56.10	43.40	56.60	43.30	56.70	39.79	60.21
ขาส่วนล่าง	4.65	4.80	4.53	4.69	4.19	0.433	0.567	41.95	58.05	42.40	57.60	43.30	56.70	41.15	58.85
เท้า	1.45	1.70	1.88	1.42	1.15	0.500	0.500	43.40 <sup>a</sup>	56.60 <sup>a</sup>	41.70	58.30	b	b	33.90	66.10
ศีรษะและคอ	-	-	-	7.90	9.61	-	-	-	-	-	-	-	-	49.33	50.67

หมายเหตุ อ้างอิงข้อมูลจากงานวิจัยของ

(1) Winter (1979)

(2) Braune & Fischer (1889)

(3) Braune & Fischer (1893)

(4) Dempster (1955)

(5) กิตติ อินทรานนท์ (2543: ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง)

(a) 24.9% of foot link dimension to ankle axis (oblique); 43.8% of foot link dimension to heel (bolique); 59.4% of foot link dimension to toe II (oblique). Alternately, a ratio of 42.9 to 57.1 along the heel to toe distance establishes a point above which the center of gravity lies on a line between ankle and ball of foot.



## 2.5.2 แบบจำลองชีวกลศาสตร์ประเภทพลวัต (Dynamics)

ในการคำนวณในสภาวะพลวัตใช้ข้อมูลแบบเดียวกับการคำนวณในสภาวะสถิต แต่จะเพิ่มข้อมูลเฉพาะในส่วนของ Kinematics เกี่ยวกับความเร็วและความเร่งของ Segment ต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งอัตราเร็วเชิงมุมและอัตราเร่งเชิงมุมของ Segment ต่าง ๆ ของร่างกาย

### 2.5.2.1 Kinematics

ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของการเคลื่อนไหว เช่น ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของจุดต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งขนาดของมุม อัตราเร็วเชิงมุม และอัตราเร่งเชิงมุมของ Segment ต่าง ๆ ของร่างกาย การหาข้อมูลอาศัยการใช้กล้องวิดีโอที่บันทึกภาพในแนวตั้งฉากกับระนาบหน้า-หลัง ด้วยอัตราเร็วคงที่ 50 ภาพต่อวินาที แล้วนำภาพที่ได้ให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลหาตำแหน่งจุดต่าง ๆ บนร่างกาย ในทุก ๆ ภาพ เพื่อนำมาคำนวณหาความเร็วและความเร่งของจุดต่าง ๆ รวมทั้ง ขนาดของมุม อัตราเร็วเชิงมุมและอัตราเร่งเชิงมุมของ Segment โดยอาศัยสูตรดังนี้

$$V_i = \frac{(X_{i+1} - X_{i-1})}{2/50} \quad \text{m./sec.}$$

$$A_i = \frac{(V_{i+1} - V_{i-1})}{2/50} \quad \text{m./sec.}^2$$

$$\omega_i = \frac{(\theta_{i+1} - \theta_{i-1})}{2/50} \quad \text{degree /sec.}$$

$$\alpha_i = \frac{(\omega_{i+1} - \omega_{i-1})}{2/50} \quad \text{degree /sec.}^2$$

โดยที่

$X_i$  คือ ตำแหน่งของจุดของภาพที่  $i$

$V_i$  คือ ความเร็วเชิงเส้นของจุดของภาพที่  $i$

$A_i$  คือ ความเร่งเชิงเส้นของจุดของภาพที่  $i$

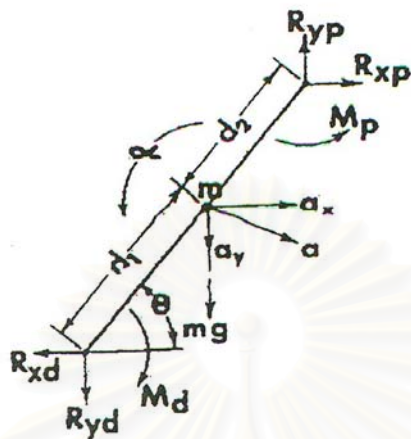
$\theta_i$  คือ ขนาดของมุมด้านขวาของ Segment กระทำกับแกนแนวนอนของภาพที่  $i$

$\omega_i$  คือ อัตราเร็วเชิงมุม  $\theta_i$  ของภาพที่  $i$

$\alpha_i$  คือ อัตราเร่งเชิงมุม  $\theta_i$  ของภาพที่  $i$

หมายเหตุ การคำนวณนี้ตั้งสมมติฐานไว้ว่า  $X_{i-1}$ ,  $X_i$  และ  $X_{i+1}$  เรียงกันเป็นเส้นตรง

การคำนวณในสภาวะพลวัต จากรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ผังวัตถุอิสระของ Segment แต่ละอันในรูปแบบพลวัต

การหาแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อใดในแนวแกนขนานคำนวณได้จากสูตร  $\Sigma F_x = ma_x$  แทนค่าได้

$$R_{xp} = R_{xd} + ma_x \quad \dots(11)$$

โดยที่  $a_x$  คือความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลในแนวนอน

การหาแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อใดในแนวแกนตั้งคำนวณได้จากสูตร  $\Sigma F_y = ma_y$  แทนค่าได้

$$R_{yp} = R_{yd} + mg + ma_y \quad \dots(12)$$

โดยที่  $a_y$  คือความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลในแนวตั้ง

การหาโมเมนต์ที่เกิดขึ้นกับข้อต่อใดคำนวณได้จากสูตร  $\Sigma M_{CM} = I_{CM} \alpha$  แทนค่าได้ดังนี้

$$M_p = M_d + I_{CM} \alpha - R_{yd}d_1(\cos\theta) + R_{xd}d_1(\sin\theta) - R_{yp}d_2(\cos\theta) + R_{xd}d_2(\sin\theta) \quad \dots(13)$$

โดยที่  $I_{CM}$  คือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของ Segment

$\alpha$  คืออัตราเร่งเชิงมุมของ  $\theta$

การค่าโมเมนต์ความเฉื่อยอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับมวลของ Segment (Segment Masses), ตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass location), ความยาวของ Segment (Segment Length) หรือ รัศมีการหมุน (Radius of Gyration) ดังสมการ

$$I_{CM} = m \rho^2 \quad \dots(14)$$

เมื่อ  $m$  คือมวลของ Segment (Segment Masses)

$\rho$  คือรัศมีการหมุน (Radius of Gyration)

Braune และ Fischer, 1889 (อ้างถึงใน Roebuck et al, 1975) พบว่า รัศมีการหมุนสามารถประมาณได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ ( $C_3$ ) คูณกับความยาวของ Segment ( $L$ ) ดังนั้น

$$I_{CM} = m \rho^2 = m C_3^2 L^2 \quad \dots(15)$$

ซึ่งค่า สัมประสิทธิ์ ( $C_3$ ) มีค่า 0.3 ดังนั้นโมเมนต์ความเฉื่อยจึงสามารถประมาณค่าได้

จาก

$$I_{CM} \approx 0.09 m L^2 \quad \dots(16)$$

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่าง รัศมีการหมุน กับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Segment ( $d$ ) ดังนี้

$$\rho = 0.35 d \quad \dots(17)$$

ดังนั้น

$$I_{CM} \approx 0.1225 m d^2 \quad \dots(18)$$

การคำนวณในสภาวะพลวัต จากรูปที่ 2.4

## 2.6 ค่าน้ำหนักสูงสุดสำหรับการยก

Davies (1972) ได้กำหนดค่าน้ำหนักสูงสุดสำหรับการยกตามแต่ละท้องถิ่นและลักษณะงาน โดยรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่ได้กำหนดค่าน้ำหนักสูงสุดสำหรับการยกไว้ดังนี้

1. ข้อกำหนดของ The Woollen และ Worsted (1926) กำหนดให้แรงงานชายสามารถยกของหนักได้ไม่เกิน 68 กก. แรงงานหญิง ไม่เกิน 29.5 กก.
2. ข้อกำหนดของ Pottery (1958) กำหนดให้แรงงานหญิงห้ามขนย้ายของที่น้ำหนักเกิน 18.1 กก. ในทางราบเป็นระยะทางไม่เกิน 45.7 ม.
3. ข้อกำหนดของ Jute (1948) กำหนดให้แรงงานเด็กอายุต่ำกว่า 16 ปี ยกได้ไม่ต่ำกว่า 18.1 กก. แต่ไม่ได้กำหนดค่าสำหรับแรงงานชาย เช่นเดียวกับ Pottery
4. ข้อกำหนดของ Agriculture (1959) กำหนดน้ำหนักสูงสุดสำหรับหญิงหรือกระสอบที่ยกได้โดยแรงงาน 1 คน คือ 81.5 กก.

อำนาจ เสตสุววรรณ (2537) จากการศึกษาของกรมแรงงานโดยมุ่งปัจจัยการใช้พลังงานในการยกและน้ำหนักของวัตถุที่ยกในอิริยาบถต่าง ๆ ได้สรุปว่าขีดจำกัดของน้ำหนักที่ยกเป็นครั้งคราวไม่ควรเกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักตัวผู้ยก จากข้อแนะนำที่ 128 (Recommendation No.128) ขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ ปี 1967 ที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักสูงที่อนุญาตให้คนงานยกได้ ระบุว่าควรกำหนดมาตรการมิให้บุคคลยกน้ำหนักเกิน 55 กิโลกรัม (ซึ่งอนุญาตเฉพาะบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีและอยู่ในภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมเท่านั้น) สำหรับน้ำหนักสูงสุดที่อนุญาตให้ผู้หญิงและเด็กยกนั้น ควรกำหนดให้เพียงร้อยละ 50-60 ของน้ำหนักที่ผู้ชายทั่วไปยก

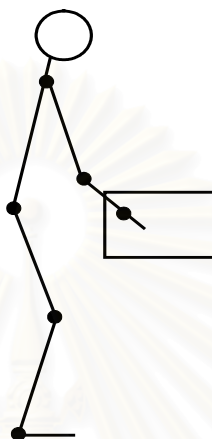
## 2.7 แรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลัง

Kumar, 1990 (อ้างถึงใน Brideger, R.S., 1995) พบว่า ภาระงานทางกล (Mechanical Load) คือปัจจัยเสี่ยงของการปวดหลังส่วนล่าง โดยใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์สถิต 2 มิติ (Two dimensional, Static Mathematical model) ในการประมาณภาระงานของกระดูกสันหลัง ได้แก่ แรงเฉือนและแรงกดอัด ที่ข้อต่อระหว่างกระดูกก้นกบและทรวงอก (Lumbosacral and Thoracolumbar joints) ซึ่งค่าแรงเหล่านี้จะพบสูงในคนงานที่มีประวัติการบาดเจ็บมาก่อน

Ekholm et al. (1982) ได้ศึกษาผลภาระที่กระทำบนกระดูกสันหลังส่วนล่าง และการทำงานของกล้ามเนื้อหลังระหว่างการยกในท่าต่าง ๆ โดยใช้แนวทางชีวกลศาสตร์พบว่า การยกในท่าที่เหยียดเข่าตรงกับท่างอเข่าและให้สิ่งของที่ยกอยู่ในหน้าหัวเข่านั้นไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ทั้งแรงกดอัดและโมเมนต์ที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง แต่สำหรับการยกแบบงอเข่าโดยยกสิ่งของขึ้นผ่านระหว่างหัวเข่าซึ่งทำให้ระยะห่างจากกระดูกเชิงกรานลดลง จะทำให้ค่าแรงกดอัดและโมเมนต์นั้นมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าค่าโมเมนต์สูงสุดและแรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลังส่วนล่างเกิดจากน้ำหนักของลำตัวส่วนบนถึงร้อยละ 70 และเกิดจากน้ำหนักของสิ่งที่ยกเพียงร้อยละ 30 เท่านั้น

การศึกษานี้จะมุ่งหาแรงและโมเมนต์ที่กระทำต่อบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง ซึ่งแรงที่มากระทำต่อกระดูกสันหลังส่วนล่าง ได้แก่ แรงที่เกิดจากน้ำหนักตัวที่อยู่เหนือกระดูกสันหลังส่วนล่าง แรงที่เกิดจากน้ำหนักของสิ่งของที่ทำการขนย้าย แรงที่เกิดจากกล้ามเนื้ออีเร็กเตอร์ สไปเน ซึ่ง เป็นกล้ามเนื้อหลักที่จะทำหน้าที่ในการเหยียดหลังให้ตรง (Ekholm et al., 1982) และกล้ามเนื้อนี้จะอยู่ห่างจากกระดูกสันหลังก่อน L5/S1 ประมาณ 5 ซม. (Thieme, 1950) นักวิจัยบางท่านกล่าวว่ามีค่าประมาณ 5 ซม. (Troup และ Chapman, 1969) นอกจากนี้ Tayyari และ Smith (1997) ได้ใช้ค่าประมาณ 4 ซม. สำหรับ Jager และ Luttmann (1992) ได้กำหนดให้ใช้ระยะห่างเท่ากับ 5 ซม.

Winter (1979) ได้เสนอวิธีการคำนวณตามแนวทางชีวกลศาสตร์เพื่อหาค่าแรงและโมเมนต์ ทั้งในภาวะสถิตและภาวะพลวัตโดยแบ่งร่างกายออกเป็นส่วนต่าง ๆ ที่เรียกว่า Segment 6 ส่วน สำคัญ คือ แขนส่วนล่าง แขนส่วนบน ลำตัวรวมทั้งศีรษะ ขาสั้นบน ขาสั้นล่าง และเท้า ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ลายเส้นการแบ่งร่างกายออกเป็นส่วนต่าง ๆ

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในการทำงานวัตถุประสงค์ต่าง ๆ จะมีตำแหน่งอยู่ระหว่างระดับความสูงสะโพก และไหล่ เพื่อเป็นการลดค่าแรงกดอัดที่เกิดจากการโน้มตัวหรือการทำงานที่ใช้แขนหรือมือยกสูงขึ้น ความสูงของพื้นที่ในการทำงาน (Work Surface Height) ควรอยู่ที่ระดับความสูงของข้อศอกขณะ ยืน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะงานด้วย คือ งานละเอียด (Fine Work) ความสูงของพื้นที่ทำงานยิ่งสูงจะ ช่วยลดระยะการมองเห็นและช่วยให้แขนช่วงแรกด้านหน้า (Forearms) ได้พักบนพื้นที่ทำงาน สำหรับงานหนักความสูงของพื้นที่ทำงานที่ต่ำลงจะทำให้คนงานสามารถออกแรงในแนวตั้งได้มาก

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

Kjellberg et al. (2000) ให้คำจำกัดความของการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยว่า เป็นงานที่ทำการ ช่วยเหลือหรือยกผู้ป่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง หรือจากท่าทางหนึ่งไปสู่อีกท่าทาง หนึ่ง ซึ่งยกเว้นการช่วยเหลือระหว่างที่มีการเคลื่อนไหว เช่น ขณะเดิน หรือขณะเคลื่อนอยู่ในรถเข็น เทคนิคในการเคลื่อนย้ายประกอบด้วย 2 ส่วนคือ วิธีการ ซึ่งได้มาจากการศึกษาและฝึกฝน อีกส่วน หนึ่งคือ ท่าทางการปฏิบัติงานจริง ได้แก่ การเคลื่อนไหว การออกแรง การปรับความสูงของเตียงให้ เหมาะสม การใช้อุปกรณ์ช่วย การกระตุ้นให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการเคลื่อนย้าย เป็นต้น จากงาน วิจัยของ Kjellberg และคณะ เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ช่วยต่าง ๆ ในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากเตียงสู่ เก้าอี้ โดยใช้วิธีการทางจิตฟิสิกส์ พบว่าผู้ทำการเคลื่อนย้ายรู้สึกพอใจและสะดวกในการใช้อุปกรณ์

ช่วยมากกว่าการยกด้วยมือเปล่าและผู้ถูกเคลื่อนย้ายมีความรู้สึกปลอดภัยและสบายกว่าการถูกเคลื่อนย้ายโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย

พวงแก้ว วิวัฒน์เกษรภาวุฒิ (2530) ศึกษาเปรียบเทียบแรงหลังและอาการเมื่อยล้าในพยาบาลจากการยกผู้ป่วยในเตียงแบบไม่ใช้และใช้อุปกรณ์ช่วยยก โดยทำการศึกษาในพยาบาลจำนวน 42 คน โดยจำแนกวิธีการยกออกเป็น 2 วิธี คือ

1. วิธีการยกแบบไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย คือ การยกผู้ป่วยโดยพยาบาล 2 คน ยืนคนละข้างของเตียงใช้มือจับที่ขอบกางเกงของผู้ป่วย และอีกมือจับบริเวณหัวไหล่ แล้วเคลื่อนตัวผู้ป่วยขึ้นให้อยู่ในระดับที่วางศีรษะได้พอดี

2. วิธีการยกแบบใช้อุปกรณ์ช่วย คือ การยกโดยใช้ผ้าขวางเตียงรองใต้ลำตัว (ขนาดกว้าง 1.0 เมตร ยาว 1.5 เมตร) ส่วนบนจากไหล่ถึงสะโพกเพื่อช่วยในการยก แล้วจับมุมผ้าคนละ 2 มุม แล้วเคลื่อนตัวผู้ป่วยขึ้น

คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลอง เป็นผู้ประกอบอาชีพพยาบาลซึ่งปฏิบัติงานในโรงพยาบาลรามาริบัติ คณะแพทยศาสตร์รามาริบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล เพศหญิง โสด อายุระหว่าง 20-35 ปี ส่วนสูงระหว่าง 145-175 ซม. น้ำหนักระหว่าง 40-60 กก. มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง ไม่เคยมีปัญหาระยะยาวหรือป่วยเป็นโรคร้ายแรงเกี่ยวกับหลังมาก่อนภายในระยะเวลา 1 ปีย้อนหลัง ปฏิบัติงานในอาชีพพยาบาลมาไม่ต่ำกว่า 12 เดือน มีความตั้งใจและร่วมมือในการทดลอง และมีระยะเวลาของการพักผ่อนก่อนการทดลองทุกครั้งอย่างน้อย 8 ชม.

สำหรับผู้ถูกยก ซึ่งถูกสมมติให้เป็นผู้ป่วย มีส่วนสูง 145-175 ซม. และน้ำหนัก 45-55 กก. เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยประกอบด้วย เครื่องทดสอบแรงหลังไดนาโมมิเตอร์ และแบบสอบถาม 3 ชุด คือ แบบสอบถามส่วนบุคคลและสุขภาพ แบบแสดงผลการทดสอบแรงหลัง และแบบทดสอบความเมื่อยล้า

ขั้นตอนในการทดลองเริ่มต้นจากการนำผู้ร่วมการทดลอง 2 คน (ซึ่งมีความสูงต่างกันไม่เกิน 5 ซม.) ทำการทดสอบแรงหลังและตอบแบบสอบถามอาการเมื่อยล้า หลังจากนั้นให้ผู้ร่วมการทดลองนั่งพัก 5 นาที แล้วเริ่มทำการยกผู้ป่วย ครั้งที่ 1 (โดยเคลื่อนตัวผู้ป่วยขึ้นจากจุดที่นอนอยู่ไปทางหัวเตียงเป็นระยะทาง 5 นิ้ว) จากนั้นพัก 30 วินาที แล้วทำการยกต่อ ดำเนินการทดลองเช่นนี้จนครบ 5 ครั้ง แล้วทดสอบแรงหลังและตอบแบบสอบถามอาการเมื่อยล้าอีกครั้ง แล้วให้พัก 10 นาที จึงเริ่มดำเนินการทดลองซ้ำรอบที่ 2 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองซ้ำ ผู้ร่วมทดลองจะหยุดพักการทดลอง 1 สัปดาห์ (ซึ่งระหว่างระยะเวลาดังกล่าวผู้ร่วมทดลองสามารถทำงานได้ตามปกติ)

ผลการศึกษาพบว่า แรงหลังก่อนการยกผู้ป่วยจะมากกว่าแรงหลังภายหลังการยกผู้ป่วยทันที ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เมื่อได้พัก 10 นาที ภายหลังการทดลอง แรงหลังจะเพิ่มขึ้นมากกว่าภายหลังการทดลองทันทีที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ไม่เท่ากับแรงหลังก่อนการทดลอง แรงหลังก่อนการ

ยกผู้ปวยระหว่างวิธีการยกแบบใช้และไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่แรงหลังภายหลังการยกผู้ปวยของวิธีการยกแบบใช้อุปกรณ์ช่วยจะมากกว่าวิธีไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ส่วนความรู้สึกเมื่อยล้าก่อนการยกผู้ปวยระหว่างวิธีการยกแบบใช้และไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ความรู้สึกเมื่อยล้าภายหลังการยกผู้ปวยโดยวิธีใช้อุปกรณ์ช่วยจะน้อยกว่าวิธีไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ซึ่งสรุปได้ว่า การใช้อุปกรณ์ช่วยในการยกผู้ปวยในเตียงจะทำให้แรงหลังลดลงน้อยกว่าการไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย และความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย

Ayoub, 1973 (อ้างถึงใน Brideger, 1995)<sup>1</sup> และ Grandjean, 1988 (อ้างถึงในกิตติอินทรานนท์, 2543)<sup>2</sup> ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับความสูงของพื้นที่ทำงาน จำแนกตามลักษณะงานและเพศ ดังนี้

**ตารางที่ 2.2** ค่าความสูงที่แนะนำสำหรับการยืนทำงาน : เซนติเมตร (Recommended Work Surface Height For Standing Workers : in Centimeters)

งานที่ทำ	ชาย <sup>1</sup>	หญิง <sup>1</sup>	ทั่วไป <sup>2</sup>
งานละเอียด (Precision work)	109-119	103-113	5-10 ซม.เหนือข้อศอก
งานประกอบเบา (Light assembly work)	99-109	87-98	10-15 ซม.ใต้ข้อศอก
งานหนัก (Heavy work)	85+101	78-94	15-40 ซม. ใต้ข้อศอก

Pheasant (1987) ได้ตรวจสอบการออกแบบอุปกรณ์ เตียง ตลอดจนความแข็งแรงของเครื่องใช้ในโรงพยาบาลซึ่งทำให้พบว่าพยาบาลใช้เวลาในการอยู่ในลักษณะที่ก้ม ลำตัวโค้งเป็นระยะเวลานานและค่อนข้างก้มลงต่ำใกล้กับระดับพื้นที่ทำงาน และมีการเอื้อมข้อมือถึงกึ่งขางไปข้างหน้า ซึ่งก่อให้เกิดแรงกดอัดต่อหมอนรองกระดูก งานหลาย ๆ อย่างของพยาบาลจะเกิดขึ้นบริเวณเตียงผู้ปวย เช่น การยกหรือการเคลื่อนย้ายผู้ปวย การเปลี่ยนเสื้อผ้า การใส่ท่อหรือสายยางเข้าสู่ร่างกาย เป็นต้น ระดับความสูงของเตียงจึงควรมีการปรับให้เหมาะกับงานแต่ละงาน เพื่อลดแรงกดอัดให้น้อยลง ซึ่งแทบจะทำได้ยากมากกับเตียงชนิดที่ไม่สามารถปรับความสูงได้ สำหรับระยะในการยก/เคลื่อนย้ายผู้ปวยที่เหมาะสม ควรอยู่ระหว่างความสูงระดับข้อนิ้ว (Knuckle) และข้อศอก (Elbow) ส่วนงานการใส่ท่อหรือสายยางเหมาะสมที่ระดับความสูง 50-100 มิลลิเมตร จากความสูงของข้อศอกขณะยืน เป็นต้น Pheasant ยังพบว่าพยาบาล 34% ที่แทบจะไม่หรือไม่เคย

ปรับระยะความสูงของเตียงให้เหมาะสมกับงาน และ 23% ที่มีการปรับความสูงของเตียงบ้างในบางครั้ง ประเทศอังกฤษได้กำหนดมาตรฐาน BS 4886 สำหรับเตียงที่ไม่สามารถปรับความสูงได้ว่าควรมีความสูงระหว่าง  $610 \pm 13$  มิลลิเมตร

Lavender et al. (2000) ศึกษาถึงอาชีพที่มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก อาชีพหนึ่ง คือ พนักงานดับเพลิง หรือผู้ช่วยแพทย์ ซึ่งมักต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งโดยใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ จึงมีการวิเคราะห์ถึงท่าทางการเคลื่อนไหวในการทำงานและแรงที่เกิดขึ้นกับส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยคัดเลือกพนักงานดับเพลิง 20 คน แบ่งเป็น 10 ทีม ทีมละ 2 คน และปฏิบัติตามสถานการณ์จำลองในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย คือ เคลื่อนย้ายจากเตียงนอนไปยังเตียงเคลื่อนที่ (Stretcher), เคลื่อนย้ายจาก Stretcher ไปยังเตียง Gurney และเคลื่อนย้ายผู้ป่วยลงบันได โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เก้าอี้, แผ่นแปล (Backboard), Stretcher หรือ Slat-Stretcher ระหว่างการทดลองจะใช้วิดีโอเทปบันทึกลักษณะการปฏิบัติงาน ผู้ร่วมทดลองจะติดอุปกรณ์ LMM (Lumbar motion monitor) ไว้ที่หลังเพื่อวิเคราะห์ท่าทางของลำตัว และวัดค่าแรงที่เกิดขึ้นกับมือโดยเครื่องมือ Hand-held dynamometer จำลองผู้ป่วยสมมติ 1 คน มีน้ำหนัก 48 กก. น้ำหนักดังกล่าวอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนของผู้ป่วยจริงได้ แต่สำหรับในการปฏิบัติงานหากมีผู้ป่วยที่น้ำหนักมากก็จะใช้คนมากกว่า 2 คนขึ้นไปกระทำการเคลื่อนย้าย น้ำหนักดังกล่าวจึงสามารถใช้สำหรับการทดลองและเป็นการป้องกันความล้มเหลวที่เกิดจากความถี่ของการปฏิบัติในการทดลองดังกล่าว

ผลการทดลองสรุปได้ว่า การเคลื่อนย้ายจากเตียงนอนไปยังเตียงเคลื่อนที่ (Stretcher) ผู้ปฏิบัติที่อยู่บนเตียงควรใช้ท่ายืนดีกว่าท่าคุกเข่า เพราะท่ายืนจะสามารถเคลื่อนไหวได้ยืดหยุ่นและมั่นคงกว่าการใช้แผ่นรองในการยกผู้ป่วยสามารถลดแรงเสียดทานจากเตียงและลดแรงที่ใส่ยกผู้ป่วยได้ และควรมีอุปกรณ์ที่ออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเดินหันหน้าลงบันไดขณะเคลื่อนย้ายผู้ป่วยได้

จากงานวิจัยดังกล่าว Lavender และคณะ ได้ทำการวิเคราะห์ถึงค่าแรงทางชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับร่างกายที่ได้จากการทดลองดังกล่าว โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เครื่องมือที่ใช้จะเป็นเครื่อง Three-Dimension Static Strength และแบบจำลองการเคลื่อนไหวของลำตัว (Trunk motion model) เพื่อคำนวณค่าแรงและวิเคราะห์ถึงอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับหลังส่วนล่างด้วยปรากฏว่า งานที่อันตรายสูงสุด (เกิดแรงกดแก่กระดูกสันหลังสูง) คือการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากเตียงไปยัง Stretcher, การเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดย Stretcher ขณะเริ่มลงบันได และการเริ่มยกแผ่นแปลขึ้น



จากพื้น จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็นปัจจัยสำคัญต่อค่าแรงที่เกิดขึ้นขณะทำการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

Lindbeck และ Engkvist (1993) พบว่าพยาบาลมักมีปัญหาเกี่ยวกับหลัง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับงานการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย จึงได้ทำการทดลองเพื่อยืนยันว่าการใช้เทคนิคทางชีวกลศาสตร์แบบกึ่งพลวัต 2 มิติ (Semidynamics : คือไม่พิจารณาผลกระทบจากความเฉื่อย/ความเร่งของส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Inertial effect)) สามารถทดแทนวิธีแบบพลวัตได้ เนื่องจากงานใช้วิธีพลวัตจะเกี่ยวข้องกับความเร่งเชิงเส้นและความเร่งเชิงมุมของส่วนต่างๆ ของร่างกายซึ่งมีความยุ่งยาก ซับซ้อน จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เฉพาะและเกิดค่าใช้จ่ายสูง (Gagnon et al.; 1987,1988) ได้ทำการทดลองซึ่งแบ่งเป็นสองส่วน ซึ่งกระทำในสถานที่ต่างกัน ส่วนที่หนึ่งทำการทดลองในโรงพยาบาล ส่วนที่สองกระทำในห้องทดลองทางชีวกลศาสตร์ ทั้งสองส่วนใช้วิธีทำการทดลองเหมือนกันคือ แบ่งการยกและการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็น 2 วิธี คือ

1. การเลื่อนผู้ป่วยขึ้นหัวเตียง
2. การพลิกตัวผู้ป่วยบนเตียง

ทำการทดลองโดยใช้ Subject 12 คน ซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัด ทดลองครั้งละ 2 คน โดยใช้ผ้าขาว (Draw Sheet) และผ้าพลาสติก (Friction-Reducing Plastic) ผู้ป่วยสมมติสำหรับการทดลองส่วนที่หนึ่งและสอง เป็นเพศหญิงมีน้ำหนัก 58 กก. และ 52 กก. ตามลำดับ การเลื่อนผู้ป่วยขึ้นหัวเตียง แบ่งการทดลองเป็นการดึงมือเดียวและการดึงสองมือ Subject จะเลือกปรับความสูงของเตียงตามความพอใจ จากการทดลองส่วนหนึ่งและสอง มีค่าเฉลี่ยที่ 79.5 และ 76.3 ซม. ตามลำดับ การพลิกตัวผู้ป่วยบนเตียง แบ่งการทดลองเป็น ยกพลิกตัวที่ระดับความสูง 46% และ 41% ของส่วนสูงของ Subject

จากการทดลองยืนยันได้ว่าสามารถใช้การทดลองแบบเซมิไดนามิกซ์แทนการทดลองแบบพลวัตได้เนื่องจากการเคลื่อนไหวร่างกายมีความเร่งไม่มากนัก ค่าโมเมนต์จากแรงปฏิกิริยาจากพื้นจำนวนมากจะมีความสัมพันธ์กับท่าทางที่ไม่สมมาตรและการหมุนหรือเอี้ยวตัวขณะทำงาน และค่าความสูงของเตียงไม่มีผลกระทบต่อค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้น

งานวิจัยอื่นๆ ที่พบว่าการใช้อุปกรณ์ช่วยสามารถลดแรงกดอัดที่เกิดขึ้นได้ เช่น Harber et al. (1985), Venning et al.(1987), Stobbe et al.(1988), Stubbs et al.(1981) และ Owen et al.(1992) เป็นต้น

