

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

การออกแบบและพัฒนาเครื่องช่วยเดินแบบปรับยีน

Lift & Walk

ธีรพงศ์ สมุทรอัมรินทร์ และ บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ^{1,*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต)

² 99 หมู่ 18 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

*ผู้ติดต่อ: E-mail: rbunyong@engr.tu.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: (662)5643001-9, เบอร์โทรสาร: (662)5643010

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในประเทศไทยมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยสถิติพบว่ามียอดการเกิดโรค 690 คนต่อประชากร 1 แสนคน จากสถิติประมาณได้ว่า มีผู้ป่วยโรคนี้ในประเทศไทยเป็นจำนวน 496,800 คน และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอัมพฤกษ์ อัมพาต โดยผู้ป่วยจำนวนนี้ ต้องได้รับการทำกายภาพบำบัด และฟื้นฟูอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ร่างกายกลับมาเป็นเหมือนเดิม

เนื่องด้วย อุปกรณ์ทางแพทย์มีที่ขายทั่วไปส่วนมากเป็นสินค้านำเข้า และมีราคาแพง ประกอบกับขาดแคลนนักกายภาพบำบัด จึงทำให้ผู้ป่วยส่วนใหญ่ไม่มีโอกาสเข้าถึงการทำกายภาพอย่างถูกวิธี จึงทำให้ร่างกายไม่สามารถฟื้นฟูได้

จึงได้สร้างเครื่องช่วยเดินแบบปรับยีนได้ ซึ่งเป็นเครื่องทำกายภาพบำบัดชนิดหนึ่งสำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเคลื่อนไหว และอัมพาตครึ่งซีก โดยตัวเครื่องจะออกแบบโดยมีแนวคิดมาจาก การทำกายภาพบำบัดด้วยการเดินนั้นในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็น การใช้ เครื่องช่วยเดิน(walker) หรือ ไม่เท่า จำเป็นต้องมีผู้ช่วยในการยกผู้ป่วยขึ้นมาใช้อุปกรณ์ตัวนี้ได้ ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบโดยให้ตัวเครื่องสามารถปรับยกให้ผู้ป่วยสามารถยืนได้ด้วยตัวเอง (เสมือนมีผู้ช่วยเหลือ) และสามารถหัดเดินได้เหมือนกับใช้เครื่องช่วยเดินแบบทั่วไป โดยผู้ป่วยสามารถใช้เครื่องนี้ในการทำกิจวัตรประจำวันต่างๆได้ด้วยตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องมีผู้ช่วย เช่น การลุกออกจากเตียงเพื่อที่จะไปรับประทานอาหาร เข้าห้องน้ำ หรือเดินเล่นในบริเวณบ้าน เป็นต้น โดยใช้ มอเตอร์ขนาดเล็กและ Power screw มาช่วยในการยกผู้ป่วย โดยออกแบบให้มีราคาเหมาะสมเพื่อให้เข้าถึงแก่การเข้าถึงของคนทั่วไป

คำหลัก: เครื่องช่วยเดินแบบปรับยีน การทำกายภาพบำบัด โรคหลอดเลือดสมอง

Abstract

At present, the numbers of stroke patients in Thailand are increasing. It is found approximately 690 people per 100,000 people or around 496,000 people. The brain Damage is the stroke's consequence. It can lead to paralysis one any one side or any part of the body. After medical treatment, the physical therapies are required to recover the lost functions. Because of the lacking of suitable therapy equipment at home, the success of recovery are very low. A lot of patients cannot recover back close to normal.

Therefore, the main objective of this research is to design and develop the therapy equipment that can help the patient to walk. This equipment is a combination of the lifting machine and the walker. By using this designed equipment, the patient has been lifted from sitting to standing position and then walking along with this device alone by himself. The small DC motor and power screw have been used for the external power to lift the user. Also the design criteria are cover the simple maintenance and affordable price.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันมีผู้ป่วยด้านการเคลื่อนไหวเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยมีหลายสาเหตุด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็น เรื่องการเสื่อมสภาพของร่างกายจากการที่มีอายุมากขึ้น การเกิดอุบัติเหตุทำให้สูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหว ปัญหาเกี่ยวกับโรคต่างๆ เช่น โรคเกี่ยวกับเส้นเลือดสมอง โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง และรวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น โรคเบาหวาน เป็นต้น

โดยผู้ป่วยด้านการเคลื่อนไหว จำเป็นที่จะต้องได้รับการดูแลรักษา โดยเฉพาะการทำกายภาพบำบัด เพื่อให้ร่างกายสามารถกลับมาเคลื่อนไหวได้อีกครั้งหนึ่ง รวมถึงป้องกันไม่ให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวลดน้อยลง

ซึ่งสำหรับการทำกายภาพบำบัดในด้านการเคลื่อนที่นั้น จำเป็นต้องมีการหัดเดิน เพื่อทำการฟื้นฟูระบบประสาทให้กลับมาเป็นเหมือนเดิม เช่น ในผู้ป่วยรายที่มีอาการอัมพาตครึ่งซีก รวมถึงการพัฒนากล้ามเนื้อให้ดีขึ้น โดยที่การทำกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการค่อนข้างหนัก ไม่สามารถพยุงตัวเองได้ จำเป็นต้องมีนักกายภาพช่วยพยุงผู้ป่วยขึ้นมา รวมถึงช่วยในการจัดทำทางในการเดิน ดังภาพที่ 1. และเมื่อผู้ป่วยเริ่มมีอาการดีขึ้น ผู้ป่วยก็จะเริ่มดูแลตัวเองได้ โดยอาจจะไม่จำเป็นต้องมีผู้ช่วยดูแล ซึ่งผู้ป่วยในกลุ่มนี้จะใช้ไม้เท้าสามง่าม และ เครื่องช่วยเดิน หรือ Walker ดังภาพที่ 2. แต่ในบางครั้งพบว่าผู้ป่วยบางกลุ่มก็ไม่สามารถกลับมาเดินได้เหมือนเดิม โดยต้องทำกายภาพบำบัดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อไม่ให้ร่างกายทรุดตัวลงมากขึ้น ซึ่งในกรณีนี้จำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือตลอดชีวิต

สำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเดินและอัมพาตครึ่งซีกนั้น นอกจากปัญหาทางด้านร่างกายแล้ว ยัง

พบปัญหาทางด้านสังคมและภาวะซึมเศร้า เนื่องจากการช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ และไม่ต้องการเป็นภาระแก่ครอบครัว เช่น กรณีผู้ป่วยเป็นผู้สูงอายุมีน้ำหนักมาก กับภรรยาที่คอยช่วยเหลือ หลายๆครั้งพบว่าผู้ป่วยจะไม่อยากทำกายภาพบำบัด เพราะไม่ต้องการให้เป็นภาระแก่ภรรยาของตน รวมถึงฝ่ายคนช่วยเหลือผู้ป่วยก็อาจจะเกิดปัญหาด้านสุขภาพได้ เช่น ปัญหาการปวดกล้ามเนื้อ เป็นต้น

สำหรับเครื่องช่วยเดินแบบปรับยืน ได้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเดิน ให้สามารถทำกายภาพบำบัดได้ด้วยตัวเอง และในกรณีสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการหนัก เช่นอัมพาตครึ่งซีก ตัวเครื่องก็จะสามารถช่วยทุ่นแรงผู้ช่วยเหลือผู้ป่วย โดยตัวเครื่องจะทำการยกและพยุงผู้ป่วย แทนผู้ช่วยเหลือ



รูปที่ 1 แสดงการฝึกเดิน โดยมีนักกายภาพบำบัดช่วยพยุงให้ลุกขึ้นยืน และช่วยจัดทำทางในการเดิน



รูปที่ 2 แสดงไม้เท้าสี่ง่าม สามง่าม และเครื่องช่วยเดิน

2. เงื่อนไขและขอบเขตของสิ่งประดิษฐ์

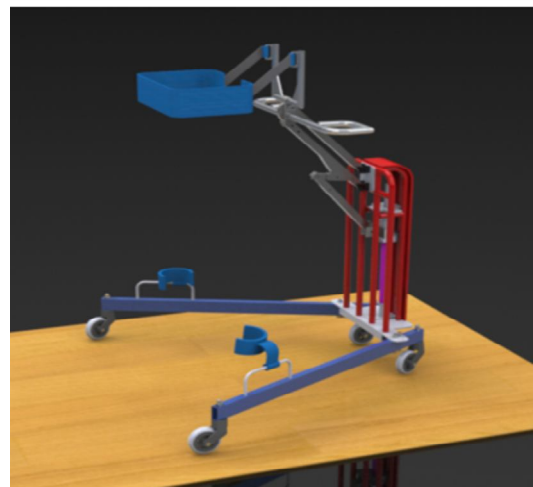
เครื่องช่วยเดินแบบปรับเปลี่ยนได้ถูกออกแบบมาให้ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเดิน ดังภาพที่ 3. โดยตัวเครื่องจะต้องสามารถพยุงตัวผู้ป่วยขึ้นมายืนได้ รวมถึงช่วยรักษาสมดุลในการเดินของผู้ป่วย รวมถึงช่วยผ่อนแรงผู้ช่วยเหลือผู้ป่วย ในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการค่อนข้างหนัก เช่น อัมพาตครึ่งซีก หรือมีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อค่อนข้างมาก โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ตัวเครื่องสามารถยกผู้ป่วยได้ เสมือนมีผู้ช่วยยกผู้ป่วย โดยการยกต้องเป็นไปตามหลักการท่ากายภาพ
 2. การรักษาสมดุลของผู้ป่วยขณะยืน ไม่ให้มีการล้ม หรือร่างกายมีการผิดรูปไปจากท่ายืนปกติ
 3. ตัวเครื่องมีอุปกรณ์ป้องกันช่วยเหลือผู้ป่วยไม่ให้ล้มลง ในขณะที่ยืน หรือในขณะที่ใช้เครื่อง
 4. ออกแบบให้ตัวเครื่องมีราคาไม่แพง เพื่อให้เข้าถึงผู้ป่วยได้ง่ายมากยิ่งขึ้น
 5. การออกแบบกลไกในการยกผู้ป่วยให้เป็นแบบง่ายและช่วยผ่อนแรงได้มาก โดยใช้พลังงานน้อย
 6. การเคลื่อนย้าย ตัวเครื่องสามารถพับเก็บและถอดประกอบได้ เพื่อให้สามารถนำขึ้นรถยนต์ได้
- สำหรับขอบเขตของผู้ใช้เครื่องช่วยเดินแบบปรับเปลี่ยนนั้น จะแบ่งออกมาเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน

1. กลุ่มที่มีอาการหนัก จำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือตลอดชีวิต คือผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตครึ่งซีก หรือมีปัญหาเกี่ยวกับกล้ามเนื้อค่อนข้างมาก โดยกลุ่มส่วน

ใหญ่เกิดจากโรค เส้นเลือดสมอง ซึ่งสำหรับตัวเครื่องจะทำหน้าที่คอยช่วยยก และทำให้ผู้ป่วยยืนได้อย่างสมดุล โดยผู้ช่วยต้องคอยช่วยเหลือ ในการติดตั้งอุปกรณ์ พร้อมทั้งคอยจัดทำทางในการเดินของผู้ป่วย และคอยดูแลสภาวะ แทรกซ้อนของโรค

2. กลุ่มที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ โดยผู้ป่วยกลุ่มนี้จะสามารถช่วยเหลือตัวเองได้ แต่ยังคงมีปัญหาเรื่องกล้ามเนื้อ หรือระบบประสาทบางส่วน ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้ได้แก่ ผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตครึ่งซีกที่มีอาการไม่รุนแรง คือ มีการพัฒนาของระบบประสาทดีขึ้นบางส่วน รวมถึงมีอาการแทรกซ้อนของโรคน้อยลง ผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านกล้ามเนื้อ ได้แก่ ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้ออ่อนแรง และผู้ที่มีน้ำหนักมาก โดยในกลุ่มนี้ ผู้ป่วยจะสามารถใช้เครื่องช่วยเดินแบบปรับเปลี่ยนได้ด้วยตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือ



รูปที่ 3 ลักษณะตัวเครื่องช่วยเดินที่ได้ทำการออกแบบ

3. แนวคิดในการออกแบบ

ในการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเดินนั้น ปัญหาที่สำคัญที่สุดของผู้ป่วย และผู้ช่วยเหลือคือ การยกผู้ป่วยให้พยุงตัวขึ้นมากในตำแหน่งพร้อมเดิน เนื่องจากผู้ป่วยส่วนใหญ่มักจะไม่มีแรงในการยกตัวเองขึ้นยืน แต่จะมีแรงในการเดินถ้ามีอุปกรณ์ช่วยประคอง ดังภาพที่ 1

โดยถ้าผู้ป่วยมีน้ำหนักค่อนข้างมาก และมีอาการทางระบบประสาทและกล้ามเนื้ออ่อนแรง ผู้ช่วยเหลือก็

จะไม่สามารถยกผู้ป่วยขึ้นยืนได้ จึงจำเป็นต้องมี
เครื่องช่วยยกผู้ป่วย หรือการเพิ่มจำนวนคนดูแลผู้ป่วย
มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย และทำให้ผู้ป่วย
ไม่อยากทำกายภาพบำบัด

ดังนั้นจึงได้มีการพยายามออกแบบ โดยมีแนวคิด
ที่ว่า นำเครื่องยกผู้ป่วย และเครื่องช่วยเดิน(Walker)
มารวมกันในภาพที่ 4 โดยในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการไม่
มาก ก็จะสามารถทำกายภาพบำบัด และใช้ชีวิตได้
ด้วยตัวเอง โดยไม่มีผู้ช่วยเหลือได้



รูปที่ 4 แสดงเครื่องช่วยยกผู้ป่วย และเครื่องช่วยเดิน

4. การออกแบบกลไกและหลักการทำงาน

4.1 ชุดช่วยพยุงตัวผู้ป่วย

เป็นชุดที่ถูกออกแบบมาใช้ในการรับน้ำหนักตัว
ผู้ป่วย รวมถึงตำแหน่งที่ใช้ในการยกตัวผู้ป่วย ดังภาพ
ที่ 5 โดยชุดจะทำการรัดบริเวณเอว และน่องของ
ผู้ป่วย ซึ่งจะมีตะขอเหล็กติดอยู่กับชุดเพื่อใช้เป็น
ตำแหน่งในยกผู้ป่วย โดยลักษณะของการยก จะเป็น
การยกที่ลำตัวขึ้นมา ดังภาพที่ 6



รูปที่ 5 แสดงชุดช่วยพยุงตัวผู้ป่วย



รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งในการยกผู้ป่วย

4.2 กลไกการยกตัวผู้ป่วย

กลไกการยกตัว ใช้มอเตอร์ ขนาด 24 v 75 w
เป็นตัวต้นกำลังในการยกตัวผู้ป่วย ร่วมกับการ
ออกแบบระบบชุดส่งกำลังที่ช่วยการผ่อนแรงในการยก
คือการเลือกใช้ Power Screw ดังภาพที่ 7



รูปที่ 7 แสดง Power Screw และมอเตอร์ที่ใช้

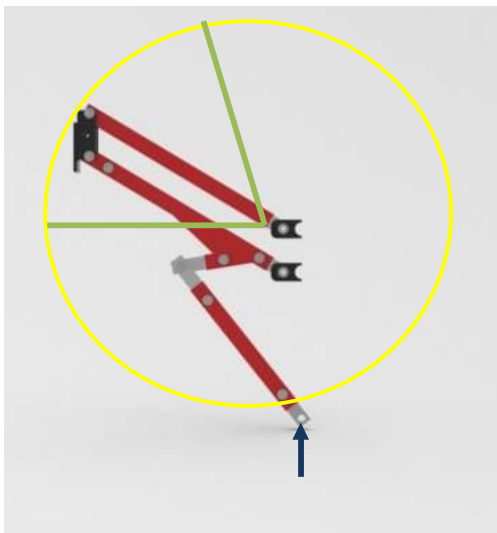
โดยมีรูปแบบของสมการที่ใช้ในการเลือก Ball
Screw ดังสมการที่ 1 โดยสมการจะแสดงการทดกำลัง
ที่ได้จาก Ball Screw โดย ตัวแปร T_u แทนแรงบิดที่
ต้องใช้ในการยก ตัวแปร F แทน แรงที่ยกขึ้นได้ใน
แนวตั้ง ตัวแปร L แทนระยะพิทของ Ball Screw และ
มีตัวแปร e แทนประสิทธิภาพของ Ball Screw

$$T_u = \frac{FL}{2\pi e}$$

สมการที่ 1 แสดงสมการของ Ball Screw

4.3 ลักษณะและเส้นทางในการยกตัวของผู้ป่วย

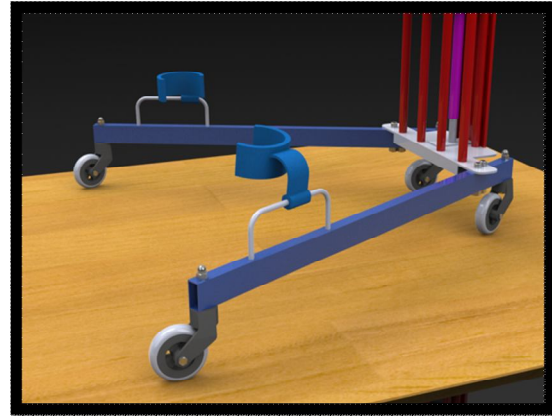
รูปแบบในการยกของเครื่องช่วยเดินแบบปรับยี่นนั้น จะเป็นการยกในรูปแบบของครึ่งวงกลมด้านบน โดยลักษณะลำตัวของผู้ป่วยจะถูกยกตั้งฉากกับพื้นและโหนไปด้าน ดังรูปที่ 8 โดยทิศของแรงในการยกจะแสดงเป็นลูกศรสีน้ำเงิน เส้นทางเคลื่อนที่แสดงในรูปของวงกลมสีเหลืองและสีเขียว



รูปที่ 8 แสดงเส้นทางเคลื่อนที่และตำแหน่งแรง

4.4 การเคลื่อนที่ของเครื่องช่วยเดิน

เครื่องช่วยเดินแบบปรับยี่น ประกอบด้วยล้อจำนวน 4 ล้อ ซึ่งมีสองล้อหน้าเป็นล้ออิสระ ส่วนล้อหลังจะสามารถเคลื่อนที่ได้ในทิศทางเดียว รวมถึงมีแถบผ้า เพื่อใช้ในการรัดข้อเท้า เพื่อช่วยให้การเคลื่อนที่ของเครื่องช่วยเดินง่ายขึ้น และช่วยในการจัดทำทางสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ดังภาพที่ 9



รูปที่ 9 แสดงเส้นทางเคลื่อนที่และตำแหน่งแรง

4.5 วงจรการควบคุมและระยะเวลาในการใช้งาน

ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 v 1.2 AH จำนวน 3 ก้อน โดยต่ออนุกรมกัน จำนวน 2 ก้อน โดยระยะเวลาการใช้งาน สามารถขึ้นลงต่อเนื่องได้ 15-20 ครั้ง โดยตัวมอเตอร์ใช้กระแสเฉลี่ย ประมาณ 3 แอมป์ และมีชุดบังคับในลักษณะของคันโยก ที่ถูกออกแบบมาให้สามารถใช้ในด้านซ้ายหรือด้านขวาก็ได้ ดังภาพที่ 10



รูปที่ 10 แสดงลักษณะของคันโยกบังคับขึ้นลง

โดยที่ในวงจรบังคับ จะออกแบบให้ใช้วงจรไฟฟ้าที่ไม่ซับซ้อน ประกอบไปด้วยรีเลย์สำหรับใช้ตัดวงจรไฟฟ้า และลิมิตสวิตช์สำหรับจำกัดการเคลื่อนที่ของ Power Screw โดยเน้นให้สามารถซ่อมได้ง่าย

5. ขั้นตอนการใช้งาน

ขั้นตอนการใช้งาน ถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อการใช้ โดยผู้ป่วยสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ ยกเว้นสำหรับผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตครึ่งซีกในระยะเริ่มแรก และรวมถึงโรคที่ยังมีสภาวะแทรกซ้อน เช่นการเกร็งของกล้ามเนื้อที่มาก

การหมตสติของผู้ป่วย และการชัก ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้
ยังคงต้องมีผู้ช่วยเหลือ เพื่อคอยเฝ้าระวังผู้ป่วย และ
ช่วยยึดตัวล้อคของชุดช่วยพยุงกับตัวเครื่อง

โดยขั้นตอนการใช้งานเครื่องช่วยเดินแบบปรับย่น
สำหรับผู้ป่วยที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ก็เพียงแค่
ทำการใส่ชุดช่วยพยุง และทำการล็อคชุดติดกับรถเข็น
แล้วจึงดันคันโยก เพื่อให้ตัวเครื่องทำการยกตัวเอง
ลอยขึ้นในระดับความสูงที่ต้องการ เมื่อได้ความสูงที่
ต้องการแล้ว ผู้ป่วยก็จะสามารถทำการกายภาพบำบัด
ด้วยการเดินได้ เหมือนเครื่องช่วยเดินปกติ (Walker)

แต่สำหรับผู้ป่วยกลุ่มที่มีอาการหนัก ก็จะต้อง
อาศัยผู้ช่วยในการยก โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.ทำการใส่ชุดช่วยพยุงตัวผู้ป่วย
- 2.ทำการล็อคชุดช่วยพยุงและผู้ป่วยกับเครื่องช่วย
เดินแบบปรับย่น ดังภาพที่ 12
- 3.ผู้ป่วยทำการปรับระดับความสูงของตัวเครื่องให้
ได้ระดับความสูงที่ต้องการ โดยการดันคันโยกในชุด
บังคับ ดังภาพที่ 13



รูปที่ 12 แสดงขั้นตอนการเตรียม สำหรับยกผู้ป่วย



รูปที่ 13 แสดงขั้นตอนการยกตัวของเครื่อง

5. สรุปผล

จากการทดสอบใช้งานจริงและคำแนะนำ จากนัก
กายภาพบำบัด ตัวเครื่องสามารถใช้งานได้จริงกับ
ผู้ป่วย และคนชรา แต่จะมีปัญหาสำหรับเรื่องการเดิน
และการจัดรูปขา สำหรับผู้ที่มีปัญหาเรื่องกล้ามเนื้อขา
บิดตัว ซึ่งเกิดในกรณีผู้ป่วยที่เป็นกล้ามเนื้ออ่อนแรง
และอาการอัมพาตที่มีการเกร็งของกล้ามเนื้อ

ซึ่งจากการทดสอบเครื่องช่วยเดินแบบปรับย่นที่
ได้ทำการสร้างนั้น มีประสิทธิภาพโดยตรงกับผู้ที่
เกี่ยวข้อง โดยตัวเครื่องถูกออกแบบให้มีกลไกการ
ทำงานที่ง่าย โดยใช้ Power Screw กับมอเตอร์ และ
กลไกการปรับระดับความสูง ซึ่งทำให้การดูแลรักษา
ง่าย และราคาของตัวเครื่องไม่เกิน 2 หมื่นบาท ทำให้
เป็นการเพิ่มโอกาสให้ผู้ป่วยสามารถเข้าถึง เครื่องช่วย
ทำกายภาพบำบัดชนิดนี้ได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการ
ช่วยเพิ่มกำลังใจให้ผู้ป่วย จากการที่ ผู้ป่วยสามารถ

ช่วยตัวเองได้มากขึ้น โดยบางรายไม่ต้องอาศัยผู้ช่วย และทำให้ผู้ป่วยสามารถฟื้นฟูสภาพร่างกายได้ดีขึ้น จากการที่ตัวเครื่องสามารถยกผู้ป่วยขึ้นมายืน และช่วยประคองในขณะทำกายภาพบำบัด ได้โดยง่าย

สำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาเรื่องการเกร็งของ กล้ามเนื้อขา ซึ่งตัวเครื่องช่วยเดินแบบปรับยืน ยังไม่สามารถใช้งานได้ดีนัก จึงได้มีการพัฒนาต่อ โดยทำเป็นชุดอุปกรณ์ ประกอบที่ขาผู้ป่วย เพื่อช่วยในการจัดทำเดิน โดยใช้กำลังจากมอเตอร์ ในการออกแรงยกขาผู้ป่วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัย จากคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ขอขอบคุณ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระ เกียรติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำปรึกษา และ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] นิพนธ์ พวงวรินทร์ (2534). โรคหลอดเลือดสมอง=Stroke, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์
- [2] สถาบันประสาทวิทยา (2545). แนวทางฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง, กรุงเทพฯ: สถาบัน
- [3] ประโยชน์ บุญสินสุข (2534). กายภาพบำบัด : การรักษาโดยไม่ต้องใช้ยา , กรุงเทพฯ: แสงแดด
- [4] Rober L. Mott (1999). *Machine elements in mechanical design*, Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Robert O. Parmley (2000). *Illustrated sourcebook of mechanical components*, McGraw-Hill, New York.