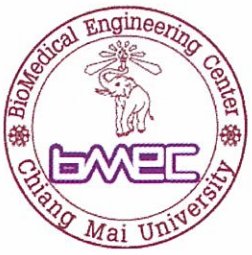


รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก

Development of digital weighting suit for patient in intensive care unit

คณะผู้วิจัย/ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทศพร พิชัยยา[1]

นาย กฤษณะ มงคลเกิด[2]

[1]ภาควิชากายภาพบำบัด

[2]หน่วยช่าง

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เสนอต่อ

ศูนย์วิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

โครงการวิจัย การพัฒนาชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก (Development of digital weighting suit for patient in intensive care unit) นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทำให้ได้ชุดชั่งน้ำหนักสำหรับใช้งานในหอผู้ป่วยหนักที่ตรงตามวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้ใช้งาน คือ แพทย์ และพยาบาลผู้ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยวิกฤต

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานและบุคลากรต่อไปนี้ที่ช่วยให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จลงด้วยดี

ศูนย์วิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย จากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2551

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน่วยงานต้นสังกัดของคณะผู้วิจัยที่สนับสนุน และเอื้ออำนวยด้านสถานที่ในการทำงานวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศุลีพร ชีวะพาณิชย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกในการจัดหาวัสดุสำหรับการวิจัย

อาจารย์แพทย์ แพทย์ และ พยาบาลผู้ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วย CCU และ ICU ศัลยกรรมประสาท โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ผู้ร่วมทดสอบ และให้ความคิดเห็นต่อการใช้งานชุดชั่งน้ำหนักที่พัฒนาขึ้น

นักศึกษากายภาพบำบัด ผู้เข้าร่วมการทดสอบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คณะผู้วิจัย (Research Team)

หัวหน้าโครงการวิจัย

ผศ. ทศพร พิชัยยา, MS (Physiotherapy), วท.บ. (กายภาพบำบัด)

Todsaporn Pichaiya

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชากายภาพบำบัด และ นักวิจัย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

โทรศัพท์ : 0-5394-9249 อีเมล : todd@chiangmai.ac.th

ผลงานวิจัย

2551 : การพัฒนาชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก

2550 : การออกแบบและพัฒนาต้นแบบเครื่องยกผู้ป่วย

2546 : สถานภาพกำลังคนทางกายภาพบำบัดในปี พ.ศ. 2546

2544 : การประดิษฐ์โครงยกผู้ป่วยด้วยไฮดรอลิกราคาประหยัด

ผลงานทางวิชาการ

หนึ่งฤทัย บุญยัง, อาทิตย์ พวงมะลิ, ทศพร พิชัยยา. 2549 . การเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ Self-stretching และ PNF technique ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกดบริเวณจุดกดเจ็บของกล้าม เนื้อบ่าในเพศหญิง. วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ . 39 (3) : 71-78.

ทศพร พิชัยยา. 2543 . การใช้โปรแกรม EndNote Plus ในการจัดการเอกสารอ้างอิง . พยาบาลสาร . 27 (1) : 93-95.

ทศพร พิชัยยา. 2541 . พยาธิกำเนิดและพยาธิสรีรวิทยาของไขสันหลัง . กายภาพบำบัดในผู้ป่วยทางระบบประสาท, คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, หน้า 256-270.

ทศพร พิชัยยา, วิมล อิ่มสงวน. 2541 . การตรวจประเมินทางระบบประสาท . กายภาพบำบัดในผู้ป่วยทางระบบประสาท, คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, หน้า 72-86.

ทศพร พิชัยยา, ศิริพันธุ์ คงสวัสดิ์. 2541 . กายภาพบำบัดในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังระยะเฉียบพลัน . กายภาพบำบัดในผู้ป่วยทางระบบประสาท, คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, หน้า 272-279.

การยกย่องเชิดชูเกียรติและรางวัล

24 กันยายน 2546, โปสเตอร์สิ่งประดิษฐ์ ประเภทชมเชย, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1 กุมภาพันธ์ 2538, ทุนฉลอง 30 ปี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้ร่วมวิจัย

นาย กฤษณะ มงคลเกิด, วศ.ม. (วิศวกรรมพลังงาน), คอ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)

Krishna Mongkolkerd

ช่างไฟฟ้า หน่วยช่าง โทรศัพท์ : 053-946024 อีเมล : asokmngk@chiangmai.ac.th

ผลงานวิจัย

2544 : การประดิษฐ์โครงยกผู้ป่วยด้วยไฮดรอลิกราคาประหยัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

การทราบน้ำหนักตัวผู้ป่วยเป็นเรื่องสำคัญ และจำเป็นมากในการดูแลผู้ป่วยในภาวะวิกฤต การระบุน้ำหนักตัวผู้ป่วยในภาวะวิกฤตมีหลายวิธี เช่น การประมาณค่าด้วยสายตา การประมาณค่าด้วยการวัดสัดส่วนร่างกายแล้วนำไปคำนวณหาน้ำหนักตัว อย่างไรก็ตาม วิธีที่ดี แม่นยำและเที่ยงตรงที่สุด คือ การวัดโดยการชั่งน้ำหนักตัว ซึ่งต้องใช้เครื่องชั่งที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ ในประเทศไทยพบว่ายังไม่มีการใช้งานที่แพร่หลาย เนื่องจากมีการผลิตเฉพาะในต่างประเทศ และมีราคาแพง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลเพื่อการใช้งานในหอผู้ป่วยหนัก แนวทางการออกแบบได้คำนึงถึงข้อจำกัดด้านพื้นที่ ภาวะของผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก รวมถึงวิธีการที่ไม่ยุ่งยากสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ ผลการวิจัย ชุดชั่งน้ำหนักต้นแบบที่พัฒนาขึ้นได้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อประเมินจุดที่จะต้องปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้งานกับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก ผลการทดสอบพบมีความเหมาะสมในการใช้งานในหอผู้ป่วยหนัก สามารถใช้ชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่มีภาวะวิกฤตได้ โดยสามารถชั่งได้ทั้งในท่านอน และในท่านั่ง แพทย์ และพยาบาลผู้ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยหนักมีความเห็นว่า ชุดชั่งน้ำหนักที่พัฒนาขึ้นมีความปลอดภัยต่อทั้งผู้ป่วยและผู้ใช้งาน สามารถใช้งานได้ง่าย และสะดวก นอกเหนือจากใช้ชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยเพื่อการวางแผนการรักษาแล้ว ยังจะสามารถนำไปใช้งานด้านการวิจัยของบุคลากรทางการแพทย์ ด้านการพัฒนาแนวทางการรักษา และการวิจัยทางด้านภาวะทางโภชนาการ ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไปคือการออกแบบชุดยกตัวผู้ป่วยให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าและสามารถควบคุมจากระยะไกลได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Abstract

Knowing of body weight in critical patient is very important and necessary. There are some methods utilized to determine patient's body weight, such as visual estimation or calculated from body composition measurements. However, the best, reliable and valid is the direct measure or weighting method which requires specific weighting apparatus. Availability and utilizing of weighting apparatus for critical patients in Thailand found to be limited due to importing from overseas is required and the price is very high. The objective of this research was to develop digital weighting suit for patient in intensive care unit. Space limitations, patient conditions in the intensive care unit, also simple of use were the main factors for weighting suit design. The developed weighting suit and accessories were tested in the laboratory for proper modifications prior to apply with patients in critical care unit. The weighting suit was found to be proper, benefit, and safe for both patients and medical personnel. Simple of use were also agreed by doctors and nurses. Moreover, instead of weighting patient alone, this developed apparatus may be benefit in curative or nutrition research for medical personnel. Recommendations for further development were to lift with electric hydraulic/motor and to be able to control via remote.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

บทคัดย่อ ..... ก
Abstract ..... ข
สารบัญเรื่อง (Table of Contents) ..... ค
สารบัญตาราง (List of Tables) ..... ง
สารบัญภาพ (List of Illustrations) ..... จ
สัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (List of Abbreviations) ..... ฉ
บทนำ (Introduction) 1
สาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature review) 2
วิธีดำเนินการวิจัย (Material and Method) 4
ผลงานวิจัย (Result) 6
บทวิจารณ์ (Discussion) 29
สรุปและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Recommendation) 31
เอกสารอ้างอิง (References) 32
ภาคผนวก (Appendix) 33

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง (List of Tables)

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน 5
ตารางที่ 2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ 6
ตารางที่ 3 มิติและขนาดของเครื่องยกที่ออกแบบ 9
ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางเทคนิคของชุดชั่งน้ำหนักที่เสร็จสมบูรณ์ 12
ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบการอ่านค่าน้ำหนักตัวระหว่างเครื่องชั่งน้ำหนักแบบทั่วไป และชุดชั่งน้ำหนักตัว 20
ตารางที่ 6 สรุปความเห็นของแพทย์และพยาบาลต่อชุดชั่งน้ำหนักตัว 28

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ (List of Illustrations)

ภาพที่ 1 ตัวอย่างเครื่องชั่งน้ำหนักตามแนวความคิด....4
ภาพที่ 2 แบบของส่วนที่เป็นเครื่องยก (ด้านข้าง)....7
ภาพที่ 3 แบบของส่วนที่เป็นเครื่องยก (ด้านข้าง) เมื่อพับส่วนที่เป็นคานรับน้ำหนักตัว....8
ภาพที่ 4 ของส่วนที่เป็นเครื่องยก (ด้านข้าง) เมื่อพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว....8
ภาพที่ 5 Load cell ที่สามารถอ่านค่าน้ำหนักได้ระหว่าง 0 - 300 กก....9
ภาพที่ 6 การทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักกับอาสาสมัครที่มีน้ำหนักประมาณ 97 กก....10
ภาพที่ 7 การทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักกับอาสาสมัครที่มีน้ำหนักประมาณ 68 กก....10
ภาพที่ 8 การทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักกับอาสาสมัครที่มีน้ำหนักประมาณ 51 กก....11
ภาพที่ 9 ชุดชั่งน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น เมื่อลดระดับยกลงต่ำสุด....13
ภาพที่ 10 ชุดชั่งน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น เมื่อปรับระดับยกขึ้นสูงสุด....13
ภาพที่ 11 แสดงการถอดเสาค้ำจากกระบอกไฮดรอลิกเพื่อพับคานรับน้ำหนักตัวลง....14
ภาพที่ 12 แสดงการพับและการล็อกคานรับน้ำหนักตัว....14
ภาพที่ 13 แสดงการถอดสลักยึดฐานเพื่อพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว....14
ภาพที่ 14 แสดงการพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว (ด้านข้าง)....15
ภาพที่ 15 แสดงการพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว (ด้านหน้าและด้านหลัง)....15
ภาพที่ 16 แสดงการติดตั้ง Load cell พร้อม Coupling ที่ดัดแปลงแล้ว....16
ภาพที่ 17 แสดงชุดชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยพร้อมผ้าใบพยุงตัว (ท่านอน)....17
ภาพที่ 18 แสดงชุดชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยพร้อมผ้าใบพยุงตัว (ท่านั่ง)....18
ภาพที่ 19 ตุ้มน้ำหนักเหล็กหล่อขนาด 5 และ 20 กก. สำหรับสอบเทียบค่าน้ำหนัก....19
ภาพที่ 20 เครื่องชั่งน้ำหนักตัวแบบทั่วไป (Digital bathroom scale)....20
ภาพที่ 21 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวอาสาสมัครในท่านอน....21
ภาพที่ 22 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวอาสาสมัคร ท่านั่ง....22
ภาพที่ 23 การชั่งน้ำหนัก โดยใช้แท่งอลูมิเนียม ขนาด 175 x 3 X 0.9 ซม. สอดที่ขอบผ้า23
ภาพที่ 24 การชั่งน้ำหนัก โดยใช้ท่อ EMT ขนาด 175 x 3 ซม. สอดที่ขอบผ้า....24
ภาพที่ 25 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยใน CCU ท่านอน....25
ภาพที่ 26 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยใน ICU ศัลยกรรมประสาท....26
ภาพที่ 27 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยใน ICU ศัลยกรรมประสาท (ห้องแยก)....27

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (List of Abbreviations)

กก.	กิโลกรัม
ซม.	เซ็นติเมตร
CCU	Cardiac care unit
EMT	Electrical Metallic tubing
ICU	Intensive care unit

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทนำ (Introduction)

การดูแลรักษาผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก หรือ intensive care unit (ICU) นอกเหนือจากการดูแลอย่างใกล้ชิด การเฝ้าระวังสัญญาณชีพ ที่มีเครื่องมือวัดสัญญาณต่างๆ เช่น ชีพจร ความดันโลหิต ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเม็ดเลือดแดง รวมทั้งเครื่องช่วยต่างๆ เช่น เครื่องช่วยหายใจ เพื่อให้แพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด และบุคลากรทางการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยสามารถวิเคราะห์อาการ และความผิดปกติได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้การรักษาที่เหมาะสม [1, 2]นอกเหนือจากการวัดค่าสัญญาณชีพต่างๆ ซึ่งมีความจำเป็นแล้ว การวัดอีกอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการรักษาและพยาบาล แต่มักจะทำได้ยาก หรือ มักจะไม่ได้วัด เนื่องจากขาดเครื่องมือที่เหมาะสม นั่นก็คือ การวัด หรือ ชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วย

การวัด หรือ การชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วย มีความสำคัญมาก และความจำเป็นสำหรับแพทย์เพื่อการคำนวณปริมาณยาที่จะต้องใช้ในการรักษาให้ถูกต้องและเหมาะสมกับน้ำหนักตัวผู้ป่วย [3, 4] เช่น ยาปฏิชีวนะเพื่อแก้ไขภาวะการติดเชื้อ ยาขับปัสสาวะสำหรับผู้ที่มีภาวะสารน้ำคั่งในร่างกาย การปรับตั้งค่าของเครื่องช่วยหายใจตามน้ำหนักตัว [5] นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นสำหรับพยาบาลในการประเมินภาวะทางโภชนาการสำหรับผู้ป่วย [6]

โดยปกติเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีใช้งานในโรงพยาบาล หรือสถานพยาบาลจะเป็นชนิดยืนบนเครื่องชั่ง สำหรับผู้ป่วยทั่วไป [7] หรือ เครื่องชั่งชนิดแขวนสำหรับชั่งน้ำหนักทารก [8] ในต่างประเทศมีการใช้งานเครื่องชั่งในท่านอนสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก [9] สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีเครื่องชั่งสำหรับชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยในท่านอน เช่น ผู้ป่วยที่อยู่ในหอผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยอัมพาต หรือแม้แต่การชั่งน้ำหนักในท่านั่ง เช่น ผู้ป่วยที่ต้องนั่งเก้าอี้ล้อเข็น จากการสำรวจโดยผู้วิจัยโดยการสอบถามบุคลากรทางการพยาบาล และแพทย์ที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยหนัก ทำให้ทราบว่ามีความต้องการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วย แต่จะต้องมีความสะดวกในการใช้งาน เช่น ลักษณะเครื่องที่ไม่ได้ใหญ่เทอะทะจนเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน และ มีส่วนพยุงตัวผู้ป่วยที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อการใช้งาน

จากความจำเป็นในการใช้งาน แต่ไม่มีเครื่องมือ หรือเครื่องชั่งที่เหมาะสมในการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก และเครื่องชั่งที่มีจำหน่ายในต่างประเทศมีราคาที่สูงมาก (มากกว่าหนึ่งแสนบาท) [9] จากการที่มีประสบการณ์ในการสร้างเครื่องยกผู้ป่วย [10] ผู้วิจัยเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเครื่องชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยขึ้นมาเพื่อใช้งานในหอผู้ป่วยหนัก โดยพัฒนาจากหลักการของเครื่องยกผู้ป่วย และพัฒนาเพิ่มเติมส่วนสำหรับวัดและอ่านค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วย ซึ่งสามารถพัฒนาขึ้นจากวัสดุที่หาได้ในประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