**ตารางที่ 2.3** ค่าความสูงจากพื้นถึงระดับศอกและข้อนิ้วกลาง น้ำหนัก และความสูงพื้นที่ทำงาน จากงานวิจัยต่างๆ

รายการ	ที่มา						
	(1)	(2)	(3)	ความสูงพื้นที่ทำงาน (ซม.)	(4)	(5)	(6)
ความสูงระดับศอก (ซม.)	101.2	100.3	104.3		สูงสุด	85	94
ความสูงระดับข้อนิ้วกลาง (ซม.)	70.2	72.2	74.6	ต่ำสุด	60	78	59.7
น้ำหนัก (กก.)	61.1	72	63.7				

หมายเหตุ

- (1) สุทธิ ศรีบุรพา (2540; ค่าที่ 50<sup>th</sup> % ของคนอเมริกันวัยทำงาน)
- (2) Botha (1998; ค่าเฉลี่ยของพยาบาลหญิงในแอฟริกาใต้)
- (3) กิตติ อินทรานนท์ (2543; ค่าเฉลี่ยคนอเมริกันหญิงวัยทำงาน)
- (4) กิตติ อินทรานนท์ (2543; ความสูง 15-40 ซม.ใต้ข้อศอก, ใช้ค่าจาก Botha, 1998.)
- (5) Bridger (1995)
- (6) Peasant (1987; BS 4886 : UK standard)

**ตารางที่ 2.4** แสดงค่าน้ำหนักของผู้ป่วยสมมติที่มีการใช้ในการวิจัยต่างๆ

	พวงแก้ว (2530)	Lavender et al (1999)	Lindbeck & Engkvist (1993)
น้ำหนัก (กก.)	45-55	48	52,58

Zhuang et al. (1999) ศึกษาถึงแรงกดอัดที่เกิดขึ้นขณะทำการยก/เคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากเตียงสู่เก้าอี้ (ไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย) โดยวิธีทางชีวกลศาสตร์ แรงที่เกิดขึ้นมีค่าเกินมาตรฐานที่ NOISH กำหนดไว้ (3400 N) และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อทำการยกผู้ป่วยที่มีน้ำหนักมากขึ้น และการใช้อุปกรณ์ช่วยในการยก/เคลื่อนย้ายสามารถลดแรงกดอัดลงได้และเป็นการลดโอกาสการเกิดการบาดเจ็บที่หลังอันเนื่องจากการยก/เคลื่อนย้ายผู้ป่วยลงด้วย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ผู้ถูกทดสอบ

ในงานวิจัยนี้กำหนดให้มีผู้ถูกทดสอบ เพศหญิง 9 คน ซึ่งเป็นนิสิตคณะพยาบาลศาสตร์ อาสาสมัครทุกคนต้องมีสุขภาพแข็งแรง ไม่เคยมีอาการบาดเจ็บหรือมีประวัติการบาดเจ็บบริเวณ หลังส่วนล่างมาก่อนในระยะเวลา 1 ปีย้อนหลังและได้รับการฝึกฝนการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยและ สังเกตการณ์การปฏิบัติงานจริงในสถานพยาบาล

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย (Martin-Anthropometer, Takei, Japan)
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance)
3. ชุดเครื่องมือวัดกำลังสถิติของกล้ามเนื้อ
4. เครื่องบันทึกภาพวิดีโอระบบ PAL (Panasonic, Japan)
5. ชุดเครื่องมือวัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Mutus System, Peak, America)
6. ชุดเครื่องมือแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น (Force Platform, AMTI, America)
7. เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล
8. เตียงและอุปกรณ์สำหรับการยกผู้ป่วย

#### 3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสภาพการทำงานในสถานพยาบาลตัวอย่างเพื่อพิจารณาหาปัจจัยต่าง ๆ ในการทำงานที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง
2. สัมภาษณ์สภาพการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการยกผู้ป่วย โดยศึกษาถึงการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยวิธีต่าง ๆ
3. ศึกษาถึงปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการยกผู้ป่วย ได้แก่ วิธีการยก อุปกรณ์ช่วยในการยก น้ำหนักผู้ป่วย จำนวนผู้ทำการยกผู้ป่วย ความสูงของเตียง ระยะทางที่ยก เป็นต้น
4. จัดเตรียมห้องทดลอง อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง สำหรับจำลองงานการยก/เคลื่อนย้ายผู้ป่วย ณ ห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สร้างเตียงขนาดมาตรฐานสำหรับการยกผู้ป่วย โดยให้ความสูงของเตียงเท่ากับ 65

เซนติเมตร กว้าง 1.0 เมตร ยาว 2.0 เมตร การเตรียมติดตั้งแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น จำนวน 2 แผ่น โดยวางในแนวขนานกับขอบเตียงด้านละ 1 แผ่น สำหรับให้ผู้ถูกทดสอบยืนเพื่อแสดงค่าแรงที่เกิดขึ้นจากการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

5. ดำเนินการขออนุมัติความร่วมมือจากวิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย ในการคัดสรรผู้ถูกทดสอบและฝึกอบรมการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยให้แก่ผู้ถูกทดสอบ ณ วิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย

6. ออกแบบการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้มีปัจจัยในการทดลอง 3 ปัจจัย คือ วิธีการยก 2 ระดับ (การยกเข้าหาตัวและการยกออกจากตัวผู้ยก) อุปกรณ์ช่วยยก มี 2 ระดับ (การใช้ชุดผู้ป่วยและการใช้ผ้าขาว) และน้ำหนักตัวของผู้ป่วย มี 3 ระดับ (กลุ่มที่ 1 น้ำหนักน้อยกว่า 45 กก., กลุ่มที่ 2 น้ำหนัก 45-50 กก. และกลุ่มที่ 3 น้ำหนักมากกว่า 55 กก.) จำนวนการทดลองซ้ำเท่ากับ 3 รวมทั้งสิ้น 108 การทดลอง ตารางการออกแบบการทดลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.1 การออกแบบการทดลองการยกผู้ป่วย

กลุ่มการทดลอง	วิธีการยก 1		วิธีการยก 2	
	อุปกรณ์ 1	อุปกรณ์ 2	อุปกรณ์ 1	อุปกรณ์ 2
(กลุ่มน้ำหนัก 1)				
(กลุ่มน้ำหนัก 2)				
(กลุ่มหนัก 3)				

7. ทำการวัดสัดส่วนร่างกายผู้ถูกทดสอบ

8. ทำการทดสอบหากล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของผู้ถูกทดสอบ โดยใช้วิธีการของ กิตติ อินทรานนท์ และคณะ (2531) ก่อนการทดสอบมีการอธิบายให้ผู้ถูกทดสอบได้รับทราบทุกขั้นตอนเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องร่วมกัน ในระหว่างการวัดหากพบว่าผู้ถูกทดสอบมีอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อส่วนใดก็ตาม จะหยุดการทดสอบและไม่นำข้อมูลนั้นมาใช้งาน การวัดจะทำการวัด 3

ครั้ง โดยมีระยะเวลาพัก 3 นาที ก่อนที่จะวัดครั้งต่อไป และนำมาหาค่าเฉลี่ย ทำการบันทึกภาพการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยใช้เครื่องบันทึกภาพวิดีโอทัศนระหว่างการทำทดลอง

9. เริ่มทำการทดลองยกผู้ป่วยโดยการสูบลมและเก็บข้อมูลในการยกผู้ป่วยบนเตียง โดยที่
  - ผู้ถูกทดสอบต้องติดตัวสะท้อนแสง (Marker) บนร่างกายตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนด คือ สันเท้า ปลายเท้า ข้อเท้า หัวเข่า สะโพก หัวไหล่ ข้อศอก และข้อมือ รวมทั้งติดตัวสะท้อนแสงที่กึ่งกลางเตียงและศีรษะของผู้ป่วยสมมติด้วย
  - ผู้ถูกทดสอบต้องใช้รองเท้าหุ้มส้น พื้นเรียบ
  - ให้ผู้ถูกทดสอบ 2 คน ยืนด้านข้างของเตียงคนละด้านและแต่ละคนยืนอยู่บนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น แล้วเริ่มต้นยกผู้ป่วยตามแบบแผนการทดลองที่กำหนดไว้
  - บันทึกภาพการเคลื่อนไหวของร่างกายตลอดการทดลองโดยใช้กล้องวิดีโอทัศน
  - บันทึกข้อมูลที่ได้จากชุดเครื่องมือวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น และชุดเครื่องมือวัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย

10. ทำการคำนวณค่าแรงกดอัดที่กระทำต่อกระดูกสันหลังส่วนล่าง (L5/S1 disc) โดยใช้วิธีทางชีวกลศาสตร์ในภาวะพลวัต และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อแรงกดอัดสูงสุดที่กระทำต่อกระดูกสันหลังส่วนล่าง

11. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ลักษณะของภาระงานและสภาวะแวดล้อม

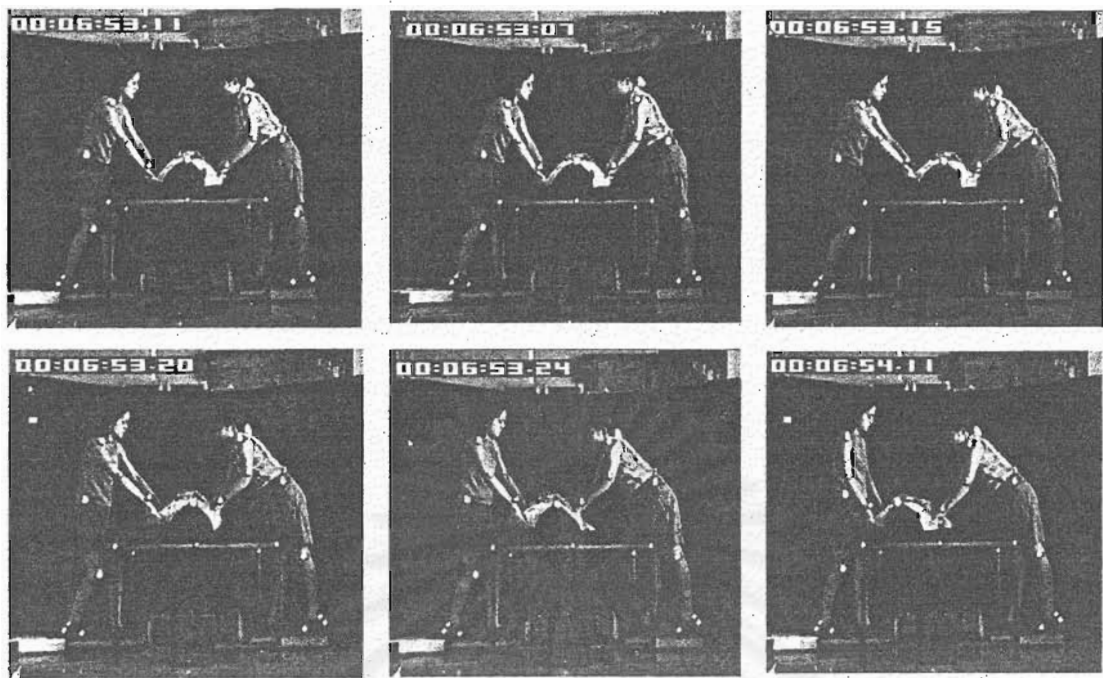
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยในระนาบหน้า-หลัง โดยไม่คำนึงถึงการบิดตัวหรือเอี้ยวตัว ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนจะต้องออกแรงยกผู้ป่วยสมมติ เพื่อเคลื่อนย้ายจากตำแหน่งกึ่งกลางเตียงไปยังด้านข้าง ดังแสดงในภาพต่อเนื่องของรูปที่ 4.1 และ 4.2 โดยใช้ท่าทางการยกเคลื่อนย้ายที่ได้รับการฝึกอบรมไว้ในรูปแบบเดียวกัน ดังนี้

1. ยืนอยู่ในท่าเตรียมพร้อม เท้าแยก โดยมีเท้าใดเท้าหนึ่งอยู่ข้างหน้า
2. แขนทั้งสองเหยียดตรงออกไปจับอุปกรณ์ที่จะทำการยก ในลักษณะคว่ำมือ จับอุปกรณ์ตรงบริเวณหัวไหล่และสะโพกของผู้ป่วยสมมติ

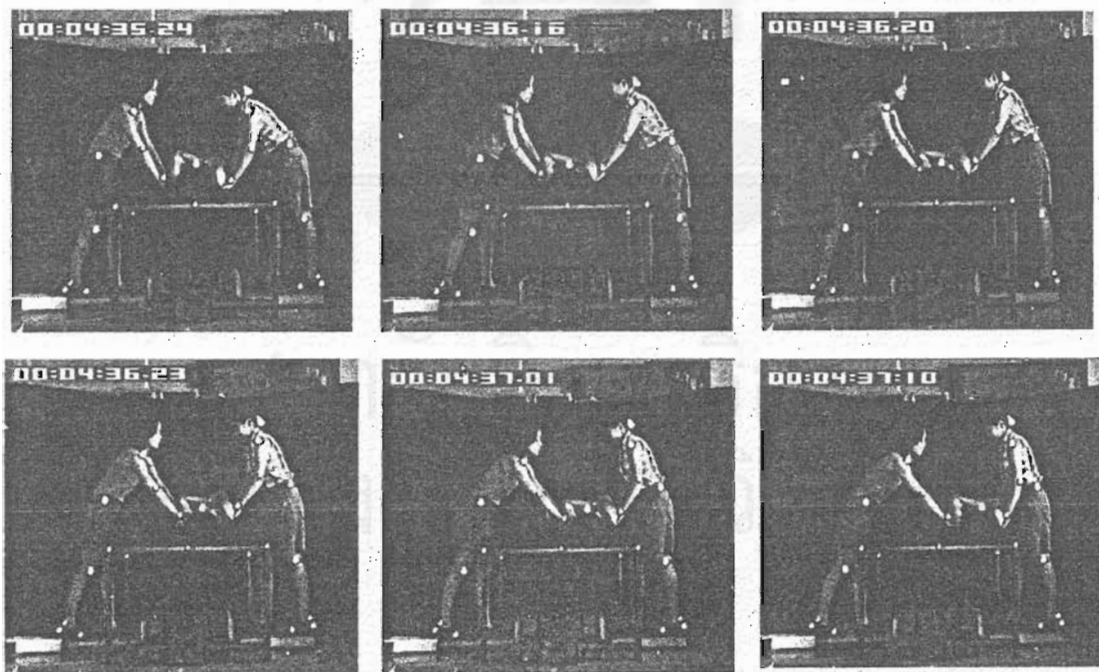
ในแต่ละการทดลองผู้ถูกทดสอบจะยืนคนละด้านของเตียง โดยยืนในตำแหน่งตามความถนัดของตน งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลสภาวะแวดล้อมของงานวิจัย

สภาวะแวดล้อม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C)	26.75	1.05
อุณหภูมิกระเปาะเปียก (°C)	22.33	3.07
ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)	67.59	11.90



รูปที่ 4.1 ภาพต่อเนื่องขณะยกผู้ป่วย โดยใช้ชุดผู้ป่วย



รูปที่ 4.2 ภาพต่อเนื่องขณะยกผู้ป่วย โดยใช้ผ้าขาว

#### 4.2 รายละเอียดของผู้ถูกทดสอบ

ผู้ถูกทดสอบในงานวิจัยนี้เป็นนักศึกษาพยาบาล ชั้นปี 3 เพศหญิง มีอายุระหว่าง 20-22 ปี มีค่าเฉลี่ย 21 ปี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.78 ปี มีส่วนสูงระหว่าง 152-160 ซม. มีค่าเฉลี่ย 155 ซม. และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.47 ซม. มีน้ำหนักระหว่าง 37-59 กก. และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.73 กก. โดยกลุ่มที่ 1 ยกผู้ป่วยมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 40 กก. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.73 กก. กลุ่มที่ 2 ยกผู้ป่วยน้ำหนักตัวเฉลี่ย 50 กก. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.73 กก. และกลุ่มที่ 3 ยกผู้ป่วยน้ำหนักตัวเฉลี่ย 45.7 กก. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.73 กก. โดยผู้ถูกทดสอบทุกคนมีสุขภาพแข็งแรง รวมทั้งไม่เคยมีอาการบาดเจ็บบริเวณหลังจนถึงขั้นเข้าโรงพยาบาลมาก่อน

#### 4.3 การทดสอบกำลังสถิติของกล้ามเนื้อ

ผู้ถูกทดสอบทุกคนในงานวิจัยนี้ได้เข้ารับการทดสอบหาค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อหลัง แขน ขา ไหล่ มือ และกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ผลของค่ากำลังสถิติที่วัดได้ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อของผู้ถูกทดสอบทุกคน

ผู้ถูกทดสอบ หมายเลข	กำลังสถิติของกล้ามเนื้อ (กก.)					
	หลัง	แขน	ขา	ไหล่	มือ	ส่วนต่าง ๆ
1	29.60	20.60	44.40	23.20	14.00	40.20
2	38.05	20.75	55.00	23.30	15.25	45.35
3	21.95	19.70	52.90	23.30	13.75	50.05
4	27.95	13.50	48.90	16.50	18.63	54.25
5	27.85	16.60	37.50	20.05	16.25	47.45
6	33.50	11.65	45.10	12.40	18.75	38.60
7	30.95	18.10	43.60	18.70	19.75	49.60
8	31.70	20.00	61.80	15.50	20.75	46.55
9	25.60	19.60	54.50	21.65	19.25	60.85
ค่าเฉลี่ย	29.68	17.83	49.30	19.40	17.38	48.10



เมื่อนำค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อของผู้ถูกทดสอบทุกคนในงานวิจัยนี้ มาเปรียบเทียบกับค่ากำลังสถิติของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่ทำการศึกษาโดย กิตติ อินทรานนท์ และคณะ (2531) ผลการเปรียบเทียบกับช่วงอายุของผู้ถูกทดสอบ แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ค่ากำลังสถิติเปรียบเทียบระหว่างผู้ถูกทดสอบกับประชากรภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (เพศหญิง อายุ 17-24 ปี)

กลุ่มประชากรเกษตรและอุตสาหกรรม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				ผู้ถูกทดสอบในงานวิจัยนี้	
กำลังสถิติ	เฉลี่ย	พิสัย	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 5 ถึง 95	เฉลี่ย	พิสัย
หลัง	48.72	28.33-70.00	32.59-64.84	29.68	21.95-30.05
แขน	29.91	18.00-43.67	20.93-39.09	17.83	11.65-20.75
ขา	82.82	54.00-110.33	61.79-103.84	49.30	37.5-61.8
ไหล่	28.84	16.33-44.67	19.46-38.21	19.40	12.40-23.30
มือ	27.08	20.00-33.67	21.50-32.66	17.38	13.75-20.75
ส่วนต่าง ๆ	66.88	40.67-95.00	44.45-89.25	48.10	38.60-60.85

ที่มา : กิตติ อินทรานนท์ และคณะ (2531)

ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อหลังของผู้ทดสอบทุกคนในงานวิจัยนี้มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเพียง 2 คนที่มีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อหลังอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5-95 มีผู้ถูกทดสอบ 3 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อหลังอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และผู้ทดสอบที่เหลืออีก 4 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อหลังน้อยกว่าค่าต่ำสุดของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขนของผู้ทดสอบทุกคนในงานวิจัยนี้มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีผู้ถูกทดสอบจำนวน 6 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขนในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และผู้ถูกทดสอบที่เหลืออีก 3 คน มีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขนน้อยกว่าค่าต่ำสุดของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อขาของผู้ทดสอบทุกคนในงานวิจัยมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเพียง 1 คนที่มีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อขาอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5-95 มีผู้ถูกทดสอบ 2 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อขาอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และผู้ทดสอบที่เหลืออีก 6 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อขาน้อยกว่าค่าต่ำสุดของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อไหล่ของผู้ทดสอบทุกคนในงานวิจัยมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีผู้ถูกทดสอบ 5 คนที่มีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อไหล่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5-95 มีผู้ถูกทดสอบ 2 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อไหล่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และผู้ทดสอบที่เหลืออีก 2 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อไหล่น้อยกว่าค่าต่ำสุดของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อมือของผู้ทดสอบทุกคนในงานวิจัยมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีผู้ถูกทดสอบเพียง 1 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อมือในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และผู้ถูกทดสอบที่เหลืออีก 8 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อมือน้อยกว่าค่าต่ำสุดของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของผู้ทดสอบทุกคนในงานวิจัยมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีผู้ถูกทดสอบ 7 คนที่มีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5-95 และผู้ทดสอบที่เหลืออีก 2 คนมีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ น้อยกว่าค่าต่ำสุดของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากผลของการเปรียบเทียบค่ากำลังสถิติแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยกำลังสถิติทุกค่าของผู้ถูกทดสอบในงานวิจัยนี้มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

#### 4.4 ผลการทดลองในแนวทางชีวกลศาสตร์

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบในการคำนวณค่าแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูกสันหลังส่วนล่างโดยแนวทางชีวกลศาสตร์ภาวะพลวัต จะเริ่มต้นแตกแรงเข้าที่ข้อมือของผู้ถูกทดสอบทั้งสอง เดิมทีผู้ทำการวิจัยใช้สมมติฐานที่ 1 ของ Garg, Owen และ Carlson (1992) โดยมีสมมติฐานว่า ผู้ถูก

ทดสอบทั้งสองออกแรงยกน้ำหนักตัวผู้ป่วยเท่ากัน ซึ่ง น้ำหนักที่ถูกแตกแรงเข้าที่ข้อมือของผู้ทำการยกผู้ป่วยแต่ละคนมีค่าเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของน้ำหนักตัวของผู้ป่วย ดังนั้น น้ำหนักที่ถูกแตกแรงเข้าที่ข้อมือ 1ข้างของผู้ทำการยกผู้ป่วยแต่ละคนมีค่าเท่ากับ 1/4 ของน้ำหนักตัวของผู้ป่วย จากหลักการทางชีวกลศาสตร์ภาวะสถิตที่ว่า “ผลรวมของแรงที่กระทำกับข้อต่อในแนวแกนใด ๆ ต้องเท่ากับศูนย์” ผู้ทำการวิจัยได้คำนวณเปรียบเทียบค่าแรงในแนวตั้งที่กระทำที่เท้าของผู้ทำการยกผู้ป่วย กับค่าแรงปฏิกิริยาจาก แผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น พบว่าผลรวมของแรงไม่เป็นศูนย์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักการทางชีวกลศาสตร์ดังกล่าว หากใช้สมมติฐานนี้ในการคำนวณค่าแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูกสันหลังส่วนล่างอาจให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนไปบ้าง

$$\text{สมมติฐานที่ 1 : } W_L = W_{pt} / 2$$

$$\text{สมมติฐานที่ 2 : } W_L = F_z - W_s$$

โดยที่  $W_L$  คือ น้ำหนักที่ถูกทดสอบแต่ละคนทำการยก

$W_{pt}$  คือ น้ำหนักตัวของผู้ป่วยสมมติ

$F_z$  คือ ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น

$W_s$  คือ น้ำหนักตัวของผู้ถูกทดสอบแต่ละคน

ผู้ทำการวิจัยจึงเปรียบเทียบสมมติฐานเดิมกับสมมติฐานที่ 2 ซึ่งมีสมมติฐานว่า ผู้ถูกทดสอบทั้งสองออกแรงยกน้ำหนักตัวผู้ป่วยไม่เท่ากัน (โดยตรวจสอบจากค่าแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่แสดงถึงภาระงานที่เกิดขึ้นกับผู้ถูกทดสอบได้ดีที่สุด) คือ น้ำหนักที่ถูกทดสอบแต่ละคนทำการยก เท่ากับ ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น หักลบกับน้ำหนักตัวของผู้ถูกทดสอบ

เนื่องจากสมมติฐานดังกล่าวให้ค่าแรงในแนวตั้งที่กระทำที่เท้าเท่ากับค่าแรงปฏิกิริยาจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น ทำให้ผลรวมของแรงในภาวะสถิตเป็นศูนย์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทางชีวกลศาสตร์ข้างต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้สมมติฐานดังกล่าวในการคำนวณค่าแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูกสันหลังส่วนล่าง

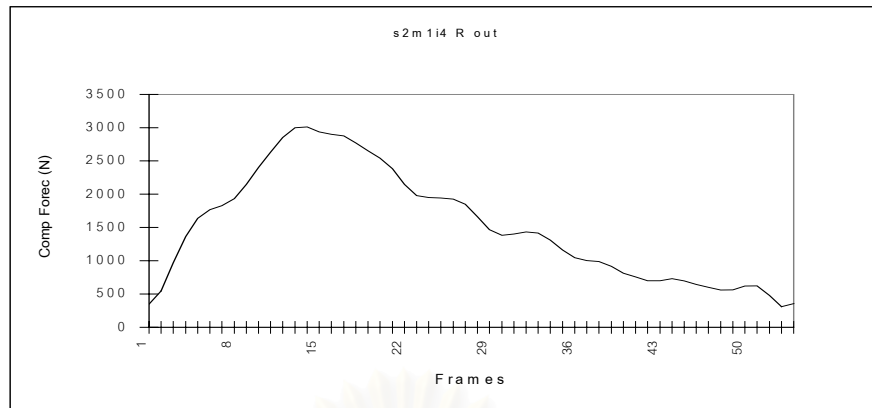
ในการวิจัยนี้มีปัจจัยที่ศึกษา 3 ปัจจัย คือ อุปกรณ์ช่วยยก (ใช้ชุดผู้ป่วยและใช้ผ้าขาว) วิธีการยก (ยกเข้าหาตัวและยกออกจากตัว) และน้ำหนักผู้ป่วยที่ยก (ต่ำกว่า 45 กก. 45-55 กก. และมากกว่า 55 กก.) จำนวนทำซ้ำเท่ากับ 3 ครั้ง โดยแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่มตามน้ำหนักตัวผู้ป่วย คือ กลุ่มที่1 ยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 40 กก. กลุ่มที่2 ยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยน้ำ

หนักตัวเฉลี่ย 50 กก. และกลุ่มที่ 3 ยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยน้ำหนักตัวเฉลี่ย 57 กก. แต่ผลการทดลอง จะถูกประมวลผลหาค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างตามแนวทางชีวกลศาสตร์เทียบกับ ระยะเวลาขณะทำการยกการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด แล้วเลือกค่าแรงกดอัด สูงสุดระหว่างการคำนวณแบบสถิตและพลวัตมาทำการวิเคราะห์

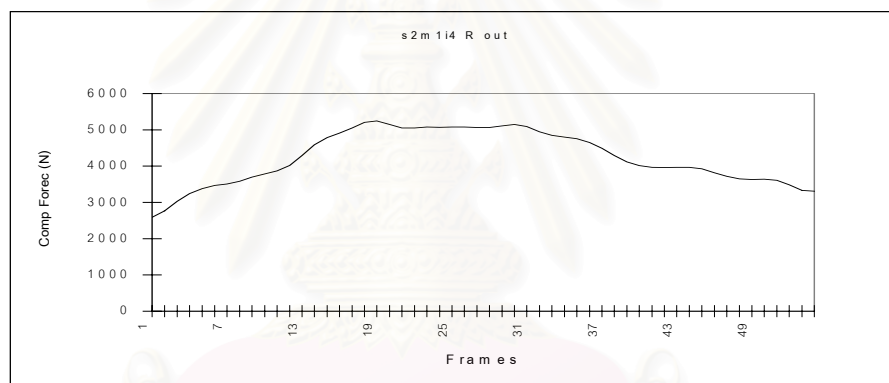
ตามรูปที่ 4.3 ถึง 4.14 เป็นภาพแสดงตัวอย่างค่าแรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดขึ้นขณะทำการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเปรียบเทียบกับระยะเวลา ซึ่งแต่ละภาพได้จากการทดลอง ยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยหนึ่งการทดลอง โดยที่ระยะเวลาในภาพ 1 เฟรม มีค่าเท่ากับเศษ 1 ส่วน 50 วินาที (1/50 วินาที) พบว่า ค่าแรงกดอัดมีค่าต่ำในช่วงต้นซึ่งเป็นช่วงขณะเริ่มก้มตัวลงไปยังผู้ป่วย เพื่อเริ่มการยก ค่าแรงจะค่อย ๆ สูงขึ้นตามลำดับ จนมีค่าสูงสุดเมื่อผู้ป่วยเริ่มเคลื่อนที่

มีความแตกต่างระหว่างวิธีการยกเข้าหาและออกจากตัวของผู้ถูกทดสอบ สำหรับผู้ถูกทดสอบที่ทำการยกเข้าหาตัว ค่าแรงกดอัดสูงสุดมักอยู่ในช่วงแรกที่ผู้ป่วยเริ่มเคลื่อนที่ ส่วนผู้ถูกทดสอบที่ทำการยกออกจากตัวค่าแรงกดอัดสูงสุดมักอยู่ในช่วงที่ผู้ป่วยเคลื่อนที่ออกจากตัวได้ ระยะเวลาหนึ่งก่อนที่ผู้ป่วยจะเริ่มถูกวางลงสู่เตียง เนื่องจากเป็นช่วงที่ผู้ถูกทดสอบรับภาระน้ำหนักของผู้ป่วยมากและการยกออกจากตัวผลทำให้มีค่าโมเมนต์ของแรงเพิ่มมากขึ้น

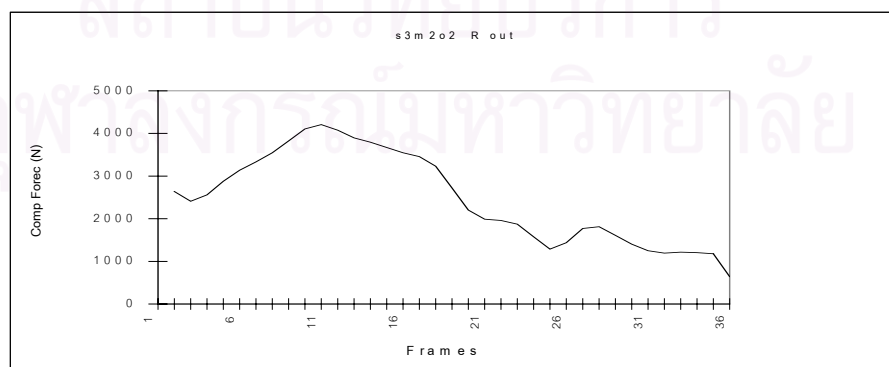
หลังจากนั้นค่าแรงกดอัดจะมีค่าลดลงตามลำดับเมื่อผู้ป่วยเริ่มเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งใหม่ (ถูกวางลงยังอีกข้างหนึ่งของเตียง) ความสัมพันธ์จะเป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกันกับผู้ถูกทดสอบ ทั้งสามกลุ่ม ทั้งการยกโดยใช้ชุดผู้ป่วยและผ้าขาว จากค่าแรงกดอัดบริเวณหลังส่วนล่างที่เกิดขึ้น ระหว่างการยกผู้ป่วยของผู้ทดสอบแต่ละคนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง (ตารางที่ ง.1) และจะนำค่าแรงกดอัดสูงสุดในแต่ละการทดลองมาใช้เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป



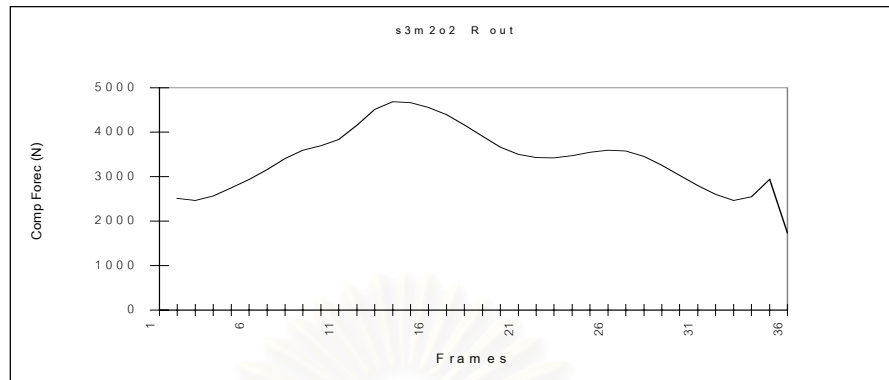
รูปที่ 4.3 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 1



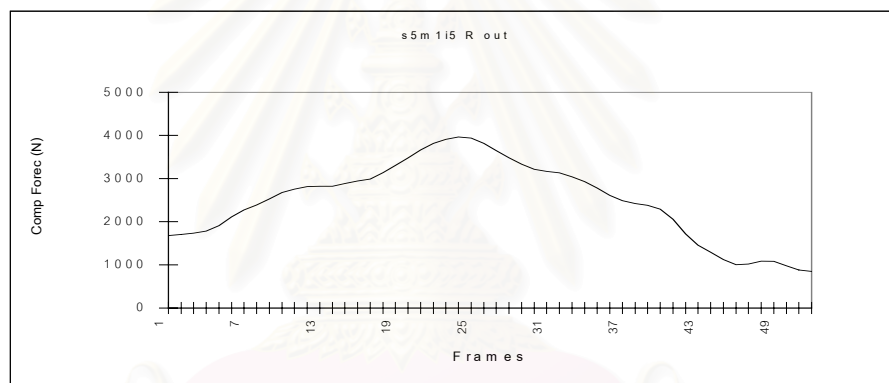
รูปที่ 4.4 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 1



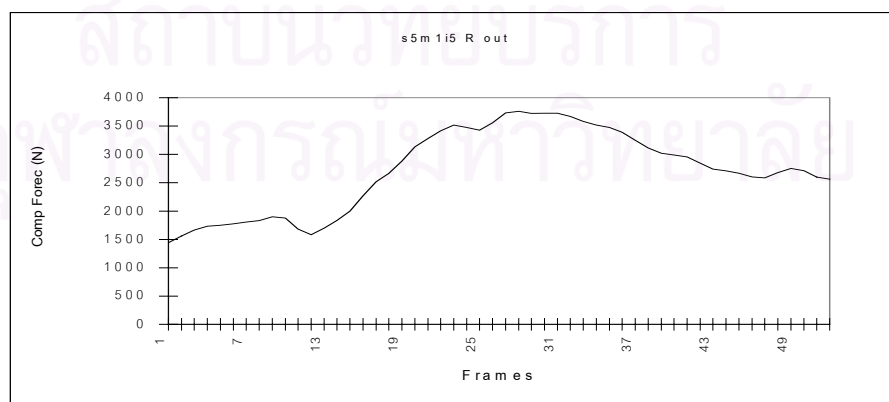
รูปที่ 4.5 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ผ้าขวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 1



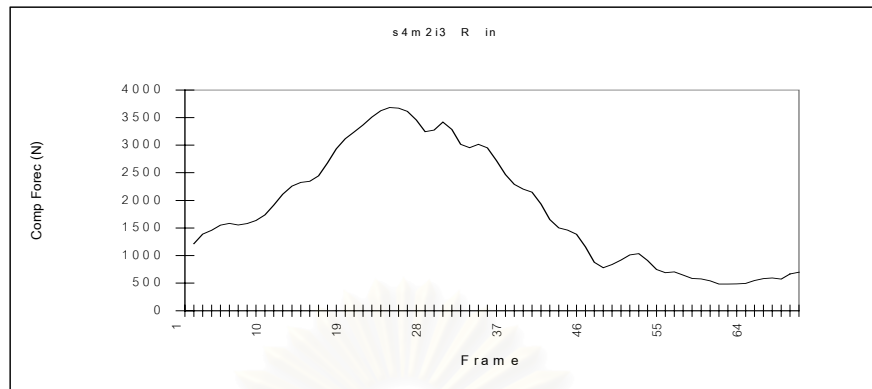
รูปที่ 4.6 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ผ้าขวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 1



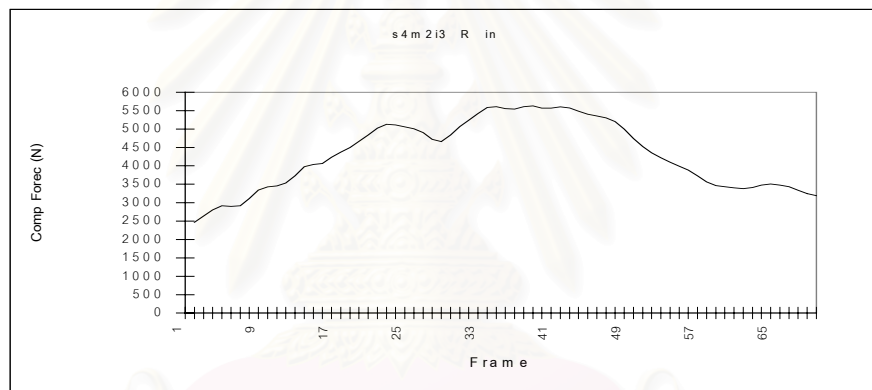
รูปที่ 4.7 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 2



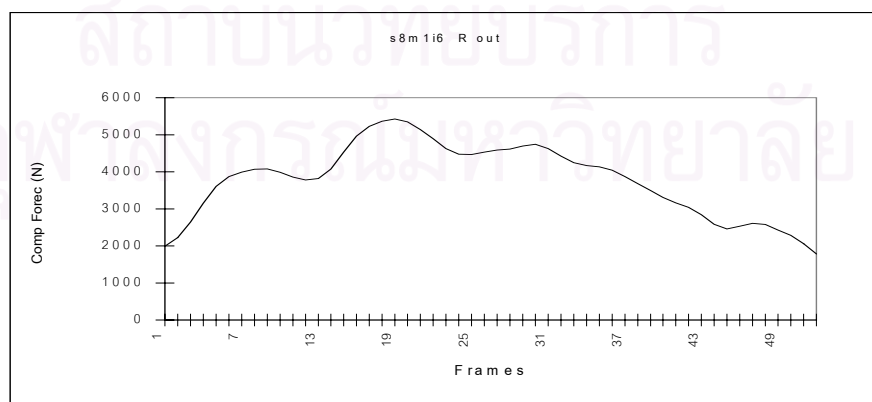
รูปที่ 4.8 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 2



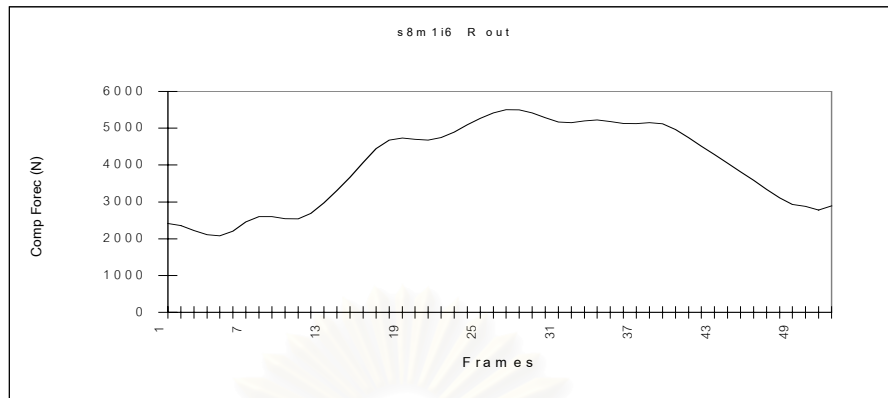
รูปที่ 4.9 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ผ้าขวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 2



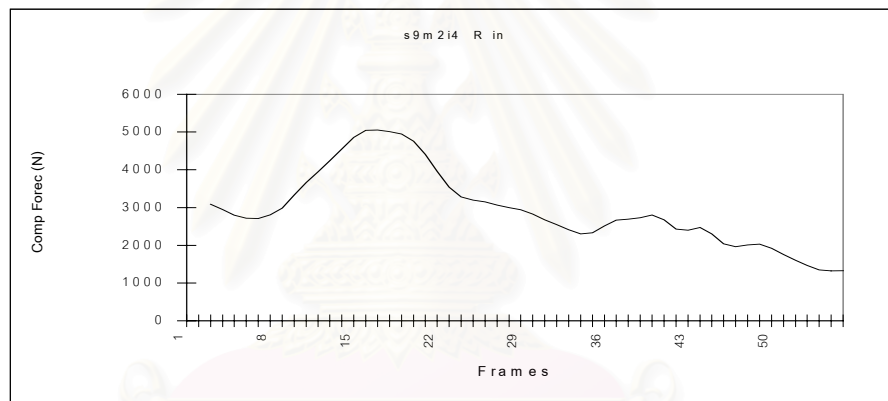
รูปที่ 4.10 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ผ้าขวาง ของกลุ่มการทดลองที่ 2



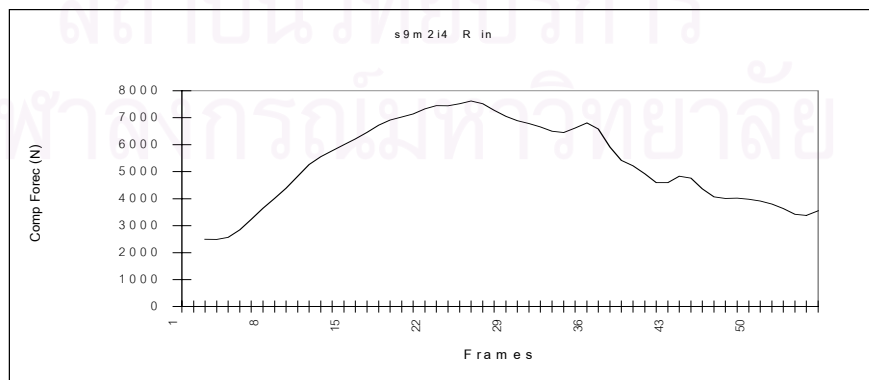
รูปที่ 4.11 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 3



รูปที่ 4.12 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยออกจากตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย ของกลุ่มการทดลองที่ 3



รูปที่ 4.13 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าหาตัว โดยใช้ผ้าขาว ของกลุ่มการทดลองที่ 3

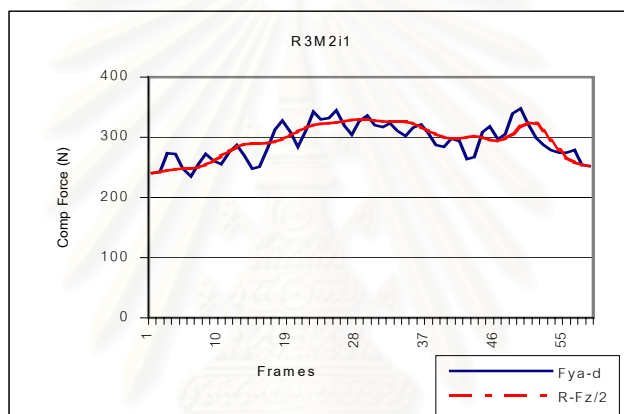


รูปที่ 4.14 แรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างขณะยกผู้ป่วยเข้าออกจากตัว โดยใช้ผ้าขาว ของกลุ่มการทดลองที่ 3

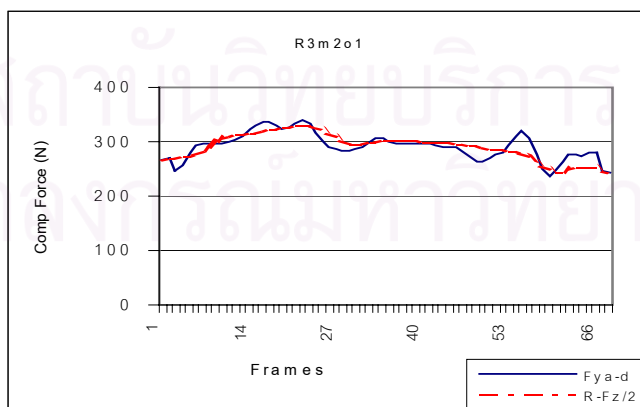


#### 4.5 การตรวจสอบค่าแรงกดอัดบริเวณหลังส่วนล่าง

เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของค่าแรงกดอัดบริเวณหลังส่วนล่างที่คำนวณได้จากการทดลอง โดยการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดในแนวตั้งที่กระทำที่เท้า 1 ข้างของผู้ถูกทดสอบ ( $F_{ya}$ ) กับค่าแรงปฏิกิริยาจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น ( $F_z$ ) ของแต่ละการทดลอง จากการเปรียบเทียบค่าทั้งสองพบว่ามีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน และจากการทดสอบ Paired Samples T-Test พบว่า ค่าแรงทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $\alpha = 0.05$ ) จึงมั่นใจได้ว่าค่าแรงกดอัดที่คำนวณมานั้นมีความแม่นยำ ซึ่งแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบดังรูปที่ 4.15-4.16 และตารางทดสอบ Paired Samples T-Test ในภาคผนวก ค.4



รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดในแนวตั้งที่กระทำที่เท้าของผู้ถูกทดสอบ ( $F_{ya}$ ) กับค่าแรงปฏิกิริยาจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น ( $F_z$ )



รูปที่ 4.16 ตัวอย่างเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดในแนวตั้งที่กระทำที่เท้าของผู้ถูกทดสอบ ( $F_{ya}$ ) กับค่าแรงปฏิกิริยาจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น ( $F_z$ )

#### 4.6 การวิเคราะห์ผลของปัจจัยวิธีการยก อุปกรณ์ช่วยยก และน้ำหนักผู้ป่วย ในการทดลองยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

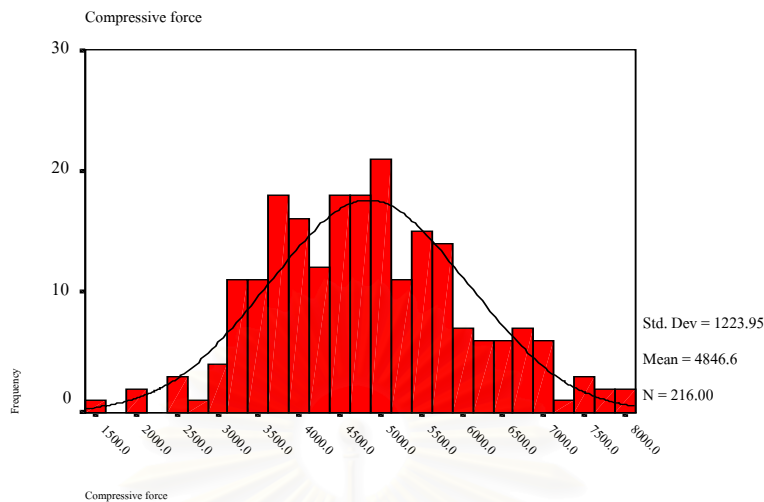
งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัยอุปกรณ์ช่วยยก วิธีการยก และน้ำหนักผู้ป่วย ต่อผลของค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง จึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบถึงผลของปัจจัยเหล่านี้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานหลัก  $H_0$  : ปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (โดยโปรแกรม SPSS version 10.0) แสดงในภาคผนวก ตารางที่ ค.1

จากตารางที่ ค.1 ผลของค่าสถิติ  $F_0$  ของน้ำหนักผู้ป่วย (Patient) มีค่า  $F_0 = 16.67$  ซึ่งมากกว่า ค่า  $F_{0.05,8,\infty} = 1.94$  แสดงว่า น้ำหนักผู้ป่วย มีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง

ผลของค่าสถิติ  $F_0$  ของปัจจัยอุปกรณ์ช่วยยก (Equipment) มีค่า  $F_0 = 19.39$  ซึ่งมากกว่า ค่า  $F_{0.05,1,\infty} = 3.84$  แสดงว่าอุปกรณ์ช่วยยกมีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง และปัจจัยของวิธีการยก (Method) มีค่า  $F_0 = 21.31$  ซึ่งมากกว่าค่า  $F_{0.05,1,\infty} = 3.84$  แสดงว่าปัจจัยของวิธีการยกมีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง

เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างทั้ง 3 ปัจจัย พบว่า ปัจจัยร่วมทั้ง 3 ปัจจัย มีค่า  $F_0 = 1.1$  ซึ่งน้อยกว่าค่า  $F_{0.05,8,\infty} = 1.94$  แสดงว่าปัจจัยร่วมดังกล่าวไม่มีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง

เมื่อพิจารณาค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient ในตารางที่ ค.2) พบว่า ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง ปัจจัยน้ำหนักผู้ป่วยมีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดมากที่สุด เมื่อน้ำหนักในการยกเพิ่มขึ้น ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนปัจจัยวิธีการยกและอุปกรณ์มีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างน้อยกว่า โดยมีแนวโน้มว่าปัจจัยวิธีการยกจะมีผลต่อค่าแรงกดอัดมากกว่าปัจจัยอุปกรณ์ช่วยยก การยกผู้ป่วยโดยใช้วิธีการยกที่ 2 (การยกออกจากตัวผู้ทำการยก) มีแนวโน้มจะเกิดต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่าง มากกว่าการยกด้วยวิธีที่ 1 (การยกเข้าหาตัวผู้ทำการยก) และการยกด้วยวิธีอุปกรณ์ช่วยยกที่ 2 (ใช้ผ้าขวาง) มีแนวโน้มจะเกิดต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างมากกว่าการยกด้วยการใช้อุปกรณ์ช่วยยกที่ 1 (ชุดผู้ป่วย) แต่เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าไม่สูงมากนักจึงสันนิษฐานว่าอาจมีข้อมูลบางค่าที่อาจแตกต่างไปจากข้อมูลปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ฮิสโตแกรมแสดงค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง ของการทดลอง

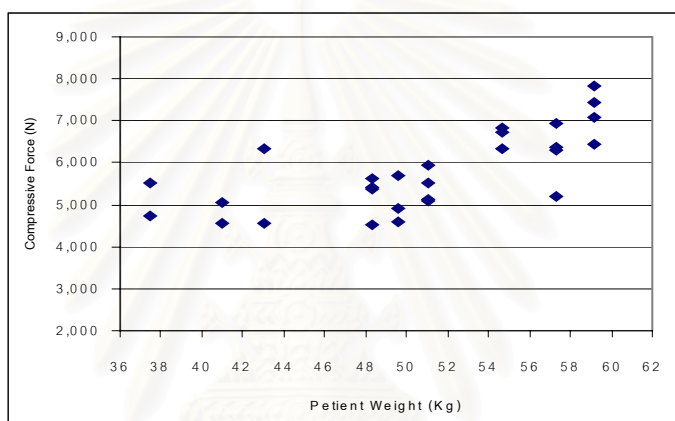
การพิจารณาว่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นนั้นเกินขีดระดับความปลอดภัยหรือไม่ ในการวิจัยนี้ได้นำเกณฑ์มาตรฐานของ NIOSH มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลอง เกณฑ์ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง (L5/S1) ของ NIOSH ได้กำหนดค่าขีดจำกัดขั้นต่ำไว้ที่ Action Limit (AL) มีค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง L5/S1 ที่ 3,400 นิวตัน ถือว่าเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานบางคน และขีดจำกัดขั้นสูงที่ Maximum Permissible Limit (MPL) มีค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง L5/S1 ที่ 6,400 นิวตัน ถือว่าเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกือบทุกคน

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่มีค่าอยู่ระหว่างเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ และมาตรฐานขั้นสูง อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10-87 และค่าแรงกดอัดที่เกินมาตรฐานขั้นสูง จะอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 88 เป็นต้นไป (ดังตารางที่ ค.3) แสดงให้เห็นว่างานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกือบทุกคน และสามารถก่อให้เกิดอาการปวดและบาดเจ็บที่หลังได้อย่างแน่นอน

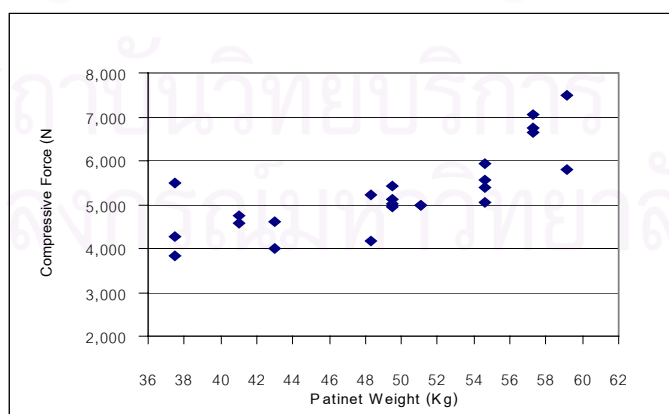
#### 4.7 การสร้างสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง

การสร้างสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างสำหรับงานการยกผู้ป่วย มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะสามารถนำสมการดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการทำนายแรงกดอัดที่หลังส่วนล่างและค่าน้ำหนักผู้ป่วยที่ควรยก โดยไม่ต้องทำการทดลองยกผู้ป่วยจริง

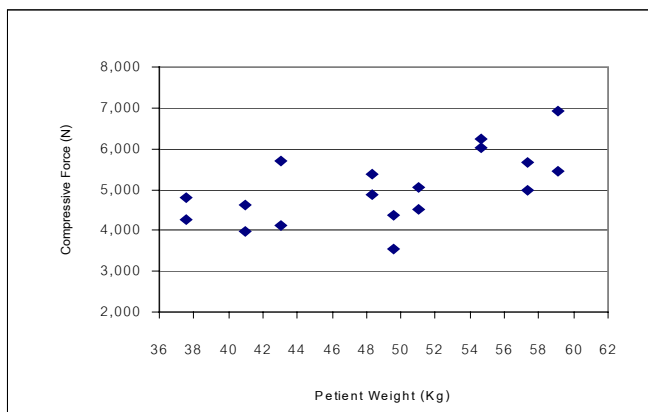
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวโน้มการกระจายของข้อมูลของแต่ละปัจจัยการทดลอง (แนวโน้มของข้อมูลแสดงดัง รูปที่ 4.18-4.21) หากไม่พิจารณาข้อมูลที่ผิดปกติบางข้อมูลจะพบว่าค่าแรงกดอัดสูงสุดมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อน้ำหนักตัวผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น ค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยของการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4



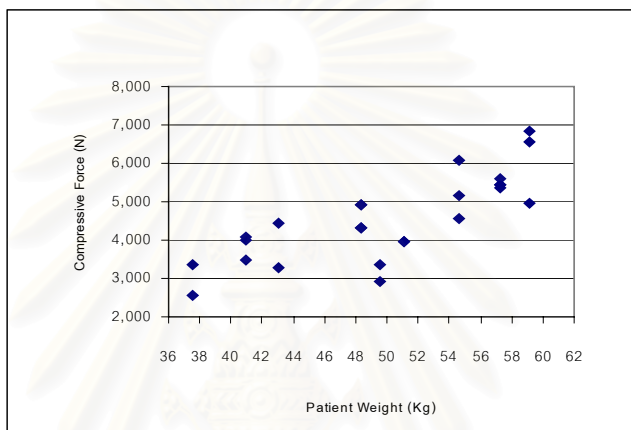
รูปที่ 4.18 แนวโน้มค่าแรงกดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกออกจากตัวโดยใช้ผ้าขวางกับน้ำหนักตัวผู้ป่วย



รูปที่ 4.19 แนวโน้มค่าแรงกดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกเข้าหาตัวโดยใช้ผ้าขวางกับน้ำหนักตัวผู้ป่วย



รูปที่ 4.20 แนวโน้มค่าแรงกดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกออกจากตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วยกับน้ำหนักตัวผู้ป่วย



รูปที่ 4.21 แนวโน้มค่าแรงกดอัดเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วยกับน้ำหนักตัวผู้ป่วย

ตารางที่ 4.4 ค่าแรงกดอัดของกระดูกสันหลังสูงสุดโดยเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มการทดลอง

กลุ่มการทดลอง	ค่าแรงกดอัดของกระดูกสันหลังส่วนล่างสูงสุดโดยเฉลี่ย : นิวตัน (ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	ยกออกจากตัว		ยกเข้าหาตัว	
	ผ้าขาว	ชุดผู้ป่วย	ผ้าขาว	ชุดผู้ป่วย
กลุ่มที่ 1	5,122 (691.94)	4,577 (637.69)	4,546 (588.02)	3,524 (652.33)
กลุ่มที่ 2	5,213 (570.71)	4,320 (645.06)	4,964 (434.23)	3,904 (699.72)
กลุ่มที่ 3	6,592 (870.11)	5,884 (677.68)	6,330 (899.67)	5,556 (804.96)

ได้อาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าแรงกดอัดสูงสุด (โดยจำแนกตามรูปแบบการยกผู้ป่วย 4 รูปแบบ ได้แก่ การยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยใช้ผ้าขวาง การยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยใช้ผ้าขวาง การยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย และการยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย) กับตัวแปรต่าง ๆ อันได้แก่ อายุ ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อต่าง ๆ และ ข้อมูลการวัดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งสิ้น 33 ปัจจัย (ดังตารางที่ ข.1) แต่เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวมีจำนวนมากจึงต้องมีการตัดตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าแรงกดอัดออกไปจากสมการ โดยการใช่วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบ Backward ซึ่งผลการวิเคราะห์สมการถดถอย และค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของสมการ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค.5-ค.12

จากผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพบว่า สมการถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุด สำหรับการยกผู้ป่วยต่าง ๆ ได้รูปแบบสมการความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชันที่ประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** สมการถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วย

รูปแบบการยกผู้ป่วย	สมการถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วย
การยกออกจากตัว โดยใช้ผ้าขวาง	$CF\ OF = -1900.9 + 89.2\ WP + 13.0\ WS + 141.4\ STARM$
การยกเข้าหาตัวโดย ใช้ผ้าขวาง	$CF\ IF = -1556.0 + 139.8\ WP - 29.6\ WS + 79.9\ STARM$
การยกออกจากตัว โดยใช้ชุดผู้ป่วย	$CF\ OC = -2986.4 + 69.4\ WP + 26.7\ WS + 178.7\ STARM$
การยกเข้าหาตัวโดย ใช้ชุดผู้ป่วย	$CF\ IC = -3958.7 + 115.3\ WP + 15.1\ WS + 105.4\ STARM$

โดยที่  $CF\ OF =$  ค่าแรงกดอัดสูงสุดของการยกออกจากตัวโดยใช้ผ้าขวาง (นิวตัน)  
 $CF\ IF =$  ค่าแรงกดอัดสูงสุดของการยกเข้าหาตัวโดยใช้ผ้าขวาง (นิวตัน)  
 $CF\ OC =$  ค่าแรงกดอัดสูงสุดของการยกออกจากตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย (นิวตัน)  
 $CF\ IC =$  ค่าแรงกดอัดสูงสุดของการยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย (นิวตัน)  
 $WP =$  น้ำหนักตัวของผู้ป่วย (กก.) ( $38 < WP < 59$ )  
 $WS =$  น้ำหนักตัวของผู้ยก (กก.) ( $38 < WS < 59$ )  
 $STARM =$  ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขน (กก.) ( $11.7 < STARM < 20.8$ )

จากสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดสำหรับการยกรูปแบบต่าง ๆ พบว่า สมการถูกกำหนดโดยตัวแปรอิสระต่าง ๆ อันได้แก่ น้ำหนักตัวผู้ปวย น้ำหนักตัวผู้ยก และกำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขน โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดกับตัวแปรอิสระต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

ตัวแปรน้ำหนักตัวผู้ปวยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าแรงกดอัดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากน้ำหนักตัวผู้ปวยเป็นภาระน้ำหนักที่ผู้ถูกทดสอบต้องออกแรงรับในการยกเคลื่อนย้าย โดยเมื่อน้ำหนักตัวผู้ปวยเพิ่มมากขึ้น น้ำหนักที่ผู้ยกต้องแบกรับจะมากขึ้น พร้อมกับต้องออกแรงเคลื่อนย้ายมากขึ้น จึงทำให้ค่าแรงกดอัดที่เกิดบริเวณหลังส่วนล่างเพิ่มขึ้นด้วย

ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าแรงกดอัดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขนเป็นเสมือนตัวแทนความแข็งแรงของแขน บุคคลที่มีความแข็งแรงของแขนมากจะมีแนวโน้มออกแรงในการยกเคลื่อนย้ายมาก เป็นผลให้เกิดค่าแรงกดอัดสูงขึ้น

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ในตารางที่ ค.17) ระหว่างตัวแปรน้ำหนักผู้ปวยและค่ากำลังสถิติกล้ามเนื้อแขน กับกับค่าแรงกดอัดจำแนกตามรูปแบบการยกทั้ง 4 รูปแบบ นั้น มีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงว่าเมื่อตัวแปรน้ำหนักผู้ปวยและกำลังสถิติกล้ามเนื้อแขนเพิ่มขึ้น ค่าแรงกดอัดก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

ค่าน้ำหนักตัวผู้ยก เมื่อปรากฏอยู่ในสมการความถดถอยจะมีความสัมพันธ์ไม่ชัดเจนกับค่าแรงกดอัดสูงสุด คือมีทั้งความสัมพันธ์ในเชิงบวกและลบ ซึ่งมีเพียงสมการเดียวคือ การยกเข้าหาตัวโดยใช้ผ้าขวางที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ ค่าแรงกดอัดส่วนหนึ่งจะเกิดจากค่าน้ำหนักตัวส่วนบนของผู้ยก ขนาดและน้ำหนักตัวส่วนบนอาจมิได้มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวโดยรวมอย่างเด่นชัด เพราะสัดส่วนของผู้ถูกทดสอบนั้นมีความหลากหลายเป็นไปได้ที่ร่างกายส่วนบนของผู้ถูกทดสอบบางคนอาจมีขนาดเล็กไม่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว แต่ที่โดยทั่วไปแล้วมีความเป็นไปได้ว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวมาก จะมีร่างกายส่วนต่าง ๆ ที่ใหญ่และน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจะมีค่าสูง ภาระน้ำหนักตัวของผู้ยกเองจึงเป็นภาระน้ำหนักที่ผู้ยกต้องแบกรับไว้เองด้วย จึงมีแนวโน้มว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวสูงจะส่งผลให้เกิดแรงกดอัดสูงสุดที่สูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ตารางที่ ค.17) ระหว่างตัวแปรน้ำหนักผู้ยก กับค่าแรงกดอัดจำแนกตามรูปแบบการยกทั้ง 4 รูปแบบนั้น มีค่าเป็นบวก

ดังนั้นเมื่อแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการความถดถอยในตาราง 4.5 จะได้ค่าทำนายของค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง ซึ่งนำไปเปรียบเทียบกับค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลอง ได้ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ ง.3

ผลเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนายโดยใช้สมการความถดถอยทั้ง 4 สมการ พบว่าค่าที่ทำนายได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลอง จากการทดสอบ Paired Samples T-Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า t เท่ากับ  $-0.054$ ,  $-0.046$ ,  $-0.928$  และ  $-0.062$  ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่า ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นสมการความถดถอยนี้จะใช้ทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในการยกผู้ป่วยได้ โดยมีข้อควรระวังเกี่ยวกับลักษณะของผู้ยกและผู้ป่วยไม่ควรเกินกว่าที่ระบุในตารางที่ 4.6 มากนัก เนื่องจากข้อจำกัดที่เกิดจากผู้ถูกทดสอบจำนวนน้อย

ตารางที่ 4.6 ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการทำนายขนาดของแรงกดอัดสูงสุดที่ L5/S1 disc

หมายเลขผู้ยก	ตัวแปรอิสระ (กก.)			
	น้ำหนักผู้ยก	น้ำหนักผู้ป่วย 1	น้ำหนักผู้ป่วย 2	ค่ากำลังสถิติแทน
1	38.0	41.0	43.0	19.7
2	41.0	38.0	43.0	20.8
3	43.0	38.0	41.0	20.6
4	48.0	50.0	51.0	13.5
5	50.0	48.0	51.0	16.6
6	51.0	48.0	50.0	11.7
7	55.0	57.0	59.0	18.1
8	57.0	55.0	59.0	20.0
9	59.0	55.0	57.0	19.6

#### 4.8 การทำนายค่าน้ำหนักสูงสุดในการยกผู้ป่วย

จากสมการความถดถอยทั้ง 4 สมการ เป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดกับตัวแปรน้ำหนักตัวผู้ป่วย น้ำหนักตัวผู้ยก และค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแทน ได้นำความสัมพันธ์นี้ไปทำนายค่าน้ำหนักผู้ป่วยในการยกที่จะทำให้เกิดแรงกดอัดบริเวณหลังส่วนล่างไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ NIOSH ที่ ชีตจำกัดขั้นต่ำ (AL) 3,400 นิวตัน และชีตจำกัดขั้นสูง (MPL) ที่ 6,400 นิวตัน โดยการนำค่าชีตจำกัดขั้นต่ำและสูง น้ำหนักตัวผู้ยกและค่ากำลังสถิติกล้ามเนื้อแทนเข้าในสมการความถดถอย เพื่อทำนายค่าน้ำหนักผู้ป่วยที่อาจทำให้ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิด



จากการยกผู้ปวยมีค่าไม่เกินมาตรฐานดังกล่าว ซึ่งค่าน้ำหนักผู้ปวยที่ทำนายสำหรับผู้ถูกทดสอบ ทั้ง 9 คน แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.7 น้ำหนักผู้ปวยให้ค่าแรงกดอัดสูงสุดอยู่ในมาตรฐานขั้นต่ำ (AL) และขั้นสูง (MPL)

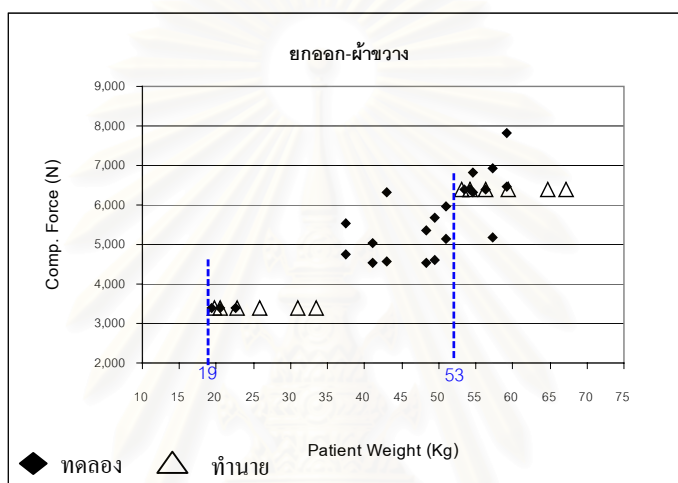
หมายเลขผู้ ถูกทดสอบ	เกณฑ์มาตร ฐานของ NIOSH ที่	น้ำหนักผู้ปวยที่ควรยก (กก.)			
		รูปแบบการยกผู้ปวย			
		ยกออกจากตัวโดย ผ้าขวาง	ยกเข้าหาตัวโดย ผ้าขวาง	ยกออกจากตัวโดย ชุดผู้ปวย	ยกเข้าหาตัวโดย ชุดผู้ปวย
S1	MPL	56.29	53.70	69.91	66.86
	AL	22.66	32.24	26.68	40.84
S1	MPL	54.19	53.73	66.05	65.50
	AL	20.56	32.27	22.82	39.48
S1	MPL	54.14	54.24	65.66	65.38
	AL	20.51	32.78	22.44	39.36
S4	MPL	64.66	59.36	82.02	71.21
	AL	31.03	37.90	38.79	45.20
S5	MPL	59.46	58.01	73.27	68.12
	AL	25.83	36.55	30.04	42.10
S6	MPL	67.16	61.05	85.63	72.51
	AL	33.53	39.59	42.40	46.49
S7	MPL	56.35	58.21	67.48	66.09
	AL	22.72	36.75	24.26	40.07
S8	MPL	53.05	57.55	61.82	64.09
	AL	19.42	36.09	18.60	38.07
S9	MPL	53.39	58.20	62.08	64.20
	AL	19.76	36.74	18.86	38.18
Min	MPL	53.05	53.70	61.82	64.09
	AL	19.42	32.24	18.06	38.07

จากตารางที่ 4.6 หากพิจารณาค่าน้ำหนักที่ทำนายที่มีต่ำสุดของแต่ละรูปแบบการยก จะเห็นได้ว่า การยกด้วยวิธีการยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ปวย มีค่าทำนายน้ำหนักผู้ปวยที่จะเกิดค่าแรงกดอัดสูงสุดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำเป็น 38 กิโลกรัม คาดได้ว่า หากทำการยกผู้ปวยที่มีน้ำ

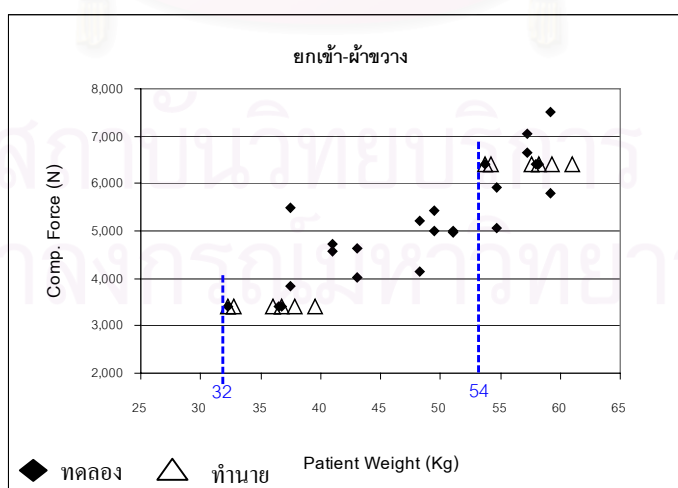
หนักไม่เกิน 38 กก. ผู้ยกอาจจะมีค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างไม่เกิน 3,400 นิวตัน ซึ่งผู้ยกอาจไม่มีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายบริเวณหลังจากการยกด้วยวิธีดังกล่าว และยังสามารถยกผู้ป่วยที่มีน้ำหนักมากขึ้นได้ แต่ควรไม่เกินขีดจำกัดขั้นสูง คือ 64 กิโลกรัม

จากการวิเคราะห์เช่นเดียวกันกับการยกอีก 3 รูปแบบ จะพบว่า การยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย ให้ค่าช่วงน้ำหนักผู้ป่วยต่ำสุดที่ควรยกที่สูงกว่ารูปแบบอื่น ดังนั้นการยกผู้ป่วยด้วยการยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วยน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการยกมากกว่ารูปแบบการยกอื่น

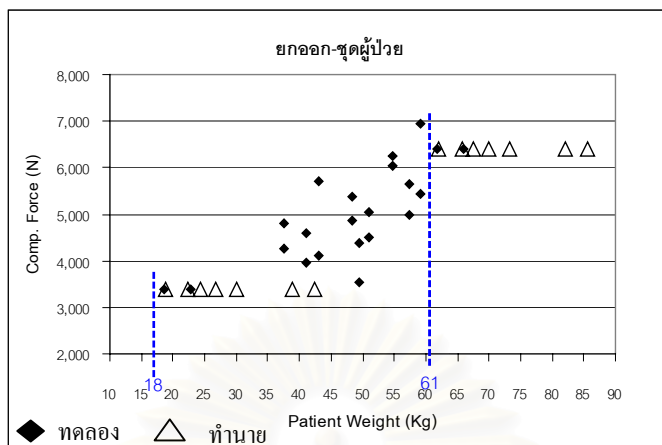
รูปที่ 4.22-4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย จะเห็นได้ว่าค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นค่อนข้างสอดคล้องกัน



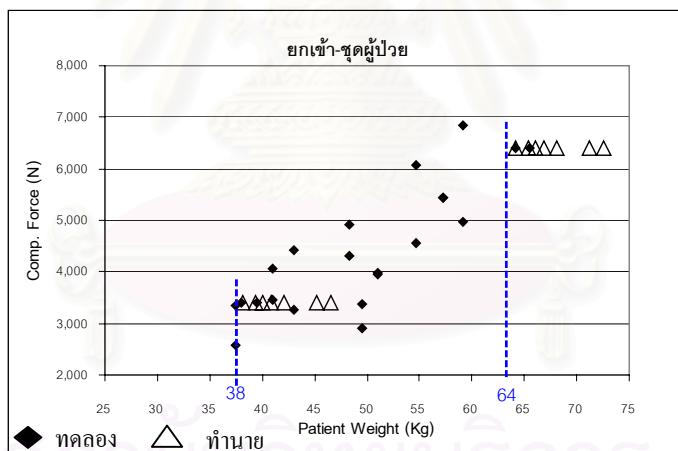
รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกออกจากตัวโดยผ้าขาว ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย



รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกเข้าหาตัวโดยผ้าขาว ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย



รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกออกจากตัวโดยชุดผู้ป่วย ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย



รูปที่ 4.25 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกเข้าหาตัวโดยชุดผู้ป่วย ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย

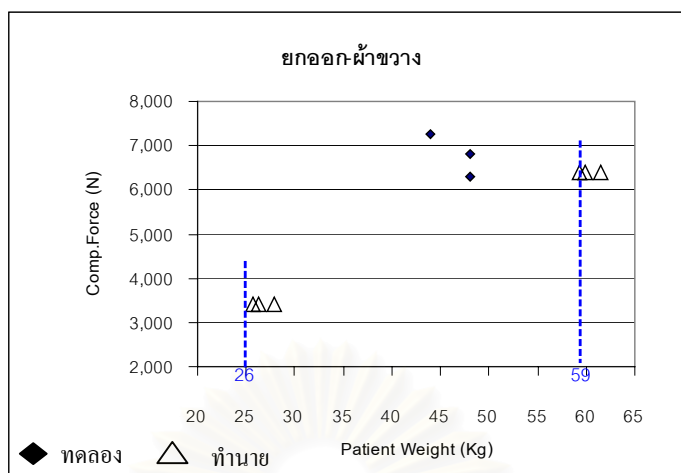
#### 4.9 การทดสอบสมการความถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุด

การทดสอบสมการความถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดสำหรับการยกผู้ป่วย ได้ทำการทดสอบโดยใช้ผู้ถูกทดสอบอีก 3 คน มาทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองยกผู้ป่วยกับสมการความถดถอยว่ามีความผิดพลาดมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นการยืนยันผลการใช้สมการความถดถอยเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุด ข้อมูลของผู้ถูกทดสอบทั้ง 3 คน แสดงดังตารางที่ ข.2

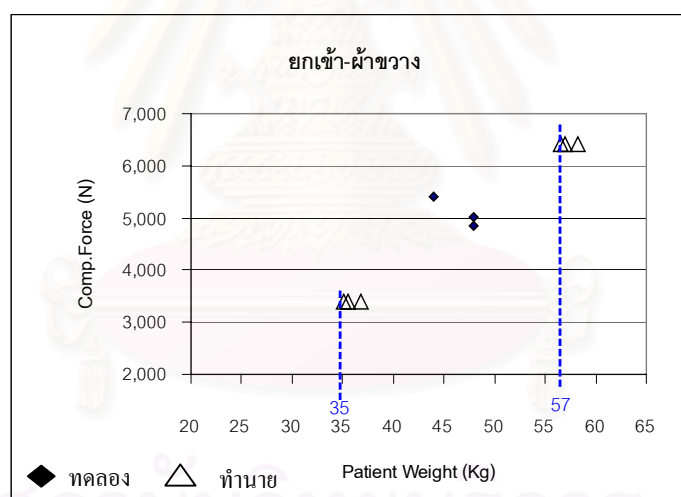
นำข้อมูลรายละเอียดของผู้ถูกทดสอบทั้ง 3 คน ไปแทนลงในสมการความถดถอยตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 จะสามารถคำนวณค่าแรงกดอัดสูงสุดและค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่ควรยกที่ได้จากการทำนาย จากผู้ถูกทดสอบทั้ง 3 คน ได้ทำนายค่าน้ำหนักผู้ป่วยที่อาจทำให้ค่าแรงกดอัดสูงสุดไม่เกินมาตรฐานดังกล่าว ซึ่งค่าน้ำหนักผู้ป่วยที่ทำนายสำหรับผู้ถูกทดสอบทั้ง 3 คน แสดงดังตาราง 4.7 รูปที่ 4.26-4.29 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนายที่ได้จากการ Validation จะเห็นได้ว่าค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นนั้นมีความใกล้เคียงกับตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.8** น้ำหนักผู้ป่วยให้ค่าแรงกดอัดสูงสุดอยู่ในมาตรฐานขั้นต่ำ (AL) และขั้นสูง (MPL) (สำหรับการ Validation)

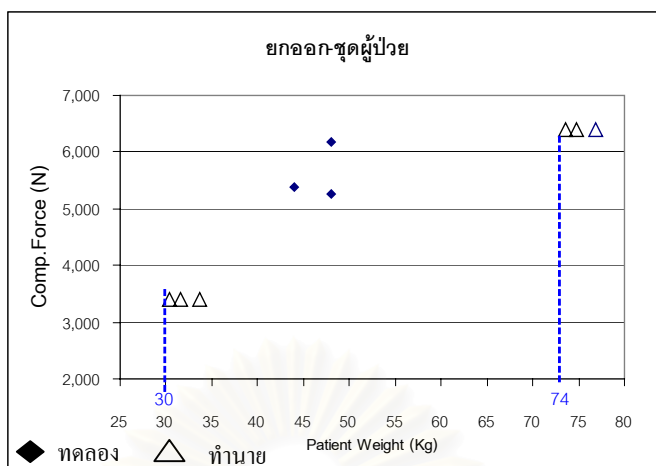
หมายเลขผู้ถูกทดสอบ	เกณฑ์มาตรฐานของ NIOSH ที่	น้ำหนักผู้ป่วยที่ควรยก (กก.)			
		รูปแบบการยกผู้ป่วย			
		ยกออกจากตัว โดยผ้าขวาง	ยกเข้าหาตัว โดยผ้าขวาง	ยกออกจากตัว โดยชุดผู้ป่วย	ยกเข้าหาตัว โดยชุดผู้ป่วย
R1	MPL	59.35	57.02	73.63	68.22
	AL	25.72	35.56	30.40	42.21
R2	MPL	59.84	56.59	74.77	68.62
	AL	26.21	35.13	31.54	42.60
R3	MPL	61.49	58.22	76.86	69.38
	AL	27.86	36.76	33.63	43.36
Min	MPL	59.35	56.59	73.63	68.22
	AL	25.72	35.13	30.40	42.21



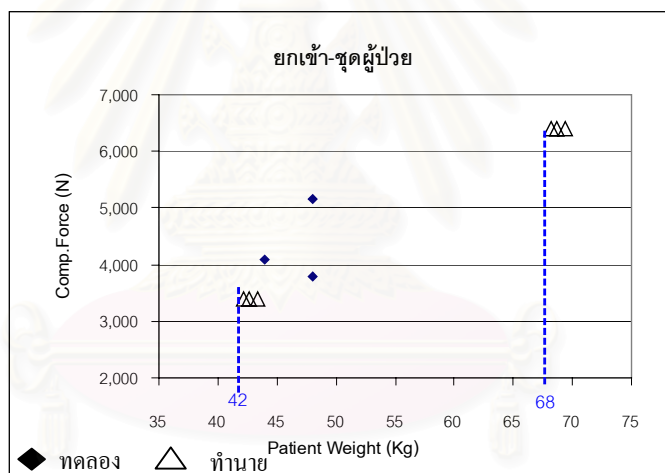
รูปที่ 4.26 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกออกจากตัวโดยผ้าขวาง ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย (ในการ Validation)



รูปที่ 4.27 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกเข้าหาตัวโดยผ้าขวาง ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย (ในการ Validation)



รูปที่ 4.28 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกออกจากตัวโดยชุดผู้ป่วย ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย (ในการ Validation)



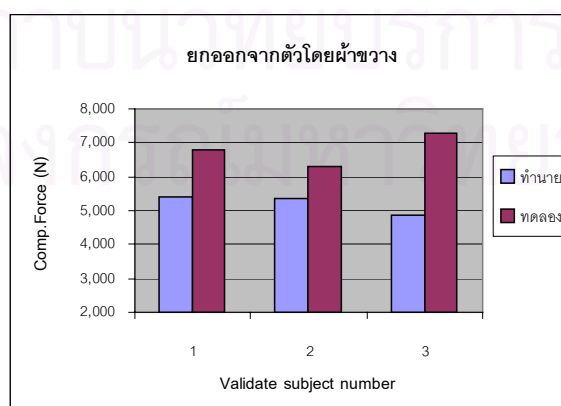
รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่หลังขณะยกเข้าหาตัวโดยชุดผู้ป่วย ระหว่างน้ำหนักผู้ป่วยจากการทดลองและการทำนาย (ในการ Validation)

จากนั้นทำการทดลองยกผู้ป่วยเช่นเดียวกับผู้ถูกทดสอบคนอื่น และผลการทดลองได้ค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างจากผู้ถูกทดสอบทั้ง 3 คน แสดงไว้ในตารางที่ ง.2 แล้วนำข้อมูลค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทำนายดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.30 - 4.33

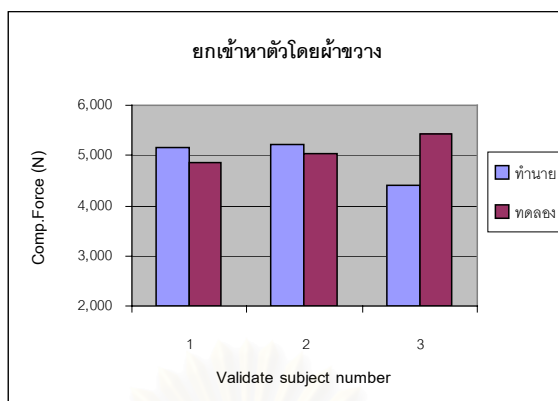
**ตารางที่ 4.9** การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนาย สำหรับการ Validation

หมายเลข ผู้ถูก ทดสอบ	ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการยกผู้ป่วย (นิวตัน)							
	รูปแบบการยกผู้ป่วย							
	ยกออกจากตัว โดยผ้าขาวาง		ยกเข้าหาตัว โดยผ้าขาวาง		ยกออกจากตัว โดยชุดผู้ป่วย		ยกเข้าหาตัว โดยชุดผู้ป่วย	
	ทำนาย	ทดลอง	ทำนาย	ทดลอง	ทำนาย	ทดลอง	ทำนาย	ทดลอง
V1	5,390	6,808	5,143	4,858	4,624	5,250	4,072	3,785
V2	5,346	6,306	5,204	5,024	4,544	6,182	4,026	5,168
V3	4,845	7,262	4,420	5,416	4,124	5,392	3,480	4,090
Pair T-test	t = -3.72		t = -0.43		t = -3.98		t = -1.17	

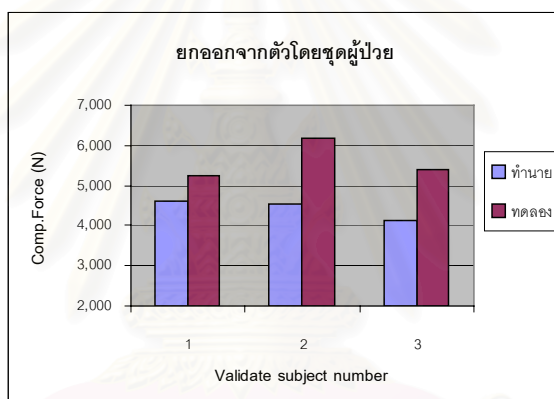
ทำการทดสอบการทดสอบ Paired Samples T-Test ระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองและการทำนายพบว่า มีค่า  $t = -3.72, -0.43, -3.98$  และ  $-1.17$  แสดงว่า ค่าแรงทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $\alpha = 0.05$ ) ตารางทดสอบ Paired Samples T-Test ในภาคผนวก ค (ตารางที่ค.13-ค.16) แสดงว่าสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดมีความแม่นยำพอที่จะนำไปใช้ทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดสำหรับการยกผู้ป่วยด้วยวิธีการดังกล่าวได้



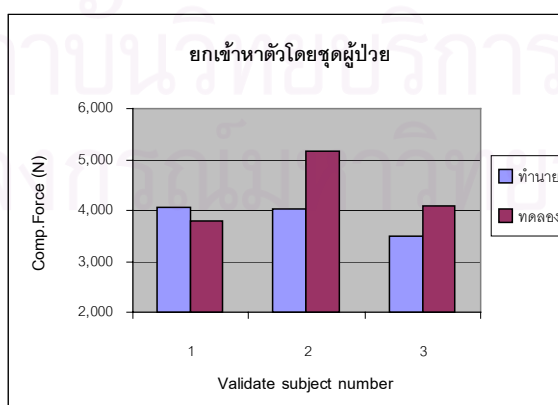
**รูปที่ 4.30** เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกออกจากตัวโดยผ้าขาวาง



รูปที่ 4.31 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกเข้าหาตัวโดยฝ่าขวาง



รูปที่ 4.32 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกออกจากตัวโดยชุดผู้ป่วย



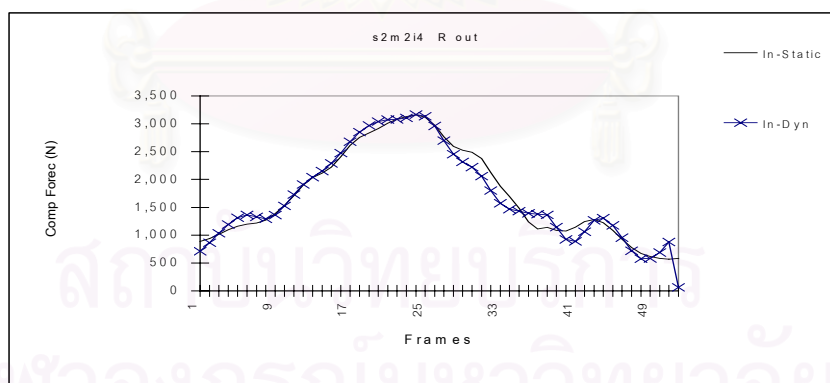
รูปที่ 4.33 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนาย (สำหรับการ Validation) จากการยกเข้าหาตัวโดยชุดผู้ป่วย



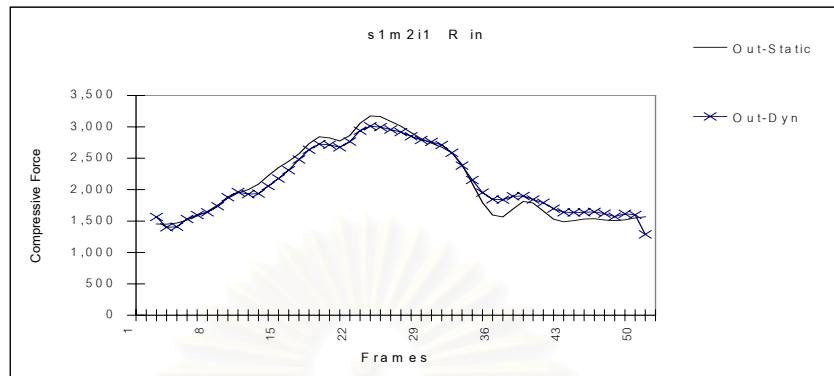
#### 4.10 การเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างจากการใช้แนวทางชีวกลศาสตร์ในภาวะสถิตและภาวะพลวัต ในการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

งานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นขณะทำการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยการคำนวณในภาวะสถิตและการคำนวณในภาวะพลวัต เนื่องจากการคำนวณในภาวะพลวัตจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการทดลองโดยเฉพาะ วิธีการคำนวณที่ซับซ้อน รวมถึงค่าใช้จ่ายที่มากกว่า ดังนั้นหากผลการคำนวณในภาวะสถิตมีค่าใกล้เคียงกับภาวะพลวัต ก็จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยที่ต้องการศึกษางานลักษณะนี้

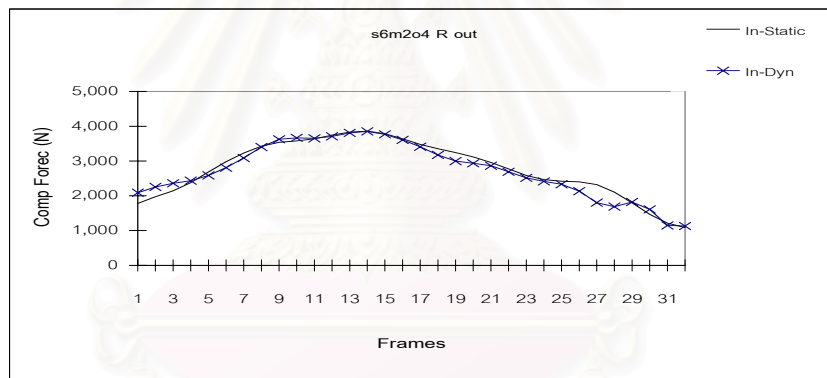
จากการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นขณะทำการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยการคำนวณในภาวะสถิตและการคำนวณในภาวะพลวัต (ดังรูปที่ 4.34-4.39) พบว่าค่าแรงกดอัดระหว่างการคำนวณทั้งสองมีรูปแบบและทิศทางใกล้เคียงกัน เนื่องจากความเร็วในการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยมีค่าน้อยมากจึงทำให้เกิดผลกระทบจากความเร่งในการคำนวณภาวะพลวัตไม่มากนัก ดังนั้นสำหรับงานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจึงสามารถใช้การคำนวณในภาวะสถิตเพื่อคำนวณค่าแรงกดอัดที่หลังส่วนล่างได้



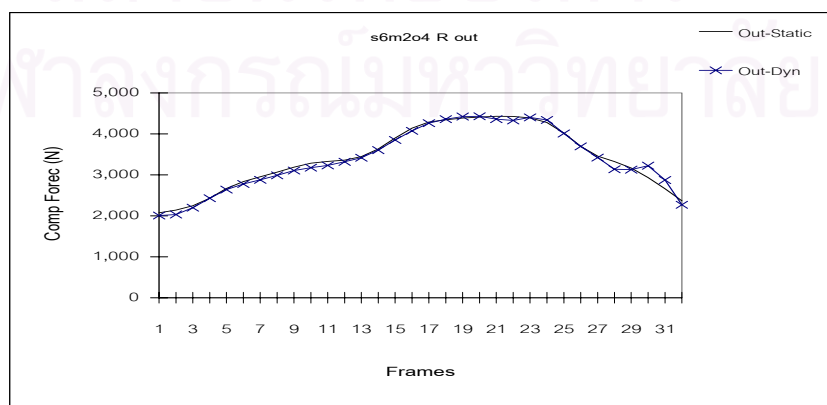
รูปที่ 4.34 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเข้าหาตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 1



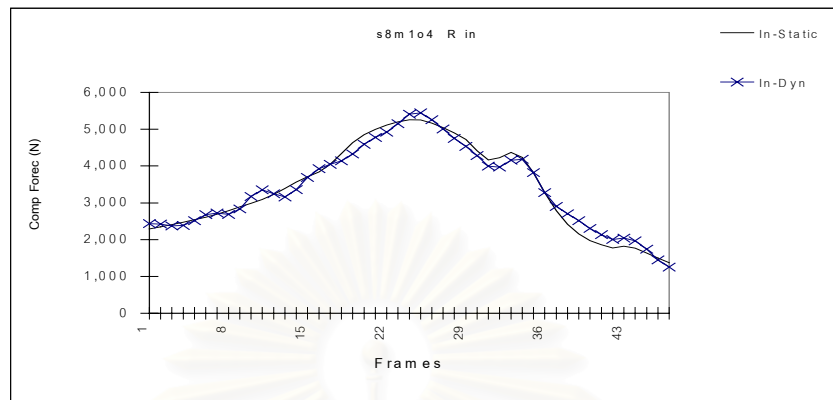
รูปที่ 4.35 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 1



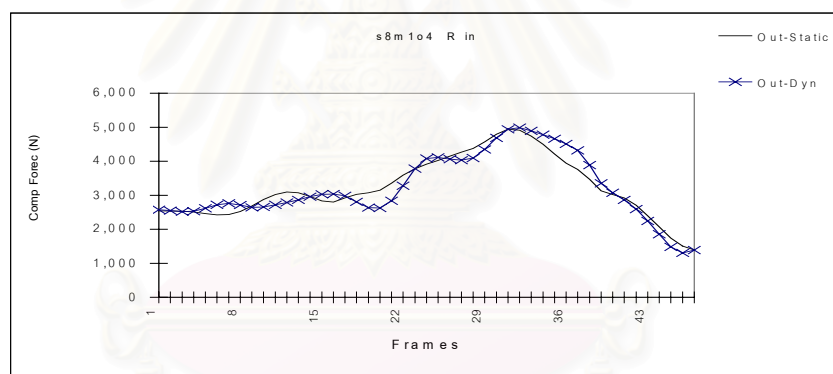
รูปที่ 4.36 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเข้าหาตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 2



รูปที่ 4.37 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 2



รูปที่ 4.38 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเข้าหาตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 3



รูปที่ 4.39 ตัวอย่างเปรียบเทียบแรงกดอัดของหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต ขณะยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากตัว สำหรับกลุ่มการทดลองที่ 3

สถาบันวิจัยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษางานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยในเตียง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันว่า งานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็นสาเหตุหนึ่งของการปวดหลังของพยาบาล โดยการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง (L5/S1) ตามมาตรฐานขั้นต่ำของ NIOSH ที่ Action Limit (AL) คือ 3,400 นิวตัน และมาตรฐานขั้นสูงที่ Maximum Permissible Limit (MPL) คือ 6,400 นิวตัน หากค่าเฉลี่ยของแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างมีค่าสูงกว่ามาตรฐานดังกล่าว จะถือว่างานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการนำมาซึ่งอาการปวดหลังของพยาบาลผู้ปฏิบัติงานนั้น ๆ

งานวิจัยนี้ยังทำการเปรียบเทียบข้อดีข้อดีของการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยปัจจัย วิธีการยก การใช้อุปกรณ์ช่วยยก และน้ำหนักตัวของผู้ป่วย โดยวิเคราะห์จากค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง การยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่มีค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างต่ำกว่า ย่อมเป็นวิธีการยกที่มีผลดีต่อสภาพร่างกายของผู้ทำการยกและเหมาะสมในการปฏิบัติงานมากกว่าการยกที่เกิดค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างที่สูงกว่า

นอกจากนั้นยังทำการสร้างสมการทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดพร้อมกับทำนายน้ำหนักผู้ป่วยที่แนะนำในการยกผู้ป่วย พร้อมกับเปรียบเทียบการคำนวณค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง โดยใช้วิธีคำนวณแบบภาวะพลวัตและการคำนวณแบบภาวะสถิต เพื่อศึกษาว่า วิธีการคำนวณแบบใดที่เหมาะสมสำหรับงานการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

จากการศึกษาผลกระทบของปัจจัย วิธีการยก อุปกรณ์ช่วยยก และน้ำหนักตัวของผู้ป่วย ได้ผลสรุปของงานวิจัยดังนี้

1. ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างของผู้ถูกทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม โดยเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ (AL) เมื่อน้ำหนักตัวผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างจะเพิ่มมากขึ้นจนเกินมาตรฐานขั้นสูง (MPL) ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่มีค่าอยู่ระหว่างเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำและมาตรฐานขั้นสูงอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10-87 และค่าแรงกดอัดที่เกินมาตรฐานขั้นสูงจะอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 88 เป็นต้นไป แสดงให้เห็นว่างานการ

ยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกือบทุกคน และสามารถก่อให้เกิดอาการปวดและบาดเจ็บที่หลังได้อย่างแน่นอน

2. จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปัจจัยวิธีการยก (Method) อุปกรณ์ช่วยยก (Equipment) และน้ำหนักผู้ป่วย (Weight) มีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ปัจจัยน้ำหนักผู้ป่วยมีผลต่อค่าแรงกดอัดมากที่สุด ส่วนปัจจัยวิธีการยกมีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดมากกว่าปัจจัยอุปกรณ์ช่วยยกเพียงเล็กน้อย

3. จากการเปรียบเทียบค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วน ที่คำนวณได้ตามช่วงเวลา ระหว่างการทดลองยกผู้ป่วยกับภาพต่อเนื่องของการทำกิจกรรมนั้น ๆ พบว่าค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างจะมีค่าสูงสุดขณะที่ผู้ป่วยมีการเคลื่อนที่ การยกด้วยวิธียกเข้าหาตัวผู้ยกจะเกิดค่าแรงกดอัดสูงสุดในช่วงที่ผู้ป่วยเริ่มต้นเคลื่อนที่ ส่วนการยกด้วยวิธียกออกจากตัวผู้ยกค่าแรงกดอัดสูงสุดจะอยู่ในช่วงที่ผู้ป่วยเคลื่อนที่ได้ระยะหนึ่งก่อนที่ผู้ป่วยจะเริ่มถูกวางลงสู่ตำแหน่งใหม่ และค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดในกลุ่มการทดลองที่ 3 ซึ่งทำการยกผู้ป่วยที่มีน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ยสูงสุด

4. จากการเปรียบเทียบวิธีการยกทั้ง 2 วิธี พบว่า การยกผู้ป่วยด้วยวิธีการยกออกจากตัวผู้ทำการยกจะเกิดค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ย มากกว่าการยกผู้ป่วยด้วยวิธีการยกเข้าหาตัวผู้ทำการยก

5. จากการเปรียบเทียบอุปกรณ์ยกผู้ป่วยทั้ง 2 อย่าง พบว่า การยกผู้ป่วยโดยใช้ผ้าขวางมีแนวโน้มจะเกิดค่าแรงกดอัดสูงสุดโดยเฉลี่ย มากกว่าการยกผู้ป่วยโดยใช้ชุดผู้ป่วย

6. จากการวิเคราะห์ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง จะพบว่าในการยกผู้ป่วยแต่ละครั้งผู้ยกมักจะไม่สามารถควบคุมลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวให้เหมือนเดิมทุกครั้งได้ ดังนั้นค่าแรงปฏิกิริยาที่แสดงได้จากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้นจึงมีความแปรปรวน ส่งผลให้ค่าแรงกดอัดที่คำนวณได้บางส่วนไม่ค่อยสม่ำเสมอ

7. การสร้างสมการเพื่อทำนายค่าแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างสำหรับงานการยกผู้ป่วย ผลที่ได้เป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดสูงสุดกับตัวแปรอิสระต่าง ๆ อันได้แก่ น้ำหนักตัวผู้ป่วย น้ำหนักตัวผู้ยก และค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขน

8. ตัวแปรน้ำหนักตัวผู้ป่วยมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าแรงกดอัดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากน้ำหนักตัวผู้ป่วยเป็นภาระน้ำหนักที่ผู้ถูกทดสอบต้องออกแรงรับในการยกเคลื่อนย้าย โดยเมื่อน้ำหนักตัวผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น น้ำหนักที่ผู้ยกต้องแบกรับจะมากขึ้น พร้อมกับต้องออกแรงเคลื่อนย้ายมากขึ้น จึงทำให้ค่าแรงกดอัดที่เกิดบริเวณหลังส่วนล่างเพิ่มขึ้นด้วย

9. ค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าแรงกดอัดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บุคคลที่มีความแข็งแรงของแขนมากจะมีแนวโน้มออกแรงในการยกเคลื่อนย้ายมาก เป็นผลให้เกิดค่าแรงกดอัดสูงขึ้น

10. ค่าน้ำหนักตัวผู้ยก เมื่อปรากฏอยู่ในสมการความถดถอยจะมีความสัมพันธ์ไม่ชัดเจนกับค่าแรงกดอัดสูงสุด ซึ่งมีเพียงสมการเดียวคือการยกเข้าหาตัวโดยใช้ผ้าขวางที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ อาจเป็นไปได้ที่โดยทั่วไปแล้วผู้ที่มีน้ำหนักตัวมาก จะมีร่างกายส่วนต่าง ๆ ที่ใหญ่ และน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจะมีค่าสูง ภาระน้ำหนักตัวของผู้ยกเองจึงเป็นภาระน้ำหนักที่ผู้ยกต้องแบกรับไว้เองด้วย จึงมีแนวโน้มว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวสูงจะส่งผลให้เกิดแรงกดอัดสูงสุดที่สูงขึ้น

11. การยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย ให้ค่าช่วงน้ำหนักผู้ป่วยต่ำสุดที่ควรยกที่สูงกว่ารูปแบบอื่น ดังนั้นการยกผู้ดูแลด้วยการยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วยน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการยกมากกว่ารูปแบบการยกอื่น

12. การเปรียบเทียบผลของการหาค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่างโดยใช้การคำนวณแบบภาวะพลวัตและการคำนวณแบบภาวะสถิต พบว่าค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างที่ได้จากการคำนวณทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้การคำนวณในภาวะสถิตสำหรับการหาค่าแรงกดอัดที่หลังส่วนล่างแทนการคำนวณแบบภาวะพลวัตได้

13. ผลจากการทดสอบกำลังสถิติของกล้ามเนื้อของผู้ถูกทดสอบ พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้ถูกทดสอบทุกคน มีค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อไหล่ หลัง แขน ขา มือ และกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ต่ำกว่ากลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ศึกษาโดย กิตติ อินทรานนท์ (2531)

## 5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการยกผู้ป่วย

1. ในการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยควรหลีกเลี่ยงการยกผู้ป่วยด้วยวิธีการยกแบบออกจากตัวผู้ยก เนื่องจากก่อให้เกิดแรงกดอัดที่หลังส่วนล่างมากกว่าการยกด้วยวิธีการยกแบบเข้าหาตัวผู้ยก หรือควรมีการสลับวิธีการยกระหว่างผู้ร่วมทำการยกทั้ง 2 คน เพื่อมิให้ทำการยกด้วยวิธีการยกแบบออกจากตัวมากเกินไป

2. จากผลการทดลอง การยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย ให้ค่าช่วงน้ำหนักผู้ป่วยต่ำสุดที่ควรยกที่สูงกว่ารูปแบบอื่น ดังนั้นการยกผู้ดูแลด้วยการยกเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ดูแลน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการยกมากกว่ารูปแบบการยกอื่น จึงควรใช้รูปแบบการยกดังกล่าวในการยก

เคลื่อนย้ายผู้ป่วย (ทั้งนี้มิได้แสดงว่าการยกรูปแบบอื่นจะเป็นอันตรายและไม่สมควรใช้ในการยกผู้ป่วย )

3. ในการยกผู้ป่วยควรพิจารณาถึงน้ำหนักตัวผู้ป่วยเป็นสำคัญ หากผู้ป่วยมีน้ำหนักมากเกินไปควรเพิ่มจำนวนผู้ยกหรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการผ่อนแรง

4. ควรออกแรงยกผู้ป่วยให้พร้อมเพรียงกันทั้งสองคน เพื่อมิให้ผู้ทำการยกคนใดคนหนึ่งรับน้ำหนักจากผู้ป่วยมากเกินไป

5. อาจไม่จำเป็นต้องยกผู้ป่วยให้ลอยพ้นจากเตียงทั้งตัวหรือสูงมากเกินไป อาจทำการยกผู้ป่วยแบบกึ่งยกกึ่งลาก คือควรใช้เตียงช่วยในการรับน้ำหนักตัวของผู้ป่วย เพื่อผ่อนแรงในการยก แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับสภาพของผู้ป่วยเป็นสำคัญ

### 5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1. ควรศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลกับค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง เช่น ความสูงของเตียง ความสูงของผู้ทำการยก ความถี่ ระยะทางในการยก วิธีการยกและอุปกรณ์ช่วยยกอื่น ๆ อายุ ความชำนาญ เป็นต้น

2. การยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยการเคลื่อนไหวของร่างกายอาจมีได้อยู่ในระนาบ 2 มิติทั้งหมด จึงควรศึกษาโดยโดยการใช้อุปกรณ์แบบการคำนวณทางชีวกลศาสตร์แบบ 3 มิติ เพื่อที่จะได้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงความเป็นจริงยิ่งขึ้น

3. ควรศึกษาโดยใช้แนวทางจิตฟิสิกส์และแนวทางการใช้ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองตามแนวทางชีวกลศาสตร์

4. เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้จำลองสภาพการปฏิบัติงานการยกผู้ป่วยขึ้น ณ ห้องปฏิบัติการการกายศาสตร์ ถ้าเป็นไปได้ควรจะทำการศึกษาเก็บข้อมูลในสถานที่ปฏิบัติงานจริงซึ่งอาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากยิ่งขึ้น

5. ควรขยายผลศึกษาออกไปถึงผู้ถูกทดสอบที่เป็นเพศชาย เนื่องจากปัจจุบันได้มีบุรุษพยาบาลเข้าปฏิบัติงานในสถานพยาบาล ซึ่งจะทำให้ได้ผลการวิจัยที่ครอบคลุมประชากรในวงกว้างมากยิ่งขึ้น

6. ควรเพิ่มจำนวนผู้ถูกทดสอบให้มากขึ้น ซึ่งอาจทำให้พบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ได้มากขึ้นและชัดเจนขึ้น

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กิตติ อินทรานนท์. การศึกษาปัญหาของการเคลื่อนย้ายวัสดุและวิเคราะห์สาเหตุของการบาดเจ็บ: กรณีในโรงงานบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน (ประเทศไทย) จำกัด. โครงการวิจัย โดยเงินทุนอุดหนุนการวิจัยภายนอก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- กิตติ อินทรานนท์. การหามวลของส่วนต่างๆ ของร่างกายและจุดศูนย์กลางมวล. โครงการวิจัยโดยทุนส่งเสริมการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- กิตติ อินทรานนท์. สัดส่วนร่างกายและความสามารถสูงสุดในการทำงานของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. โครงการวิจัยโดยทุนส่งเสริมการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- กิตติ อินทรานนท์. เอกสารประกอบการสอนวิชาเออร์گونอมิกส์. บทที่ 4 และ 7. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัชรน์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 3, โรงพิมพ์เทพรัตน์การพิมพ์ กรุงเทพฯ, 2528.
- ตรีมิตร จำปาวัลย์. ขีดจำกัดสูงสุดของการยกของที่ยอมรับได้ในแนวระนาบหน้า-หลัง. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- พวงแก้ว วิวัฒเจษฎาวุฒิ. การศึกษาเปรียบเทียบแรงหลังและอาการเมื่อยล้าในพยาบาลจากการยกผู้ป่วยในเตียง 2 วิธี. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2530.
- ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล. แบบจำลองทางชีวกลศาสตร์เพื่อทำนายน้ำหนักที่ปลอดภัยในการแบกกระสอบข้าวสาร. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และเนื่อ โสม ดิงสัญชติ. การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2528.



- วรวรรณ ใจเมือง. การฝึกปฏิบัติงานอาชีพอนามัย ความปลอดภัยและเออร์گونอมิกส์. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2534.
- วิจิตร ตันตสุทธิ, วันชัย ริจิรวนิช, จริญญา มหิตธาฟองกุล และชวเชช ชาญสง่าเวช. การศึกษาการทำงาน. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 4, 2537.
- วิรุฬห์ เหล่าพัทรเกษม. โรคปวดหลัง. วารสารศูนย์แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (กรกฎาคม 2523): 349-353.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การจำลองแบบปัญหา. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- สลักชัย กลั่นสุวรรณ. การประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความล้มเหลว: กรณีศึกษาโรงงานผลิตรีเลย์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎีกา. ประมวลข้อมูลสถิติที่สำคัญของประเทศไทย, 2543.
- สำนักนโยบายและแผนสาธารณสุข, สำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข. จำนวนและสัดส่วนพยาบาลวิชาชีพต่อประชากร จำแนกตามสังกัดรายจังหวัด, 2542.
- ลำไฉียง กาญจนเมธากุล. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการปวดหลังของพยาบาลในโรงพยาบาลวชิระภูเก็ต. วารสารวชิระภูเก็ต 15(กรกฎาคม-ธันวาคม 2541): 21-29.
- สุขจันทร์ พงษ์ประไพ, วิภาวรรณ ลีลาสำราญ, นภาพรณ ตั้งอัครชัยรัตน์ และจุฑามาศ การสุวรรณ. การศึกษาอุบัติการณ์และปัจจัยเสี่ยงต่ออาการปวดหลังของพยาบาลในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์. สงขลานครินทร์เวชสาร 9 (ตุลาคม-ธันวาคม 2534): 379-382.
- สุทธิ ศรีบูรพา, น.ต. เออร์گونอมิกส์: วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2540.
- สุวรรณณี จรุงจิตอรารี และ นวลอนงค์ ชัยปิยะพร. การศึกษาความชุกของอาการปวดหลังในอาชีพพยาบาล. วารสารกายภาพบำบัด 18(กรกฎาคม-ธันวาคม 2539): 37-44.
- หอสมุดแห่งชาติ. ทำเนียบโรงพยาบาลและสถิติ สาธารณสุข 2540-2541. กรุงเทพฯ: อัสพารีเสิร์ช, 2540.
- อภิชาติ แผ้วพาลชน. ขีดจำกัดสูงสุดที่ยอมรับได้ของการเจ็บและลากรถบรรทุกของ. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- อรอุมา ลาสุนนท์. ขีดจำกัดที่ยอมรับได้ของการเคลื่อนย้ายวัสดุในภาระงานผสม สำหรับคนงานหญิง. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

อำนาจ เสดสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับภาระกล้ามเนื้อหลังที่วัดด้วยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ: กรณีศึกษาของสายการประกอบรถบรรทุกขนาดเล็ก 1 คัน. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

### ภาษาอังกฤษ

Anderson, C.K. and Chaffin, D.B. A biomechanical evaluation of five lifting techniques. Applied Ergonomics 17.1 (1986): 2-8.

Anderson, G.B.J. Epidemiologic Aspects on Low-Back Pain in Industry. Spine 6(1981): 53-60.

Ayoub, M.M. and Dempsey, P.G. The Psychophysical approach to manual materials handling task design. Ergonomics Vol.42, No.1 (1999): 17-31.

Barker, K.L. and Atha, J. Reducing the biomechanical stress of lifting by training. Applied Ergonomics 25.6 (1994): 373-378.

Bellet, F., Dalgity, M.E., Fennelli, M.J. and Aitken, R.C.B. Hospital ward patient-lifting task. Ergonomics 22(1979): 1257-1273.

Botha, W.E. and Bridger, R.S. Anthropometric variability, equipment usability and musculoskeletal pain in a group of nurses in the Western Cape. Applied Ergonomics 29.6 (1998): 481-490.

Braune, W. and Fischer, O. The center of gravity of the human body as related to the German infantryman. Leipzig (ATI 138, 452. Available from the Defense Documentation Center) 1889.

Bridger, R.S. Introduction to Ergonomics. International Edition. McGraw-Hill, 1995.

Bru, E., Mykletun, R.J. and Svebak, S. Assessment of musculoskeletal and other health complaints in female hospital staff. Applied Ergonomics 25.2 (1994): 101-105.

Buckle, P. Epidemiological aspects of back pain within the nursing profession. Int. J. Nurs. Stud. 24(1987): 319-324.

Buckle, P.W., Kember, P.A. and Wood, A.D. Factors influencing occupational back pain in Bedfordshire. Spine 5(1980): 254-258.

- Chaffin, D.B. and Anderson, G.B.J. Occupational biomechanics. Wiley & Sons, 1984.
- Chaffin, D.B. and Park, K.S. A longitudinal study of low-back pain associated with occupational weight lifting factors. Am.Ind.Hyg.Assoc.J. 34(1973): 513-525.
- Chaffin, D.B., Herrin, G.D., and Keyserling, W.M. Preemployment strength testing – an updated position. J.Occup.Med. 20(1978): 403-408., quoted in, Yu, T., Roht, L.H., Wise, R.A. Kilian, D.J. and Weir, F.W. Low-back pain in industry, J.of Occ.Med. 26(1984): 517-524.
- Davies, B.T. Moving loads manually. Applied Ergonomics. 3.4 (1972): 190-194.
- Eckholm, J. , Arborelius, U.P. and Nemeth, G. The load on the lumbo-sacral joint and trunk muscle activity during lifting. Ergonomics 25(1982): 145-161.
- Engkvist, I.-L., Hagberg, M., Linden, A. and Malker, B. Over-exertion back accidents among nurses' aids in Sweden. Safety science.15(1992): 97-108.
- Freivalds, A., Chaffin, D. B., Garg, A. and Lee, K. S. A dynamics biomechanical evaluation of lifting maximum acceptable load. Journal of Biomechanics 17 (1984): 251-262.
- Gagnon, M., Chehade, A., Kemp, F. and Lortie, M. Lumbo-sacral loads and selected muscle activity while turning patients in bed. Ergonomics 30.7(1987): 1013-1032.
- Gagnon, M., Roy, D., Lortie, M. and Roy, R. Examination of biomechanical principles in a patient handling task. International Journal of Industrial Ergonomics 3.1(1988): 29-40.
- Garg, A., Owen, B.D. and Carlson, B. An ergonomic evaluation of nursing assistants' job in a nursing home. Ergonomics 35.9(1992): 979-995.
- Harber, P., Billet, E., Gutowski, M., SooHoo, K., Lew, M. and Roman, A. Occupational low-back pain in hospital nurses. J. Occup. Med 27(1985): 518-524.
- Heap, D.C. Low back injuries in nursing staff. J. Soc. Occup. Med. 37(1987): 66-70.
- Hignett, S. and Richardson, B. Manual handling human loads in a hospital: an exploratory study to identify nurses' perceptions. Applied Ergonomics 26.3 (1995): 221-226.
- Hignett, S. Postural analysis of nursing work. Applied Ergonomics 27.3(1996): 171-176.
- Jager, M. and Luttmann, A. The load on the lumbar spine during asymmetrical bi-manual materials handling. Ergonomics 35(1992): 783-805.

- Jensen, R.C. Back injuries among nursing personnel related to exposure. Applied Occupational and Environmental Hygiene 5(1990): 38-45.
- Jensen, R.C. Disabling back injuries among nursing personnel : research needs and justification. Res. Nurs. Health 10(1987): 29-38.
- Jiang, B.C. and Ayoub, M.M. Modelling of maximum acceptable load of lifting by physical factors. Ergonomics 3(1987): 529-538.
- Jorgenson, K. and Poulsen, E. Physiological problems in repetitive lifting with special reference to tolerance limits to the maximum lifting frequency. Ergonomics 17(1974): 31-39.
- Khalil, T.M., Genndy, A.M., Asfour, S.S. and Vinciguerra, T. Physiological limits in lifting. Am.Ind.Hyg.Assec 46(1985): 220-224.
- Kjellberg, K. , Johnsson, C. Proper, K., Olsson, E. and Hagberg, M. An observation instrument for assessment of work technique in patient transfer tasks. Applied Ergonomics 31(2000):139-150.
- Klein, B.P., Jensen, R.C. and Sanderson, L.M. Assessment of workers' compensation claims for back strains/sprains. J. Occup. Med 26(1984): 443-448.
- Kroemer, K.H.E.. Cumulative trauma disorders: Their recognition and ergonomics measures to avoid them. Applied Ergonomics 20.4 (1989) : 274-280.
- Kumar, S. Cumulative load as a risk factor for back pain. Spine 15(1990): 1311-1316.
- Lavender, S.A., Conrad, K.M., Reichelt, P.A., Johnson, P.W. and Meyer, F.T. Bio mechanical analysis of paramedics simulating frequently perform strenuous work trasks. Applied Ergonomics 31(2000): 167-177.
- Lavender, S.A., Conrad, K.M., Reichelt, P.A., Johnson, P.W. and Meyer, F.T. Postural analysis of paramedics simulating frequently perform strenuous work trasks. Applied Ergonomics 31(2000): 45-57.
- Leighton, D.J. and Reilly, T. Epidemiological aspects of back pain: the incidence and prevalence of back pain in nurses compared to the general population. J.Occup. Med. 45(1995): 263-267.
- Lindbeck, B. and Engkvist, I.-L. Biomechanical analysis of two patient handling tasks. International Journal of Industrial Ergonomics 12 (1993): 117-125.

- Magora, A. Investigation of the relation between low-back pain and occupation: I.Age, sex, community, education and other factor. Ind.med.surg. 39(1970): 465-471.
- Nag, P.K. Endurance limits in different modes of load holding. Applied Ergonomics 22(1991):185-188.
- NIOSH. Work practices guide for manual lifting. Department of Health and Human services National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Publication No.81-122, 1981.
- Owen, B.D. Personal characteristics important to back injury . Rehabilitation Nursing 11(1986): 12-16.
- Owen, B.D., Garg, A. and Jensen, R.C. Four methods for identification of most back stressing tasks performed by nursing assistants in nursing home. Int. J. Ind. Ergon. 9(1992): 213-220.
- Park, K.S. and Chaffin, D.B. Prediction of load-lifting limits for manual materials handling. Professional safety 20(1975): 44-48.
- Pederson, O.F., Petersen, R., Staffeldt, E.S. Back pain and isometric back muscle strength of workers in a Danish factory. Scand.J.Rehabil.Med. 7(1975): 125-128., quoted in, Yu, T., Roht, L.H., Wise, R.A. Kilian, D.J. and Weir, F.W. Low-back pain in industry, J.of Occ.Med. 26(1984): 517-524.
- Pheasant, S.T. Some anthropometric aspects of workstation design. Int. J. Nurs. Stud. 24.4 (1987): 291-298.
- Pheasant, S.T. and Stubbs, D. Back pain in nurses: epidemiology and risk assessment. Applied Ergonomics 23.4 (1992): 226-232.
- Potvin, J. R., Norman, R. W., Eckenrath, M. E., McGill, S. M. and Bennett, G. W. Regression models for prediction of dynamic L4/L5 compression forces during lifting. Ergonomics 35 (1992): 187-201.
- Roebuck, J.A., Kroemer, K.H. and Thomson, W.G. Engineering Anthropometry Method. John Wiley & Sons, 1975.
- Rowe, M.L. Low-back pain in industry – a position paper. J.Occup.Med. 11(1969): 161-169.
- Scholey, M. and Hair, M. Back pain in physiotherapists involved in back care education. Ergonomics 32(1989): 179-190.

- Snook, S.H. The design of manual handling tasks. Ergonomics 21.12 (1978): 963-985.
- Stobbe, T.J. Plummer, R.W., Jensen, R.C., and Attfield, M.D. Incidence of low back injuries among nursing personnel as a function of patient lifting frequency. J. Saf. Res. 19(1988): 21-28.
- Stubbs, D.A., Buckle, P.W., Hudson, M.P., Rivers, P.M., and Baty, D. Backing out: nurse wastage associated with back pain. Int. J. Nurs. Stud. 23(1986): 325-336.
- Stubbs, D.A., Buckle, P.W., Rivers, M.P. and Worringham, C.J. Back pain research. Nursing Times 77(1981): 847-858.
- Stubbs, D.A., Rivers, P.M., Hudson, M.P., and Worringham, C.J. Patient handling and truncal stress in nursing. Proceedings of the conference organized by the Nursing Practice Research Unit, Northwick Park Hospital, Back Pain Association and DHSS (1980): 14-27.
- Tayyari F. and Smith J.L. Occupational Ergonomics. 1st Edition. Chapman: NY, 1997.
- Thieme, F.P. Lumbar Breakdown caused by erect posture in man, unpublished Anthropometric paper, No.4, University of Michigan, Ann Arbor, 1950, quoted in , Chaffin, D.B. and Andersson, G., Occupational Biomechanics. New York: A Wiley interscience Publication, 1984.
- Troup, J.D.G., Chapman, A.E. The strength of the flexor and extensor muscles of the trunk. J. Biomec 2(1969): 49-62.
- Undeutsch, K. Back complaints and finding in transport workers performing physically heavy work. Scand.J.Work.Environ.Health. 8(1982): 92-96.
- Videman, T., Nurminen, T. Tola, S. Kuorinka, I., Vanharanta, H. and Troup, J.D.G. Low back pain in nurses and some loading factors at work. Spine 9(1984): 400-404.
- Videman, T., Rauhala, H., Asp, S., Lindstrom, K., Cedercreutz, G., Kamppi, M., Tola, S. and Troup, J.D.G. Patient – handling skill, back injuries and back pain. An intervention study in nursing. Spine 14(1989): 148-156.
- Winter, D.A. Biomechanics of Human Movement. John Wiley: NY, 1979.
- Yu, T., Roht, L.H., Wise, R.A. Kilian, D.J. and Weir, F.W. Low-back pain in industry, J.of Occ.Med. 26(1984): 517-524.

Zhuang, Z., Stobbe, T.J., Collins, J.W., Hsiao, H. and Hobbs, G.R. Psychophysical assessment of assistive devices for transferring patients/residents. Applied Ergonomics 31(2000): 35-44.

Zhuang, Z., Stobbe, T.J., Collins, J.W., Hsiao, H. and Hobbs, G.R. Psychophysical assessment of assistive devices for transferring patients/residents. Applied Ergonomics 33(1999): 285-294.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก ก.

แบบฟอร์มที่ใช้ในการวิจัย

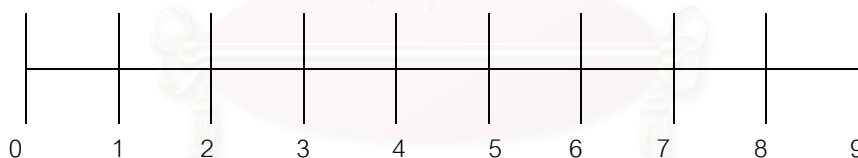
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 : แบบสัมภาษณ์พนักงาน

แบบสัมภาษณ์พนักงาน  
(MODIFIED FROM CERGO QUESTIONNAIRE)

1. ชื่อ – สกุล..... อายุ ..... ปี เพศ ชาย / หญิง
2. ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม
3. ทำงานแผนกนี้มาเป็นเวลา ..... ปี ..... เดือน
4. ระดับการศึกษา ( ) มัธยม ( ) ปวช. ( ) ปวส. ( ) ปริญญาตรี  
( ) อื่น ๆ .....
5. สถานะภาพ ( ) โสด ( ) สมรส ( ) หย่าร้าง
6. จำนวนบุตร.....คน
7. ลักษณะครอบครัว ( ) แยกกันอยู่ ( ) ยังอยู่ด้วยกันปกติ
8. คู่สมรส ( ) ทำงานที่เดียวกัน ( ) แยกที่ทำงานกัน ( ) ทำงานที่บ้าน

1. ความล้าโดยทั่วไป (GENERAL FATIGUE)



สบายมาก

สุดแสนจะทนนทน

แบ่งการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ ในรอบการทำงานหนึ่ง ๆ (ถ้าทำได้)

แล้วระบุความล้าของแต่ละกิจกรรม กล่าวคือ

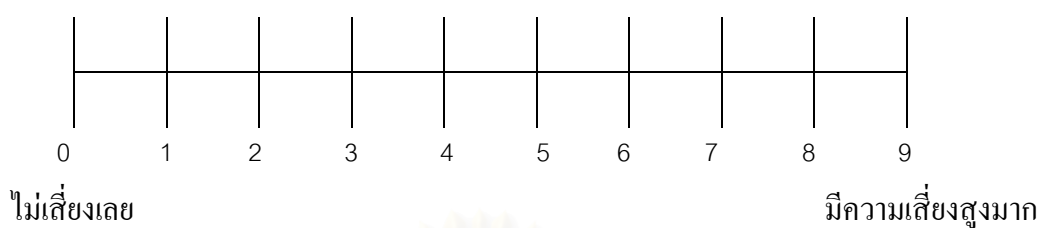
กิจกรรมที่ 1 .....									
กิจกรรมที่ 2 .....									
กิจกรรมที่ 3 .....									
กิจกรรมที่ 4 .....									

ระดับ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

สบายมาก สุดแสนจะทนนทน

## 2. ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวด บาดเจ็บ

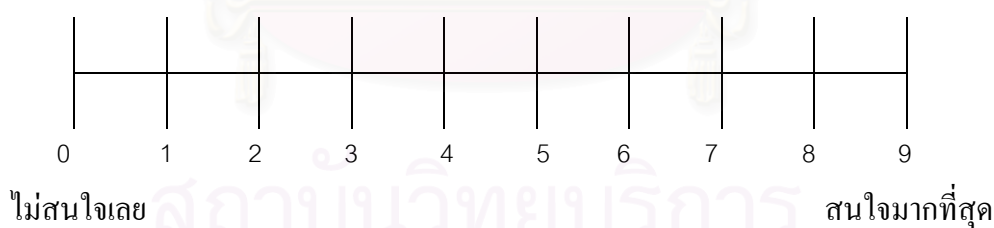


แบ่งการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ ในรอบการทำงานหนึ่ง ๆ (ถ้าทำได้)

แล้วระบุความถี่ของแต่ละกิจกรรม กล่าวคือ

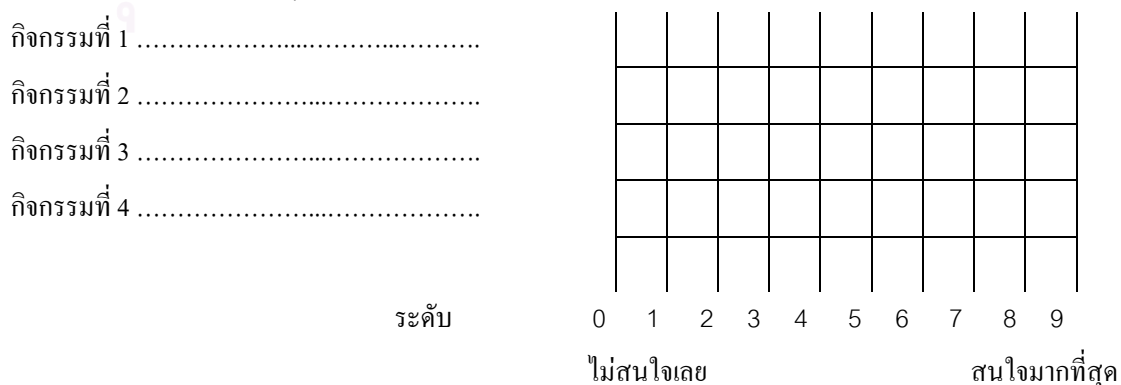


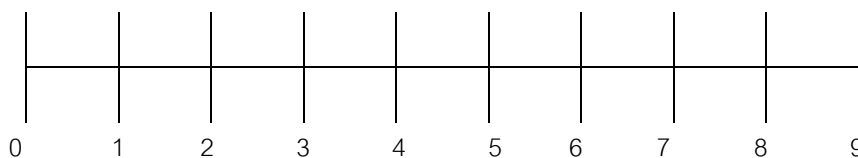
## 3. ระดับความสนใจต่องานที่ทำ



แบ่งการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ ในรอบการทำงานหนึ่ง ๆ (ถ้าทำได้)

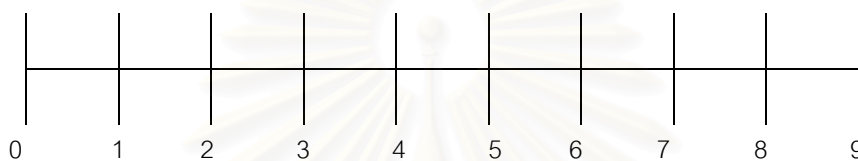
แล้วระบุความถี่ของแต่ละกิจกรรม กล่าวคือ



4. ความซับซ้อนของลักษณะงาน

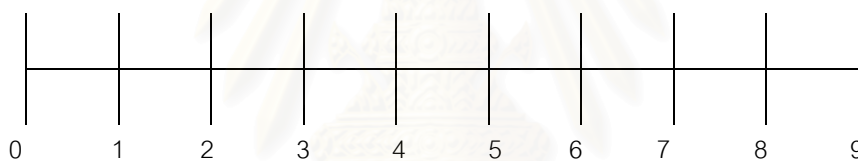
ไม่ซับซ้อนเลย

ซับซ้อนจนน่าเวียนหัว

5. ความยากง่ายของการทำงาน

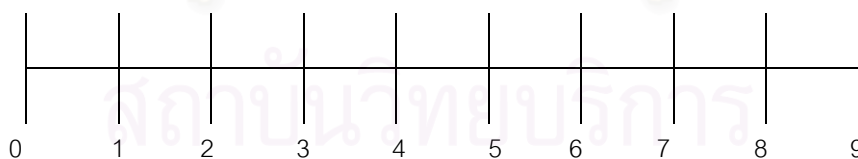
ง่ายมากที่สุด

ยากมากที่สุด

6. จังหวะของการทำงาน

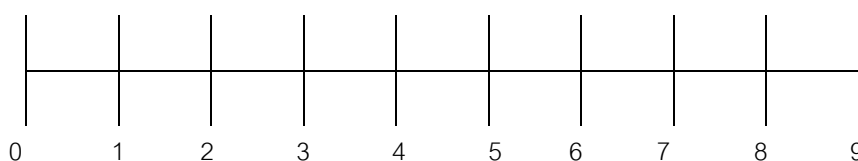
ไม่มีปัญหา

มีปัญหามาก

7. ความรับผิดชอบในการทำงาน

ไม่ต้องใช้ความรับผิดชอบ

ใช้ความรับผิดชอบสูงมาก

8. ความเป็นอิสระในการทำงาน

ต้องทำตามคำสั่งเท่านั้น

จะทำงานอย่างไรก็ได้

## การคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติ

$$\frac{\text{SUM}[1, 2, 4, 5, 6, 7] - \text{SUM}[3, 8]}{8} = \text{AI (ดัชนีความไม่ปกติ)}$$

- $\text{AI} \leq 0$       ไม่มีปัญหาอะไรเลย  
 $0 < \text{AI} \leq 2$     มีปัญหาเล็กน้อย พอดน  
 $2 < \text{AI} \leq 3$     ต้องระมัดระวัง เอาใจใส่  
 $3 < \text{AI} \leq 4$     เริ่มเป็นปัญหามากจนทนไม่ไหว  
 $\text{AI} > 4$         ผิดปกติ ต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันที


กิตติ อินทรานนท์

2 มกราคม 2536

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 เวลาไปสู่มตัวอย่าง

	1		2		3		4		5	
จันทร์	8.10	10.20	8.20	1.30	8.10	10.30	8.10	10.50	8.00	3.20
	8.50	11.30	10.00	2.30	8.30	11.00	8.20	11.20	8.30	3.40
	9.10	1.30	11.20	3.40	8.40	1.00	8.30	2.20	9.20	4.00
	10.00	3.50	1.00	4.40	9.00	3.30	10.10	3.30	11.20	4.30
	10.10	4.40	1.20	4.50	10.10	4.00	10.30	4.10	1.50	4.50
อังคาร	8.20	1.30	8.10	1.30	8.00	1.50	8.20	1.00	8.00	11.00
	8.30	2.00	8.20	1.50	8.10	3.00	9.00	1.40	9.40	1.50
	9.30	3.40	10.20	2.20	8.40	3.30	10.20	2.00	10.00	5.10
	11.00	4.40	11.20	3.30	1.00	4.00	11.00	5.30	10.30	4.10
	1.00	4.50	11.30	4.20	1.30	4.30	11.10	4.00	10.40	4.30
พุธ	8.00	2.20	9.10	1.50	8.00	11.50	8.40	1.20	8.00	2.10
	9.00	2.30	9.20	2.30	9.30	1.20	9.20	1.40	9.00	5.30
	9.40	2.40	9.40	3.20	10.00	1.50	9.50	3.00	10.00	3.40
	10.00	3.00	11.30	4.20	10.40	4.10	11.30	5.20	11.50	4.20
	2.00	4.40	1.10	4.30	11.20	4.30	1.00	3.40	2.00	4.50
พฤหัสบดี	8.00	1.50	8.00	1.00	8.10	1.10	8.10	2.20	8.00	2.20
	9.40	3.10	9.00	2.00	9.20	1.20	8.30	2.50	8.10	2.50
	10.40	3.40	9.20	2.30	10.40	2.10	10.10	3.10	10.30	5.10
	11.20	4.40	9.40	2.50	11.50	3.10	11.30	4.40	11.50	4.20
	11.30	4.50	10.50	3.50	1.00	3.20	2.10	4.50	2.00	4.40
ศุกร์	8.40	11.20	8.00	1.40	8.30	1.00	8.10	1.20	8.20	11.50
	9.00	11.30	9.30	2.10	8.40	1.30	8.50	1.40	8.50	1.20
	10.00	1.40	9.40	2.30	9.20	2.10	9.20	2.20	9.30	1.50
	10.30	2.30	10.50	3.20	9.40	3.50	10.50	3.50	10.40	4.10
	10.40	4.40	11.40	4.50	10.40	4.10	11.30	4.30	11.20	4.50
จันทร์	6		7		8		9		10	
	8.20	1.30	8.40	11.40	8.30	1.10	8.00	1.20	8.00	1.50
	10.00	2.30	9.20	1.30	8.40	1.30	9.10	1.40	8.50	2.40
	11.10	3.40	9.50	5.00	11.00	5.00	9.20	5.00	9.10	5.20
	1.00	4.40	10.20	3.30	11.50	3.50	10.40	5.30	11.00	5.40
1.20	4.50	11.00	4.10	1.00	4.00	11.20	4.10	11.10	4.20	
อังคาร	8.10	1.50	8.10	1.40	9.40	2.00	8.40	10.20	8.00	11.40
	8.20	1.50	8.20	2.00	11.50	3.00	9.10	1.00	8.30	5.30
	10.20	2.20	9.40	2.10	1.10	3.20	9.20	5.30	8.50	4.00
	11.20	3.10	11.00	2.50	1.30	4.10	10.00	4.00	11.00	4.30
	11.30	4.20	11.20	4.20	1.40	4.20	10.10	4.50	11.20	4.40
พุธ	8.00	2.20	8.00	2.00	8.00	2.50	8.40	1.40	8.50	11.10
	9.00	2.30	8.50	2.10	8.50	2.40	9.20	2.10	8.40	11.50
	9.40	2.40	8.50	2.30	9.20	3.00	9.30	3.20	9.10	1.30
	10.00	3.00	10.50	4.10	9.50	3.10	11.20	4.10	10.50	2.50
	2.00	4.40	11.50	4.50	1.40	4.00	1.00	4.50	11.00	5.20
พฤหัสบดี	8.00	1.00	8.30	11.50	8.10	1.50	8.20	1.40	8.00	1.00
	9.00	2.00	9.10	2.10	9.10	2.00	8.40	2.10	9.20	11.50
	9.20	2.20	9.40	2.30	9.20	2.20	9.30	3.20	9.50	2.00
	9.40	2.50	10.30	3.20	1.00	3.10	1.00	4.10	10.30	3.10
	10.50	3.50	10.40	4.50	1.10	4.20	1.20	4.50	11.50	4.00
ศุกร์	8.00	1.40	9.40	2.10	8.50	1.00	8.00	11.40	8.10	1.20
	9.30	2.10	9.50	2.30	9.30	1.30	8.40	2.10	8.30	2.20
	9.40	2.30	10.20	2.40	9.40	3.10	8.50	2.50	8.50	2.50
	10.50	3.20	10.40	3.20	10.10	3.40	9.40	3.30	9.50	3.50
	11.40	4.30	10.50	4.50	11.30	4.40	10.10	3.50	11.20	4.30



ภาคผนวก ข.

ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ :

ลำดับ	หมวด	ผู้ถูกทดสอบหมายเลข									Mean	Std.Dev.	Max	Min
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1	ความสูง	154.25	152.25	153.60	157.00	155.75	154.05	160.25	154.75	152.60	154.94	2.47	160.25	152.25
2	ความสูงคอ	130.25	127.80	127.75	132.50	130.85	126.85	133.35	126.25	123.90	128.83	3.10	133.35	123.90
3	ความสูงปุ่มหัวไหล่	125.80	124.60	123.90	128.75	126.25	123.60	130.85	125.00	124.00	125.86	2.45	130.85	123.60
4	ความสูงเอว	94.70	97.25	98.30	93.85	94.45	91.55	97.75	94.65	92.85	95.04	2.29	98.30	91.55
5	ระยะเหยียดแขน ตัวตั้งตรง	70.25	65.90	64.80	68.10	68.00	68.00	71.75	69.50	65.60	67.99	2.29	71.75	64.80
6	ความกว้างของหลัง	61.25	61.25	64.00	64.00	54.85	61.10	70.75	67.75	65.75	63.41	4.57	70.75	54.85
7	เส้นรอบไหล่	87.30	88.25	87.25	99.50	95.35	96.35	100.50	98.00	98.30	94.53	5.42	100.50	87.25
8	เส้นรอบอก	75.20	74.00	76.00	80.55	77.60	80.85	89.00	86.50	82.90	80.29	5.16	89.00	74.00
9	เส้นรอบเอว	61.25	62.25	63.35	66.60	63.35	73.60	70.75	74.25	68.70	67.12	4.94	74.25	61.25
10	เส้นรอบสะโพก	78.00	77.75	80.15	73.75	79.10	70.45	92.80	96.00	97.25	82.81	9.92	97.25	70.45
11	เส้นรอบโคนขา	43.55	44.70	42.00	42.85	47.15	46.70	55.00	57.30	60.00	48.81	6.79	60.00	42.00
12	เส้นรอบน่อง	27.25	32.20	30.25	32.85	32.90	32.35	35.10	34.75	38.95	32.96	3.25	38.95	27.25
13	รอบกล้ามเนื้อส่วนล่าง	18.65	19.45	20.35	23.45	20.85	22.55	22.00	22.40	23.00	21.41	1.67	23.45	18.65
14	รอบกล้ามเนื้อส่วนบน	19.75	21.65	21.35	24.50	23.25	24.70	25.75	26.85	29.30	24.12	2.98	29.30	19.75
15	ความยาวของเอวด้านหน้า	34.25	33.20	35.25	30.85	33.80	33.20	37.00	35.05	32.00	33.84	1.83	37.00	30.85
16	ความยาวของเอวด้านหลัง	37.00	35.30	38.25	37.80	38.00	38.00	39.10	38.00	34.00	37.27	1.61	39.10	34.00
17	ความยาวของเท้า	22.25	21.45	21.05	23.35	21.85	23.35	21.75	21.00	21.25	21.92	0.90	23.35	21.00
18	ความกว้างของเท้า	9.20	8.65	46.95	9.70	9.65	8.95	8.95	9.05	8.80	13.32	12.62	46.95	8.65
19	ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้ว	40.70	39.10	39.95	42.30	42.35	40.70	42.00	41.20	39.20	40.83	1.25	42.35	39.10
20	ระยะข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่	30.25	30.20	31.50	30.10	30.65	30.35	32.00	30.00	28.75	30.42	0.93	32.00	28.75



ตารางที่ ข.1 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ (ต่อ)

ลำดับ	หมวด	ผู้ถูกทดสอบหมายเลข									Mean	Std.Dev.	Max	Min
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
21	ระยะหัวเข่าถึงกัน	54.75	48.40	56.35	56.60	52.35	55.10	53.75	52.00	50.30	53.29	2.77	56.60	48.40
22	ความสูงได้ขาอ่อนเท่านั้น	47.60	47.00	47.45	47.35	46.15	46.00	43.65	47.50	45.15	46.43	1.34	47.60	43.65
23	ความสูงนั่ง	79.25	80.35	79.25	79.00	82.40	78.65	84.50	80.25	79.40	80.34	1.92	84.50	78.65
24	ความกว้างของฝ่ามือ	8.75	8.60	9.20	9.90	9.20	9.50	8.40	8.60	8.15	8.92	0.56	9.90	8.15
25	ความยาวของฝ่ามือ	17.70	16.40	16.60	16.05	16.55	17.85	16.95	17.05	15.65	16.76	0.72	17.85	15.65
26	ซึ่งน้ำหนัก	38.00	41.00	43.00	48.00	50.00	51.00	55.00	57.00	59.00	49.11	7.30	59.00	38.00
27	การทดสอบกำลังสถิติกล้ามเนื้อไหล่	23.30	23.30	23.20	16.50	20.05	12.40	18.70	15.50	21.65	19.40	3.93	23.30	12.40
28	การทดสอบกำลังสถิติกล้ามเนื้อแขน	19.70	20.75	20.60	13.50	16.60	11.65	18.10	20.00	19.60	17.83	3.28	20.75	11.65
29	การทดสอบกำลังสถิติกล้ามเนื้อขา	52.90	55.00	44.40	48.90	37.50	45.10	43.60	61.80	54.50	49.30	7.44	61.80	37.50
30	การทดสอบกำลังสถิติกล้ามเนื้อหลัง	21.95	38.05	29.60	27.95	27.85	33.50	30.95	31.70	25.60	29.68	4.65	38.05	21.95
31	การทดสอบกำลังสถิติกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ	50.05	45.35	40.20	54.25	47.45	38.60	49.60	46.55	60.85	48.10	6.80	60.85	38.60
32	การทดสอบกำลังสถิติกล้ามเนื้อมือ (avg)	13.75	15.25	14.00	18.63	16.25	18.75	19.75	20.75	19.25	17.38	2.61	20.75	13.75
33	อายุ	20.00	20.00	22.00	21.00	21.00	20.00	21.00	21.00	22.00	20.89	0.78	22.00	20.00

สถาบันวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ สำหรับการทดสอบ (Validation)

ลำดับ	หมวด	ผู้ถูกทดสอบหมายเลข			Mean	Std.Dev.	Max	Min
		1	2	3				
1	ความสูง	150.20	158.20	150.00	154.20	5.66	158.20	150.20
2	ความสูงคอ	126.10	132.10	124.50	129.10	4.24	132.10	126.10
3	ความสูงปุ่มหัวไหล่	121.50	128.00	120.70	124.75	4.60	128.00	121.50
4	ความสูงเอว	87.90	95.30	89.50	91.60	5.23	95.30	87.90
5	ระยะเหยียดแขน ตัวตั้งตรง	66.50	66.50	65.80	66.50	0.00	66.50	66.50
6	ความกว้างของหลัง	65.00	62.00	65.00	63.50	2.12	65.00	62.00
7	เส้นรอบไหล่	94.30	93.00	96.00	93.65	0.92	94.30	93.00
8	เส้นรอบอก	77.50	77.00	77.00	77.25	0.35	77.50	77.00
9	เส้นรอบเอว	69.00	67.00	68.00	68.00	1.41	69.00	67.00
10	เส้นรอบสะโพก	88.20	86.00	92.00	87.10	1.56	88.20	86.00
11	เส้นรอบคอขนา	51.00	47.00	50.00	49.00	2.83	51.00	47.00
12	เส้นรอบน่อง	33.60	33.00	33.50	33.30	0.42	33.60	33.00
13	รอบกล้ามเนื้อส่วนล่าง	24.00	23.50	23.00	23.75	0.35	24.00	23.50
14	รอบกล้ามเนื้อส่วนบน	26.00	24.50	27.00	25.25	1.06	26.00	24.50
15	ความยาวของเขาด้านหน้า	35.50	36.00	39.20	35.75	0.35	36.00	35.50
16	ความยาวของเขาด้านหลัง	37.00	37.50	43.00	37.25	0.35	37.50	37.00
17	ความยาวของเท้า	21.70	22.20	20.70	21.95	0.35	22.20	21.70
18	ความกว้างของเท้า	9.00	8.80	8.20	8.90	0.14	9.00	8.80
19	ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้ว	40.00	40.50	40.00	40.25	0.35	40.50	40.00
20	ระยะข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่	29.00	31.50	29.50	30.25	1.77	31.50	29.00
21	ระยะหัวเข่าถึงกัน	49.50	54.50	49.50	52.00	3.54	54.50	49.50
22	ความสูงใต้ขาอ่อนท่ายืน	29.70	37.00	33.00	33.35	5.16	37.00	29.70
23	ความสูงนั่ง	77.20	81.00	79.00	79.10	2.69	81.00	77.20
24	ความกว้างของฝ่ามือ	9.30	8.65	7.10	8.98	0.46	9.30	8.65
25	ความยาวของฝ่ามือ	16.90	18.20	16.70	17.55	0.92	18.20	16.90
26	ข้งน้ำหนัก	46.40	44.10	48.03	45.25	1.63	46.40	44.10
27	กำลังสถิติกล้ามเนื้อไหล่	21.00	22.60	23.00	21.80	1.13	22.60	21.00
28	กำลังสถิติกล้ามเนื้อแขน	17.00	16.90	15.50	16.95	0.07	17.00	16.90
29	กำลังสถิติกล้ามเนื้อขา	73.00	75.00	70.00	74.00	1.41	75.00	73.00
30	กำลังสถิติกล้ามเนื้อหลัง	42.00	39.00	47.00	40.50	2.12	42.00	39.00
31	กำลังสถิติกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ	62.00	49.00	66.00	55.50	9.19	62.00	49.00
32	กำลังสถิติกล้ามเนื้อมือ	22.00	19.00	24.00	20.50	2.12	22.00	19.00
33	อายุ	25.00	21.00	50.00	23.00	2.83	25.00	21.00



ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับการทดสอบปัจจัย

อุปกรณ์ช่วยยก วิธีการยก และน้ำหนักที่ยก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ ค.1** การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยอุปกรณ์ช่วยยก วิธีการยก และน้ำหนักผู้ป่วยที่มีต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	176168522.94	35	5033386.37	6.209	0.00
Intercept	5073636069.56	1	5073636069.56	6259.008	0.00
PATIENT	108103582.15	8	13512947.77	16.67	0.00
EQUIPMEN	15718872.04	1	15718872.04	19.391	0.00
METHOD	17276025.78	1	17276025.78	21.312	0.00
PATIENT * EQUIPMEN	6721961.33	8	840245.17	1.037	0.41
PATIENT * METHOD	21032371.43	8	2629046.43	3.243	0.00
EQUIPMEN * METHOD	212628.38	1	212628.38	0.262	0.61
PATIENT * EQUIPMEN * METHOD	7103081.83	8	887885.23	1.095	0.37
Error	145910420.50	180	810613.45		
Total	5395715013.00	216			
Corrected Total	322078943.44	215			

Computed using alpha = .05      R Squared = .547 (Adjusted R Squared = .459)

**ตารางที่ ค.2** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่างกับปัจจัยอุปกรณ์ช่วยยก วิธีการยก และน้ำหนักผู้ป่วย

Correlations		Patient	Equipment	Handling method	Comp. force
Patient	Pearson Correlation	1	0	0	0.393
	Sig. (2-tailed)	.	1	1	0
	N	216	216	216	216
Equipment used	Pearson Correlation	0	1	0	0.221
	Sig. (2-tailed)	1	.	1	0.001
	N	216	216	216	216
Handling method	Pearson Correlation	0	0	1	0.232
	Sig. (2-tailed)	1	1	.	0.001
	N	216	216	216	216
Compressive force	Pearson Correlation	0.393	0.221	0.232	1
	Sig. (2-tailed)	0	0.001	0.001	.
	N	216	216	216	216

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ ค.3 ฮิสโตแกรมแสดงค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณหลังส่วนล่าง

Statistics	Compressive force	
	N	Valid
	Missing	0
Mean		4846.55
Std. Deviation		1223.95
Minimum		1455
Maximum		7955
Percentiles	10	3,372
	11	3,454
	25	3,942
	50	4,785
	75	5,636
	87	6,327
	88	6,456
	89	6,567

ตารางที่ ค.4 ตัวอย่างการทดสอบ Paired Samples T-Test เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดในแนวตั้งที่กระทำที่เท้าของผู้ถูกทดสอบ ( $F_{YA}$ ) กับค่าแรงปฏิกิริยาจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น ( $F_Z$ )

Paired Samples Test R3m2i1

	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean	95% Confide. Interval		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
$F_{YA} - F_Z$	-1.7994	17.7376	2.3291	-6.4633	2.8644	-0.773	57	0.443

Paired Samples Test R3m2o1

	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean	95% Confide. Interval		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
$F_{YA} - F_Z$	-0.4887	14.982	1.8168	-4.1151	3.1377	-0.269	67	0.789

ตารางที่ ค.5 ผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยใช้ผ้าขวาง

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.789	0.623	0.542	655.8074
2	0.788	0.621	0.57	634.8520

a Predictors: (Constant), ST\_ARM, WS, WP

b Predictors: (Constant), ST\_ARM, WP

c Dependent Variable: FC

ตารางที่ ค.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยใช้ผ้าขวาง

Model		Unstandardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error		
1	(Constant)	-1900.94	1610.326	-1.18	0.257
	WP	89.248	54.797	1.629	0.126
	WS	12.966	54.449	0.238	0.815
	ST_ARM	141.415	51.218	2.761	0.015
2	(Constant)	-1853.547	1546.92	-1.198	0.249
	WP	101.098	22.208	4.552	0
	ST_ARM	141.83	49.553	2.862	0.012

สมการที่เหมาะสม คือ  $CF\ OF = -1900.9 + 89.2\ WP + 13.0\ WS + 141.4\ STARM$

ตารางที่ ค.7 ผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกีดสูงสุดในการยกผู้ป่วยเข้า  
หาตัวโดยใช้ผ้าขาว

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.787	0.62	0.538	682.9706
2	0.782	0.612	0.56	666.2148
3	0.743	0.553	0.525	692.8203

- a Predictors: (Constant), ST\_ARM, WS, WP  
 b Predictors: (Constant), ST\_ARM, WP  
 c Predictors: (Constant), WP

ตารางที่ ค.8 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกีดสูงสุด  
ในการยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยใช้ผ้าขาว

Model		Unstandardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error		
1	(Constant)	-1556.011	1677.025	-0.928	0.369
	WP	139.797	57.067	2.45	0.028
	WS	-29.629	56.705	-0.523	0.609
	ST_ARM	79.87	53.339	1.497	0.156
2	(Constant)	-1664.308	1623.34	-1.025	0.322
	WP	112.718	23.305	4.837	0
	ST_ARM	78.922	52.001	1.518	0.15
3	(Constant)	103.504	1175.863	0.088	0.931
	WP	105.398	23.711	4.445	0

สมการที่เหมาะสม คือ  $CF IF = -1556.0 + 139.8 WP - 29.6 WS + 79.9 STARM$

ตารางที่ ค.9 ผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.84	0.706	0.643	558.0903
2	0.836	0.699	0.659	545.5457

a Predictors: (Constant), ST\_ARM, WS, WP

b Predictors: (Constant), ST\_ARM, WP

c Dependent Variable: FC

ตารางที่ ค.10 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย

Model		Unstandardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error		
1	(Constant)	-2986.375	1370.383	-2.179	0.047
	WP	69.448	46.632	1.489	0.159
	WS	26.749	46.336	0.577	0.573
	ST_ARM	178.713	43.586	4.1	0.001
2	(Constant)	-2888.605	1329.31	-2.173	0.046
	WP	93.895	19.084	4.92	0
	ST_ARM	179.568	42.582	4.217	0.001

สมการที่เหมาะสม คือ  $CF\ OC = -2986.4 + 69.4\ WP + 26.7\ WS + 178.7\ STARM$



ตารางที่ ค.11 ผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกดอัดสูงสุดในการยกผู้ป่วยเข้า  
หาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.802	0.643	0.566	746.4327
2	0.801	0.641	0.593	722.6579

a Predictors: (Constant), ST\_ARM, WS, WP

b Predictors: (Constant), ST\_ARM, WP

c Dependent Variable: FC

ตารางที่ ค.12 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการความถดถอยสำหรับค่าแรงกดอัดสูงสุด  
ในการยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยใช้ชุดผู้ป่วย

Model		Unstandardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error		
1	(Constant)	-3958.712	1832.856	-2.16	0.049
	WP	115.283	62.37	1.848	0.086
	WS	15.14	61.974	0.244	0.811
	ST_ARM	105.442	58.296	1.809	0.092
2	(Constant)	-3903.375	1760.873	-2.217	0.043
	WP	129.12	25.279	5.108	0
	ST_ARM	105.926	56.406	1.878	0.08

สมการที่เหมาะสม คือ  $CFIC = -3958.7 + 115.3 WP + 15.1 WS + 105.4 STARM$

ตารางที่ ค.13 การทดสอบ Paired Samples T-Test เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดสูงสุดที่  
ได้จากการทำนายและการทดลอง ในการยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยผ้าขวาง

	Mean	Std. Dev.	Std.ErrorMean	95%Confide.Interval		t	df	Sig. (2-tailed)	
				Lower	Upper				
Pair 1	Y - FC_AVG	-1598.333	745.0519	430.1559	-3449.145	252.4782	-3.72	2	0.065

ตารางที่ ค.14 การทดสอบ Paired Samples T-Test เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดสูงสุดที่  
ได้จากการทำนายและการทดลอง ในการยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยผ้าขวาง

	Mean	Std. Dev.	Std.ErrorMean	95%Confide.Interval		t	df	Sig. (2-tailed)	
				Lower	Upper				
Pair 1	Y - FC_AVG	-177	711.2152	410.6203	-1943.756	1589.7564	-0.43	2	0.708

ตารางที่ ค.15 การทดสอบ Paired Samples T-Test เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดสูงสุดที่  
ได้จากการทำนายและการทดลอง ในการยกผู้ป่วยออกจากตัวโดยชุดผู้ป่วย

	Mean	Std. Dev.	Std.ErrorMean	95%Confide.Interval		t	df	Sig. (2-tailed)	
				Lower	Upper				
Pair 1	Y - FC_AVG	-1177.333	512.056	295.6357	-2449.351	94.6843	-3.98	2	0.058

ตารางที่ ค.16 การทดสอบ Paired Samples T-Test เปรียบเทียบค่าแรงกดอัดแรงกดอัดสูงสุดที่  
ได้จากการทำนายและการทดลอง ในการยกผู้ป่วยเข้าหาตัวโดยชุดผู้ป่วย

	Mean	Std. Dev.	Std.ErrorMean	95%Confide.Interval		t	df	Sig. (2-tailed)	
				Lower	Upper				
Pair 1	Y - FC_AVG	-488.3333	722.2273	416.9782	-2282.446	1305.7788	-1.17	2	0.362

ตารางที่ ค.17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่หลังส่วนล่าง (แยกตามรูปแบบการยก) กับปัจจัยน้ำหนักตัวผู้ป่วย น้ำหนักตัวผู้ยก และค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขน

Correlations		Patient weight	Subject weight	Sj.Static Arm
In-CI	Pearson Correlation	0.436	0.452	0.293
	Sig. (2-tailed)	0.001	0.001	0.032
	N	54	54	54
Out-CI	Pearson Correlation	0.373	0.489	0.39
	Sig. (2-tailed)	0.005	0	0.004
	N	54	54	54
In-Fa	Pearson Correlation	0.39	0.39	0.067
	Sig. (2-tailed)	0.004	0.004	0.628
	N	54	54	54
Out-Fa	Pearson Correlation	0.478	0.59	0.318
	Sig. (2-tailed)	0	0	0.019
	N	54	54	54

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง.

ข้อมูลการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P1 (38) 368	S3 (43) 422	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,566	4,613	4,613	3,899 (649.46)
				ครั้งที่ 2	3,342	3,214	3,342	
				ครั้งที่ 3	3,743	3,712	3,743	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	5,181	5,143	5,181	5,331 (613.82)
				ครั้งที่ 2	6,006	5,843	6,006	
				ครั้งที่ 3	4,807	4,699	4,807	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,222	4,268	4,268	4,278 (448.52)
				ครั้งที่ 2	4,732	4,663	4,732	
				ครั้งที่ 3	3,825	3,835	3,835	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	5,759	5,696	5,759	5,680 (132.78)
				ครั้งที่ 2	5,500	5,526	5,526	
				ครั้งที่ 3	5,754	5,683	5,754	
P1 (38) 368	S2 (41) 402	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	2,538	2,568	2,568	3,742 (1248)
				ครั้งที่ 2	4,941	5,053	5,053	
				ครั้งที่ 3	3,559	3,606	3,606	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,763	4,631	4,763	4,598 (297.43)
				ครั้งที่ 2	4,187	4,255	4,255	
				ครั้งที่ 3	4,776	4,692	4,776	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	5,486	5,494	5,494	5,797 (291.6)
				ครั้งที่ 2	5,691	5,820	5,820	
				ครั้งที่ 3	6,013	6,076	6,076	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,739	4,693	4,739	5,023 (361.83)
				ครั้งที่ 2	4,900	4,887	4,900	
				ครั้งที่ 3	5,430	5,270	5,430	

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P2 (41) 402	S1 (38) 368	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,427	3,463	3,463	3,988 (522.57)
				ครั้งที่ 2	4,508	4,430	4,508	
				ครั้งที่ 3	3,960	3,994	3,994	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,259	3,312	3,312	3,690 (338.88)
				ครั้งที่ 2	3,794	3,703	3,794	
				ครั้งที่ 3	3,948	3,965	3,965	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,733	3,750	3,750	3,517 (1349.7)
				ครั้งที่ 2	4,676	4,735	4,735	
				ครั้งที่ 3	2,052	2,066	2,066	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,787	3,790	3,790	4,316 (648.68)
				ครั้งที่ 2	5,041	4,891	5,041	
				ครั้งที่ 3	4,118	4,094	4,118	
P2 (41) 402	S3 (43) 422	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,808	4,874	4,874	4,676 (532.73)
				ครั้งที่ 2	5,052	5,081	5,081	
				ครั้งที่ 3	4,072	4,063	4,072	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,835	4,847	4,847	4,862 (264.87)
				ครั้งที่ 2	4,605	4,504	4,605	
				ครั้งที่ 3	5,134	5,076	5,134	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,782	3,790	3,790	4,725 (1016.4)
				ครั้งที่ 2	5,758	5,807	5,807	
				ครั้งที่ 3	4,577	4,566	4,577	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,154	4,125	4,154	5,057 (1236.7)
				ครั้งที่ 2	4,516	4,551	4,551	
				ครั้งที่ 3	6,467	6,319	6,467	

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P3 (43) 422	S1 (38) 368	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,130	3,161	3,161	2,629 (1018.2)
				ครั้งที่ 2	3,246	3,272	3,272	
				ครั้งที่ 3	1,416	1,455	1,455	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,891	4,117	4,117	4,028 (144.37)
				ครั้งที่ 2	3,721	3,862	3,862	
				ครั้งที่ 3	4,106	3,985	4,106	
		ผ้าขวาง (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,615	3,617	3,617	3,644 (357.77)
				ครั้งที่ 2	3,257	3,300	3,300	
				ครั้งที่ 3	3,901	4,014	4,014	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,636	3,493	3,636	3,890 (581.07)
				ครั้งที่ 2	3,480	3,414	3,480	
				ครั้งที่ 3	4,555	4,551	4,555	
P3 (43) 422	S2 (41) 402	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,426	4,375	4,426	4,608 (158.48)
				ครั้งที่ 2	4,684	4,600	4,684	
				ครั้งที่ 3	4,714	4,688	4,714	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	5,789	5,766	5,789	4,460 (2236.5)
				ครั้งที่ 2	5,694	5,713	5,713	
				ครั้งที่ 3	1,826	1,878	1,878	
		ผ้าขวาง (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,373	3,355	3,373	3,977 (623.84)
				ครั้งที่ 2	3,869	3,938	3,938	
				ครั้งที่ 3	4,542	4,619	4,619	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	6,273	6,318	6,318	5,854 (1074.6)
				ครั้งที่ 2	6,335	6,619	6,619	
				ครั้งที่ 3	4,592	4,625	4,625	

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P4 (48) (474)	S5 (50) (486)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,146	4,176	4,176	4,464 (394.22)
				ครั้งที่ 2	4,914	4,892	4,914	
				ครั้งที่ 3	4,262	4,304	4,304	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,953	3,878	3,953	4,400 (860.55)
				ครั้งที่ 2	3,642	3,854	3,854	
				ครั้งที่ 3	5,392	5,324	5,392	
	ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,582	3,761	3,761	4,361 (767.61)	
			ครั้งที่ 2	4,090	4,096	4,096		
			ครั้งที่ 3	5,088	5,226	5,226		
		ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,428	4,429	4,429	4,693 (592.03)	
			ครั้งที่ 2	4,255	4,278	4,278		
			ครั้งที่ 3	5,236	5,371	5,371		
P4 (48) (474)	S6 (51) (501)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,268	4,338	4,338	4,360 (534.83)
				ครั้งที่ 2	4,448	4,906	4,906	
				ครั้งที่ 3	3,657	3,837	3,837	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,535	3,601	3,601	4,150 (651.02)
				ครั้งที่ 2	4,869	4,581	4,869	
				ครั้งที่ 3	3,980	3,753	3,980	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,858	3,851	3,858	3,979 (154.85)
				ครั้งที่ 2	3,945	4,153	4,153	
				ครั้งที่ 3	3,850	3,926	3,926	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,511	4,534	4,534	5,187 (575.16)
				ครั้งที่ 2	5,619	5,426	5,619	
				ครั้งที่ 3	5,160	5,408	5,408	



ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P5 (50) (486)	S6 (51) (501)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	2,908	2,904	2,908	2,576 (289.59)
				ครั้งที่ 2	2,324	2,440	2,440	
				ครั้งที่ 3	2,239	2,379	2,379	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,051	3,069	3,069	3,300 (241.77)
				ครั้งที่ 2	3,510	3,551	3,551	
				ครั้งที่ 3	3,258	3,279	3,279	
		ผ้าขวาง (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,768	5,014	5,014	4,233 (681.68)
				ครั้งที่ 2	3,884	3,923	3,923	
				ครั้งที่ 3	3,761	3,682	3,761	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,489	4,604	4,604	4,438 (211.24)
				ครั้งที่ 2	4,458	4,511	4,511	
				ครั้งที่ 3	4,076	4,200	4,200	
P5 (50) (486)	S4 (48) (474)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	2,635	2,745	2,745	3,110 (325.15)
				ครั้งที่ 2	3,294	3,370	3,370	
				ครั้งที่ 3	3,057	3,216	3,216	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,149	4,377	4,377	4,680 (1033.8)
				ครั้งที่ 2	3,832	3,803	3,832	
				ครั้งที่ 3	5,359	5,832	5,832	
		ผ้าขวาง (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	5,029	5,118	5,118	5,163 (243.74)
				ครั้งที่ 2	5,203	5,426	5,426	
				ครั้งที่ 3	4,735	4,945	4,945	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	3,738	3,858	3,858	4,818 (917.84)
				ครั้งที่ 2	4,767	4,909	4,909	
				ครั้งที่ 3	5,687	5,631	5,687	

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P6 (51) (501)	S5 (50) (486)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,392	3,357	3,392	3,680 (289.85)
				ครั้งที่ 2	3,677	3,665	3,677	
				ครั้งที่ 3	3,903	3,971	3,971	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,848	5,054	5,054	4,136 (799.55)
				ครั้งที่ 2	3,733	3,762	3,762	
				ครั้งที่ 3	3,555	3,593	3,593	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,837	4,987	4,987	4,454 (668.16)
				ครั้งที่ 2	3,704	3,622	3,704	
				ครั้งที่ 3	4,670	4,559	4,670	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,936	5,136	5,136	4,911 (338.43)
				ครั้งที่ 2	5,074	5,042	5,074	
				ครั้งที่ 3	4,494	4,521	4,521	
P6 (51) (501)	S4 (48) (474)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	2,951	2,880	2,951	3,501 (512.9)
				ครั้งที่ 2	3,915	3,966	3,966	
				ครั้งที่ 3	3,465	3,586	3,586	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,832	5,104	5,104	4,599 (466.17)
				ครั้งที่ 2	4,247	4,507	4,507	
				ครั้งที่ 3	4,127	4,185	4,185	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,617	4,978	4,978	4,855 (146.53)
				ครั้งที่ 2	4,693	4,682	4,693	
				ครั้งที่ 3	4,877	4,893	4,893	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	5,949	5,808	5,949	5,369 (655.23)
				ครั้งที่ 2	5,501	5,324	5,501	
				ครั้งที่ 3	4,216	4,658	4,658	

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P7 (55) (536)	S8 (57) (562)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	5,962	6,072	6,072	5,225 (1951)
				ครั้งที่ 2	6,308	6,609	6,609	
				ครั้งที่ 3	2,872	2,994	2,994	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	7,882	7,941	7,941	6,963 (955.37)
				ครั้งที่ 2	6,908	6,916	6,916	
				ครั้งที่ 3	6,004	6,032	6,032	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	5,506	5,547	5,547	5,620 (272.43)
				ครั้งที่ 2	5,319	5,391	5,391	
				ครั้งที่ 3	5,860	5,921	5,921	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	7,551	7,618	7,618	7,238 (398.48)
				ครั้งที่ 2	6,616	6,824	6,824	
				ครั้งที่ 3	7,202	7,274	7,274	
P7 (55) (536)	S9 (59) (580)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,180	4,195	4,195	4,641 (490.42)
				ครั้งที่ 2	5,166	5,100	5,166	
				ครั้งที่ 3	4,563	4,540	4,563	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	6,106	6,250	6,250	6,407 (210.85)
				ครั้งที่ 2	6,326	6,316	6,326	
				ครั้งที่ 3	6,647	6,637	6,647	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	4,988	5,055	5,055	4,844 (216.39)
				ครั้งที่ 2	4,854	4,849	4,854	
				ครั้งที่ 3	4,623	4,606	4,623	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	6,914	6,821	6,914	6,658 (300.73)
				ครั้งที่ 2	6,703	6,734	6,734	
				ครั้งที่ 3	6,327	6,209	6,327	

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P8 (57) (562)	S9 (59) (580)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	5,258	5,444	5,444	5,468 (115.1)
				ครั้งที่ 2	5,293	5,367	5,367	
				ครั้งที่ 3	5,464	5,593	5,593	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	5,658	5,529	5,658	5,509 (251.04)
				ครั้งที่ 2	4,902	5,219	5,219	
				ครั้งที่ 3	5,649	5,505	5,649	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,584	3,575	3,584	5,255 (1550.5)
				ครั้งที่ 2	5,950	6,647	6,647	
				ครั้งที่ 3	5,184	5,535	5,535	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	6,283	6,925	6,925	6,535 (340.21)
				ครั้งที่ 2	6,336	6,381	6,381	
				ครั้งที่ 3	6,164	6,299	6,299	
P8 (57) (562)	S7 (55) (536)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	6,755	6,834	6,834	6,672 (1151.4)
				ครั้งที่ 2	6,476	7,735	7,735	
				ครั้งที่ 3	5,449	5,431	5,449	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,942	4,992	4,992	4,447 (474.89)
				ครั้งที่ 2	4,119	4,018	4,119	
				ครั้งที่ 3	4,231	3,992	4,231	
		ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	6,675	6,741	6,741	7,249 (630.46)
				ครั้งที่ 2	7,573	7,955	7,955	
				ครั้งที่ 3	6,871	7,052	7,052	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,794	4,714	4,794	5,041 (214.11)
				ครั้งที่ 2	4,731	5,182	5,182	
				ครั้งที่ 3	5,146	4,981	5,146	

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างในภาวะสถิตและพลวัต (ต่อ)

ผู้ป่วย (N)	ผู้ทดสอบ (N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ	Statics (N)	Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
P9 (59) (580)	S8 (57) (562)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,277	3,275	3,277	4,211 (862.14)
				ครั้งที่ 2	4,328	4,379	4,379	
				ครั้งที่ 3	4,977	4,912	4,977	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	6,140	6,184	6,184	6,276 (614.67)
				ครั้งที่ 2	6,931	6,868	6,931	
				ครั้งที่ 3	5,671	5,712	5,712	
		ผ้าขวาง (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	3,132	3,132	3,132	4,146 (1449.5)
				ครั้งที่ 2	3,500	3,461	3,500	
				ครั้งที่ 3	5,538	5,806	5,806	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	7,833	7,835	7,835	7,448 (372.82)
				ครั้งที่ 2	7,419	7,327	7,419	
				ครั้งที่ 3	6,998	7,091	7,091	
P9 (59) (580)	S7 (55) (536)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	6,555	6,561	6,561	6,403 (525.36)
				ครั้งที่ 2	6,830	6,832	6,832	
				ครั้งที่ 3	5,718	5,817	5,817	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,692	4,867	4,867	5,071 (320.6)
				ครั้งที่ 2	4,905	4,871	4,905	
				ครั้งที่ 3	5,441	5,303	5,441	
		ผ้าขวาง (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	7,370	7,496	7,496	6,343 (1005.8)
				ครั้งที่ 2	5,616	5,642	5,642	
				ครั้งที่ 3	5,751	5,891	5,891	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	4,706	5,202	5,202	5,592 (752.58)
				ครั้งที่ 2	6,326	6,459	6,459	
				ครั้งที่ 3	5,083	5,114	5,114	

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างสำหรับการทดสอบ Validation

ผู้ทดสอบ	ผู้ป่วย(N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ		Fc Statics (N)	Fc Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
R1 (456)	P3 (471)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	r1m1i1	3,775	3,785	3,785	4,822 (937.056)
				ครั้งที่ 2	r1m1i2	5,071	5,013	5,071	
				ครั้งที่ 3	r1m1i3	5,609	5,411	5,609	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	r1m1o1	7,763	7,804	5,250	6,318 (929.623)
				ครั้งที่ 2	r1m1o2	6,740	6,763	6,763	
				ครั้งที่ 3	r1m1o3	6,942	6,877	6,942	
	ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	r1m2i1	2,551	2,556	2,556	3,799 (1161.98)	
			ครั้งที่ 2	r1m2i2	4,858	4,838	4,858		
			ครั้งที่ 3	r1m2i3	3,967	3,983	3,983		
		ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	r1m2o1	7,408	7,424	7,424	7,297 (438.967)	
			ครั้งที่ 2	r1m2o2	7,658	7,573	7,658		
			ครั้งที่ 3	r1m2o3	6,808	6,712	6,808		
R2 (432)	P3 (471)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	r2m1i1	5,640	5,675	5,392	6,061 (609.572)
				ครั้งที่ 2	r2m1i2	6,076	5,998	6,206	
				ครั้งที่ 3	r2m1i3	5,168	5,103	6,585	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	r2m1o1	6,455	6,462	6,462	6,408 (205.202)
				ครั้งที่ 2	r2m1o2	6,079	6,182	6,182	
				ครั้งที่ 3	r2m1o3	6,581	6,552	6,581	
	ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	r2m2i1	6,539	6,761	6,761	5,712 (923.233)	
			ครั้งที่ 2	r2m2i2	4,891	5,024	5,024		
			ครั้งที่ 3	r2m2i3	5,350	5,323	5,350		
		ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	r2m2o1	6,646	6,569	6,646	6,620 (302.466)	
			ครั้งที่ 2	r2m2o2	6,276	6,306	6,306		
			ครั้งที่ 3	r2m2o3	6,795	6,909	6,909		

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลแรงกดอัดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่างสำหรับการทดสอบ Validation (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	ผู้ป่วย(N)	อุปกรณ์	วิธียก	จำนวนท่าซ้ำ		Fc Statics (N)	Fc Dynamics (N)	Max Fc	Avg Max
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2				
R3 (471)	P2 (432)	ชุดผู้ป่วย (M1)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	r3m1i1	4,801	4,823	4,823	4,437 (367.966)
				ครั้งที่ 2	r3m1i2	4,018	4,090	4,090	
				ครั้งที่ 3	r3m1i3	4,395	4,398	4,398	
			ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	r3m1o1	7,171	7,260	5,392	6,061 (609.572)
				ครั้งที่ 2	r3m1o2	6,194	6,206	6,206	
				ครั้งที่ 3	r3m1o3	6,585	6,545	6,585	
	ผ้าขาว (M2)	ยกเข้าหาตัว (D1)	ครั้งที่ 1	r3m2i1	5,729	5,765	5,765	5,619 (180.883)	
			ครั้งที่ 2	r3m2i2	5,353	5,416	5,416		
			ครั้งที่ 3	r3m2i3	5,512	5,674	5,674		
		ยกออกจากตัว (D2)	ครั้งที่ 1	r3m2o1	7,159	7,262	7,262	7,314 (79.5695)	
			ครั้งที่ 2	r3m2o2	7,275	7,225	7,275		
			ครั้งที่ 3	r3m2o3	7,406	7,231	7,406		

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนาย จำแนกตามผู้ทดสอบ

หมายเลขผู้ ทดสอบ	ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ได้จากการยกผู้ป่วย (นิวตัน)							
	รูปแบบการยกผู้ป่วย							
	ยกออกจากตัว โดยผ้าขาว		ยกเข้าหาตัว โดยผ้าขาว		ยกออกจากตัว โดยชุดผู้ป่วย		ยกเข้าหาตัว โดยชุดผู้ป่วย	
	ทำนาย	ทดลอง	ทำนาย	ทดลอง	ทำนาย	ทดลอง	ทำนาย	ทดลอง
S1	5,034	5,041	4,622	4,735	4,393	3,965	3,416	3,463
	5,216	4,555	4,907	4,014	4,534	4,117	3,651	3,272
S2	4,912	4,739	4,133	5,494	4,420	4,255	3,173	2,568
	5,403	6,318	4,902	4,619	4,802	5,713	3,807	4,426
S3	4,917	5,526	4,061	3,835	4,446	4,807	3,187	3,342
	5,226	4,551	4,546	4,577	4,687	4,605	3,587	4,072
S4	5,187	5,949	5,241	4,978	4,252	4,507	4,077	3,966
	5,051	5,687	5,028	5,426	4,146	4,377	3,901	3,370
S5	5,652	5,136	5,430	4,987	4,859	5,054	4,434	3,971
	5,406	5,371	5,045	5,226	4,668	5,392	4,117	4,304
S6	4,828	4,604	4,791	5,014	3,895	3,551	3,751	2,908
	4,719	4,534	4,620	4,153	3,810	4,869	3,610	4,906
S7	6,647	6,459	6,528	7,496	5,820	5,441	5,596	6,832
	6,484	5,182	6,271	7,052	5,692	4,992	5,385	5,449
S8	6,942	7,835	6,620	5,806	6,213	6,931	5,827	4,977
	6,542	6,824	5,993	5,921	5,901	6,032	5,310	6,072
S9	6,748	6,925	6,273	6,647	6,067	5,658	5,603	5,444
	6,571	6,327	5,902	5,055	5,883	6,250	5,298	4,563
Pair T-test	t = -0.054		t = -0.046		t = -0.928		t = -0.062	





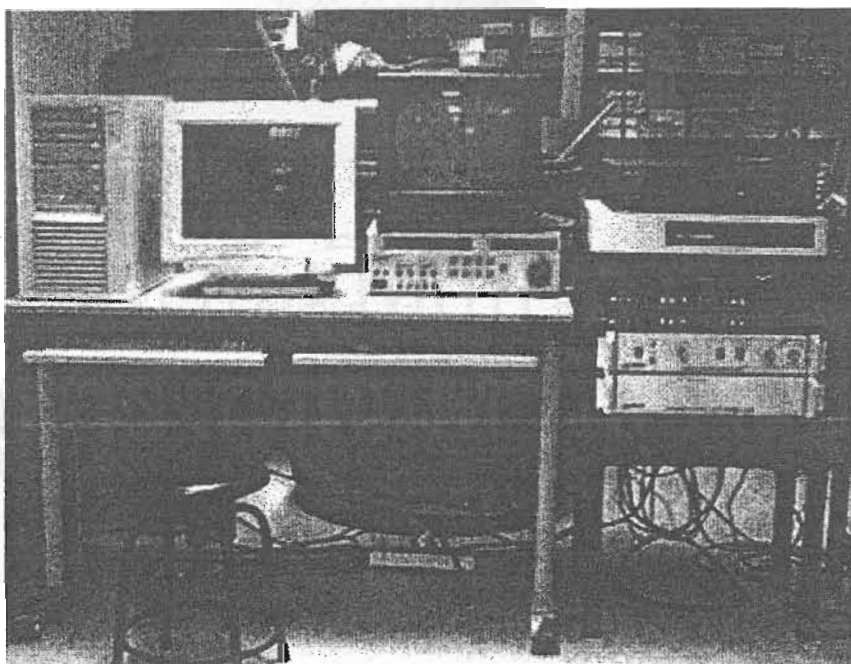
ภาคผนวก จ.

รูปภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

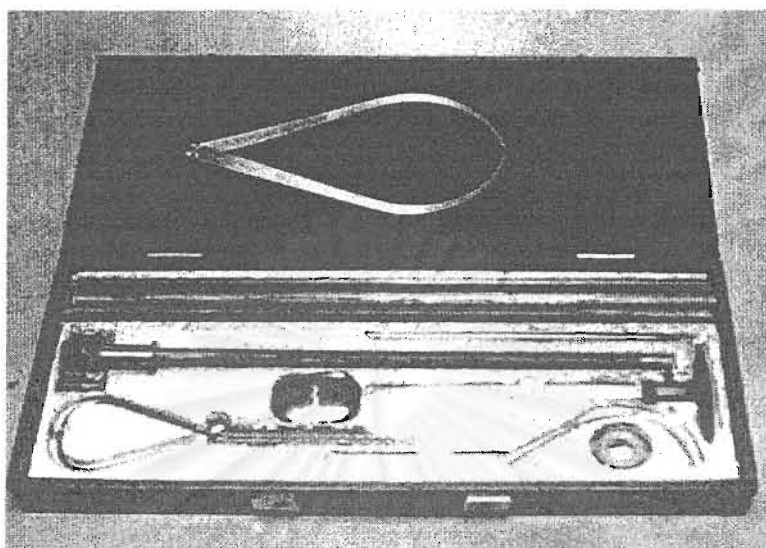
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



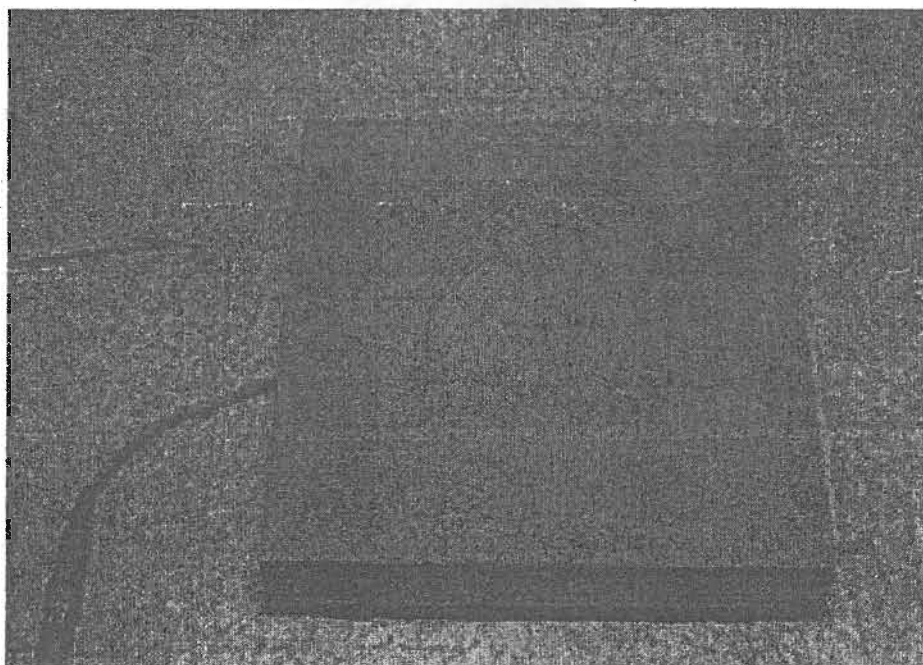
รูปที่ จ.1 กล้องถ่ายภาพวิดีโอ



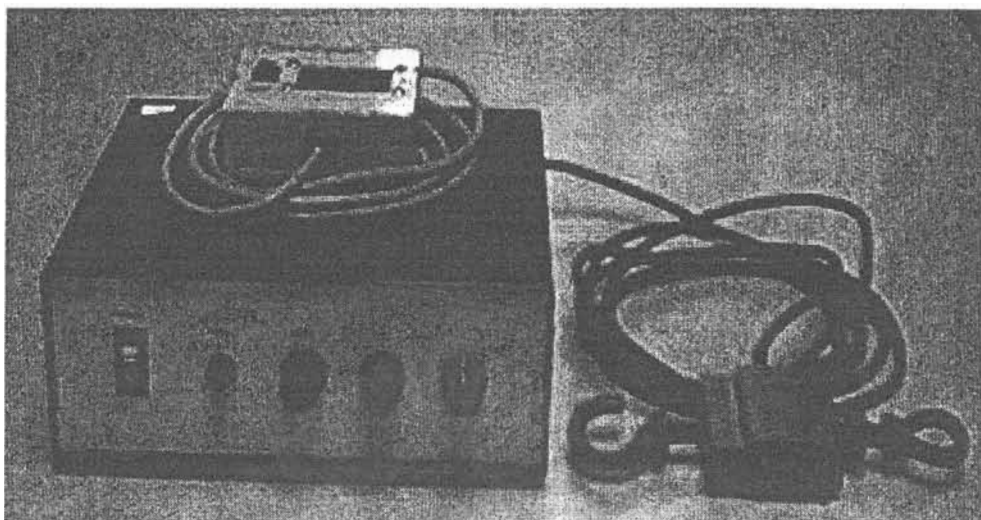
รูปที่ จ.2 ชุดเครื่องมือวัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Peak Motus System)



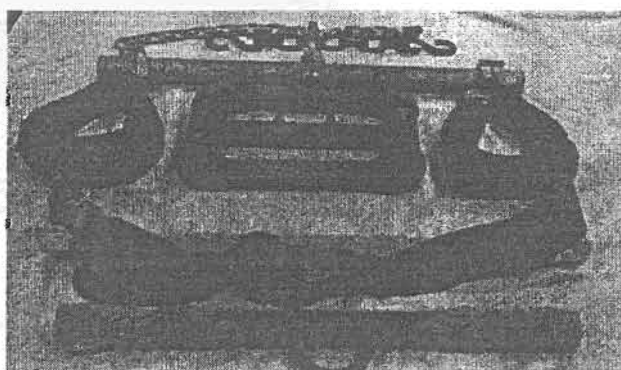
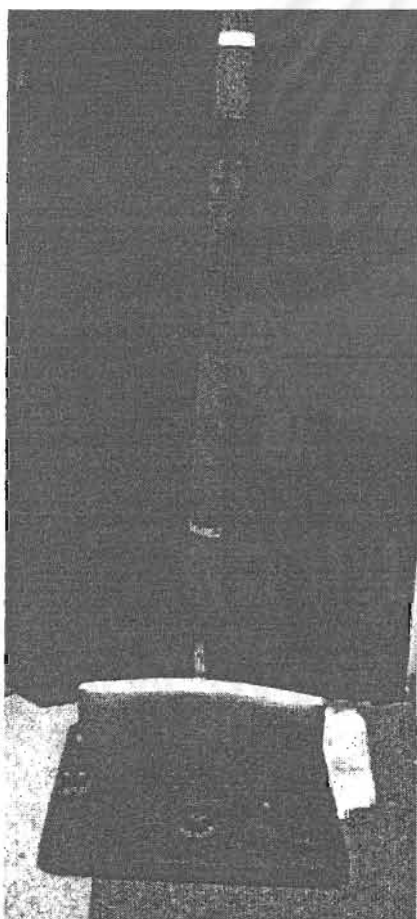
รูปที่ ๑.3 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย



รูปที่ ๑.4 แผ่นวัดแรงปฏิกิริยาที่พื้น (Force Platform)



รูปที่ ๑.๕ เครื่องวัดแรงดึงในการทดสอบกำลังสถิต



รูปที่ ๑.๖ ชุดเครื่องมือวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ



ภาคผนวก จ.

ข้อมูลสถิติที่สำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.1 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาลทั่วราชอาณาจักร ประจำปี 2542 (ต่อ)

ลำดับ	อาการ/สาเหตุ	ยกผู้ป่	หนักล้	เข้	มุด	เข้าตา	หล่นที่	ตกเอง	ชนกระ	ลวก	ติดเชื้	รณน	อื่น ๆ
1	ถูกสุนัขกัดที่น่องขวา บาดแผลที่น่องขวา												1
2	ถูกขวดน้ำเกลือกระแทกนิ้วเท้าซ้าย นิ้วเท้าซ้ายอักเสบบวม								1				
3	น้ำยาเคมีเข้าตาซ้าย เยื่อบุตาซ้ายอักเสบ					1							
4	ยกคนไข้ย้ายเตียง ปวดหลัง กล้ามเนื้อหลังอักเสบ	1											
5	น้ำจากกระเพาะอาหารผู้ป่วยเข้าตาขวา ตาขวาอักเสบ					1							
6	น้ำยาฟอรัมาลินกระเด็นเข้าตาซ้าย เยื่อบุตาซ้ายอักเสบ					1							
7	ขอบกระดาดที่มตาซ้าย บาดเจ็บที่ตาซ้าย					1							
8	ลื่นหกล้ม บาดเจ็บข้อมือซ้าย		1										
9	เหล็กบาดนิ้วมือขวา บาดแผลฉีกขาดนิ้วหัวแม่มือขวา					1							
10	เข็มฉีดยาตำนิ้วมือซ้าย บาดแผลฉีกขาดปลายนิ้วมือซ้าย			1									
11	ยกผู้ป่วย ปวดหลัง	1											
12	ผู้ป่วยล้มทับ ปวดหลัง	1											
13	กระเบื้องบาดนิ้วมือขวา บาดแผลฉีกขาดนิ้วโป้งมือขวา					1							
14	หัวเข่ากระแทกเตียงผู้ป่วย ข้ำหัวเข่าซ้าย								1				
15	หน้าผากกระแทกมดู่ บวมข้ำที่หน้าผาก								1				
16	กระจกบานเลื่อนบาดข้อมือ บาดแผลฉีกขาดข้อมือขวา					1							
17	เข็มฉีดยาตำฝ่ามือ บาดแผลฉีกขาดฝ่ามือขวา			1									
18	เข็มฉีดยาตำนิ้วมือ บาดแผลฉีกขาดนิ้วมือซ้าย			1									
19	มีดบาดนิ้วมือ บาดแผลฉีกขาดนิ้วกลางมือขวา					1							
20	เข็มตำนิ้วมือ บาดแผลที่นิ้วมือซ้าย			1									
21	ฟอรัมารินกระเด็นเข้าตา เยื่อบุตาซ้ายอักเสบ					1							
22	แพทย์ทำควมสะอาดเครื่องใช้ผู้ป่วย ผื่นคันมือขวา												1
23	หลอดแก้วฉีดยาแตกบาดนิ้วมือขวา แผลฉีกขาดนิ้วมือขวา					1							
24	ตกจากเก้าอี้กั้นกระแทกพื้น ปวดสะโพกซ้าย							1					
25	หลอดแก้วยาบาดนิ้วมือขวา แผลฉีกขาดนิ้วมือขวา					1							
26	เท้ากระแทกสันเท้าซ้าย ปวดสันเท้าซ้าย								1				
27	เข็มฉีดยาตำ บาดแผลนิ้วมือซ้าย			1									
28	เลือดคนไข้โรคเอดส์โดนมือที่เป็นแผล นิ้วมือขวาสัมผัสเลือดผู้ป่วย										1		
29	เศษแก้วบาดนิ้วมือ บาดแผลนิ้วกลางมือซ้าย					1							
30	ถูกทำร้ายร่างกาย แขนขวาฟกช้ำ							1					
31	หลอดไฟตกใส่ นิ้วกลาง นิ้วนางมือขวาปวดบวม							1					
32	ประตูกระแทก นิ้วกลางมือซ้ายฟกช้ำ								1				
33	ประตูหนีบ นิ้วมือขวาฟกช้ำ								1				
34	เข้			1									
35	เหล็กข้างเตียงหล่นใส่ เท้าขวาฟกช้ำ							1					
36	ประตูหนีบ นิ้วกลาง นิ้วนางมือซ้ายเป็นแผล								1				









ตารางที่ ๑.2 สถิติการประสบนันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาลที่วราชมหาวิทยาลัย ประจำปี 2543 (ต่อ)

ลำดับ	อาการ/สาเหตุ	ยกผู้	หนัก	เต็ม	บาดเจ็บ	เข้าตา	หลัง	ตก	ชน	รถ	ติด	อื่น ๆ
18	เข็มฉีดยาตำ นิ้วหัวแม่มือซ้าย			1								
19	เข็มตำ นิ้วกลางมือซ้าย			1								
20	ลื่นล้ม เข้าขวาพักขา		1									
21	ลื่นล้ม ปวดหลังเท้าซ้าย		1									
22	ยกผู้ป่วยขึ้นจากเตียง ปวดหลัง	1										
23	รถเข็นกระแทก ต้นขาซ้าย หัวเข่าซ้ายพักขา								1			
24	หลุดแก้วบาด นิ้วชี้มือซ้ายแผลฉีก				1							
25	เข็มทิ่ม นิ้วหัวแม่มือขวาแผลฉีก			1								
26	ขอบแก้วอีกกระแทก เท้าซ้ายพักขา								1			
27	เก้าอี้ทับ นิ้วหัวแม่มือขวาแผลฉีก						1					
28	กระแทกเตียงคนไข้ ต้นขาซ้ายพักขา								1			
29	เดินขาพลิก สะโพกด้านซ้ายอักเสบ											1
30	ดึงอ็อกซิเจนอย่างแรง คอเคล็ด											1
31	เข็มตำ นิ้วนางมือซ้ายเป็นแผล			1								
32	กรรไกรบาด มือซ้ายเป็นแผล				1							
33	น้ำยาฟอรั่มาลีนเข้าตาขวา เยื่อぶตาอักเสบ					1						
34	ลื่นล้มนิ้วชี้ กลางมือขวากระแทกพื้น ปวดบวมที่นิ้วมือ		1									
35	เข็มฉีดยาแทงนิ้วหัวแม่มือซ้าย แผลที่นิ้วมือ			1								
36	ถูกเข็มแทงนิ้วหัวแม่มือซ้าย แผลที่นิ้วมือ			1								
37	ฟิล์มบาดนิ้วชี้มือขวา บาดแผลนิ้วชี้มือขวา				1							
38	เครื่องทับนิ้วหัวแม่มือซ้าย นิ้วหัวแม่มือซ้ายเล็บแตก						1					
39	ขณะทำงานเดินถือยาสะดุดล้มเข้าซ้ายและกันกระแทกพื้น เข้าซ้าย	1										
40	โดนเข็มตำนิ้วก้อยมือขวา บาดแผลปวดบวม			1								
41	ยกของหนัก กล้ามเนื้อหลังอักเสบ	1										
42	มึดบาดนิ้วหัวแม่มือขวา บาดแผลฉีกขาด				1							
43	โต๊ะทับหลังเท้าซ้าย แผลฉีกขาด						1					
44	แท้มบาดนิ้วกลางมือขวา แผลฉีกขาด เย็บแผล				1							
45	น้ำยาล้างเครื่องมือเข้าตาขวา เยื่อぶตาอักเสบ					1						
46	ที่วางแขนตกใส่ นิ้วเท้าขวาอักเสบ						1					
47	เศษกระจกกระเด็นใส่ ตาขวาอักเสบ					1						
48	เจาะเลือดผู้ป่วยติดเชื้อเอดส์เกิดพลาดเข็มได้แทงนิ้วมือซ้าย นิ้วหัว			1								
49	เศษแก้วบาดมือ แผลฉีกขาดมือซ้าย				1							
50	เข็มตำมือ แผลเลือดออกมือซ้าย			1								
51	ถูกเข็มฉีดยาคนไข้แทง นิ้วกลางมือซ้ายเป็นแผล Anti HIV			1								
52	ถูกเข็มเจาะเลือดผู้ป่วย นิ้วก้อยมือขวาเป็นแผล Anti HIV			1								
53	โดนมีดบาด นิ้วชี้มือซ้ายเป็นแผล				1							

ตารางที่ ๑.2 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาลทั่วราชอาณาจักร ประจำปี 2543 (ต่อ)

ลำดับ	อาการ/สาเหตุ	ยกผู้ป่	หกล้ม	เข็มตำ	บาด	เข้าตา	หลังท้	ตกเอง	ชนกระ	ลวก	ติดเชื้อ	รถยนต์	อื่น ๆ
54	เจาะเลือดคนไข้ซึ่งแผ่น HIV กระเด็นถูกแผลที่นิ้วมือ โคนเลือด HIV										1		
55	เชื้อ HIV กระเด็นเข้าตา เจ็บตาขวา					1							
56	ลวดเย็บกระดาษตำทะลุ เล็บนิ้วชี้มือขวาเป็นหนอง			1									
57	ปฏิบัติงานยกหามคนไข้ ปวดหลัง	1											
58	ปฏิบัติงานยกหามคนไข้ ปวดหลัง	1											
59	กระโดดลงจากรถบรรทุกกระทันหัน น่องซ้ายบวม กล้ามเนื้ออักเสบ												1
60	ถูกเข็มฉีดยาตำ นิ้วนางมือซ้ายเจ็บ			1									
61	โดนเข็มทิ่มนิ้วชี้มือขวา นิ้วชี้มือขวาแผล			1									
62	เลือดจากผู้ป่วยกระเด็นเข้าตา ตาซ้ายแดง					1							
63	เข็มน้ำเกลือทิ่ม นิ้วหัวแม่มือซ้ายเป็นแผล			1									
64	ออกแรงจับผู้ป่วย กล้ามเนื้อสะบักพลิก	1											
65	ลื่นล้มในห้องน้ำขณะเข้าไปช่วยผู้ป่วย ปวดศีรษะเจ็บหน้าอก			1									
66	ได้กลิ่นยามากเป็นลมหน้ามืด ร่างกายให้ออกซิเจนช่วยหายใจ												1
67	ถูกน้ำยาล้างแผลผ้าดัดกระเด็นเข้าตา เคืองตา 2 ข้าง					1							
68	ถูกAMPยาบาดนิ้วมือ บาดแผลนิ้วชี้มือขวา					1							
69	ถูกเข็มแทง นิ้วชี้มือขวาบาดแผล			1									
70	ถูกเข็มฉีดยาทิ่ม บาดแผลนิ้วหัวแม่มือซ้าย			1									
71	ดึงปลอกเข็มออกจากเข็มถูกเข็มตำ นิ้วหัวแม่มือซ้ายบาดแผล			1									
72	เปลี่ยนชุดน้ำเกลือให้ผู้ป่วยถูกเข็มตำ นิ้วชี้มือขวาบาดแผล			1									
73	ลุกจากเก้าอี้ลื่นไถลขาขวาพลิก เอ็นกล้ามเนื้อ, ข้อสะโพกอักเสบ			1									
74	เข็มทิ่ม บาดแผลนิ้วหัวแม่มือซ้าย			1									
75	สัมผัสถูกเลือดผู้ป่วย H.I.V.เข้าแผล ปลายนิ้วชี้มือซ้าย										1		
76	ขณะเจาะเลือดคนไข้เข็มตำ นิ้วกลางมือขวาเป็นแผล			1									
77	ถูกเข็มทิ่ม เป็นแผลที่นิ้วหัวแม่มือข้างขวา			1									
78	ถูกฝ่าขวดยาบาด มีบาดแผลที่นิ้วหัวแม่มือขวา					1							
79	ถูกเข็มฉีดยาทิ่ม นิ้วหัวแม่มือซ้าย			1									
80	เข็มฉีดยาผู้ป่วย HIV แทงแขน เป็นรอยเข็มแขนซ้าย			1									
81	ขณะแทงน้ำเกลือให้ผู้ป่วยHIVถูกเข็มตำ รอยเข็มตำนิ้วก้อยมือขวา			1									
82	ถูกประตูดรประกันสังคมหนีบ นิ้วหัวแม่มือซ้ายปวดบวม									1			
83	ด้ามเหล็กกระทันหัน แผลที่หูขวา									1			
84	ถูกลึงกัดนิ้วมือ นิ้วชี้มือซ้ายเป็นแผล												1
85	ถูกเข็มน้ำเกลือแทงนิ้ว เป็นแผล			1									
86	โดนเข็มที่ฉีดยาผู้ป่วยแล้วตำนิ้วชี้มือขวา บาดแผลนิ้วชี้มือขวา			1									
87	เสมหะคนไข้กระเด็นเข้าตา ตาอักเสบ							1					
88	ให้น้ำเกลือคนไข้สารน้ำปนเลือดกระเด็นเข้าตาขวา ตาอักเสบ							1					
89	เสาลมน้ำเกลือกระทันหัน นิ้วหัวแม่มือขวาปวดบวม									1			





ตารางที่ ๑.3 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาลที่วราชนาจักร ประจำปี 2544 (ต่อ).

ลำดับ	อาการ/สาเหตุ	ยกผู้	หกล้ม	เข็มตำ	บาด	เข้าตา	หล่นที่	ตกเอง	ชนกระ	ลวก	ติดเชื้อ	รณยณต์	อื่น ๆ
44	ของหล่นใส่ นิ้วนางมือขวาบาดแผลฉีกขาด						1						
45	เข็มตำคิ้วมือขวา มีอาการปวดบวม			1									
46	เข็มตำข้อมือ ข้อมือซ้ายปวด,บวม			1									
47	เข็มตำนิ้วชี้มือขวา ปวด บวม			1									
48	เหล็กแหลมตำมือซ้าย บาดแผลมือซ้ายฉีกขาด			1									
49	คอมไฟบาดนิ้วกลางมือขวา แผลถลอกบวมซ้ำ				1								
50	ยกพาเลต หัวไหล่ขวาหลุด	1											
51	เลือดกระเด็นเข้าตา ตาขวาแดง					1							
52	เข็มตำนิ้ว แผลเลือดออกนิ้วหัวแม่มือซ้าย			1									
53	ประตุนิ้วนิ้วมือ นิ้วกลางมือซ้ายอักเสบมีหนอง								1				
54	คัตเตอร์บาดนิ้วมือ นิ้วหัวแม่มือซ้ายแผลฉีกขาด				1								
55	ขูดยาบาด นิ้วหัวแม่มือซ้ายแผลฉีกขาด				1								
56	เข็มฉีดยาพลาดตำนิ้วมือ นิ้วชี้มือซ้ายเป็นแผล			1									
57	ลัม แชน, ชายโครง, สะโพกด้านขวาเจ็บ		1										
58	ยกคนไข้ ปวดหลัง	1											
59	ไอร้อนลวก ท้องแขนขวาพุพอง									1			
60	เข็มฉีดยาตำ นิ้วชี้มือซ้ายมีแผล			1									
61	ฝ่าเท้าชนหล่นใส่ร่างกาย หัวไหล่ขวา สะโพกขวา คิ้วซ้ายและต้นคอ						1						
62	ฉีดยาปักนิ้วมือ นิ้วชี้มือขวามีเลือดออก			1									
63	เข็มเจาะเลือดตีมนิ้ว นิ้วกลางมือซ้ายมีเลือดออก			1									
64	ลื่นล้มขณะวิ่งไปผ่าตัด ข้อเท้าซ้ายแพลง		1										
65	เลือดผู้ป่วย HIVไหลถูกมือซึ่งเป็นแผล แผลนิ้วกลางมือซ้าย										1		
66	ฉีดยาคอนไ้ถูกเข็มตำนิ้วมือ นิ้วหัวแม่มือขวาเลือดออก			1									
67	เจาะเลือดคนไข้ถูกเข็มแทงนิ้วหัวแม่มือซ้าย นิ้วหัวแม่มือซ้ายบาด			1									
68	เลือดคนไข้กระเด็น เสี่ยงต่อภาวะติดเชื้อ										1		
69	ดึงเข็มออกจากคนไข้เข็มตำแขน แขนซ้ายแผลถลอก			1									
70	ถูกเข็มผู้ป่วยHIVแทง นิ้วหัวแม่มือขวาบาดแผล			1									
71	ฉีดยาให้คนไข้เข็มตำ นิ้วชี้มือซ้ายบาดแผล			1									
72	ลื่นหกล้ม ข้อเท้าขวาพลิก		1										
73	เจาะเลือดผู้ป่วยเข็มตำ นิ้วกลางมือซ้ายรอยเข็ม			1									
74	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฟหลังแอน ป้องกันการติดเชื้อ										1		
75	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฟหลังแอน ป้องกันการติดเชื้อ										1		
76	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฟหลังแอน ป้องกันการติดเชื้อ										1		
77	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฟหลังแอน ป้องกันการติดเชื้อ										1		
78	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฟหลังแอน ป้องกันการติดเชื้อ										1		
79	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฟหลังแอน ป้องกันการติดเชื้อ										1		
80	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฟหลังแอน ป้องกันการติดเชื้อ										1		

ตารางที่ ๑.3 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาลทั่วราชอาณาจักร ประจำปี 2544 (ต่อ)

ลำดับ	อาการ/สาเหตุ	ยกผู้ป่	หนัก	เริ่มตำ	บาด	เข้าตา	หลังที่	ตกเอง	ชนกระ	ลวก	ติดเชื้อ	รถยนต์	อื่น ๆ
81	สัมผัสผู้ป่วยใช้กาฬหลังแอ่น ป้องกันการติดเชื้อ										1		
82	สัมผัสผู้ป่วยใช้กาฬหลังแอ่น ป้องกันการติดเชื้อ										1		
83	สัมผัสผู้ป่วยใช้กาฬหลังแอ่น ป้องกันการติดเชื้อ										1		
84	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฬหลังแอ่น ป้องกันการติดเชื้อ										1		
85	สัมผัสและดูแลผู้ป่วยโรคใช้กาฬหลังแอ่น ร่างกาย										1		
86	สัมผัสผู้ป่วยโรคใช้กาฬหลังแอ่น ป้องกันการติดเชื้อ										1		
87	หลุดบรจุเลือดบาดนิ้ว บาดแผลนิ้วกลาง นิ้วนาง มือขวา					1							
88	เข็มตำนิ้วมือ บาดแผลนิ้วกลางมือซ้าย			1									
89	เลือดผู้ป่วย HIV แดงหกใส่มือ ตรวจเลือดมือขวา										1		
90	เข็มเจาะเลือดผู้ป่วยหลังใส่เท้า บาดแผลหลังเท้าขวา			1									
91	เข็มตำนิ้วมือ บาดแผลนิ้วนางมือซ้าย			1									
92	เข็มทิ่มนิ้ว บาดแผลนิ้วหัวแม่มือขวา			1									
93	เข็มฉีดยาแทงนิ้ว บาดแผลนิ้วชี้มือซ้าย			1									
94	เศษแก้วบัก มีบาดแผลที่นิ้วหัวแม่มือขวา					1							
95	คนไข้เด็กกัดบริเวณแขน แขนขวาเป็นแผลและปวด												1
96	ใบมีดโกนบาดมือ แผลที่นิ้วหัวแม่มือซ้าย					1							
97	ตะปูตำหน้าแข้งซ้าย แผลที่หน้าแข้งซ้าย			1									
98	เข็มฉีดยาแทง บาดแผลข้อมือขวา ปวด บวม			1									
99	เตรียมยาฉีดขวดยาบาด นิ้วกลางเป็นแผลฉีกขาด					1							
100	เข็มฉีดยาตำนิ้วชี้มือขวา นิ้วชี้มือขวาเป็นแผล			1									
101	ปฏิบัติงานเกิดข้อเท้าซ้ายพลิก ข้อเท้าซ้ายปวดบวมอักเสบ									1			
102	ตะปูลินชักบาดนิ้วกลางมือซ้าย แผลหลังนิ้วกลางมือซ้าย					1							
103	หลุดแก้วเจาะเลือดแทงทะลุ นิ้วชี้มือขวาเป็นแผล					1							
104	ที่ล็อคเปลเซ็นผู้ป่วยกระแทก นิ้วหัวแม่มือเท้าซ้ายเจ็บฉีกปวด									1			
105	ขณะทำงานหน่วยไตเทียมใช้นิ้วกดหลอดเลือดให้เลือดหยุดเป็นเว									1			
106	เท้าขวากระแทกแก้ว นิ้วเท้าชั้น, อักเสบ									1			
107	หักหลอดยาบาดนิ้ว บาดแผลนิ้วชี้มือขวา					1							
108	เข็มตำนิ้วนาง, กลางมือขวา นิ้วนาง, กลางมือขวามีแผล			1									
109	รถเบรกกะทันหันตกจากเบาะ ต้นขาซ้ายบวมซ้ำ												1
110	ทำงานลิ้นลิ้ม ปวดบวมข้อเท้าขวา			1									
111	ดูแลผู้ป่วย ติดเชื้อ										1		
112	ดูแลผู้ป่วย ติดเชื้อ										1		
113	ดูแลผู้ป่วย ติดเชื้อ										1		
114	ดูแลผู้ป่วย ติดเชื้อ										1		
115	ดูแลผู้ป่วย ติดเชื้อ										1		
116	ดูแลผู้ป่วย ติดเชื้อ										1		
117	ดูแลผู้ป่วย ติดเชื้อ										1		







ตารางที่ ๑.4 สถิติการประสบนันตรายหรือเจ็บป่วยจากการทำงานของพยาบาลที่วราชอาณาจักร ประจำปี 2545 (ต่อ)

ลำดับ	อาการ/สาเหตุ	ยกผู้ป่วย	หกล้ม	เข็มตำ	บาด	เข้าตา	หล่นที่	ตกเอง	ชนกระ	ลวก	ติดเข็ม	รดยนต์	อื่น ๆ
50	ตกบันได เส้นเอ็นเข้าขวาวขาด หมอนรองกระดูกเข้าขวาแตก							1					
54	ของมีคมบาดนิ้วมือ แผลฉีกขาดนิ้วชี้มือขวา				1								
61	อุบัติเหตุรถชน แผลฉีกขาดหางคิ้วซ้าย ปวมซ้ำ											1	
62	กระโดดลงเบาะลมถูกบริเวณขอบเบาะ คอเคล็ด												1
63	เครื่องดูดเสมหะกระเด็นตีตาขวา หางตาขวาเป็นแผล								1				
64	อุบัติเหตุรถยนต์เฉี่ยวชน เข้าและข้อเท้าซ้ายเป็นแผลถลอก											1	
65	ถาดน้ำยาบาด ข้อมือขวาเป็นแผลฉีกขาด				1								
66	เข็มตำนิ้วนางมือซ้าย บาดแผลเลือดออก			1									
67	เตียงผ้าตัดหลังทับนิ้วกลางมือซ้าย นิ้วกลางมือซ้ายปวดบวม						1						
68	เข็มแทง เลือดออกนิ้วกลางมือซ้าย			1									
69	ใบมีดโกนบาดนิ้วมือขวา นิ้วชี้มือขวาเป็นแผล				1								
70	แก้วแตกแทงนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้มือซ้าย เป็นแผล				1								
71	เข็มติดที่ผ้าก๊อสนักหลังมือ นิ้วนางมือขวาเลือดออก			1									
72	สะดุดสายไฟ สลบบวดศีรษะ		1										
73	เข็มตำนิ้วมือ แผลนิ้วชี้มือขวา			13									
86	ฉมสมเลือดกระเด็นเข้าตา ปวดเคืองตาขวา						1						
87	เข็มตำบาดมือ			8									
95	เหล็กบาดนิ้ว บาดแผลที่นิ้วชี้มือซ้าย				1								
96	เลือดกระเด็นเข้าหน้าและตา รอลผลการตรวจเลือดของผู้ป่วย						1						
97	เข็มฉีดยาผู้ป่วยเอดส์ทิ่มนิ้วชี้มือขวา เป็นแผล			1									
98	ขวดแตกบาดนิ้วชี้มือซ้าย บาดแผลฉีกขาด				1								
99	เข็มฉีดยาคนไข้ทิ่ม นิ้วชี้มือซ้าย เป็นแผล			1									
100	เข็มฉีดยาทิ่ม นิ้วชี้มือซ้าย เป็นแผล			1									
101	น้ำยาเคมีเข้าตาขวา ตาขวาแดงอักเสบ						1						
102	เข็มทิ่มนิ้วมือ ปวดนิ้วหัวแม่มือซ้าย			1									
103	เข็มแม็ดแทง สันเท้าขวาเป็นแผล			1									
104	เข็มฉีดยาแทง นิ้วกลางมือซ้ายเป็นแผล			1									
105	ให้นำเกลือผู้ป่วยถูกเข็มตำ แผลถูกเข็มตำนิ้วหัวแม่มือขวา, นิ้วชี้มือ			1									
106	นำคร่ำผู้ป่วยโรคเอดส์ถูกแผล หลังมือซ้ายเป็นแผล										1		
107	มือโดนเหล็กขอบเตียง นิ้วชี้ซ้ายบวมซ้ำ								1				
108	กลับจากส่งคนไข้รถทัวร์ชนท้ายรถ สะโพกซ้ายเจ็บ								1				
109	เข็มตำ เจ็บนิ้วหัวแม่มือซ้าย			1									
110	เข็มโดนนิ้ว บาดเจ็บนิ้วกลางมือขวา			1									
111	ประคบน้ำนิ้วมือ แผลฉีกขาดนิ้วชี้มือซ้าย								1				
	รวม	1	7	61	7	3	3	2	9	1	1	3	3

1% 7% 61% 7% 4% 3% 2% 8% 1% 1% 3% 3%

ตารางที่ ๑.5 รายงานกิจกรรมที่พยาบาลคาดว่าจะก่อให้เกิดอาการเจ็บปวด/ปวดเมื่อย จำแนกตามแผนก

	กิจกรรม	ER	OPD	หอชาย	หอหญิง	พิเศษ 5	พิเศษ 6	ICU	อื่นๆ	รวม	%
1	ยกเคลื่อนผู้ป่วย	8	-	6	6	10	8	11	-	49	67%
2	เดิน	9	-	6	8	7	8	5	-	43	59%
3	ทำแผล	7	-	4	1	4	7	1	-	24	33%
4	อาบน้ำผู้ป่วย บนเตียง	-	-	3	2	3	2	8	-	18	25%
5	ตรวจเช็คคนไข้	1	3	-	4	3	3	-	-	14	19%
6	Admid-Refer ผู้ป่วย	3	-	1	1	1	2	3	1	12	16%
7	เตรียมของนึ่ง/อุปกรณ์	1	-	-	1	-	3	2	-	7	10%
8	ฉีดยา	2	-	1	1	1	2	-	-	7	10%
9	ยกของหนัก	4	-	-	1	-	1	-	1	7	10%
10	ดูดเสมหะผู้ป่วย	-	-	1	1	1	2	2	-	7	10%
11	เย็บแผล	6	-	-	-	-	-	-	-	6	8%
12	กัมแทงน้ำเกลือ	3	-	-	1	1	1	-	-	6	8%
13	เปลี่ยนผ้าปูเตียง	-	-	1	3	2	-	-	-	6	8%
14	ช่วยชีวิต:tube/ปั๊มหัวใจ	3	-	-	1	-	1	-	-	5	7%
15	ให้คำแนะนำ	1	-	-	-	-	2	-	-	3	4%
16	เข้าผ้าตัด	2	-	-	-	-	-	-	1	3	4%
17	รับคำสั่งแพทย์	2	-	-	-	-	-	-	1	3	4%
18	ตริ่งผู้ป่วย	3	-	-	-	-	-	-	-	3	4%
19	ประสานงานต่างแผนก	1	-	-	-	2	-	-	-	3	4%
20	เจาะเลือด	-	-	-	1	1	1	-	-	3	4%
21	ทำความสะอาดเครื่องมือ	1	-	-	-	1	1	-	-	3	4%
22	ลงทะเบียนผู้ป่วย/ซักประวัติ	2	-	-	-	-	-	-	-	2	3%
23	เลี้ยงเด็กอ่อน	-	-	-	1	1	-	-	-	2	3%
24	ประสานงานทั่วไป	-	2	-	-	-	-	-	-	2	3%
25	ให้เลือด	-	-	-	-	1	1	-	-	2	3%
27	กัมเคาะปอด	-	-	1	-	-	-	1	-	2	3%
28	รับ-ส่งของระหว่างแผนก	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1%
29	เติมน้ำดื่ม	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1%
30	พาผู้ป่วยเข้าห้องน้ำ	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1%
32	งานคอมพิวเตอร์	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1%
31	ให้ยา/อาหาร (ทางสาย)	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1%
33	ให้ยา/อาหาร (ปกติ)	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1%
	รวม	60	6	25	33	41	46	33	4	248	

ตารางที่ ๑.6 ความถี่ของกิจกรรมประจำวันของพยาบาล (ครั้งต่อกะ) จำแนกตามแผนก

	กิจกรรม	ER	OPD	หอชาย	หอหญิง	พิเศษ 5	พิเศษ 6	ICU	รวม
1	เดินหยาบอุปกรณ์ตามห้องตรวจ	88.4	162.8	32.8	18.8	17.6	18.4	6.0	344.8
2	ตรวจเช็กผู้ป่วย	28.0	149.6	22.4	16.0	16.4	11.2	22.8	266.4
3	ลงทะเบียน/ซักประวัติ	41.2	152.8	3.6	3.6	4.0	4.0		209.2
4	งานคอมพิวเตอร์	37.2	83.2	20.4	14.4	12.4	14.8	2.8	185.2
5	ประสานงานทั่วไป/โทรศัพท์	-	36.4	20.4	-	20.0	19.2	17.6	113.6
6	เตรียมอุปกรณ์	20.8	3.2	14.8	19.2	17.2	16.4	12.0	103.6
7	ทำแผล	40.8	-	6.0	5.2	4.8	3.6	9.2	69.6
8	ให้คำแนะนำ	10.0	-	14.0	11.2	11.2	13.2	-	59.6
9	ยกเคลื่อนย้าย	2.4	0.4	2.8	5.2	6.0	6.0	34.4	57.2
	-เลื่อนออกข้างในเตียง	-	-	0.8	2.0	1.2	1.2	15.6	
	-ย้ายระหว่างเตียง	-	-	1.2	1.6	0.8	0.8	0.8	
	-เลื่อนขึ้นหัวเตียง	0.4	-	0.4	-	0.8	1.2	3.2	
	-ยกตัวเปลี่ยนผ้า	-	-	-	0.8	0.4	0.8	3.2	
	-จากเก้าอี้ขึ้น-ลงเตียง	1.6	0.4	-	-	-	-	-	
	-พลิกตัว(ในเตียง)	0.4	-	0.4	0.8	1.6	1.2	11.6	
	-พุงขึ้นนั่ง	-	-	-	-	1.2	0.8	-	
10	ให้ยา/อาหาร (ปกติ)	3.2	-	12.0	6.4	12.4	10.4	1.6	46.0
11	รับคำสั่งแพทย์	12.4	-	8.4	6.8	4.4	8.4	1.6	42.0
12	ให้/หยุด น้ำเกลือ	3.6	-	10.0	8.8	4.8	5.6	4.0	36.8
13	เติมน้ำดื่ม	-	-	8.4	6.0	7.2	6.4	-	28.0
14	ทำความสะอาดเครื่องมือ	6.0	-	4.0	4.8	2.8	4.8	4.0	26.4
15	ไซเตียง	-	-	3.2	4.0	2.4	4.4	12.0	26.0
16	ฉีดยา	4.8	1.6	4.4	7.2	3.2	2.4	-	23.6
17	รับเข้า-ส่ง ผู้ป่วย	4.4	1.2	4.0	3.6	4.4	4.4	0.8	22.8
18	รับ-ส่งของระหว่างแผนก	8.4	2.0	3.6	1.6	1.6	1.2	3.2	21.6
19	ให้ยา/อาหาร (ทางสาย)	-	-	-	1.2	1.2	0.8	11.6	14.8
20	อาบน้ำผู้ป่วย บนเตียง	-	-	-	4.4	1.6	2.0	6.4	14.4
21	เปลี่ยนผ้าปูเตียง	-	-	3.2	2.4	2.8	3.2	2.8	14.4
22	เจาะเลือด	-	-	3.2	4.4	2.8	1.2	2.0	13.6
23	กัมเคาะปอด	-	-	-	-	0.8	-	12.8	13.6
24	ดูดเสมหะผู้ป่วย	-	-	-	-	-	0.8	9.6	10.4
25	ตัดไหม	5.2	-	-	-	-	-	-	5.2
26	เย็บแผล	4.8	-	-	-	-	-	-	4.8
27	พาผู้ป่วยเข้าห้องน้ำ	-	-	1.2	2.8	-	-	-	4.0

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวโรสมารินทร์ สุขเกษม เกิดเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 ที่อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อปีการศึกษา 2539 จากนั้นเข้าทำงานที่ บริษัท ไคกันอินดัสทรีส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นเวลา 3 ปี ผู้เขียนเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย