



Physical Stander and Feet Movement for Lower Paralyzed Patient Controlled by Microcontroller

การพัฒนาเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่าง ด้วยวิธีการช่วยยืน และ เคลื่อนเท้าควบคุมด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์

เสกสรรค์ เจียรสุวรรณ^{1*}, ภาณุพงษ์ ชีระชัย², ชัยสิทธิ์ ภัทรวชิยานนท์³ และ ราชนัย มงคลรัตน์⁴

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000

Corresponding Author E-mail : J_seksan@hotmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history:	This research was titled physical stander and feet movement
Received January 2018	for lower paralyzed patient controlled by microcontroller which was
Accept April 2018	aimed to invented the stander model for lower paralyzed patients to
Online April 2018	help for standing and feet movement, to save and decrease the
Keywords:	expense for purchasing the physical stander in adequate for using of the
Physical stande	patients in the hospital. The operation of this physical stander has been
Lower paralyzed	done by selecting the work and show the result of the stander model
patient	which was able to lift and place the patient down and adjust the speed
	of the feet movement. It was able to control the working time, it has
	had an emergency stop switch when it has happened the unusual to
	the patient for protecting the dangerous to the patient. It was found
	that the stander model was able to work efficiency with the patient
	who weighed not over 100 kgs.

บทคัดย่อ

บทความวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างด้วยวิธีการช่วยยืนและเคลื่อนเท้าควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างด้วยวิธีการช่วยยืนและเคลื่อนเท้า เพื่อเป็นการประหยัดและลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องกายภาพบำบัด ให้เพียงพอแก่การใช้งานของผู้ป่วยในโรงพยาบาล ซึ่งการดำเนินงานของการพัฒนาเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่าง ด้วยวิธีการช่วยยืนและเคลื่อนเท้าควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีเลือกการทำงานและแสดงผลโดยการทำงานของเครื่อง ต้นแบบนี้สามารถยกและวางผู้ป่วยได้ สามารถปรับความเร็วของการเคลื่อนเท้า และยังสามารถควบคุมเวลาในการทำงาน มีสวิตช์หยุดฉุกเฉินเมื่อมีเหตุผิดปกติกับผู้ป่วยเพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ป่วย ซึ่งผลการทดลองพบว่าเครื่องต้นแบบฯ สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพ กับผู้ป่วยที่น้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม

คำสำคัญ : เครื่องกายภาพบำบัด; ผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่าง

บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้ป่วยที่ประสบอุบัติเหตุทางท้องถนน หรืออุบัติเหตุทั่วไปนั้นมีการเสี่ยงต่อการเป็นอัมพาต, อัมพาต สาเหตุเนื่องมาจากการที่ไขสันหลังหรือเส้นประสาทที่ต่อเนื่องมาจากไขสันหลัง สูญเสียความสามารถในการส่งงานกล้ามเนื้อให้หดตัวเพื่อให้ร่างกายเคลื่อนไหว โดยมากมักเป็น ผล ตามมาจากอุบัติเหตุ ที่ทำให้มีการกระทบที่ไขสันหลัง นอกจากนั้น อาจเป็นผลมาจากเนื้องอก ไขสันหลัง หมอนรองกระดูก ไขสันหลังแตกและกดทับเส้นประสาทหรือไขสันหลัง เป็นต้น นอกเหนือ จากความผิดปกติที่ไขสันหลังแล้ว อาจ