การประเมินน้ำหนักตัวผู้ป่วยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ประเมินโดยการซักถามจาก ญาติ โดยการประมาณค่าจากส่วนสูง การประมาณค่าด้วยสายตา หรือจากสมการ โดยการวัดอย่างหยาบๆ (เช่น ชั่งน้ำหนักเตียง อุปกรณ์ที่อยู่บนเตียง และตัวผู้ป่วยไปพร้อมๆ กัน) และ การวัดโดยตรง เช่น การชั่งโดยใช้เครื่องชั่ง

ข้อมูลน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่ได้โดยการซักถามจากญาติ เป็นข้อมูลที่มีโอกาสเกิดการคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ไม่ได้วัดโดยตรง และไม่ใช้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน ซึ่งอาจมีความแตกต่างจากน้ำหนักตัวผู้ป่วยจริง [5, 11] ทำให้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการประเมินค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่มีความใกล้เคียงกับน้ำหนักตัวผู้ป่วยโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือวัดโดยตรง เช่น การประเมินจาก ส่วนสูง การใช้ artificial neural networks [11] อย่างไรก็ตามทั้งวิธีการนี้ก็ถือว่ามีข้อจำกัดในการประเมินค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วย ซึ่งต้องอาศัยทักษะความชำนาญของพยาบาลในการประมาณค่า และที่สำคัญคือ ไม่ใช่วิธีการวัด หรือชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยโดยตรง

การวัด หรือชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยโดยตรงมีความพยายามสร้างเครื่องมือวัดมาอย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้ตะกร้า การติดตั้งเครื่องมือวัดเข้ากับเตียงผู้ป่วย การแขวนตาชั่งกับเพดานเหนือเตียงผู้ป่วย [9, 12-15] อย่างไรก็ตาม เครื่องมือ และวีการวัดโดยตรงหลายๆ วิธี ไม่ปรากฏว่าเป็นที่นิยม อาจเนื่องจากความซับซ้อนของอุปกรณ์ ข้อจำกัดที่ต้องมีการติดตั้งกับจุดใดจุดหนึ่ง หรือเตียงใดเตียงหนึ่ง ทำให้ไม่สะดวกในการนำไปใช้กับเตียงผู้ป่วยหลายๆ เตียง จากการค้นคว้าและทบทวนของผู้วิจัยพบว่าในรูปแบบของเครื่องมือวัดน้ำหนักตัวผู้ป่วยเหล่านี้ ในต่างประเทศรูปแบบของติดตั้งเครื่องชั่งเข้ากับเครื่องยกเป็นรูปแบบที่นิยมใช้และมีการผลิตจำหน่าย [9] ซึ่งเครื่องยกที่มีการนำมาติดตั้งเครื่องชั่งเป็นเครื่องยกรูปแบบเดียวกันกับที่ผู้วิจัยได้ประดิษฐ์ขึ้น [10]

จากหลักการของการประยุกต์เครื่องชั่งเข้ากับเครื่องยกผู้ป่วย ผู้วิจัยเห็นว่ามีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่จะพัฒนาเครื่องชั่งน้ำหนักจากโดยการติดตั้งเครื่องชั่งเสริมเข้ากับเครื่องยกผู้ป่วย ซึ่งจะทำให้ได้เครื่องชั่งที่สามารถชั่งน้ำหนักผู้ป่วยได้โดยตรง และจะเป็นประโยชน์สำหรับทีมผู้รักษาผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก และสามารถขยายผลพัฒนาเพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1 เพื่อวิจัยและพัฒนาโดยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางการออกแบบ และทางวิศวกรรมเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่มีความจำเป็นในการใช้งานทางการแพทย์

2 เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับชั่งน้ำหนักชนิดแขวนพยุงในท่านอนสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก

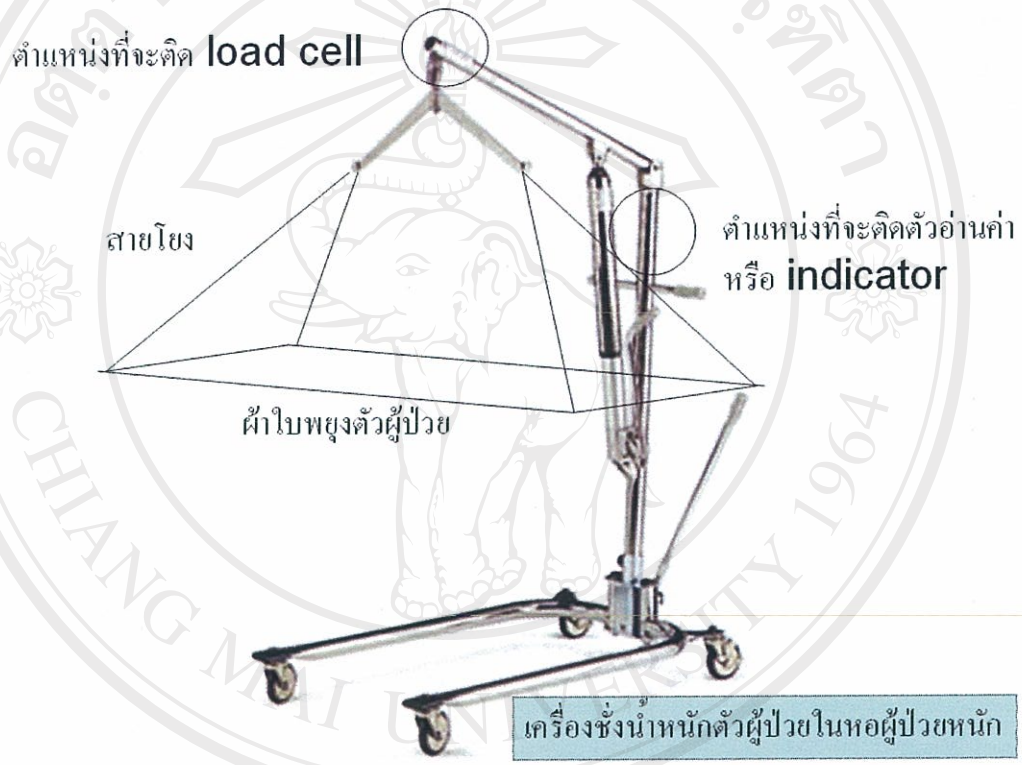
การวิจัยนี้ครอบคลุมการออกแบบระบบโครงยกผู้ป่วยพร้อมส่วนพยุงตัวผู้ป่วย และระบบรับน้ำหนักและอ่านค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วย การพัฒนา/สร้างเครื่องต้นแบบ การประกอบเครื่องต้นแบบเข้ากับระบบอ่านค่าน้ำหนัก ซึ่งเป็นการทำงานในระดับห้องปฏิบัติการหรือโรงงาน การสอบเทียบค่าน้ำหนัก การทดสอบตามมาตรฐานความปลอดภัย และการทดสอบในสถานการณ์จำลอง เช่น ทดสอบกับคนปกติในหอผู้ป่วย ICU

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีดำเนินการวิจัย (Material and Method)

การวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1 การออกแบบ ระบบโครงยกผู้ป่วยพร้อมส่วนพยุงตัวผู้ป่วย และระบบรับน้ำหนักและอ่านค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วย โดยหลักสำคัญที่จะคำนึงถึงในการออกแบบคือ ขนาด และมิติ มีความเหมาะสมในการใช้งานให้หอผู้ป่วยหนัก ไม่ใหญ่ หรือเล็กเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน หรือเก็บ หากเป็นไปได้ จะออกแบบให้สามารถพับเก็บได้



ภาพที่ 1 ตัวอย่างเครื่องชั่งน้ำหนักตามแนวความคิด

การวัดที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ควรประกอบด้วย ความสูงของเตียงผู้ป่วย ความกว้างของเตียงผู้ป่วย ความยาวของเตียงผู้ป่วย ความสูงของราวเหล็กที่ใต้เตียงผู้ป่วย ความสูงของประตูห้อง และ ความกว้างของประตูห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2 การพัฒนา/สร้างเครื่องต้นแบบระบบโครงยกพร้อมส่วนพยุงตัวผู้ป่วย ผนวกเข้ากับระบบรับน้ำหนักและอ่านค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วยซึ่งจะเลือกใช้การอ่านค่า และแสดงผลแบบดิจิตอลเพื่อความสะดวกในการอ่านค่าโดยเฉพาะค่าน้ำหนักที่เป็นทศนิยม โดยเลือกใช้วัสดุที่มีจำหน่ายในประเทศทั้งหมด เช่น วัสดุสำหรับงานโลหะ (เหล็ก สเตนเลส ฯลฯ) วัสดุสิ่งทอ (ผ้าใบ สายพยุงตัว ฯลฯ) วัสดุสำหรับระบบรับน้ำหนักและอ่านค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วย (load cell พร้อมอุปกรณ์ และชุดอ่านค่าจาก load cell ฯลฯ)

3 การสอบเทียบค่าน้ำหนัก การทดสอบตามมาตรฐานความปลอดภัย และการทดสอบการใช้งานในสถานการณ์จำลอง เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเครื่องชั่งน้ำหนักที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง จะต้องทดสอบดังนี้

3.1 สอบเทียบการอ่านค่าน้ำหนักที่เป็นมาตรฐาน และปรับตั้งค่าน้ำหนัก (calibration) ที่ load cell

3.2 ทดสอบสำหรับการอ่านค่าน้ำหนักจากตัวอาสาสมัคร จำนวน 10 ราย โดยให้อาสาสมัครชั่งน้ำหนักตัวจากเครื่องชั่งที่ได้มาตรฐาน หลังจากนั้นให้อาสาสมัครนอนบนเตียงผู้ป่วยแล้วใช้เครื่องชั่งที่พัฒนาขึ้นยกตัวอาสาสมัครเพื่ออ่านค่าน้ำหนัก บันทึกผล และเปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่วัดได้ในท่ายืนปกติ เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือ และความเที่ยงตรง

3.3 ทดสอบการใช้งานในหอผู้ป่วย / หอผู้ป่วยหนัก เพื่อประเมินและวิเคราะห์หาจุดที่จะต้องปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

ระยะเวลาทำการวิจัย การวิจัยนี้กำหนดดำเนินการระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2551 – 30 กันยายน 2551 โดยมีแผนการดำเนินงานตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน

ปีงบประมาณ	2551								
เดือน	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย
ออกแบบ และ จัดหาวัสดุอุปกรณ์									
พัฒนา ประกอบ และทดสอบระบบ									
ทดสอบการใช้งาน และปรับปรุงแก้ไข									
สรุปผล และ รายงานผล									

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลงานวิจัย (Result)

ผลงานวิจัยประกอบด้วยผลการออกแบบ ผลการทดสอบอุปกรณ์ประกอบ คือ การทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักจาก load cell การประกอบ load cell เข้ากับเครื่องยกที่สร้างตามแบบและผ้าใบพยุงตัวผู้ป่วย ผลการทดสอบการชั่งน้ำหนักอาสาสมัครเพื่อหาจุดที่จะต้องปรับปรุง และผลการทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยในหอผู้ป่วย

ก่อนการออกแบบ ได้มีการสำรวจและวัดขนาดของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวัด โดยได้สำรวจที่หอผู้ป่วย ICU ศัลยกรรมประสาท โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ และผลการวัดตัวแปรต่างๆ ได้แสดงในตารางที่ 2

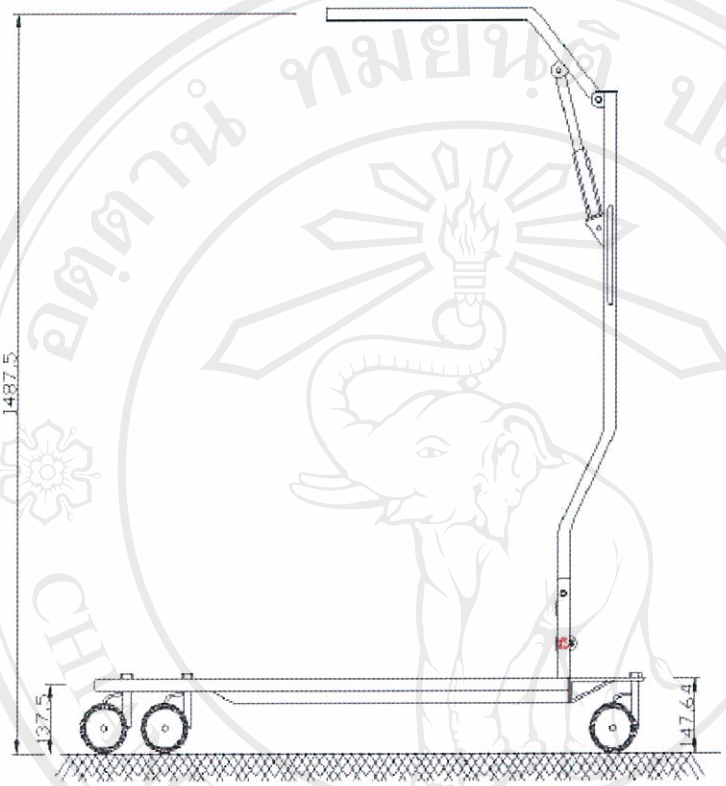
ตารางที่ 2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

การวัด	ค่าที่วัดได้	ความสำคัญ
ความสูงของเตียงผู้ป่วย	90 ซม.	เครื่องยกจะต้องยกได้ระยะความสูงมากกว่าเตียงผู้ป่วยไม่น้อยกว่า 30-40 เซ็นติเมตร
ความกว้างของเตียงผู้ป่วย	80 ซม.	ฐานและปลายคานที่จะยกตัวผู้ป่วยจะต้องสามารถยื่นเข้าไปในเตียงได้ไม่น้อยกว่า 40 เซ็นติเมตร และผ้าใบพยุงตัวผู้ป่วยจะต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของเตียงผู้ป่วย เพื่อให้ช่วยพยุงตัวผู้ป่วยได้ทั้งหมด
ความยาวของเตียงผู้ป่วย	200 ซม.	ผ้าใบพยุงตัวผู้ป่วยไม่ควรจะยาวกว่าความยาวของเตียงผู้ป่วย แต่ไม่ควรสั้นกว่าความสูงของตัวผู้ป่วยมากเกินไป เพื่อให้พยุงตัวผู้ป่วยได้ดี
ความสูงของราวเหล็กที่ใต้เตียงผู้ป่วย	15 ซม.	ความสูงของฐานเครื่องยกจะต้องน้อยกว่าความสูงของราวเหล็กใต้เตียง เพื่อให้สอดฐานเครื่องยกเข้าไปใต้เตียงได้
ความสูงของประตูห้อง	200 ซม.	ความสูงของเครื่องยกเสาค้ำคานรับน้ำหนักจะต้องน้อยกว่าความสูงของประตูห้อง
ความกว้างของประตูห้อง	70 ซม.	ความกว้างของเครื่องยกจะต้องน้อยกว่าความกว้างของประตูห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

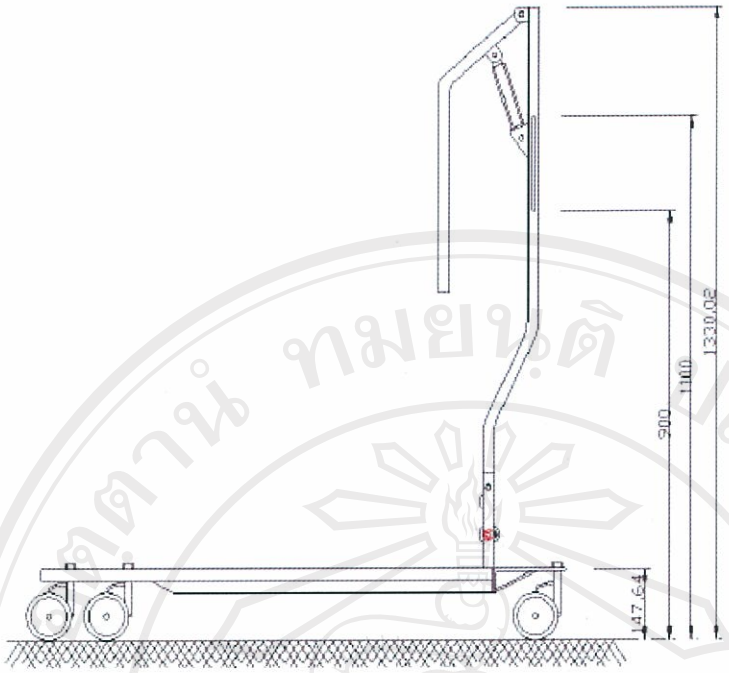
การออกแบบ

การออกแบบ นอกเหนือจากการคำนึงถึงข้อจำกัดด้านพื้นที่ และสิ่งแวดล้อมในหอผู้ป่วยแล้ว ยังคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน และอาจมีความจำเป็นในการพับเก็บเมื่อเลิกใช้งาน จึงได้ให้ผู้ออกแบบ ออกแบบให้สามารถพับตัวเครื่องยกได้ ทั้งการพับส่วนของเสาค้ำ และการพับฐานเก็บ ผลการออกแบบดังแสดงในภาพที่ 2 – 4 โดยเครื่องยกมีมิติและขนาด ดังแสดงในตารางที่ 3

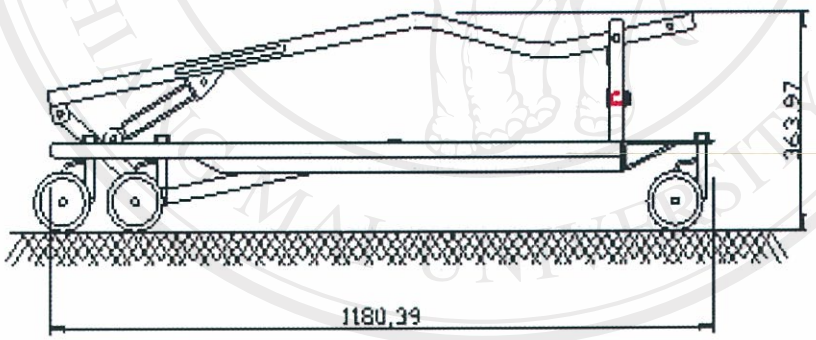


ภาพที่ 2 แบบของส่วนที่เป็นเครื่องยก (ด้านข้าง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3 แบบของส่วนที่เป็นเครื่องยก (ด้านข้าง) เมื่อพับส่วนที่เป็นคานรับน้ำหนักตัว



ภาพที่ 4 ของส่วนที่เป็นเครื่องยก (ด้านข้าง) เมื่อพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 มิติและขนาดของเครื่องยกที่ออกแบบ

มิติ	ค่าที่วัดได้
ความสูงของเครื่องยกวัดจากพื้นถึงปลายเสาค้ำคานรับน้ำหนัก	148 ซม.
ความกว้างของฐาน	65 ซม.
ความยาวของฐาน	118 ซม.
ความสูงของฐาน	14 ซม.

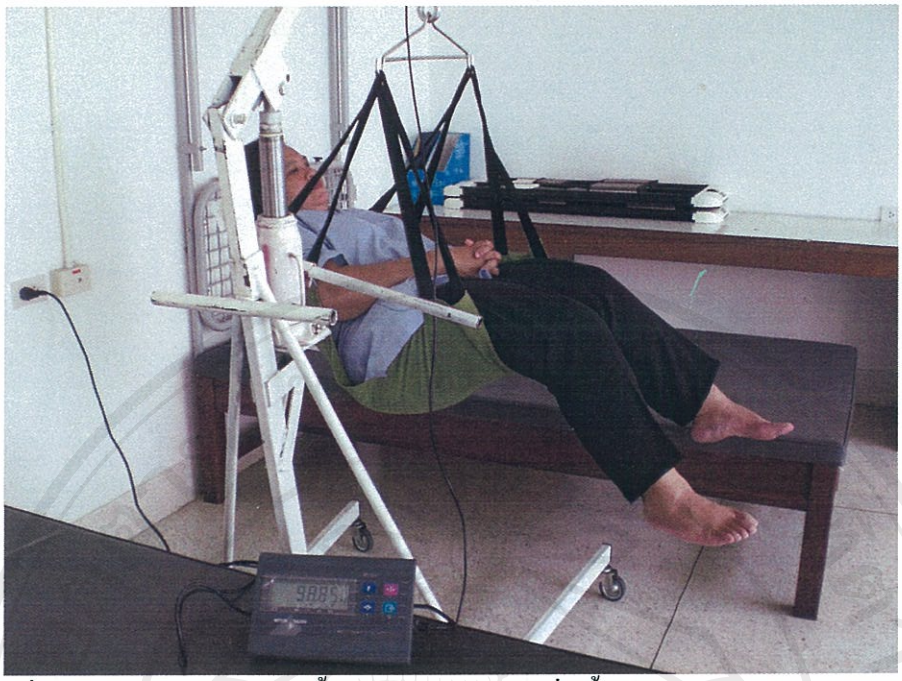
ผลการทดสอบการอ่านค่าน้ำหนัก

เพื่อให้การเตรียมการประกอบเครื่องยกเข้ากับระบบอ่านน้ำหนักเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ผู้วิจัยได้ทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักจาก load cell โดยทดลองในอาสาสมัคร 3 ราย ที่มีน้ำหนักระหว่าง 50 - 100 กก. โดยทดสอบกับเครื่องยกผู้ป่วยที่มีอยู่เดิม

ชุดอ่านค่าน้ำหนักประกอบด้วย load cell, coupling และหัวอ่าน หรือ indicator ผลการทดสอบการอ่านค่าน้ำหนัก ด้วยชุดอ่านค่าน้ำหนักจาก load cell ได้แสดงในภาพที่ 5 – 8

ภาพที่ 5 Load cell ที่สามารถอ่านค่าน้ำหนักได้ระหว่าง 0 - 300 กก.

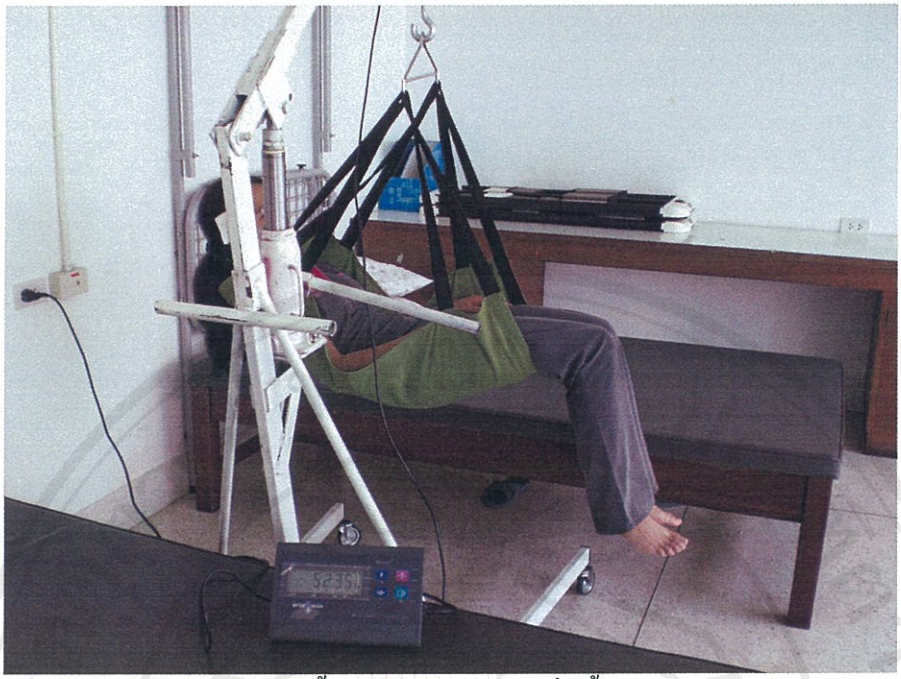
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 6 การทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักกับอาสาสมัครที่มีน้ำหนักประมาณ 97 กก.

ภาพที่ 7 การทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักกับอาสาสมัครที่มีน้ำหนักประมาณ 68 กก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 8 การทดสอบการอ่านค่าน้ำหนักกับอาสาสมัครที่มีน้ำหนักประมาณ 51 กก.

ผลการสร้างเครื่องยกพร้อมอุปกรณ์ประกอบ

การสร้างเครื่องยกพร้อมส่วนพยุงตัวผู้ป่วย ผนวกเข้ากับระบบรับน้ำหนักและอ่านค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วยซึ่งจะเลือกใช้การอ่านค่า และแสดงผลแบบดิจิตอลเพื่อความสะดวกในการอ่านค่าโดยเฉพาะค่าน้ำหนักที่เป็นทศนิยม โดยเลือกใช้วัสดุที่มีจำหน่ายในประเทศทั้งหมด เช่น วัสดุสำหรับงานโลหะ (เหล็ก สเตนเลส ฯลฯ) วัสดุสิ่งทอ (ผ้าใบ สายพยุงตัว ฯลฯ) ยกเว้นวัสดุสำหรับระบบรับน้ำหนัก และอ่านค่าน้ำหนักตัวผู้ป่วย (load cell พร้อมอุปกรณ์ และชุดอ่านค่าจาก load cell ฯลฯ) จะเป็นวัสดุที่บางรายการมีแหล่งผลิตจากต่างประเทศ

เครื่องยกที่สร้างขึ้น รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4 สามารถปรับระดับการยกได้ต่อเนื่องจากระยะลดต่ำสุด 75 ซม. (ภาพที่ 9) ถึงระยะยกสูงสุด 178 ซม.(ภาพที่ 10) โดยวัดจากพื้นถึงระดับสาแหรกสำหรับคล้องสายพยุงตัว ซึ่งครอบคลุมระยะการยกทั้งจากท่านั่งเก้าอี้ หรือเก้าอี้ล้อเข็น และเตียงนอนผู้ป่วย

จากการออกแบบและสร้าง เครื่องยกนี้มีจุดเด่น คือ สามารถพับเก็บได้ 2 ส่วน ซึ่งสามารถพับส่วนที่เป็นกระบอกไฮดรอลิกและคานรับน้ำหนักตัว (ภาพที่ 11) โดยการยกดันคานขึ้นเพื่อให้หลุดจากแกนกระบอกไฮดรอลิก แล้วพับส่วนของคานรับน้ำหนักลงมาแนบกับส่วนที่เป็นเสาค้ำ และสามารถล็อกได้ด้วยตะขอเหล็กไร้สนิม (ภาพที่ 12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากการพับส่วนที่เป็นคานรับน้ำหนักแล้ว เครื่องยกยังสามารถพับส่วนของเสาค้ำลงมาให้อยู่ในระดับเดียวกับฐาน โดยการถอดสลักที่ฐานทั้งสองข้างแล้วพับเสาค้ำลงมาทางด้านหน้า (ภาพที่ 13 - 15)

ระบบการควบคุมการทำงานเครื่อง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1 ระบบควบคุมการปิด เปิดกระบอกไฮดรอลิก ทำเป็นปุ่มหมุนด้วยมือ (ภาพที่ 10) หมุนตามเข็มนาฬิกาสำหรับปิดวาล์ว (กรณีต้องการยกขึ้น) และหมุนทวนเข็มนาฬิกาสำหรับเปิดวาล์ว (กรณีต้องการปลดลง)

2 ระบบการยกด้วยไฮดรอลิก ทำเป็นกระเดื่องเหยียบ (ภาพที่ 10) ใช้เท้าเหยียบกดลงเป็นจังหวะ เมื่อต้องการยกขึ้น

3 ระบบการชั่งน้ำหนัก ควบคุมผ่านแผงหน้าปัดของเครื่องอ่านค่าน้ำหนัก โดยกดปุ่มเปิด (ปุ่มสีเขียว) เครื่องจะเริ่มทำงาน เมื่อเครื่องตรวจสอบตัวเองและพร้อมใช้งานแล้วจะตั้งค่าน้ำหนักไปที่ 0 เสมอ ดังนั้นก่อนการชั่งน้ำหนักตัว ควรนำผ้าใบที่จะยกผู้ป่วยมาคล้องไว้กับสาแหรกก่อนการเปิดเครื่อง เพื่อให้เครื่องตั้งค่าน้ำหนักเป็น 0 หรือหากนำมาคล้องภายหลังก็สามารถตั้งค่า 0 ใหม่ได้โดยกดปุ่ม Zero

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางเทคนิคของชุดชั่งน้ำหนักที่เสร็จสมบูรณ์

คุณลักษณะ	ค่าที่วัดได้
ความสูงของเครื่องยกวัดจากพื้นถึงปลายเสาค้ำคานรับน้ำหนัก	153.0 ซม.
ความกว้างของฐาน	61.0 ซม.
ความยาวของฐาน	122.0 ซม.
ความสูงของฐาน	13.5 ซม.
ความยาวของคานรับน้ำหนัก	109.0 ซม.
ความยาวของ Load cell รวม coupling (ระยะจากคานยกถึงสาแหรก)	45.0 ซม.
ความกว้างของสาแหรกรับน้ำหนัก	63.0 ซม.
น้ำหนักสูงสุดที่ load cell สามารถชั่งได้	300.0 กก.
น้ำหนักสูงสุดที่ชั่งได้ (เท่าที่ได้ทดสอบ)	110.0 กก.
น้ำหนักสูงสุดที่คาดว่าจะสามารถชั่งได้	150.0 กก.
ระยะยกต่ำสุด – สูงสุด (ไม่รวมผ้าใบ)	75.0 – 178.0 ซม.
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อหน้า	8.0 ซม.
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อหลัง	12.0 ซม.
ขนาดของผ้าใบพยุงตัว	100 x 180.0 ซม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

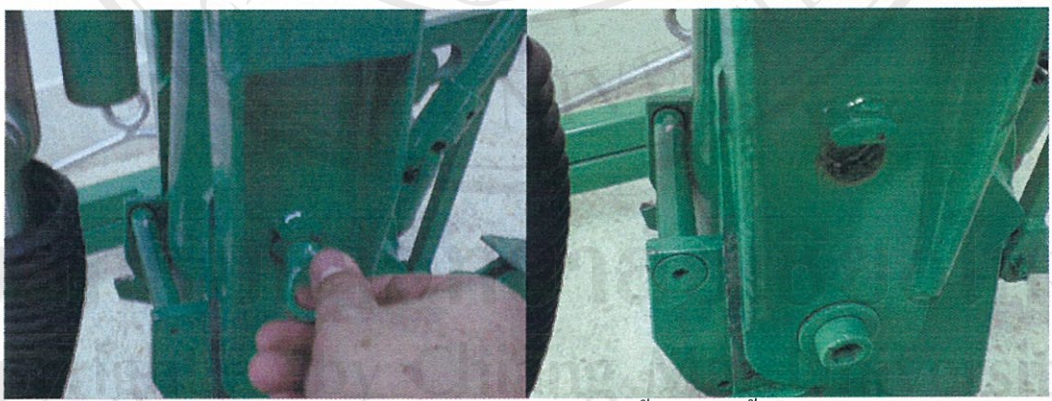
ภาพที่ 9 ชุดชั่งน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น เมื่อลดระดับยกลงต่ำสุด

ภาพที่ 10 ชุดชั่งน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น เมื่อปรับระดับยกขึ้นสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 11 แสดงการถอดเสาค้ำจากกระบอกไฮดรอลิกเพื่อพับคานรับน้ำหนักตัวลง