เป็นความผิดปกติของสมองโดยตรง แต่พบได้ ไม่บ่อยนัก กรณีที่มีความผิดปกติมาจากไขสันหลัง ผู้ป่วยมักจะมีอาการชาาร่วมด้วย บางรายเป็น เพียงความรู้สึก ลดน้อยลง (มักให้ประวัติว่าผิวหนังบริเวณลำตัว และ ขาหนาขึ้น) ในรายที่เป็นมากจะไม่มีรู้สึกใดๆเลย ผู้ป่วยที่มีอาการมากมักจะมี ความผิดปกติของระบบขับถ่ายร่วมด้วย เช่น กลั้นปัสสาวะ อุจจาระไม่อยู่ เวลานอนจะพลิกตะแคงตัวเองไม่ได้ หรือ ได้บ้างแต่ไม่ถนัด เมื่อมีการกลั้น อุจจาระปัสสาวะไม่ได้ จะทำให้ผู้ป่วยถ่ายรดที่นอน และนอนกดทับบริเวณก้นกบนานๆ ทำให้เกิดแผลกดทับ (Bed sore or Pressure sore) ผู้ป่วยจะมีเพียงการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อท่อนล่าง คือ ลำตัว และ ขา ซึ่งเรียกว่า อัมพาต / อัมพาตส่วนล่าง (Paresis/Paralysis) แต่ถ้าความผิดปกติเกิดที่ระดับบน (คอ) จะทำให้ กล้ามเนื้อส่วนบน คือ แขนอ่อนแรงด้วย ทำให้ผู้ป่วยมีสภาพเป็นอัมพาต/อัมพาตทั้งตัว (Quadriplegia / Quadriplegia) ซึ่งรุนแรงกว่าแบบแรกมาก เพราะผู้ป่วยมักมีปัญหาเรื่องการ หายใจร่วมด้วย (Respiratory distress) ในรายที่เป็นมาก จะไม่สามารถหายใจได้หลังเกิดเหตุ ทำให้เสียชีวิตในที่ที่เกิดเหตุ หรือที่เรียกว่าคอกหักตายนั่นเอง ผู้ป่วยกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงที่จะเป็นอัมพาต คือกลุ่มที่เกิดจากอุบัติเหตุบนท้องถนน ถ้ายังรู้สึกตัวมักจะบ่นเจ็บคอหรือขาแขนและขา ในรายที่ไม่รู้สึกตัว ต้องถือว่าเป็นกลุ่มที่น่าสงสัยว่าจะมีไว้ก่อน ผู้ป่วยกลุ่มนี้ถ้าได้รับการเคลื่อนย้าย ไม่ถูกต้อง จะทำให้การบาดเจ็บรุนแรงมากขึ้นตามไปด้วยเพราะฉะนั้นนักกายภาพบำบัด แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลลำปาง (2556) กล่าวว่า ต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการบำบัดผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ป่วยมีการฝึกทักษะเพื่อฟื้นฟูกล้ามเนื้อให้กลับคืนสภาพที่ใกล้เคียงกับคนปกติมากที่สุด แต่มีปัญหาเรื่องราคาเครื่องช่วยผู้ป่วยอัมพาต,อัมพาตมีราคาที่สูงมากและจำนวนเครื่องไม่เพียงพอต่อผู้ป่วยที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น จากนั้นแผนกที่ควบคุมการทำงานใช้งานแบบ Manualควบคุมการปรับระดับความสูงและยกผู้ป่วยขึ้น ซึ่งผู้ป่วยที่ใช้งานไม่สะดวกต่อ

การใช้งานมาก ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยจึงคิดสร้างเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างโดยวิธีช่วยยีนและเคลื่อนเท้า ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ในราคาที่ไม่สูงและใช้งานได้เทียบเท่ากับเครื่องที่ทางโรงพยาบาลซื้อมาในราคาที่สูงเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างได้มีเครื่องกายภาพบำบัดใช้งานเพียงพอต่อผู้ป่วยที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

วิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเตรียมการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลการกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างสถานที่แผนกกายภาพบำบัดโรงพยาบาลลำปาง
2. ศึกษาข้อมูลหลักการทำงานของเครื่องกายภาพบำบัดแต่ละชนิดในแผนกกายภาพบำบัดโรงพยาบาลลำปาง
3. ศึกษาข้อมูลหลักการทำงานของเครื่องควบคุมโดยใช้โปรแกรมในการควบคุมโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบในงานอุตสาหกรรมและการควบคุมหุ่นยนต์
4. ศึกษาข้อมูลหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยการใช้วิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ (PWM) โดยการจ่ายสัญญาณพัลส์ให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
5. ศึกษาคุณลักษณะและคุณสมบัติของเครื่องกายภาพบำบัด
6. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและขั้นตอนการสร้างเครื่องกายภาพบำบัด

การกายภาพบำบัด (Physical Therapy) ผู้ป่วยอัมพาตทั้งตัว อัมพาตครึ่งท่อน

การดูแลผู้ป่วยอัมพาตทั้งตัวและอัมพาตครึ่งท่อน เราต้องมีความเข้าใจในเรื่องอาการของผู้ป่วยและ

วิธีการดูแลที่ถูกวิธี ให้ผู้ป่วยพยายามช่วยเหลือตัวเองได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และฟื้นฟูสภาพจิตใจ และร่างกายให้กับผู้ป่วย จะช่วยทำให้ผลของการฟื้นฟูผู้ป่วยมีนั้นประสิทธิภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น

ประเภทของอัมพาตแบ่งได้ง่ายๆ 3 ประเภท ดังนี้

1. ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก หมายถึง ผู้ป่วยที่มีภาวะการอ่อนแรงจากการขาดเลือดไปเลี้ยงสมอง หรือเลี้ยงสมองไม่เพียงพอจากการแตก ตีบ ตันของหลอดเลือดในสมองหรืออุบัติเหตุที่กระทบกระเทือนทางสมอง
2. ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อน หมายถึง ผู้ป่วยที่มีภาวะในการอ่อนแรงของขาข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากอาการบาดเจ็บของไขสันหลังตั้งแต่ ระดับอกลงมาจากการตกจากที่สูง, อุบัติเหตุบนท้องถนน, หรือการถูกยิง, แผล หรือมีเนื้องอกที่ไขสันหลัง เป็นต้น
3. ผู้ป่วยอัมพาตทั้งตัว หมายถึง ผู้ป่วยที่มีอาการอ่อนแรงของแขนขาทั้ง 2 ข้าง สาเหตุเช่นเดียวกับอัมพาตครึ่งท่อน แต่จะระดับสูงกว่าคือ มีการบาดเจ็บที่ระดับคอลง

หลักการรักษาฟื้นฟูผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อนทางกายภาพบำบัดเบื้องต้น

1. จะทำการรักษาทางกายภาพบำบัดหลังจากได้รับการรักษาทางการแพทย์ จนอยู่ในภาวะคงที่แล้ว
2. ทำการเคลื่อนไหวข้อต่อเหมือนในกรณีของผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกแต่ควรระวังในรายที่มีการตามเหล็กลอยอยู่ในข้อ ภายในกระดูก ไม่ต้องทำเกินกว่าที่ผู้ป่วยทำได้
3. ออกกำลังกายโดยให้แรงต้านในกล้ามเนื้อที่ยังสามารถทำได้ เพื่อให้ใช้กล้ามเนื้อที่เหลืออยู่ทดแทนกล้ามเนื้อที่ไม่สามารถทำงานได้
4. ไม่ควรปล่อยให้ผู้ป่วยนอนนาน ๆ ควรแนะนำให้ผู้ป่วยนั่งบ้างในรายที่พอนั่งได้ หรือให้ผู้ป่วยยืนในรายที่สามารถเดินได้

การทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อนเบื้องต้นในระยะอ่อนแรง ข้อควรปฏิบัติ

1. การเคลื่อนไหวข้อให้ผู้ป่วยควรทำซ้ำๆ
2. ควรทำการเคลื่อนไหวให้สุดองศาของการเคลื่อนไหวที่ปกติ แต่ควรระวังในรายที่มีการตามหลังอยู่ภายในข้อ ภายในกระดูก ต้องไม่ทำเกินกว่าที่ผู้ป่วยทำได้
3. ในแต่ละท่าทำซ้ำๆท่าละ 10-20 ครั้ง วันละ 2 รอบ
4. ระหว่างทำให้ผู้ป่วยคิดอยู่เสมอว่ากำลังทำการเคลื่อนไหวด้วยตนเอง
5. ไม่ควรทำการเคลื่อนไหวหลังจากรับประทานอาหารอิ่มใหม่ๆ หรือในขณะที่ผู้ป่วยมีไข้
6. ขณะทำการเคลื่อนไหวข้อ ถ้าผู้ป่วยปวด หรือ พบปัญหาอย่างอื่นตามมา ควรหยุดและปรึกษาแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด
7. ไม่ควรให้ผู้ป่วยนอนอย่างเดียวนาน ๆ ควรให้ผู้ป่วยลุกขึ้นมานั่งบ่อย ๆ
8. ควรได้รับการฟื้นฟูทางกายภาพบำบัดอย่างต่อเนื่อง
9. พยายามสอนญาติผู้ป่วยให้ทำอยู่เป็นประจำ

ออกแบบโครงสร้างและวงจรควบคุม

การออกแบบโครงสร้างและวงจรควบคุมเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างโดยวิธีช่วยยืนและเคลื่อนไหวเท้าควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

1 ออกแบบโครงสร้างเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่าง

1.1 เครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างมีขนาดความสูง 110 ซม. กว้าง 80 ซม. และยาว 100 ซม.

1.2 ในการขึ้นโครงสร้างเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างใช้เหล็กกล่องขนาด 2x1 นิ้วจำนวน 2 เส้นและขนาด 1^{1/4} นิ้ว จำนวน 4 เส้น

1.3 กลไกในการทำงานใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ขับเคลื่อนกลไกในการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ใช้ขับเคลื่อนกลไกใช้ชนิดเดียวกันคือส่วนที่ยกตัวผู้ป่วยขึ้นส่วนที่เคลื่อนไหวเท้าและที่พับแขน

1.4 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor)

1.5 วิธีการคำนวณหามอเตอร์เพื่อนำมาใช้งาน

โมเมนต์ตาม = โมเมนต์ทวน

$$100 \times 0.6 = 0.4 \times \text{แรงที่ใช้ดึง}$$

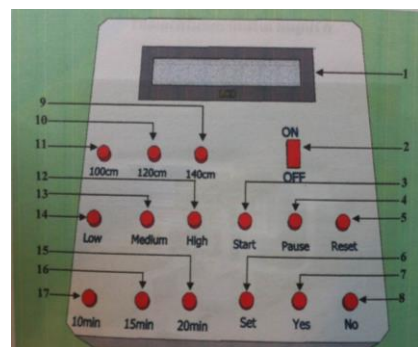
$$\text{แรงที่ใช้ดึง} = \frac{100 \times 0.6}{0.4} = 150 \text{ Kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{เผื่อแรงที่ใช้ดึง 30\%} &= \frac{150 \times 30}{100} \\ &= 45 \text{ kg} \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ที่สามารถรับน้ำหนักได้ 150 kg+45 kg =195 kg



รูปที่ 1 โครงสร้างของเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างด้วยวิธีการช่วยยืนและเคลื่อนไหวเท้าควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2 แผนูการใช้งานของเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วย
อัมพาตท่อนล่างด้วยวิธีการช่วยยืนและเคลื่อน
เท้าควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3 เครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่าง
ด้วยวิธีการช่วยยืนและเคลื่อนเท้าควบคุมด้วย
ไมโครคอนโทรลเลอร์

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วย
อัมพาตท่อนล่างโดยวิธีช่วยยืนและเคลื่อนเท้าควบคุมด้วย
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้จัดสร้างเครื่อง
กายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่างโดยวิธีช่วยยืนและ
เคลื่อนเท้าควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการ
ทดสอบและนำเสนอผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล
ดังนี้

จากตารางที่ 1 จากการทดลองการทำงานที่น้ำหนัก 0
kg ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง จะเห็นได้ว่าการทำงาน
ของเครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละครั้ง ของ
ฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อนเท้า แต่
ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

จากตารางที่ 2 จากการทดลองการทำงานที่น้ำหนัก
40 kg ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าการ

ทำงานของเครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละ
ครั้ง ของฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อน
เท้า แต่ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

จากตารางที่ 3 จากการทดลองการทำงานที่น้ำหนัก
50 kg ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าการ
ทำงานของเครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละ
ครั้ง ของฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อน
เท้า แต่ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

จากตารางที่ 4 ทดลองการทำงานที่น้ำหนัก 60 kg
ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าการทำงานของ
เครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละครั้ง ของ
ฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อนเท้า แต่
ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

จากตารางที่ 5 ทดลองการทำงานที่น้ำหนัก 70 kg
ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าการทำงานของ
เครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละครั้ง ของ
ฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อนเท้า แต่
ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

จากตารางที่ 6 ทดลองการทำงานที่น้ำหนัก 80 kg
ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าการทำงานของ
เครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละครั้ง ของ
ฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อนเท้า แต่
ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

จากตารางที่ 7 ทดลองการทำงานที่น้ำหนัก 90 kg
ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าการทำงานของ
เครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละครั้ง ของ
ฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อนเท้า แต่
ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

จากตารางที่ 8 ทดลองการทำงานที่น้ำหนัก 100 kg
ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้งจะเห็นได้ว่าการทำงานของ
เครื่องมีค่าที่แตกต่างกันในการทดลองแต่ละครั้ง ของ
ฟังก์ชันทำงานการยกตัวผู้ป่วยและการเคลื่อนเท้า แต่
ค่าที่ได้ก็ใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

ตารางที่ 1 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 0 kg

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระดับที่วางแขน (เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า (นาทีก)			การเคลื่อนเท้า (ครั้ง/นาทีก)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	6	100	119	139	10	15	20	114	125	136
2	5	100	119	139	10	15	20	114	125	139
3	5	100	119	139	10	15	20	114	124	138
4	6	100	119	139	10	15	20	115	124	137
5	6	100	119	139	10	15	20	115	124	136
ค่าเฉลี่ย	5.8	100	119	139	10	15	20	114	124	136

ตารางที่ 2 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 40 kg

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระดับที่วางแขน (เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า (นาทีก)			การเคลื่อนเท้า (ครั้ง/นาทีก)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	7	100	119	139	10	15	20	106	112	125
2	7	100	119	139	10	15	20	105	113	126
3	7	100	119	139	10	15	20	107	116	125
4	8	100	119	139	10	15	20	106	110	127
5	7	100	119	139	10	15	20	106	114	123
ค่าเฉลี่ย	5.8	100	119	139	10	15	20	106	113	125

ตารางที่ 3 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 50 kg

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระดับที่วางแขน (เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า (นาทีก)			การเคลื่อนเท้า (ครั้ง/นาทีก)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	7	100	119	139	10	15	20	101	112	125
2	8	100	119	139	10	15	20	100	113	123
3	8	100	119	139	10	15	20	99	111	125
4	7	100	119		10	15	20	100	113	125
5	7	100	119	139	10	15	20	98	112	125
ค่าเฉลี่ย	7.6	100	119	139	10	15	20	99	112	124

ตารางที่ 4 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 60 kg

ครั้งที่	เวลายกตัว (วินาที)	ระดับที่วางแขน(เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า(นาທີ)			การเคลื่อนเท้า(ครั้ง/นาທີ)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	6	100	119	139	10	15	20	95	113	124
2	7	100	119	139	10	15	20	96	112	126
3	7	100	119	139	10	15	20	96	113	123
4	9	100	119	139	10	15	20	95	114	125
5	8	100	119	139	10	15	20	95	113	124
ค่าเฉลี่ย	7.4	100	119	139	10	15	20	95	113	124

ตารางที่ 5 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 70 kg

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระดับที่วางแขน(เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า(นาທີ)			การเคลื่อนเท้า (ครั้ง/นาທີ)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	7	100	119	139	10	15	20	90	112	124
2	7	100	119	139	10	15	20	89	111	125
3	9	100	119	139	10	15	20	89	110	123
4	9	100	119	139	10	15	20	89	111	124
5	8	100	119	139	10	15	20	88	112	124
ค่าเฉลี่ย	8	100	119	139	10	15	20	89	111	124

ตารางที่ 6 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 80 kg

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระดับที่วางแขน(เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า(นาທີ)			การเคลื่อนเท้า(ครั้ง/นาທີ)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	8	100	119	139	10	15	20	85	112	124
2	8	100	119	139	10	15	20	84	111	123
3	9	100	119	139	10	15	20	86	110	127
4	8	100	119	139	10	15	20	85	113	125
5	9	100	119	139	10	15	20	83	112	124
ค่าเฉลี่ย	8.4	100	119	139	10	15	20	84	111	124

ตารางที่ 7 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 90 kg

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระดับที่วางแขน(เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า(นาท)			การเคลื่อนเท้า(ครั้ง/นาท)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	9	100	119	139	10	15	20	80	111	124
2	8	100	119	139	10	15	20	79	112	123
3	9	100	119	139	10	15	20	79	111	123
4	8	100	119	139	10	15	20	80	112	122
5	9	100	119	139	10	15	20	81	110	124
ค่าเฉลี่ย	8.4	100	119	139	10	15	20	80	111	123

ตารางที่ 8 ผลการทดลองที่น้ำหนัก 100 kg

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระดับที่วางแขน(เซนติเมตร)			เวลาการเคลื่อนเท้า(นาท)			การเคลื่อนเท้า(ครั้ง/นาท)		
		100	120	140	10	15	20	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
1	9	100	119	139	10	15	20	75	111	124
2	8	100	119	139	10	15	20	77	113	125
3	9	100	119	139	10	15	20	72	112	125
4	8	100	119	139	10	15	20	73	111	123
5	9	100	119	139	10	15	20	74	115	122
ค่าเฉลี่ย	8.4	100	119	139	10	15	20	74	112	124

สรุปผล

ในการสร้างเครื่องกายภาพบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่าง โดยวิธีช่วยยืนและการเคลื่อนเท้าควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้จัดทำเพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยการป้อนฟังก์ชันการทำงานผ่านแผงควบคุมไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีเซนเซอร์และลิมิตสวิตช์เป็นตัวจับระยะ ในการทำงานแล้วส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งมอเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆให้ทำงานตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้

1. จากการทดสอบการทำงานของเครื่องที่น้ำหนักโหลด 0 kg ตามฟังก์ชันการทำงานต่างๆสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันต่างได้ตามลำดับการทำงาน แต่ก็มีค่าในการทำงานที่ไม่ตรงกับค่าที่กำหนดตามฟังก์ชันบ้างเล็กน้อยซึ่งเกิดจากการความผิดพลาดของโครงสร้างของเครื่องกายภาพบำบัด

2. จากการทดสอบการทำงานของเครื่องที่น้ำหนักโหลด 40 kg-100 kg ตามฟังก์ชันการทำงานต่างๆสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันต่างได้ตามลำดับการทำงาน แต่ก็มีค่าในการทำงานที่ไม่ตรงกับค่าที่กำหนดตาม

ฟังก์ชันซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ทุกๆครั้งที่ทดสอบ คือค่าเวลาในการดึงผู้ป่วยและความเร็วในการเคลื่อนเท้า ค่าที่วัดได้จะออกมาในค่าที่ใกล้เคียงกัน

3. จากการทดสอบฟังก์ชันความสูงของที่พักแขนสามารถทำงานได้ใกล้เคียงเงื่อนไขที่กำหนด ไม่ว่าน้ำหนักที่ใช้ทดสอบจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะได้ตำแหน่งเดิมที่กำหนดในแต่ละฟังก์ชันไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. จากการทดสอบฟังก์ชันเวลาการเคลื่อนเท้าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ไม่ว่าน้ำหนักที่ใช้ทดสอบจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ก็ไม่มีผลต่อการทำงานในฟังก์ชันนี้

5. จากการทดสอบฟังก์ชันความเร็วในการเคลื่อนเท้าสามารถทำงานได้ใกล้เคียงเงื่อนไขที่กำหนด จากค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าที่ขึ้นๆลงๆอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ซึ่งเกิดจากน้ำหนักที่ใช้มีผลต่อการทำงานในฟังก์ชันนี้ ถ้าน้ำหนักมากความเร็วก็จะลดลงจากแรงกดและแรงเฉื่อยที่เกิดขึ้นบนที่วางเท้า 6. จากการทดสอบฟังก์ชันด้านความปลอดภัยสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดเมื่อเกิดความผิดพลาดในด้านต่างๆ

7. จากการทดสอบฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดสามารถทำงานตามฟังก์ชันได้ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดมาก และทำงานได้ตามลำดับขั้นตอนอย่างถูกต้องตามเงื่อนไข

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของนายแพทย์อรรณู รัตนพล แพทย์แผนกกายภาพบำบัด ประจำโรงพยาบาลลำปาง ที่ปรึกษางานวิจัยได้ให้คำแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด ขอบคุณสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปางด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กายภาพบำบัดที่บ้านคุณ. 2554. กายภาพบำบัด (ออนไลน์) แหล่งที่: www.prorhab2home.com .5มิถุนายน2554)
- [2] จรวัย บุญยุบล หลักการแปรรสภาพพลังงานเครื่องกลไฟฟ้า ภาคที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2532
- [3] ธวัชชัย อรรถบุลย์กุล. เครื่องกลไฟฟ้า1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2536.
- [4] พรศักดิ์ วรสุทโรสถ. เครื่องกลไฟฟ้า1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, 2520
- [5] แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลศูนย์ลำปาง
- [6] ชีรวัฒน์ ประกอบผล. 2545. การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).
- [7] ประโยชน์ บุญสินสุข. 2525. การกายภาพบำบัด กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแสงแดด.
- [8] มงคล ทองสงคราม. อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ. พรินต์ติ้ง.
- [9] วรพจน์ กรแก้ววัฒนากุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตร วิไล. ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวติฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.