ภาพที่ 12 แสดงการพับและการล็อกคานรับน้ำหนักตัว



ภาพที่ 13 แสดงการถอดสลักยึดฐานเพื่อพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 14 แสดงการพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว (ด้านข้าง)

ภาพที่ 15 แสดงการพับส่วนที่เป็นเสาค้ำคานรับน้ำหนักตัว (ด้านหน้าและด้านหลัง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 16 แสดงการติดตั้ง Load cell พร้อม Coupling ที่ดัดแปลงแล้ว

จากการทดสอบการอ่านค่าน้ำหนัก และการทดสอบการประกอบชุดอ่านค่านำหนักเข้ากับระบบเครื่องยก พบว่าการใช้ coupling ที่มาพร้อมกับ load cell ทำให้ส่วนของระบบ load cell มีความยาวจาก ปลายคานรับน้ำหนักถึงส่วนที่เป็นสาแหรกคล้องสายพยุงตัวมีความยาวประมาณ 60 ซม. (ภาพที่ 5) ซึ่งทำให้ต้องยกปลายคายขึ้นสูงเมื่อจะยกตัวผู้ป่วย ทำให้เสียระยะยกไปโดยไม่จำเป็น จึงได้มีการดัดแปลง โดยจัดทำ coupling ขึ้นใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 16 ซึ่งชุด coupling ที่จัดทำขึ้นใหม่นี้เมื่อประกอบเข้ากับ load cell และเครื่องยกแล้วมีความยาวจากปลายคานถึงสาแหรกคล้องสายพยุงตัวประมาณ 45 ซม. ช่วยให้มีพิสัยการยกตัวผู้ป่วยเพิ่มขึ้นอีก 15 ซม. เมื่อประกอบเข้าชุดแล้วได้หุ้มด้วยยางหุ้มโช้คจักรยานยนต์อีกทีหนึ่งเพื่อความสวยงาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 17 แสดงชุดชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยพร้อมผ้าใบพยุงตัว (ท่านอน)

ส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จำเป็นต้องมี คือ ผ้าใบพยุงตัวผู้ป่วย ซึ่งจัดทำขึ้นมาโดยเฉพาะ โดยมี 2 แบบ ด้วยกันคือ แบบสำหรับยกในท่านอน (ภาพที่ 17) และท่านั่ง (ภาพที่ 18) โดยผ้าใบสำหรับยกในท่านอนมีขนาด 180 x 100 ซม. (2 ชั้น) และมีสายแถบเย็บติดกับผ้าใบ 3 ตำแหน่งคือ ด้าน หัว – ท้าย และกึ่งกลางผ้าใบ เพื่อให้สามารถครอบคลุมการยกตัวผู้ป่วยรวมทั้งอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ติดตัวผู้ป่วยอยู่ได้อย่างมั่นคง ปลอดภัย

สายแถบ หรือ สายคล้องได้เย็บเป็นห่วงสำหรับเลือก หรือ ปรับระดับความตึงของสายสำหรับการคล้องกับสาแหรกที่ยึดติดกับปลายคานยกตัวอีกทีหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 18 แสดงชุดชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยพร้อมผ้าใบพยุงตัว (ท่านั่ง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผ้าใบพยุงตัวสำหรับการยกในท่านั่ง (ภาพที่ 18) ใช้ผ้าใบ 2 ชั้น เช่นเดียวกับผ้าใบสำหรับการยกในท่านอน ได้ออกแบบให้มีลักษณะคล้ายเปล มีสายแถบเย็บติดกับผ้าใบ 2 ตำแหน่ง คือ ด้านหัว และด้านท้าย สำหรับการคล้องกับสายแหรก เมื่อคล้องสายและยกตัวผู้ป่วยขึ้นแล้ว ผู้ป่วยจะอยู่ในท่านั่งตัวเอนไปด้านหลังเล็กน้อย ผ้าใบนี้เหมาะสำหรับการยกหรือชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยจากท่านั่ง เช่นขณะนั่งอยู่ในเก้าอี้ล้อเข็นเมื่อมาตรวจที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอก เป็นต้น

ผลการสอบเทียบค่าน้ำหนักและการทดสอบการใช้งานในอาสาสมัคร

การสอบเทียบการอ่านค่าน้ำหนักที่เป็นมาตรฐานที่ผ่านการรับรอง หลังจากนั้นได้ปรับค่าน้ำหนัก (calibration) กับ load cell ตามคู่มือ

เพื่อความสะดวกในการสอบเทียบค่าน้ำหนัก การสอบเทียบค่าน้ำหนักสำหรับ load cell ได้เลือกใช้ตุ้มน้ำหนักเหล็กหล่อขนาด 5 และ 20 กิโลกรัม (ภาพที่ 18) ซึ่งมีใบรับรองค่าน้ำหนักมาตรฐานสำหรับการสอบเทียบค่าน้ำหนัก โดยการกำหนดเป็นค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด แล้วใช้การสอบเทียบเชิงเส้นและบันทึกลงในหน่วยความจำของเครื่องอ่าน หลังจากที่ได้สอบเทียบค่าน้ำหนักแล้ว จึงได้ทดสอบในขั้นต่อไป คือ การทดสอบการชั่งน้ำหนักในอาสาสมัคร เทียบกับเครื่องชั่งน้ำหนักตัวที่มีการใช้งานทั่วไป

ภาพที่ 19 ตุ้มน้ำหนักเหล็กหล่อขนาด 5 และ 20 กก. สำหรับสอบเทียบค่าน้ำหนัก

3.2 ผลการทดสอบสำหรับการอ่านค่าน้ำหนักจากตัวอาสาสมัคร จำนวน 9 ราย ซึ่งให้อาสาสมัครชั่งน้ำหนักตัวจากเครื่องชั่งที่ใช้งานทั่วไป หลังจากนั้นให้อาสาสมัครนอนบนเตียงผู้ป่วย แล้วใช้ชุดชั่งน้ำหนักที่พัฒนาขึ้นยกตัวอาสาสมัครเพื่ออ่านค่าน้ำหนัก บันทึกผล และเปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่วัดได้ในท่ายืนปกติ เนื่องจากชุดชั่งน้ำหนักตัวได้มีการสอบเทียบค่าน้ำหนักกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน จึงถือว่าค่าน้ำหนักที่ชั่งได้จากชุดชั่งน้ำหนักเป็นค่าน้ำหนักมาตรฐาน ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากเครื่องชั่งทั่วไป จากการทดสอบนาสาสมัครจำนวน 9 ราย มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง .05 – 60 กก. หรือ ระหว่างร้อยละ 0.1 – 1.31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบการอ่านค่าน้ำหนักตัวระหว่างเครื่องชั่งน้ำหนักแบบทั่วไป และชุดชั่งน้ำหนักตัว

อาสาสมัคร	ชั่งด้วย Digital bathroom scale (กก.)	ชั่งด้วยชุดชั่งน้ำหนัก (กก.)	ค่าความแตกต่าง (กก.)	ร้อยละค่าความแตกต่าง
คนที่ 1	74.40	74.05	0.35	0.47
คนที่ 2	59.20	58.90	0.30	0.51
คนที่ 3	58.80	58.55	0.25	0.43
คนที่ 4	52.00	51.80	0.20	0.39
คนที่ 5	50.80	50.75	0.05	0.10
คนที่ 6	64.20	63.85	0.35	0.55
คนที่ 7	74.40	73.95	0.45	0.61
คนที่ 8	51.10	50.95	0.15	0.29
คนที่ 9	46.40	45.80	0.60	1.31

ภาพที่ 20 เครื่องชั่งน้ำหนักตัวแบบทั่วไป (Digital bathroom scale)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 21 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวอาสาสมัครในท่านอน

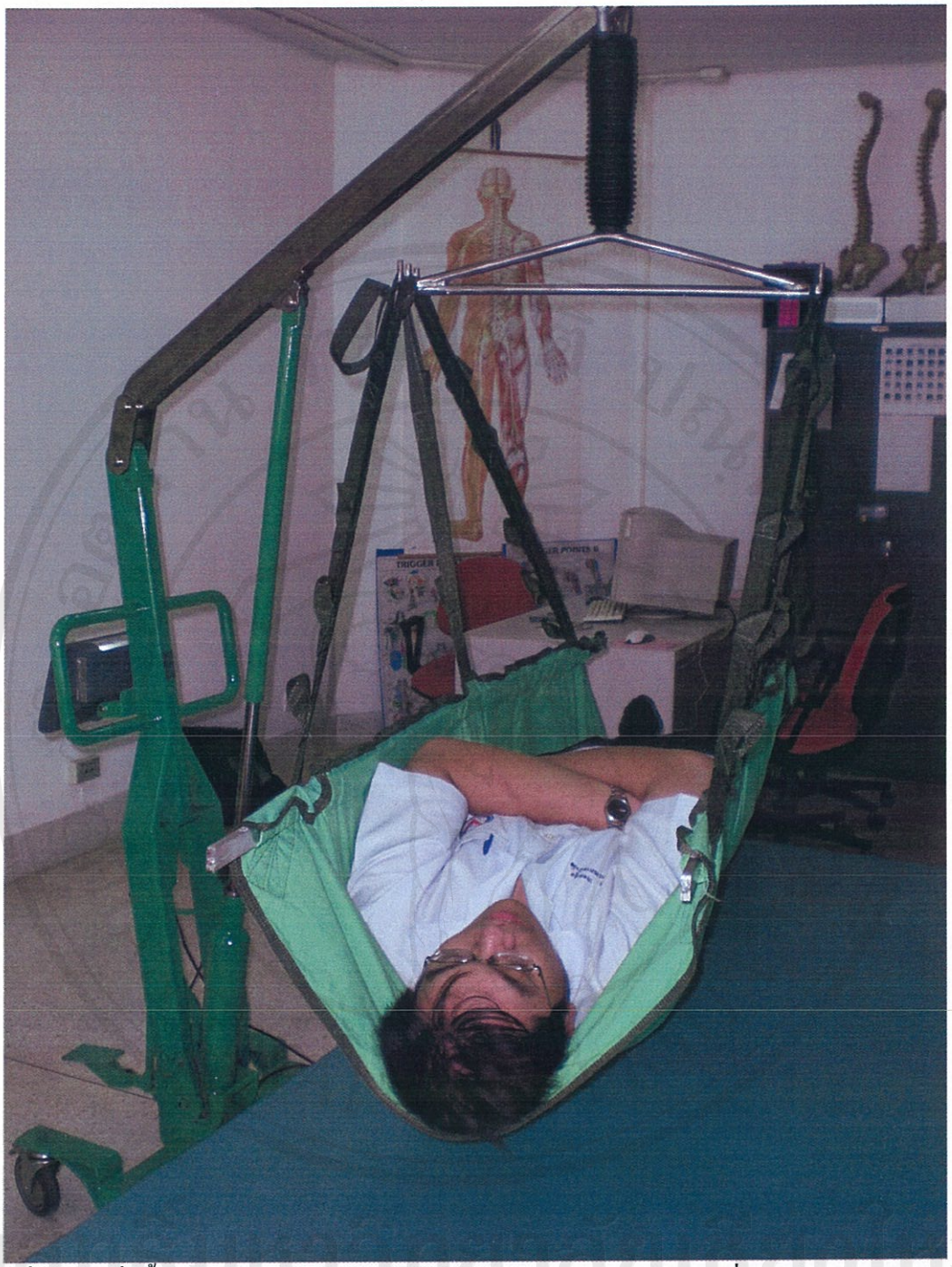
การทดสอบในท่านอน ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบเพื่อใช้งาน โดยให้อาสาสมัครนอนบนเตียง แล้วใช้ผ้าใบที่เย็บขึ้นมาโดยเฉพาะ สอดใต้ตัวอาสาสมัคร คล้องสาย และยกขึ้น ดังภาพที่ 21 ผลการทดสอบพบว่าสามารถยกอาสาสมัครขึ้นในท่านอนได้ แต่ผ้าใบจะมีการห่อตัวทำให้ตัวผู้ถูกยกไม่ได้อยู่ในท่านอนราบ ซึ่งในการใช้งานจริงการที่ผู้ป่วยถูกยกในท่าที่มีการงอของลำตัวอาจไม่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดสอบการยกในท่านั่ง (ภาพที่ 22) โดยยกขึ้นจากท่านั่งในเก้าอี้ล้อเข็น พบว่าสามารถยกได้ดี ท่าทางของผู้ป่วยอยู่ในท่านั่งเอนหลังเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่ได้ออกแบบมาสำหรับการยกจากเก้าอี้ล้อเข็น การเตรียมก่อนการยก จึงต้องสอดเก้าอี้ล้อเข็นคร่อมฐานเครื่องยก แต่ก็สามารถยกได้โดยไม่มีอุปสรรคใดๆ

ภาพที่ 22 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวอาสาสมัคร ท่านั่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 23 การชั่งน้ำหนัก โดยใช้แท่งอลูมิเนียม ขนาด 175 x 3 X 0.9 ซม. สอดที่ขอบผ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากข้อจำกัดที่พบในการทดสอบ ที่พบว่ามีการห่อตัวของผ้าใบ ดังภาพที่ 21 ผู้วิจัยจึงได้ดัดแปลงอุปกรณ์ประกอบ โดยการทำช่องที่ขอบของแถบผ้าใบทั้งสองข้าง แล้วใช้แท่งอะลูมิเนียม ขนาด 175 x 3 X 0.9 ซม. สอดเข้าช่องทั้งสองข้าง หลังจากทดสอบ พบว่าช่วยลดการห่อตัวของผ้าใบ แต่ยังพบว่ามีการโก่งตัวของแท่งอะลูมิเนียม (ภาพที่ 23)

ภาพที่ 24 การชั่งน้ำหนัก โดยใช้ท่อ EMT ขนาด 175 x 3 ซม. สอดที่ขอบผ้า

จากปัญหาการห่อตัวของผ้าใบ และแม้ว่าจะใช้แท่งอะลูมิเนียมสอดที่ช่องขอบด้านข้างผ้าใบช่วยประคองตัว แต่ยังพบการโก่งตัว ผู้วิจัยจึงตัดสินใจเลือกใช้ท่อเดินสายไฟ (ท่อ EMT) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. แทน จากการทดสอบพบว่ามีความเหมาะสม ไม่พบการโก่งตัวเมื่อมีการรับน้ำหนักมากๆ ดังภาพที่ 24 เป็นการทดสอบยกอาสาสมัครที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 100 กก. นอกจากนี้การใช้ท่อ EMT ซึ่งเป็นท่อกลมจะมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าแท่งอะลูมิเนียมซึ่งมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมที่ผู้ใช้อาจใช้งานไม่ถนัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ทดสอบการใช้งานในหอผู้ป่วย / หอผู้ป่วยหนัก เพื่อประเมินและวิเคราะห์หาจุดที่จะต้องปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

ภาพที่ 25 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยใน CCU ท่านอน

เมื่อทดสอบอุปกรณ์กับอาสาสมัครและพบว่าได้ข้อสรุปที่มีความเหมาะสมแล้ว จึงได้นำไปทดสอบการใช้งานในหอผู้ป่วย โดยหอผู้ป่วยที่มีความต้องการการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักผู้ป่วย คือ หอผู้ป่วย Cardiac Care Unit (CCU) และ ICU ศัลยกรรมประสาท โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่

จากการทดสอบการใช้ชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยในหอผู้ป่วย CCU (ภาพที่ 25) ซึ่งผู้ป่วยมีภาวะวิกฤต ใช้เครื่องช่วยหายใจ และติดอุปกรณ์เฝ้าระวังสัญญาณชีพ พบว่าสามารถใช้ได้ดี มีความปลอดภัย และไม่ได้เป็นอุปสรรคต่อการใช้งานอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่อาจติดตัวผู้ป่วยอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 26 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยใน ICU ศัลยกรรมประสาท

นอกเหนือจากการทดสอบใน CCU ได้มีการทดสอบในหอผู้ป่วย ICU ศัลยกรรมประสาท โดยได้ทดสอบทั้งในการชั่งน้ำหนักผู้ป่วยที่อยู่ในห้องที่มีเตียงหลายๆ เตียงอยู่ในบริเวณเดียวกัน (ภาพที่ 26) และผู้ป่วยที่ต้องอยู่ในห้องแยก (ภาพที่ 27) พบว่าสามารถใช้งานโดยไม่พบข้อจำกัดใดๆ เช่นเดียวกับการทดสอบใน CCU

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 27 การทดสอบการชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยใน ICU ศัลยกรรมประสาท (ห้องแยก)

ผู้วิจัยได้สำรวจความเห็นของบุคลากรผู้ปฏิบัติงานให้หอผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วย แพทย์และพยาบาล ผลสรุปได้แสดงในตารางที่ 6 โดยมีผู้ตอบแบบสอบถาม 13 ราย เป็นแพทย์ 1 ราย พยาบาล 12 ราย และมีความเห็นดังนี้ คือ

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ (ร้อยละ 69.23) เคยมีประสบการณ์การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยมาก่อน และในครั้งนี้ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 92.31) ได้ร่วมทดสอบการใช้เครื่องชั่งน้ำหนักที่พัฒนาขึ้นด้วย

ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 23.08 เห็นว่าเครื่องชั่งน้ำหนักที่พัฒนาขึ้นนี้มีการใช้งานได้ "ง่ายมาก" ในขณะที่อีกร้อยละ 61.54 เห็นว่าใช้งานได้ "ง่าย" และมีร้อยละ 7.69 เห็นว่าใช้งานได้ " ไม่ง่าย/ไม่ยาก" และร้อยละ 7.69 คิดว่าใช้งานได้ "ยาก"

ด้านความปลอดภัย ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 92.31) เห็นว่ามีความ "ปลอดภัยต่อผู้ป่วย" และร้อยละ 23.08 เห็นว่า "ปลอดภัยต่อผู้ใช้มาก" และ "ปลอดภัยต่อผู้ใช้" มีผู้ตอบร้อยละ 61.54

ผู้ตอบแบบสอบถามทุกรายระบุว่าเครื่องชั่งน้ำหนักนี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อผู้ป่วย โดยร้อยละ 76.92 เห็นว่า "มีประโยชน์มาก" ในขณะที่ประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน มีความเห็นว่า "มีประโยชน์ต่อผู้ใช้มาก" ร้อยละ 46.15 และประโยชน์ต่อผู้ใช้ "ปานกลาง" ร้อยละ 46.15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 สรุปความเห็นของแพทย์และพยาบาลต่อชุดชั่งน้ำหนักตัว

คำถาม		จำนวน	ร้อยละ
สถานะผู้ตอบแบบสอบถาม	แพทย์	1	7.69
	พยาบาล	12	92.31
เคยใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักผู้ป่วยมาก่อน	เคย	9	69.23
	ไม่เคย	4	30.77
ได้เคยทดสอบ/สังเกตการใช้เครื่องชั่ง	เคย	12	92.31
	ไม่เคย	1	7.69
ความเห็นด้านความยาก ง่ายในการใช้งาน	ง่ายมาก	3	23.08
	ง่าย	8	61.54
	ไม่ง่ายไม่ยาก	1	7.69
	ยาก	1	7.69
ความเห็นด้านความปลอดภัยต่อผู้ป่วย	ปลอดภัยมาก	-	-
	ปลอดภัย	12	92.31
	ปานกลาง	1	7.69
ความเห็นด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้	ปลอดภัยมาก	3	23.08
	ปลอดภัย	8	61.54
	ปานกลาง	2	15.38
ความเห็นด้านประโยชน์ต่อผู้ป่วย	มีประโยชน์มาก	10	76.92
	มีประโยชน์	3	23.08
	ปานกลาง	-	-
ความเห็นด้านประโยชน์ต่อผู้ใช้	มีประโยชน์มาก	6	46.15
	มีประโยชน์	6	46.15
	ปานกลาง	1	7.69

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทวิจารณ์ (Discussion)

การออกแบบและการประดิษฐ์

การสำรวจสภาพแวดล้อมที่จะนำชุดชั่งน้ำหนักไปใช้งาน เพื่อนำข้อมูล ข้อจำกัด มาเป็นแนวทางในการออกแบบมีส่วนสำคัญอย่างมาก จากแบบที่เขียนขึ้นตามความประสงค์ในการใช้งาน และคำนึงถึงข้อจำกัดด้านพื้นที่ และสภาวะของผู้ป่วย และเมื่อมีการสร้างเครื่องยกขึ้นมาตามแบบแล้ว พบว่าไม่มีความจำเป็นต้องดัดแปลงแก้ไขในส่วนของเครื่องยกเลย

นอกเหนือจากการประเมิน และการวัดตัวแปรต่างๆในหอผู้ป่วยหนักแล้ว ประสบการณ์จากการสร้างเครื่องยกผู้ป่วยมาก่อน และประสบการณ์ในการปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยหนักของผู้วิจัยเองก็มีส่วนสำคัญในการออกแบบชุดชั่งน้ำหนักให้ตรงตามสภาพการใช้งาน

สำหรับการออกแบบ และการจัดทำส่วนของผ้าใบพยุงตัว ซึ่งกำหนดขนาดเป็น 180 x 100 ซม. ซึ่งครอบคลุมความกว้างของเตียง และพอเหมาะความสูงของตัวผู้ป่วยโดยเฉลี่ย การทดสอบการใช้งานกับอาสาสมัครพบว่าผ้าใบมีการห่อตัวเมื่อยกขึ้น แต่เมื่อดัดแปลงอุปกรณ์เสริมเพื่อกันการห่อตัว โดยเสริมช่องที่ขอบผ้าใบตามแนวยาวทั้ง 2 ข้าง แล้วใช้ท่อ EMT ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. สอดในช่อง พบว่ามีความเหมาะสม และไม่ได้เป็นอุปสรรคในการใช้งาน

จากการที่สามารถใส่และถอดท่อ EMT จากผ้าใบพยุงตัวผู้ป่วยได้ช่วยให้มีความสะดวกในการใช้งาน เช่น การพับเก็บ หรือ การทำความสะอาดด้วยการซัก ซึ่งต้องดูแลให้สะอาดอยู่เสมอ

การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการใช้งาน โดยการชั่งน้ำหนักในอาสาสมัคร นอกเหนือจากการพบการห่อตัวของผ้าใบ ซึ่งได้มีการแก้ไขโดยเสริมช่องที่ขอบผ้าเพื่อสอดท่อ EMT แล้ว การใช้งานเพื่อชั่งน้ำหนักทั้งในท่านอน และท่านั่งพบว่าสามารถใช้งานได้ดี

สำหรับการทดลองการใช้งานในหอผู้ป่วยหนัก CCU และ ICU ศัลยกรรมประสาท ซึ่งได้ชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยในท่านนอน และมีการใช้เครื่องช่วยหายใจ และการติดอุปกรณ์เฝ้าระวังสัญญาณชีพ พบว่าสามารถใช้งานได้ดี และเท่าที่ได้ทดลองใช้งานยังไม่พบข้อจำกัดใดๆ

ความคิดเห็นของผู้ใช้ต่อชุดชั่งน้ำหนัก

จากการสำรวจความคิดเห็นจากแพทย์ และพยาบาลผู้ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วย พบว่า ส่วนใหญ่มีความเห็นว่ามีความปลอดภัยต่อทั้งตัวผู้ป่วย และผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งประโยชน์ของชุดชั่งน้ำหนักซึ่งส่วนใหญ่เห็นว่า มีประโยชน์เช่นเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกเหนือจากการที่เห็นว่ามีประโยชน์ต่อผู้ป่วยและผู้ปฏิบัติงานในด้านการรักษา และพยาบาลแล้ว ทั้งแพทย์ และพยาบาล ยังมีความต้องการใช้งานชุดชั่งน้ำหนัก เพื่อเป็นเครื่องมือติดตามผลการวิจัย ทั้งการวิจัยผลของการรักษาด้วยยา และภาวะทางโภชนาการของผู้ป่วย ได้อีกด้วย

ความเหมาะสมในการใช้งาน ศักยภาพในเชิงพาณิชย์

จากได้ที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ชุดชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก ที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถพัฒนาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และมีความเหมาะสมในการใช้งาน รวมทั้งมีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ เนื่องจากทุกโรงพยาบาลที่เป็นระดับโรงพยาบาลทั่วไป จนถึงโรงพยาบาลขนาดใหญ่ จะมีหอผู้ป่วยหนัก อยู่ทุกโรงพยาบาล และมีความจำเป็นจะต้องทราบน้ำหนักตัวที่แน่นอนของผู้ป่วยเพื่อให้การรักษาที่เหมาะสม แต่การที่เครื่องยกผู้ป่วยมีราคาแพงมาก ทำให้โรงพยาบาลต้องเลือกที่จะใช้งบประมาณตามลำดับความจำเป็น เช่น เครื่องช่วยหายใจ เครื่องเฝ้าระวังสัญญาณชีพ หรือ อื่นๆ

จากผลงานวิจัยนี้ ซึ่งใช้งบประมาณทั้งหมด 76,530 บาท (จากงบประมาณที่ได้รับ 75,000 บาท) ซึ่งหากมีการผลิตเชิงพาณิชย์อาจจะมีการต้นทุนน้อยกว่านี้ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับราคาเครื่องที่ต้องสั่งซื้อและนำเข้าจากต่างประเทศ (ราคามากกว่า 100,000 บาท) ก็ยังถือว่ามีราคาที่ถูกกว่ามาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Recommendation)

การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ผลตามวัตถุประสงค์ นั่นคือได้ชุดชั่งน้ำหนักผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักที่สามารถใช้งานได้จริง

สำหรับข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไปนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะมีการพัฒนาต่อในส่วนของการขับเคลื่อนเครื่องยกให้สามารถใช้ไฮดรอลิกไฟฟ้า หรือมอเตอร์ไฟฟ้า ที่สามารถควบคุมได้ง่าย และหากสามรถควบคุมได้โดยใช้ระบบควบคุมระยะไกล (remote control) ก็จะช่วยให้การใช้งานมีความสะดวก และง่ายขึ้น เช่น อาจใช้พยาบาลเพียงคนเดียวในการควบคุมเครื่องระหว่างการยกตัวผู้ป่วยขึ้นเพื่อชั่งน้ำหนัก และสามารถควบคุมเครื่องยกให้ยกขึ้นหรือ ลดระดับลงได้ง่ายและทุกระดับที่ต้องการ และยังสามารถดูแล หรือเฝ้าระวังอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ติดตามตัวผู้ป่วยได้ง่ายขึ้นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Sessler, C.N., et al., *The Richmond Agitation–Sedation ScaleValidity and Reliability in Adult Intensive Care Unit Patients.* Am J Respir Crit Care Med, 2002. 166: p. 1338-1344.
2. Tramacere, A., et al., *Effects of respiratory therapist-directed protocol on prescription and outcomes of pulmonary rehabilitation in COPD inpatients.* Respiration, 2004. 71(1): p. 60-65.
3. Ray, D.E., et al., *The Effect of Body Mass Index on Patient Outcomes in a Medical ICU.* Chest, 2005. 127(6): p. 2125-2131.
4. Reckess, G.Z., *ICU studies improve patient care*, in *Record.* 2004, Washington University in St. Louis.
5. Determann, R.M., et al., *Reliability of Height and Weight Estimates in Patients Acutely Admitted to Intensive Care Units.* Crit Care Nurse, 2007. 27(5): p. 48-55.
6. Phang, P. and L. Aeberhardt, *Effect of nutritional support on routine nutrition assessment parameters and body composition in intensive care unit patients.* Can J Surg, 1996. 39(3): p. 212-219.
7. Total Body Works, *Balance Beam Scale.* 2007.
8. Wikieducator, *Growth and Development.* 2007.
9. Precision Weighing Balances, *Digital Stretcher/Lift Scale.* 2007.
10. ทศพร พิชัยยา และ กฤษณะ มงคลเกิด, *รายงานการวิจัย เรื่อง การประดิษฐ์โครงยกผู้ป่วยด้วยไฮดรอลิกราคาประหยัด.* 2546, คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
11. Frize, M., et al., *Clinical decision support systems for intensive care units: using artificial neural networks.* Medical Engineering & Physics, 2001. 23: p. 217-225.
12. DeCastro, F.V., *Patient weight basket.* 1989.
13. Hall, S.R. and J.C. Hall, *In-bed human weighing device.* 2004.
14. Moore, M.A., *System for monitoring the weight of a patient* 1977
15. Neuman, E., *Weighting device for bedridden patients.* 1998.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก (Appendix)

แบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นของแพทย์ และผู้เกี่ยวข้องในการใช้งานชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องที่อาจมี

1.สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถาม

[ ] อาจารย์แพทย์ [ ] แพทย์ [ ] พยาบาล [ ] ผู้ปฏิบัติงานพยาบาล [ ] อื่นๆ (โปรดระบุ)_____

2. ท่านเคยใช้งานชุดชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยที่ยกผู้ป่วย หรือเครื่องชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วยชนิดยกในท่านอน มาก่อนหรือไม่

[ ] เคย [ ] ไม่เคย

3. ท่านได้ทดลองใช้งาน/สังเกตการณ์การใช้ชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักหรือไม่

[ ] เคย [ ] ไม่เคย

4. ท่านคิดว่าการใช้งานชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักมีความยากง่ายเพียงใด

[ ] ง่ายมาก [ ] ง่าย [ ] ไม่ง่ายและไม่ยาก [ ] ยาก [ ] ยากมาก

5. ท่านคิดว่าการใช้งานชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักมีความปลอดภัยต่อผู้ป่วยเพียงใด

[ ] ปลอดภัยมาก [ ] ปลอดภัย [ ] ปานกลาง [ ] ไม่ปลอดภัย [ ] ไม่ปลอดภัยมาก

6. ท่านคิดว่าการใช้งานชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้เพียงใด

[ ] ปลอดภัยมาก [ ] ปลอดภัย [ ] ปานกลาง [ ] ไม่ปลอดภัย [ ] ไม่ปลอดภัยมาก

7. ท่านคิดว่าชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยเพียงใด

[ ] มีประโยชน์มาก [ ] มีประโยชน์ [ ] ปานกลาง [ ] ไม่ค่อยมีประโยชน์ [ ] ไม่มีประโยชน์เลย

8. ท่านคิดว่าชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักมีประโยชน์ต่อท่านเพียงใด

[ ] มีประโยชน์มาก [ ] มีประโยชน์ [ ] ปานกลาง [ ] ไม่ค่อยมีประโยชน์ [ ] ไม่มีประโยชน์เลย

9. ท่านคิดว่าชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักมีจุดที่ควร/ต้องปรับปรุงหรือไม่ ถ้ามีโปรดระบุ

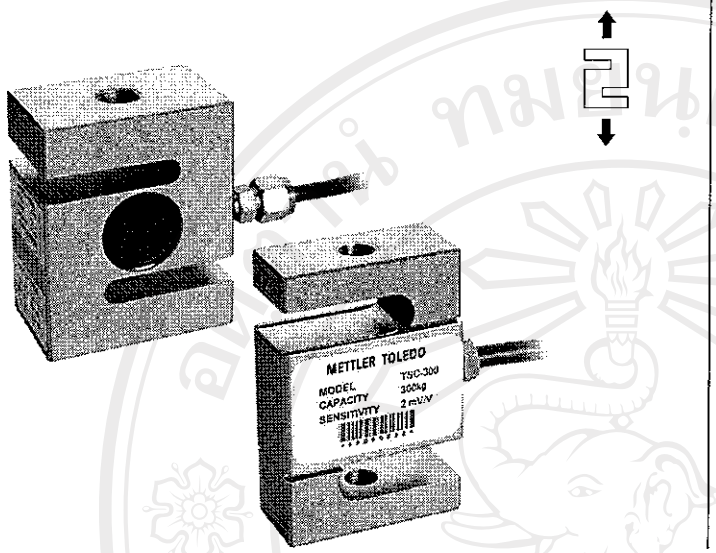
_____

10. ความคิดเห็นอื่นๆ ต่อชุดชั่งน้ำหนักดิจิตอลสำหรับผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก (สามารถเขียนต่อที่หน้าหลังได้)

_____

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

TSC/TSB Load cell, TSC 50kg~1t , TSB 2t~5t



Features:

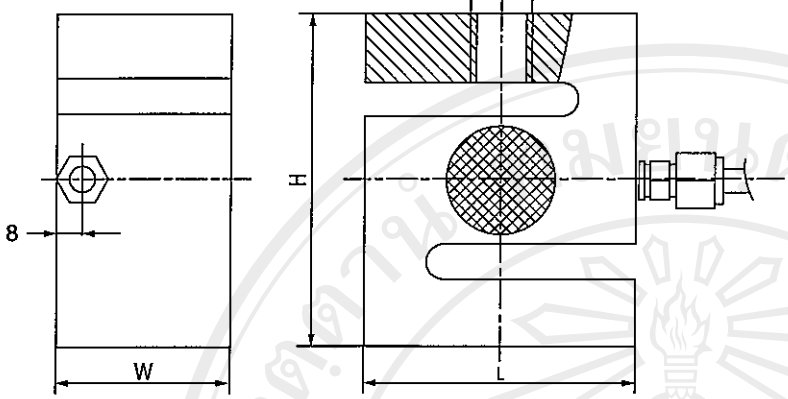
- Compact design
- High accuracy
- Excellent durability
- Alloy steel with nickel plated
- Protection class IP67 for TSB

Specification		
Rated capacity TSC	kg	50,100,200,300,500,1000
Rated capacity TSB	t	2,3,5
Rated output	mV/V	2 ± 0.002
Non repeatbility	%R.C.	≤ 0.01
Hysteresis	%R.C.	≤ 0.02
Non linearity	%R.C.	≤ 0.02
Creep(30min)	%R.C.	≤ 0.02
Zero balance	%R.C.	≤ 1
Temp. Compensated range	°C	-10~+40
Operating temp. Range	°C	-20~+65
Temp. coefficient on output	%Load/°C	≤ 0.002
Temp. coefficient on zero balance	%R.C./°C	≤ 0.002
Input resistance	Ω	381 ± 4
Output resistance	Ω	350 ± 1
Insulation resistance	MΩ	≥ 5000(50V DC)
Recommended voltage	V(DC/AC)	5~15
Max. excit. voltage	V(DC/AC)	20
Safe overload	%R.C.	150
Ultimated overload	%R.C.	300
Protection class		IP65(TSC), IP67(TSB)
Cable length	m	5

1) The cable color code of TSC/TSB load cell please refer to our data sheet SB...
2) Optionally available with service temperature range up to 150°C (310°F).

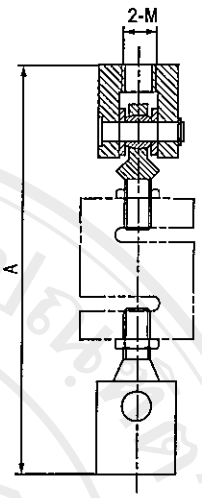
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Prices and specifications subject to change without notice.



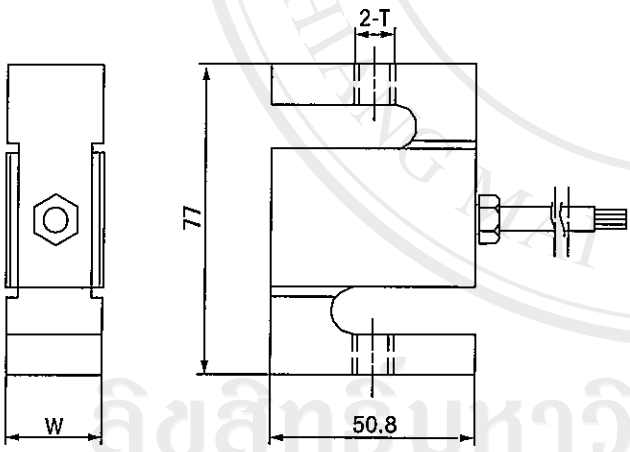
TSB 2,3,5

Capacity(kg)	L(mm)	H(mm)	W(mm)	T(mm)
2000	70	86	45	M16x1.5
3000	80	100	50	M18x1.5
5000	92	130	58	M20x2



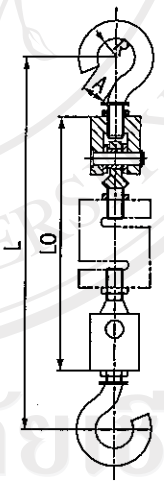
Coupling ZP 2,3,5

Capacity(t)	Dimensions(mm)	
	A	M
2	248-266	M14
3	268-290	M18
5	314-334	M20



TSC 50~1000

Capacity(kg)	Dimensions(mm)	
	W	T
50,100,200	18.5	M10x1
300	24.4	M10x1
500	24.4	M12x1
1000	36	M12x1

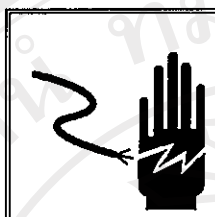


Coupling ZP 50~1000

Capacity(kg)	Dimensions(mm)			
	L	LO	R	A
50,100,200,300	322-367	205-227	14	18
500	298-317	219-235	14	0
1000	298-317	219-235	14	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3 Programming and Calibration



⚠ WARNING

ONLY PERMIT QUALIFIED PERSONNEL TO SERVICE THIS EQUIPMENT. EXERCISE CARE WHEN MAKING CHECKS, TESTS AND ADJUSTMENTS THAT MUST BE MADE WITH POWER ON. FAILING TO OBSERVE THESE PRECAUTIONS CAN RESULT IN BODILY HARM.

The WILDCAT scale contains various program blocks and sub-blocks which can be configured to determine how the scale will function. These program blocks and sub-blocks are shown below.

The WILDCAT scale is calibrated at the factory. Functional programming is also completed at the factory, so that the WILDCAT scale is ready to use right out of the box. There is no need to change any of the softswitch parameters or to calibrate the scale. However, for commercial purposes (legal for trade), the WILDCAT scale must be calibrated using certified test weights. All operational changes and calibration can be performed using the scale keyboard.

The programming mode of the WILDCAT scale consists of main blocks (F1, F2, and F3), each containing programming sub-blocks (F1.1, F1.2, and so on). An overview of the programming mode is shown on the following page.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

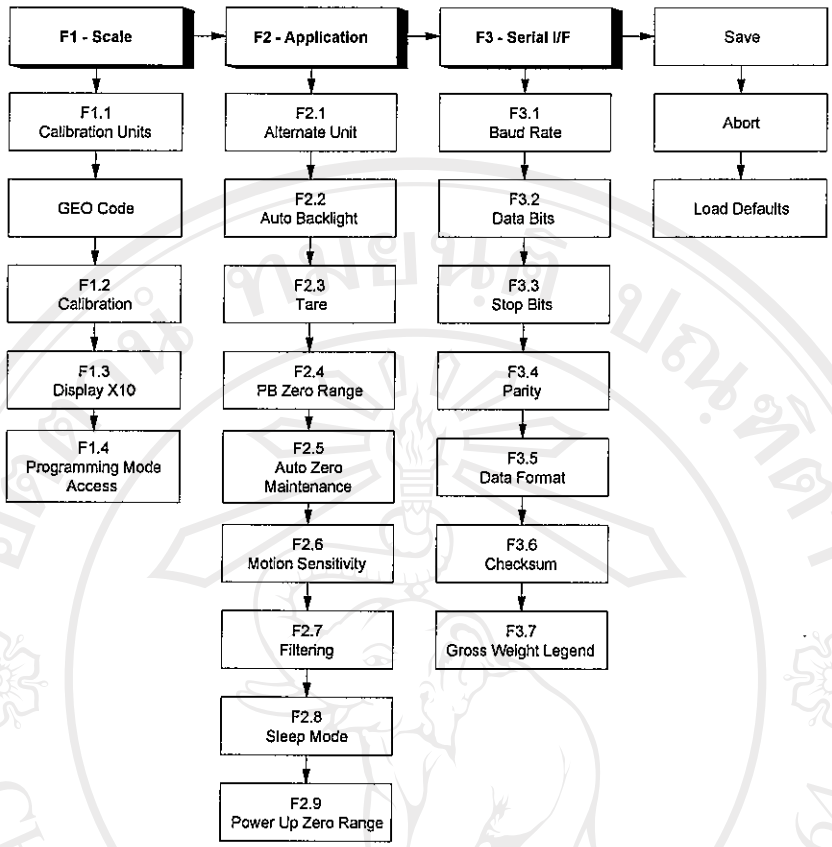


Figure 3-1

Key Functions

Should you need to reconfigure the WILDCAT scale, the following keys are used in the programming mode to configure the program blocks.

→0←	ZERO	Back up to the previous step.
→T← ←	TARE	Moves the data entry position one digit to the left.
F	FUNCTION	Increments the numeric data entry digit and/or allows the programmer to view the next display in a selection list.
	PRINT	Accepts/terminates a data entry.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Entering the Programming Mode

To access the program blocks, the CAL jumper must be in place shorting the two pins on the Controller PCB. Refer to Figure 3-1 for the CAL position.

To configure the program blocks, you must enter the programming mode by pressing and releasing the **PRINT** and **ZERO** keys simultaneously.

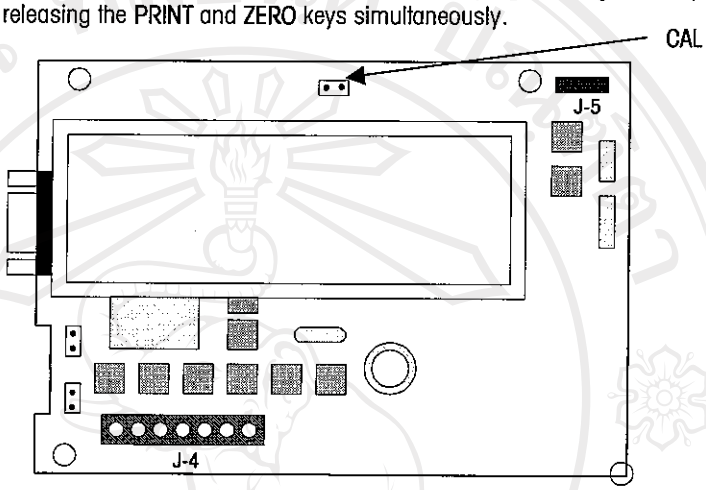


Figure 3-2

Entering and Configuring Program Blocks

Once the [F1] prompt is displayed, use the **PRINT** key to enter the block. Use the **FUNCTION** key to skip to the next block. Use the **ZERO** key to go to the previous block.

Once **PRINT** is pressed, the WILDCAT scale advances to the first parameter in the F1 program block. The display shows the sub-block number and the current value setting. Press **PRINT** to accept the value and advance to the next sub-block or press the **FUNCTION** key to toggle through the choices until the desired selection is displayed.

After the desired selection is displayed, press **PRINT** to accept the value. Continue this procedure throughout the setup routine until all required changes have been made.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Exiting the Programming Mode

At the end of all the program blocks, there is a SAVE program block. In this block, you can use the FUNCTION key to select SAVE, ABORT or DEFAULT. When the desired choice is displayed, press PRINT. The scale exits the programming mode after the selection.

SAVE	The WILDCAT scale will save all the changes you have made to the program blocks and then exit setup.
ABORT	All changes will be discarded and the original programming will remain.
DEFAULT	All blocks, except those steps denoted by *s in Table 3-1 are reset to the factory defaults.

Sealing the Enclosure (Legal for Trade)

After calibration is complete, setup step F1.4 should be programmed as a "0" to eliminate accidental changes to the calibration values. After programming is complete, remove the setup jumper CAL (Figure 3-2) to prevent setup access. Close the enclosure, tightening all four screws on the rear cover. Install the two plastic plugs over the bottom screws and seal the enclosure as shown in Figure 3-3.

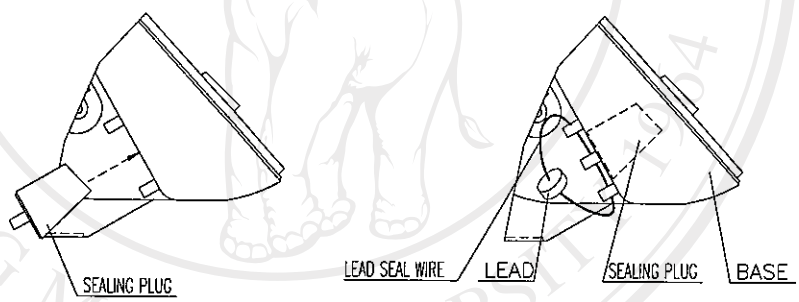


Figure 3-3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Factory Default Settings

The following is a list of the factory default setup parameters in the WILDCAT scale.

STEP	DEFAULT	DESCRIPTION
F1.1	*, **	Calibration units – No default
GEO	*	Gravity adjust – No default
F1.2	0	Skip calibration
F1.3	0	Normal weight display
F1.4	0**	Programming mode access disabled
F2.1	0**	Alternative units = none (Unit switch disabled)
F2.2	0**	Auto Backlight disable
F2.3	1	Tare enable
F2.4	1**	Push button zero enabled, 2% range
F2.5	1**	Auto zero maintenance enabled within 0.5d window
F2.6	1	Motion sensitivity +/- 1d
F2.7	0	No Filtering
F2.8	0	Sleep mode disable
F2.9	1**	Auto zero capture at powerup range of +/- 2%
F3.1	9600	Serial output baud rate
F3.2	7	Data bits
F3.3	2	Stop bits
F3.4	2	Even parity
F3.5	2	Print format = single line gross-tare-net
F3.6	1	Checksum enable
F3.7	0	No printed legend for gross weight field

Table 3-1

*These setup steps are not reset during a Reset to Factory Defaults.

**The following steps are reset manually at the factory to the values indicated for all WILDCAT scales with country code 000.

F1.1 = 1
F1.4 = 1
F2.1 = 2
F2.2 = 1
F2.4 = 2
F2.5 = 2
F2.9 = 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

F1 Scale Block

The Scale Interface program block allows the user to set and calibrate the features that affect weighing performance.

[F1.1 2] CALIBRATION UNITS

Enter the value that corresponds to the type of test weights that will be used for calibration.

1 = lb

2 = kg

3 = g

[GEO 12] GRAVITY ADJUST

The WILDCAT scale is calibrated with a GEO code of 12 at the factory. To adjust the factory calibration to your specific area, refer to Appendix 4 for your GEO code. Enter the new GEO code and the calibration will automatically be adjusted for your specific location.

[F1.2 0] SCALE CALIBRATION

0 = Skip Calibration and proceed to F1.3

1 = Enter into the Calibration Sub-block.

[CAP.] SCALE CAPACITY

"CAP" displays momentarily then current scale capacity is shown. This value is available for numeric entry editing. Press **FUNCTION** to clear the data before entering new data.

Table 3-2 shows all possible selections for capacity and increment.

Increment Size	SCALE CAPACITIES (lb, kg or g)											
0.001	1	-	-	2	-	3	4	5	6	-	8	10
0.002	2	-	3	4	5	6	8	10	12	15	16	20
0.005	5	6	-	10	-	15	20	25	30	-	40	50
0.01	10	12	15	20	25	30	40	50	60	-	80	100
0.02	20	24	30	40	50	60	80	100	120	150	160	200
0.05	50	60	-	100	-	150	200	250	300	-	400	500
0.1	100	120	150	200	250	300	400	500	600	-	800	1000
0.2	200	240	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	1600	2000
0.5	500	600	-	1000	-	1500	2000	2500	3000	-	4000	5000
1	1000	1200	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	-	8000	10000
2	2000	2400	3000	4000	5000	6000	8000	10000	12000	15000	16000	20000
5	5000	6000	-	10000	-	15000	20000	25000	30000	-	40000	50000

Table 3-2

[Incr.] INCREMENT SIZE

"Incr" displays momentarily then the current increment size is displayed for editing. Press the **FUNCTION** key to toggle through valid selections.

[E SCAL] Empty scale platform and press **PRINT** to continue.

[15 CAL] Delay while initial is set (display counts down). If motion sensitivity is not disabled and motion is detected at this step, the display will show [E 30]. Press **PRINT** and the display returns to the [E SCAL] prompt.

[Add Ld] Place test weight on the scale platform. Press **PRINT**.

[0000'0'] Enter test weight value. No decimal point is permitted. Maximum test weight is 100% of full scale capacity. There is no minimum test weight required but METTLER TOLEDO recommends using at least 50% of the scale capacity.

[15 CAL] Delay while span is set (display counts down). If motion is detected at this step then the display will show [E 30]. Press **PRINT** to return to the [Add Ld] prompt.

[CAL d] "Calibration done" is displayed momentarily.

[F1.3 0] EXPANDED DISPLAY

0 = Normal display mode

1 = Weight displayed in minors

[F1.4 0] PROGRAMMING MODE ACCESS

If CAL jumper is installed on the Controller PCB, this step has no effect, and the programming mode is always accessible.

If CAL jumper is not installed on the Controller PCB:

0 = No access to view or change values in the programming mode.

1 = Programming blocks F2 and F3 may be accessed to change the parameters. Programming block F1 may only be viewed.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

F2 Application Block

[F2.1 0] ALTERNATE UNITS:

Select the unit of measure desired as a secondary unit.

0 = No unit switching

1 = lb

2 = kg

If the calibration unit is "kg ", the available choice is only "lb".

If the calibration unit is "lb" or 'g', the choice is only 'kg".

If unit switching is enabled, a quick press of the FUNCTION key will change the unit.

[F2.2 0] AUTO BACKLIGHT

0 = Backlight can only be turned on manually by pressing the FUNCTION key.

1 = The backlight turns on during motion and stays on for 6 seconds after no-motion.

The manual on/off is always available. If unit switching is enabled, press and hold the FUNCTION key for 3 seconds to turn the back light on. If unit switching is disabled, a quick press of the FUNCTION key will turn the backlight on and off.

[F2.3 1] TARE

0 = Tare disabled

1 = Tare enabled

[F2.4 1] PUSHBUTTON ZERO RANGE

0 = Pushbutton zero disabled

1 = Enable pushbutton zero within +/- 2% of scale capacity

2 = Enable pushbutton zero within +/- 20% of scale capacity

[F2.5 1] AUTO ZERO MAINTENANCE

Auto Zero Maintenance (AZM) automatically compensates for small changes in zero resulting from material build-up or temperature changes. Select the weight range (+/-) around gross zero within which the WILDCAT scale will capture zero. If residual weight on the scale exceeds the weight range, the WILDCAT scale will not capture zero. AZM is disabled in the net mode.

0 = No AZM.

1 = AZM within 0.5d window.

2 = AZM within 1d window.

3 = AZM within 3d window.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

[F2.6 1] MOTION SENSITIVITY SELECTION

The motion detection feature determines when a no-motion condition exists on the scale platform. The sensitivity level determines what is considered stable. Printing, pushbutton zero, and tare entry will wait for scale stability before carrying out the command.

0 = Motion detector disabled

1 = 1.0 d motion sensitivity

2 = 3.0 d motion sensitivity

[F2.7 0] FILTER

This function compensates for environmental disturbances such as vibration or noise.

0 = NONE

1 = LIGHT

2 = NORMAL

3 = HEAVY

[F2.8 0] SLEEP MODE

0 = Disable

1 = Enable the sleep mode automatically after 5 minutes of stability.

[F2.9 1] POWER UP ZERO RANGE

0 = Auto Zero capture at powerup disabled.

1 = Auto Zero capture at powerup range of +/-2%

2 = Auto Zero capture at powerup range of +/-10%.

If power-up zero capture is disabled, the WILDCAT scale will display weight after powerup. Otherwise, if weight is not in zero-capture range, the display shows [E E E] or [-E-E-E], until weight is within the capture range.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

F3 Interface Block

The following section will introduce the detail steps of configuring the RS232 output .

[F3.1] BAUD RATE

[9600] Choose a baud rate from a selection list of 1200, 2400, 4800, or 9600 baud

[F3.2 7] DATA BITS

7 = 7 data bits

8 = 8 data bits

[F3.3 2] STOP BITS

1 = 1 stop bit

2 = 2 stop bits

[F3.4 2] PARITY

0 = No parity

1 = Odd parity

2 = Even parity

[F3.5 2] DATA OUTPUT FORMAT

0 = Toledo Continuous with STX

1 = Demand, single line, displayed weight only

2 = Demand, single line, gross, tare, net

3 = Demand, three line gross, tare, net

[F3.6 1] CHECKSUM (Only if F3.5 = 0)

0 = No checksum

1 = Checksum

[F3.7 0] PRINTED GROSS WEIGHT LEGEND

0 = No Legend

1 = B (bruto)

2 = G (gross)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Exit Sub-Block

At the end of the programming mode, there are three choices for ways to exit. Use the FUNCTION key to move between the choices.

[SAVE] Press PRINT to accept the changes in the program mode and exit programming.

[Abort] Press PRINT to ignore any changes in the program mode and exit programming.

[dFAULT] Press PRINT to reset all program block parameters to factory default data and exit programming.

Parameters marked with an asterisk (*) in Table 3.1 will not be reset

Calibration

When the WILDCAT scale is used in legal-for-trade commercial applications, it must be calibrated with certified test weights to the capacity and increment size shown on the data plate. The capacity and increment size is selectable in the programming mode in sub-block F1.2. Calibration is also completed in sub-block F1.2.

Gravity Adjustment

The WILDCAT scale terminal has built in compensation provisions to allow factory calibration with destination correction capabilities to compensate for variances caused by gravitational forces. If the WILDCAT scale is subjected to a different gravitational force at its destination location, this can be compensated for electronically by adjusting the geo value. The GEO value has 32 settings. The GEO value for any world location can be found in the GEO value table in Appendix 4 as long as the geographical coordinates and elevation above sea level are known. This value is programmed in the Scale block when prompted for [GEO xx].

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4 Maintenance and Troubleshooting

Cleaning

⚠ WARNING

ONLY PERMIT QUALIFIED PERSONNEL TO SERVICE THIS EQUIPMENT. EXERCISE CARE WHEN MAKING CHECKS, TESTS AND ADJUSTMENTS THAT MUST BE MADE WITH POWER ON. FAILING TO OBSERVE THESE PRECAUTIONS CAN RESULT IN BODILY HARM.

⚠ CAUTION

BEFORE CONNECTING OR DISCONNECTING ANY INTERNAL ELECTRONIC COMPONENTS OR INTERCONNECTING WIRING BETWEEN ELECTRONIC EQUIPMENT, ALWAYS REMOVE POWER AND WAIT AT LEAST THIRTY (30) SECONDS. FAILURE TO OBSERVE THESE PRECAUTIONS COULD RESULT IN DAMAGE TO OR DESTRUCTION OF THE EQUIPMENT, OR BODILY HARM.

Periodically clean the keyboard and covers with a soft clean cloth that has been dampened with a mild window type cleaner or detergent. DO NOT USE ANY TYPE OF INDUSTRIAL SOLVENT OR CHEMICALS. DO NOT SPRAY CLEANER DIRECTLY ONTO THE UNIT. DO NOT HOSE DOWN.

Troubleshooting

If operational difficulties are encountered, first obtain as much information as possible regarding the problem. Failures and malfunctions often may be traced to simple causes such as loose connections, low battery power, or improper setup. Additional troubleshooting is best performed by substitution. A PCB or load cell believed to be defective may be checked by replacing the suspect part with known good part and then observing whether the problem is corrected.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Error Codes

The following table lists the WILDCAT scale's error messages.

Error Message	Description	Probable Action
E1	ROM error	Check Power Supply Voltages. Replace Controller PCB.
E2	Internal RAM error	Check Power Supply Voltages. Replace Controller PCB.
E7	EEPROM data incorrect.	Check Power Supply Voltages. Replace Controller Logic PCB.
E30	Scale in motion during calibration	Press **PRINT** to return to [E SCAL] or [ADD LD].
E32	Insufficient calibration test weight or insufficient signal from load cell	Press **PRINT**, then add additional test weight. Recalibrate using more test weight.
E34	Calibration Test Weight too large	Press **PRINT**. Use test weight less than 100% of scale capacity.
E E E	Scale not zeroed at power up	Auto Zero on power-up (F2.9) is enabled and the weight is greater than zero. Zero the scale or remove the weight until zero is captured. Re-calibrate the scale.
-E E E	Scale not zeroed at power up.	Auto Zero on power-up (F2.9) is enabled and the weight is on the platform. Add weight until zero is captured. (Put platform on). Re-calibrate the scale.
|- - - -|	Overload indication.	Weight on scale exceeds calibrated capacity by more than 9d. Decrease load on scale.
|_ _ _ _|	Underload indication.	Weight on scale is below gross zero by more than 9d. Increase load on scale.

Table 4-1

Voltage Checks

AC Power Test

Using a Multi-meter, check the AC input power. Input power must be within -15% and +10% of the nominal AC line voltage.

Controller PCB Input Voltage Test

Confirm the AC adapter is outputting a voltage of at least 9 VDC. If the WILDCAT scale has power and the Controller PCB does not function properly, replace the PCB.

Check Battery Voltage—(Units with internal battery packs)

If the WILDCAT scale does not respond when power is applied and the unit is turned on by pressing the PRINT key, for approximately 3 seconds the battery pack may be completely discharged. Install a new set of six "D" cells and retest.

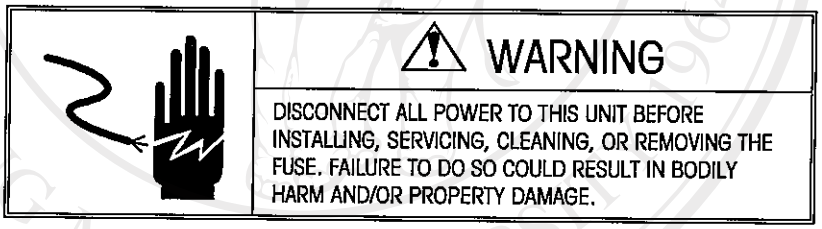
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

RS232 Serial Output Test

Use the following test procedure to determine whether the RS232 serial port is operational.

- Remove power and disconnect the data cable from the WILDCAT scale.
- Set the volt meter to read 20 volts DC.
- Connect the red lead to pin 3 of the WILDCAT serial port connect the black lead to pin 5.
- Apply power. The meter should read as follows:
- In Demand mode, the meter should read between -5 and -15 VDC with no fluctuation.
- To test the Demand output, press the PRINT key on the WILDCAT scale and the display should fluctuate between -5 volts to +5 volts for the duration of the transmission, then become stable again. This indicates the terminal has transmitted data.
- In Continuous mode, the meter should fluctuate between -5 and +5 VDC continuously. The constant fluctuation on the meter display indicates the scale/terminal is transmitting information.

Parts Replacement and Adjustments



⚠ WARNING

DISCONNECT ALL POWER TO THIS UNIT BEFORE INSTALLING, SERVICING, CLEANING, OR REMOVING THE FUSE. FAILURE TO DO SO COULD RESULT IN BODILY HARM AND/OR PROPERTY DAMAGE.

⚠ CAUTION

BEFORE CONNECTING OR DISCONNECTING ANY INTERNAL ELECTRONIC COMPONENTS OR INTERCONNECTING WIRING BETWEEN ELECTRONIC EQUIPMENT, ALWAYS REMOVE POWER AND WAIT AT LEAST THIRTY (30) SECONDS. FAILURE TO OBSERVE THESE PRECAUTIONS COULD RESULT IN DAMAGE TO OR DESTRUCTION OF THE EQUIPMENT, OR BODILY HARM.

Battery Replacement

The battery symbol at the lower left of the display is used to indicate low battery power. The cursor above the battery symbol will illuminate when there is approximately 15 minutes of operation remaining.

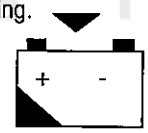


Figure 4-1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

When the cursor is "on" above the battery symbol, change the batteries as soon as possible. To change the batteries:

1. Open the battery door on the rear of the WILDCAT scale terminal enclosure.
2. Carefully remove the six batteries.
3. Contact the manufacturer or seller of the batteries to find out how they should be recycled or recharged.

⚠ CAUTION

THE WILDCAT SCALE CANNOT RECHARGE BATTERIES. IF RECHARGEABLE BATTERIES ARE USED, THEY MUST BE RECHARGED WITH A COMMERCIALLY AVAILABLE RECHARGER THEN REINSTALLED INTO THE TERMINAL.

4. Insert six new or recharged "D" size batteries as illustrated on the battery housing. This arrangement is also shown below.

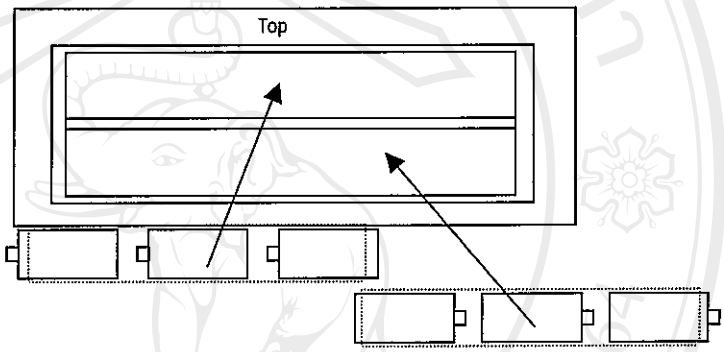


Figure 4-2 - Shown With Rear Battery Panel Removed

5. Reinstall the rear cover over the batteries and press into place.
6. Test for proper operation.

The operating time for a new set of "D" size batteries depends on how the scale is used. Some estimates (without backlight) are shown below. Using the backlight feature reduces battery life.

Operation	Battery Life
Continuous Use	400 hrs (Approximately 17 days)
8 Hours per Day	500 hrs (Approximately 3 months)

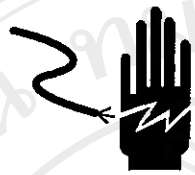
Keyboard Replacement

1. Remove power by removing the six "D" size batteries from the rear battery compartment and/or disconnecting the AC power adapter.
2. Remove the four screws securing the front and back halves of the cover.
3. Disconnect the keyboard tail from the Controller PCB. Discard the old front cover.
4. Connect the keyboard tail of the new front cover to J5 of the Controller PCB.
5. Secure the front cover to the back cover with the four screws.
6. Apply power then press and hold the ON/OFF (PRINT) key for 3 seconds.
7. Test the operation of the new keyboard.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Controller PCB Replacement

If the Controller PCB is suspected to be faulty, use the following procedure to replace the PCB.



⚠ WARNING

DISCONNECT ALL POWER TO THIS UNIT BEFORE INSTALLING, SERVICING, CLEANING, OR REMOVING THE FUSE. FAILURE TO DO SO COULD RESULT IN BODILY HARM AND/OR PROPERTY DAMAGE.

⚠ CAUTION

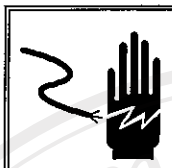
BEFORE CONNECTING OR DISCONNECTING ANY INTERNAL ELECTRONIC COMPONENTS OR INTERCONNECTING WIRING BETWEEN ELECTRONIC EQUIPMENT, ALWAYS REMOVE POWER AND WAIT AT LEAST THIRTY (30) SECONDS. FAILURE TO OBSERVE THESE PRECAUTIONS COULD RESULT IN DAMAGE TO OR DESTRUCTION OF THE EQUIPMENT, OR BODILY HARM.

1. Remove power by removing the six "D" size batteries from the rear battery compartment and/or disconnecting the AC power adapter.
2. Remove the four screws securing the front and back halves of the cover.
3. Disconnect the keyboard tail from the Controller PCB and set the front cover aside.
4. Disconnect the battery harness from the Controller PCB.
5. Disconnect the load cell cable from the J4 terminal strip on the Controller PCB.
6. Remove the two hex standoffs from the side of the enclosure that secures the serial output connector to the back cover of the WILDCAT.
7. Remove the four screws that secure the Controller PCB to the back cover.
8. Using proper static electricity precautions, carefully remove the Controller PCB and place it in a protective static bag.
9. Install the new Controller PCB using the same four screws removed in the previous step.
10. Install the two hex standoffs to the side of the enclosure that secure the serial output connector to the back cover of the WILDCAT scale. Reconnect the load cell cable previously removed.
11. Reconnect the AC adapter and battery harnesses removed previously.
12. Connect the keyboard tail of the front cover to J5 of the Controller PCB.
13. Secure the front cover to the back cover with the four screws.
14. Apply power to the WILDCAT scale then press and hold the ON/OFF (PRINT) key for 3 seconds.
15. Reprogram, recalibrate and test the operation of the new Controller PCB.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Load Cell Replacement

1. Remove power by removing the six "D" size batteries from the rear battery compartment and/or disconnecting the AC power adapter.



⚠ WARNING

DISCONNECT ALL POWER TO THIS UNIT BEFORE INSTALLING, SERVICING, CLEANING, OR REMOVING THE FUSE. FAILURE TO DO SO COULD RESULT IN BODILY HARM AND/OR PROPERTY DAMAGE.

⚠ CAUTION

BEFORE CONNECTING OR DISCONNECTING ANY INTERNAL ELECTRONIC COMPONENTS OR INTERCONNECTING WIRING BETWEEN ELECTRONIC EQUIPMENT, ALWAYS REMOVE POWER AND WAIT AT LEAST THIRTY (30) SECONDS. FAILURE TO OBSERVE THESE PRECAUTIONS COULD RESULT IN DAMAGE TO OR DESTRUCTION OF THE EQUIPMENT, OR BODILY HARM.

2. Remove the four screws securing the front and back halves of the cover.
3. Disconnect the keyboard tail from the Controller PCB and set the front cover aside.
4. Disconnect the load cell wiring from the J4 terminal strip on the Controller PCB.
5. Loosen the grip bushing on the side of the enclosure enough to slide the load cell cable out.
6. Remove the stainless steel platform from the base.
7. Loosen and remove the top load cell mounting bolts that secure the top frame to the load cell.
8. Set the top frame and the load cell spacer aside.
9. Turn the WILDCAT scale on its side to access the bottom load cell bolts.
10. Loosen and remove the bottom load cell mounting bolts.
11. Remove the load cell from the base and pull the excess cable out through the bottom of the column.
12. Reinstall a new load cell by following the steps above in reverse order.

Note - Lubricate the threads and under the head of the load cell mounting bolts before reinstalling.

13. Using a torque wrench, tighten the load cell mounting bolts to the specifications shown in Table 4-2.

MODEL	METRIC	ENGLISH
WS30R/WS30VR	20 N•m	15 ft•lbs
WS60R/WS60VR	20 N•m	15 ft•lbs
WS60LR/WS60LVR	20 N•m	15 ft•lbs
WS150R/WS150VR	30 N•m	22 ft•lbs

Table 4-2

14. After replacing a load cell, the overload stops must be checked and adjusted (if needed). Refer to the next section for the overload stop adjustment procedure.
15. Thread the load cell cable through the column from the bottom.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

16. Insert the load cell cable through the grip bushing on the side of the enclosure.
17. Connect the load cell cable to the J4 terminal strip on the Controller PCB. Refer to Figure 2-2.
18. Tighten the grip bushing on the side of the enclosure to secure the load cell cable.
19. Connect the keyboard of the front cover to J5 of the Controller PCB.
20. Secure the front cover to the back cover with the four screws.
21. Coil the excess load cell cable and insert it into the column. A small length of tape applied to the ends of the coils allows the cable to slide into the column easier.
22. Apply power to the WILDCAT scale then press and hold the ON/OFF (PRINT) key for 3 seconds.
23. Recalibrate and test the operation of the new load cell.

Overload Stop Adjustment

1. The overload stops must be checked and reset if the top or bottom frame or the load cell has been replaced.
2. Remove the stainless steel platform from the base.
3. Using the proper size feeler gauge, check all six overload stops as shown in Figure 4-3. The correct gap measurements can be found in Table 4-3.
4. If the gaps are not set properly, proceed to the following steps.
5. Loosen the overload screw jam nuts. Refer to Figure 4-4.
6. Using the proper size feeler gauge, turn the screw until you feel a slight drag on the feeler gauge.
7. Tighten the jam nut and recheck the gap. Readjust if necessary.
8. Adjust all six overload stops using this procedure.
9. After adjustment, reinstall the platform and make sure the scale weighs to full capacity.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

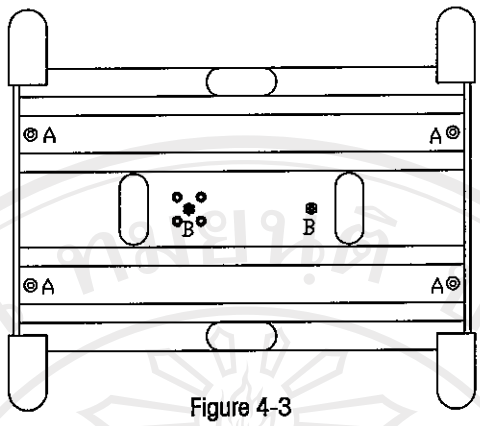


Figure 4-3

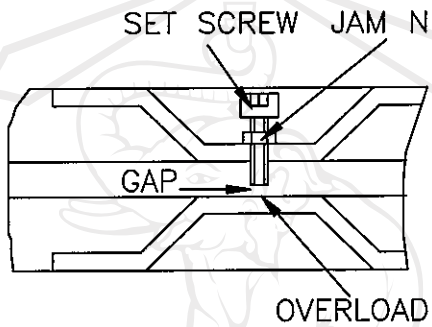


Figure 4-4

Figure 4.1 Position	WS30R Overload Gap	WS60R Overload Gap	WS60LR Overload Gap	WS150R Overload Gap
A	2 mm (0.078 in)	2 mm (0.078 in)	4 mm (0.157 in)	4 mm (0.157 in)
B	0.75 mm (0.03 in)	0.75 mm (0.03 in)	1 mm (0.04 in)	1 mm (0.04 in)

Table 4-3

Shift Test

A shift test verifies that all sections of the scale platter weigh within tolerance. If the scale does not pass the shift test, verify the overload stop gaps before replacing the load cell. No adjustment for the shift is possible. If the WILDCAT scale does not pass the shift test, the load cell must be replaced.

For NTEP and Canadian Weights and Measures tests, use weights equal to one half the scale's capacity. Place the test weight sequentially at each of the positions A, B, C, D and E as shown in Figure 4-5. These positions are the centers of the four quadrants of the platform and the center of the platform. Note the terminal's reading of the weight at each position.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

The difference between any two positions in the shift test cannot exceed the tolerance shown in Table 4-4.

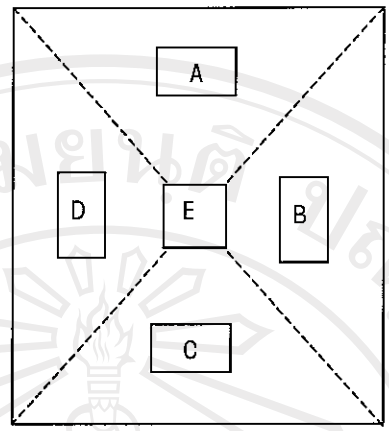


Figure 4-5

For an OIML test, use weights equal to one third the scale's capacity. Place the test weight sequentially at each of the positions A, B, C, D, and E as shown in Figure 4-6. These positions are the centers of the four quadrants of the platform and the center of the platform. Note the terminal reading of the weights at each position. The difference between any two positions in the shift test cannot exceed the tolerance shown in Table 4-4 below.

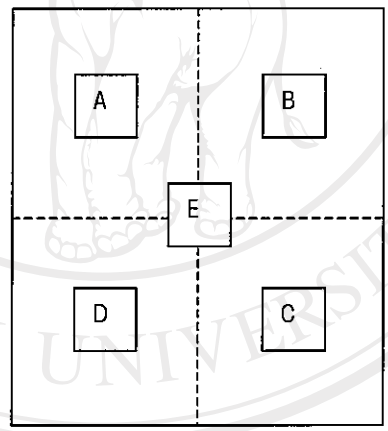


Figure 4-6

	SCALE CAPACITY	DISPLAY INCREMENT	US and CANADA TEST WEIGHT	OIML TEST WEIGHT	TOLERANCE (NEW)	TOLERANCE (IN SERVICE)
WS30R/WS30VR	30 kg/60 lb	0.01 kg/ 0.02 lb	15 kg/30 lb	10 kg/20 lb	+/- 0.01 kg +/- 0.02 lb	+/- 0.02 kg +/- 0.04 lb
WS60R/WS60VR	60 kg/150 lb	0.02 kg/ 0.05 lb	30 kg/75 lb	20 kg/50 lb	+/- 0.02 kg +/-0.05 lb	+/- 0.04 kg +/- 0.1 lb
WS60LR/WS60LVR	60 kg/150 lb	0.02 kg/ 0.05 lb	30 kg/75 lb	20 kg/50 lb	+/- 0.02 kg +/- 0.05 lb	+/- 0.04 kg +/- 0.1 lb
WS150R/WS150VR	150 kg/300 lb	0.05 kg/0.1 lb	75 kg/150 lb	50 kg/100 lb	+/- 0.05 kg +/- 0.1 lb	+/- 0.10 kg +/- 0.2 lb

Table 4-4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Power-Up Sequence

The WILDCAT scale terminal goes through a series of self-tests when it is turned on. These tests confirm normal internal operation. The power-up sequence is as follows.

While the display is checked by showing all numbers 0-9, a diagnostic self test is performed on the memory and microprocessor. An error message is displayed if any component fails the test. The program number [125362] is shown next, followed by the revision [Sr. 2.00].

If everything tests okay, the WILDCAT scale will show [0.00] on the display. The power-up sequence requires a few seconds to complete.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5 Parts List

Terminal

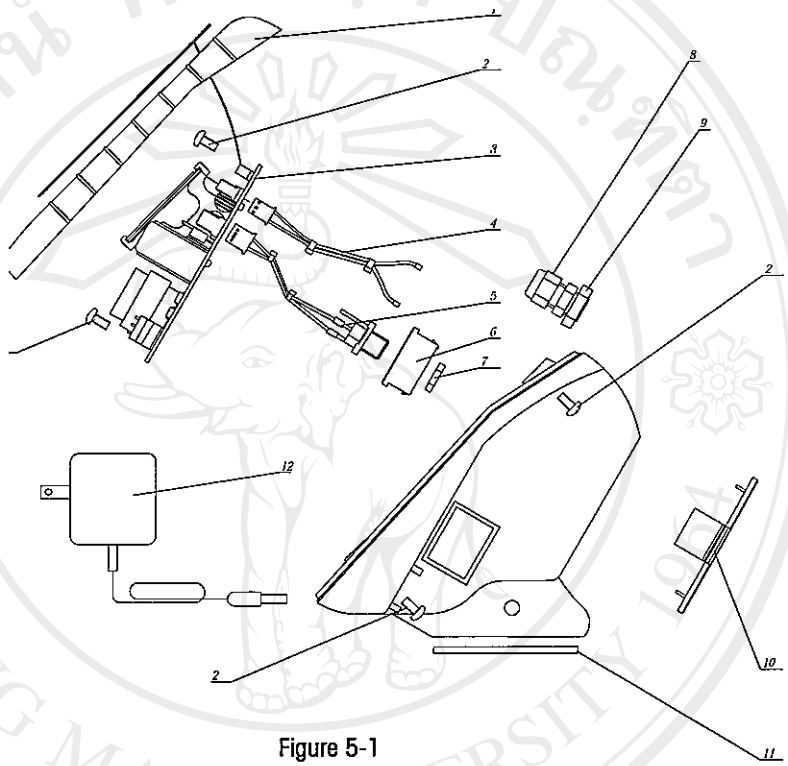


Figure 5-1

Item	P/N	Description	Quantity
1	127482OTC	Front Cover, Keyboard & Overlay Assembly	1
2	R0512000A	Screw, M4 x 6	8
3	127483OTC	Main PCB w/ Backlight	1
	127484OTC	Main PCB w/o Backlight	
4	124466OTC	Battery Harness	1
5	124467OTC	Power Supply Harness	1
6	124454OTC	Power Supply Plate	1
7	R0528800A	Nut, Power Supply	1
8	12901800A	Grip Bushing	1
9	14577900A	Grip Bushing Nut	1
10	124453OTC	Battery Cavity Cover Plate	1
11	124464OTC	Rubber Bar	2
12	124474OTC	Wall Adapter, 120 VAC, US Plug	1
	125967OTC	Wall Adapter, 220 VAC, US Plug	
	125969OTC	Wall Adapter, 230 VAC, EU Plug	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Column and Base

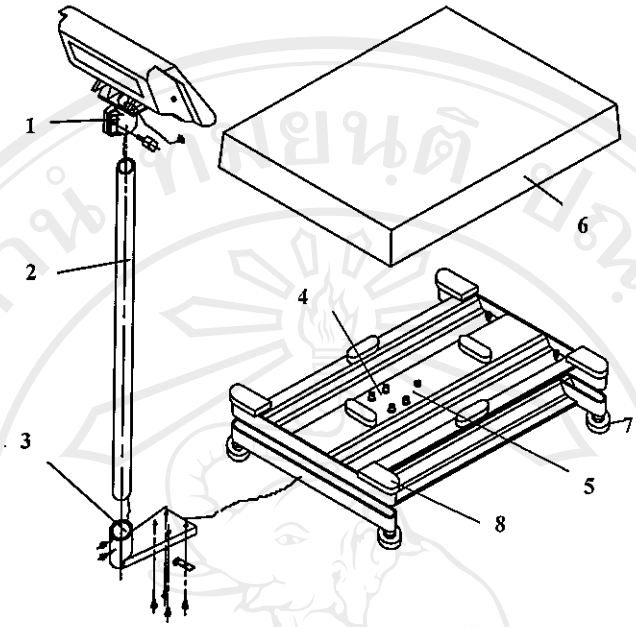


Figure 5-1

Item	P/N	Description	Quantity
1	126431OTC	Indicator Bracket Assembly	1
2	125105OTC	Stainless Steel Column, 350 mm high	1
	125103OTC	Stainless Steel Column, 680 mm high	
3	123775OTC	Column Bracket	1
4	123976OTC	Load Cell, 100 kg (WS30R, WS60R, WS60LR)	1
	123979OTC	Load Cell, 250 kg (WS150R)	
5	102504OTC	Load Cell Mounting Bolts, M6 × 25	8
6	125883OTC	Stainless Steel Platter, (WS30R,WS60R)	1
	125881OTC	Stainless Steel Platter, (WS60LR,WS150R)	
7	125009OTC	Adjustable Foot	4
8	125006OTC	Rubber Platter Supports (WS60LR,WS50R)	4
	125924OTC	Rubber Platter Supports (WS30R,WS60R)	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved