

การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยยกขาสำหรับเครื่องช่วยเดินในเด็กพิการทางสมอง Design Assistive Stepping for Posterior Walker in Cerebral Palsy children

เมวลี จิโรจน์กุล และ บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ*

สาขาวิชาวิศวกรรมทางการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

99 หมู่ 18 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

* ติดต่อ: E-mail: rbunyong@engr.tu.ac.th, โทรศัพท์: (662)5643001-9, โทรสาร: (662)5643010

บทคัดย่อ

แม้ว่าปัจจุบันนี้จะมีการพัฒนาอุปกรณ์หรือเครื่องช่วยเดินเพื่อใช้ในการรักษาเด็กพิการทางสมองอย่างหลากหลาย และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น แต่จากการสำรวจในประเทศไทยพบว่ามียังมีอยู่เพียงไม่กี่ประเภทและ ยังคงเป็นที่ขาดแคลนอย่างมาก รวมทั้งอุปกรณ์ที่มีอยู่นั้นยังไม่สามารถใช้ได้ในกรณีที่เด็กมีแรงไม่พอที่จะยกขาในช่วงแรกของการก้าว ได้ จึงได้สร้างอุปกรณ์เสริมเพื่อทำให้เครื่องช่วยเดินที่มีอยู่เดิมนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นที่อุปกรณ์เสริมนี้จะต้องสามารถนำไปใช้กับเครื่องช่วยเดินในเด็กพิการทางสมองที่มีอยู่ในปัจจุบันให้ได้มากที่สุด และยังคงคำนึงถึงความปลอดภัย สำหรับอุปกรณ์เสริมนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่รองรับหรือประคองร่างกาย โดยได้เพิ่มส่วน รองรับบริเวณศีรษะขึ้นมา เพื่อช่วยเหลือนักกายภาพบำบัดที่ดูแลเด็กที่ไม่ควบคุมกล้ามเนื้อคอได้ ซึ่งในแต่ละส่วนจะถูกออกแบบให้สามารถปรับระดับได้ ทั้งความสูง ความกว้าง และความยาว สำหรับส่วนที่สองคือชุดอุปกรณ์ช่วยยกขาเด็กเมื่อเด็กไม่มีแรงในการก้าวเดินในขณะนั้น ซึ่งจะใช้กำลังจากมอเตอร์เป็นตัวยกขาและสามารถกำหนดขาข้างที่จะก้าวได้จากรีโมทคอนโทรลที่อยู่กับผู้ปกครอง ซึ่งส่วนนี้จัดว่าเป็นจุดเด่นของอุปกรณ์ดังกล่าว มีการออกแบบให้มีรูปร่างและสีสันสวยงามเหมาะสมกับเด็ก ทั้งนี้ยังมีต้นทุนในการผลิตต่ำเพื่อกระจายโอกาสในการเข้าถึงและสามารถนำไปใช้งานได้จริงในปัจจุบัน ช่วยให้เด็กพิการทางสมองสามารถใช้ชีวิตเหมือนเด็กปกติมากขึ้น ช่วยลดภาระของนักกายภาพบำบัดและผู้ปกครอง นอกจากนี้ยังเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตของเด็กและครอบครัวเด็กพิการทางสมองให้ดีขึ้นได้อีกด้วย

คำหลัก: เด็กสมองพิการ เครื่องช่วยเดิน การฝึกเดิน การทำกายภาพบำบัด

Abstract

While, nowadays have many types of walking assistive device or walker for cerebral palsy children but in Thailand found only few types and is still scarce. One problem is that cerebral palsy children who have less muscle power in the early stages of step can't use. So, I created the innovation to increase the walker to effective more. The focus of this must be adapted with the old walker that they have and safe. This innovation consists of two main parts; part for prop or correct body alignment (leg trunk and head). This part was designed to be adjustable in width length and height. The second part is the power set that assist the child to walk forward by motor power and parent can control it by use remote controller. It was designed to have a beautiful shape and color. Moreover, it must be lower cost for increase opportunity to access this innovation in real life. It can reduce physical therapy or parents' burden and also improve quality of their life and their family, too.

Keywords: cerebral palsy children, walker, walking training, physical therapy

1. บทนำ

การแพทย์ในปัจจุบันนี้ ได้รับการพัฒนาจนมีความก้าวหน้าไปอย่างมาก แต่จากข้อมูลทางสถิติในปี 1976-1990 ยังคงพบว่ามีอุบัติการณ์การเกิดเด็กพิการทางสมองเพิ่มสูงขึ้น[1] ในประเทศไทยมีอัตราการเกิดเด็กสมองพิการ 2-3 คนต่อการเกิด 1,000 คน[2,3] ซึ่งสาเหตุเกิดจากความผิดปกติของสมองส่วนที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ [4] เด็กจะมีพัฒนาการช้า โดยเฉพาะด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จากข้อมูลพบว่า มีเด็กพิการทางสมองมากถึง 50% มีปัญหาทางการเดิน ซึ่ง 20% จำเป็นต้องใช้เครื่องช่วยเหลือในการเดินและอีก 30% นั้นไม่สามารถเดินได้เลย [4] และอาการก็จะรุนแรงมากยิ่งขึ้นตามอายุของเด็ก ดังนั้นเด็ก จึงจำเป็นต้องได้รับการรักษาตั้งแต่แรกเกิด[5] การทำกายภาพบำบัดเป็นการรักษาวิธีหนึ่งที่จะช่วยบำบัดและฟื้นฟูความสามารถของเด็กให้ดีขึ้นได้ ซึ่งในการรักษา กายภาพบำบัดโดยการฝึกเดินนั้น พบว่าเด็กส่วนใหญ่จะต้องใช้เครื่องช่วยเหลือ ในการฝึกเดิน เพื่อให้เด็กสามารถฝึกเดินได้ดีขึ้นและยังช่วยป้องกันอันตรายอีกด้วย สถานะกายภาพบำบัด ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีเครื่องช่วยเดิน แบบมีล้อ อยู่เพียง 2 ประเภท คือ สำหรับใช้ทางด้านหน้าและสำหรับใช้ทางด้านหลัง แต่แบบใช้ทางด้านหลัง จะช่วยให้เด็กเดินที่ได้ถูกต้องมากกว่า ซึ่งทั้งสองประเภทนี้ไม่มีระบบช่วยในการเดิน แต่ด้วยราคาที่สูงทำให้เครื่องช่วยเดินนั้นก็ยังคงขาดแคลนและไม่เพียงพอ

ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงสร้างอุปกรณ์เสริมเพื่อทำให้เครื่องช่วยเดินที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้มีคุณภาพมากขึ้นและสามารถนำไปใช้กับเด็กพิการทางสมองได้หลายระดับ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับ เครื่องช่วยเดินแบบมีล้อที่ใช้สำหรับด้านหลังที่มีอยู่ในปัจจุบันได้ ทั้งจะต้องมีต้นทุนต่ำเพื่อกระจาย โอกาสในการเข้าถึงและเพิ่มโอกาสในการนำไปใช้จริงได้อีกด้วย การสร้างชุดอุปกรณ์นี้จึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยลดภาระของผู้ปกครองหรือผู้ดูแลยกระดับคุณภาพชีวิตให้กับครอบครัวของเด็ก และตัวเด็กพิการทางสมองเองให้สามารถกลับมาใช้ชีวิตได้อย่างมีคุณค่ามากที่สุด

2. หลักการและเหตุผล

2.1 การฝึกเดินโดยการทำกายภาพบำบัด

มีอุปกรณ์เครื่องช่วย หลายชนิดที่ใช้สำหรับผู้ที่มีปัญหาทางการทรงตัวและการเคลื่อนไหว ซึ่งถูกดัดแปลงให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามจุดประสงค์ของการใช้

งาน ซึ่งอุปกรณ์เครื่องช่วยในย้ายตัวสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ไม้ค้ำยัน (crutches) ไม้เท้า (cane) และเครื่องช่วยเดิน (walker) ซึ่งเครื่องช่วยเดินแบบมาตรฐาน (standard walker) นั้นจัดเป็นเครื่องช่วยเดินที่ได้รับ ความนิยมเนื่องจากการที่มีฐานรองรับกว้าง จึงมีความมั่นคงทั้งในด้านหน้าและด้านหลังนอกจากนี้ยังช่วยผ่อนแรงที่มารกระทำต่อขาทั้ง 2 ข้าง โดยลดการรับน้ำหนักของขาและข้อสะโพกในขณะที่เดินได้ โครงสร้างของเครื่องช่วยเดินส่วนใหญ่ทำมาจากอลูมิเนียม และมีความสูงที่แตกต่างกันออกไป โดยระดับที่เหมาะสมคือ ที่ระดับความสูงเดียวกับ greater trochanter โดยให้ข้อศอกทำมุมประมาณ 20-30 องศา และเพื่อให้ตรงกับความต้องการจึงมีการประยุกต์ใส่ล้อ เพื่อช่วยให้ผู้ปวยที่ไม่สามารถยกเครื่องช่วยเดินให้เดินได้ง่ายขึ้น

2.2 เครื่องช่วยฝึกเดิน (walker)

เครื่องช่วยฝึกเดิน เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นอย่างมากในการทำกายภาพบำบัดโดยการฝึกเดินในเด็กพิการทางสมองนั้น โดยเฉพาะในช่วงแรกของการฝึก โดยเครื่องช่วยฝึกเดินจะช่วยให้เด็กนั้นมีการทรงตัวที่ดีขึ้น มีความมั่นคงมากขึ้น ช่วยรองรับน้ำหนัก และยัง ช่วยในเรื่องของความปลอดภัยในการฝึก ปัจจุบันมีเครื่องช่วยฝึกเดินสำหรับเด็กพิการทางสมองอยู่หลายประเภท หากแบ่งตามรูปแบบการทำงานของตัวเครื่องจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ เครื่องช่วยฝึกเดินที่จะช่วยออกแรงเดินทั้งหมด (active orthosis) ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อที่ใช้ในการเดินนั้นไม่ได้ออกแรงจริง และอีกประเภทคือเครื่องช่วยเดินแบบที่ เด็กต้องเป็นผู้ออกแรงเดินเอง (passive orthosis) โดยสามารถพบได้ทั่วไปตามสถานที่ฝึก แต่ข้อจำกัดของเครื่องช่วยฝึกเดินแบบดังกล่าว คือ ไม่สามารถนำไปฝึกเดินในเด็กที่อ่อนแรงหรือ มีแรงที่ใช้ในการก้าวขาไม่เพียงพอ ได้ สำหรับสถานะกายภาพบำบัดทั่วไปนั้นมักพบว่าจะมีเครื่องช่วยเดินอยู่เพียงสองประเภท คือ เครื่องช่วยฝึกเดินแบบที่ใช้ทางด้านหน้าและแบบที่ใช้ทางด้านหลัง



รูปที่ 1 แสดงรูปของเครื่องช่วยเดินแบบที่ใช้ทางด้านหน้าและแบบที่ใช้ทางด้านหลัง

ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมพบว่า เครื่องช่วยเดินแบบสำหรับใช้ทางด้านหลังจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกเดินของเด็กได้ดีกว่าแบบที่ใช้ทางด้านหน้า เนื่องจากแบบที่ใช้ทางด้านหน้านั้นเด็ก พิจารทางสมองจะต้องก้มตัวไปทางด้านหน้าในการเดิน มุมการยกขาขณะเดินจึงน้อยกว่าแบบที่ใช้ทางด้านหลังที่จะช่วยให้หลังยืดตรง สามารถยกและก้าวขาได้ดีกว่า เครื่องช่วยเดินแบบสำหรับใช้ทางด้านหลังจึงเป็นที่นิยมในสถานฝึกกายภาพบำบัดมากกว่า แต่เครื่องช่วยเดินดังกล่าวก็ยัง มีข้อจำกัด คือ

2.2.1. เด็กที่ใช้ต้องควบคุมลำตัวได้ มีสมดุลการทรงตัวอยู่ในระดับดี

2.2.2. ไม่สามารถใช้ในเด็กที่ไม่มีแรงในการก้าวขาเองได้

2.2.3. ขาดส่วนที่ช่วยในการประคอง หรือจัดตำแหน่งต่างๆของร่างกาย

2.2.4. ในกรณีที่เด็กยังไม่แข็งแรงพอ อาจจะต้องใช้นักกายภาพบำบัด 2 คนในการดูแล

3. เจ็อนไขและขอบเขต

อุปกรณ์ช่วยเดินนี้ ถูกออกแบบมา เพื่อประยุกต์ใช้งานกับ เครื่องช่วยเดินสำหรับเด็กสมองพิการ แบบที่ใช้ทางด้านหลัง และสามารถถอดออกเมื่อไม่ต้องการใช้งานได้ เพื่อช่วยให้เด็กสามารถก้าวขาในการเดินได้ โดยเน้นไปที่การให้ตัวเด็กได้ออกแรงเดินเองให้ได้มากที่สุด อุปกรณ์ดังกล่าวยังมีส่วนที่จะช่วยในการประคองและจัดตำแหน่งของลำตัว เพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้หลักการเดินที่ถูกต้อง และมีความปลอดภัย โดยมีลักษณะดังนี้

3.1 สามารถถอดประกอบเข้ากับเครื่องช่วยเดินแบบที่ใช้สำหรับทางด้านหลัง (posterior walker) ได้ไม่ยุ่งยาก

3.2 สามารถใช้ได้กับเด็กพิการทางสมองประเภท Spastic Diplegia, Quadriplegia และมีความสูงอยู่ระหว่าง 90-120 เซนติเมตร

3.3 สามารถปรับระดับความสูงต่ำในส่วนต่างๆได้อย่างน้อย 10 เซนติเมตร

3.4 ควบคุมการทำงานโดยรีโมทควบคุมได้จากระยะทางอย่างน้อย 5 เมตร และต้องสามารถควบคุมจากปุ่มที่ตัวอุปกรณ์เองได้

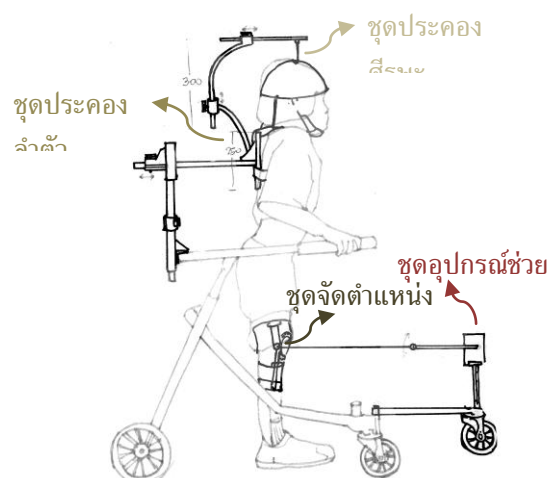
3.5 ไม่จำกัดหรือไปรบกวนการก้าวขาของเด็ก ในกรณีที่เด็กออกแรงก้าวเดินเอง

3.6 ใช้เวลาในการจัดผู้ป่วยไม่นานและไม่ซับซ้อน

3.7 ง่ายต่อการใช้งานและการเก็บรักษา สะดวกในการเคลื่อนย้าย

4. การออกแบบกลไกและหลักการทำงาน

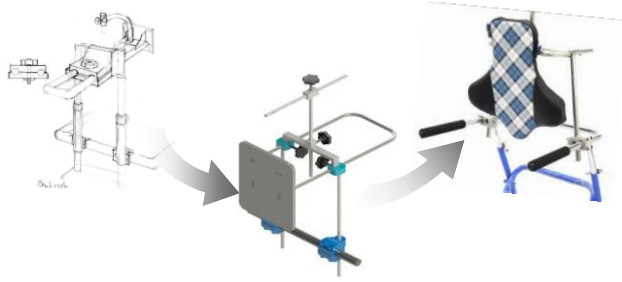
สิ่งประดิษฐ์ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วน ที่ทำหน้าที่ประคองและจัดตำแหน่งต่างๆของร่างกาย ซึ่งจะประกอบด้วย ชุดจัด ตำแหน่งของขา ชุดประคองลำตัว และศีรษะ ส่วนที่สองคือส่วน ของชุดอุปกรณ์ช่วยในการก้าวขา โดยใช้กำลังจากมอเตอร์เป็นตัวหมุนแกนที่ไปเชื่อมกับขาของเด็กทำให้เกิดการยกขาเข้ามาข้างหน้า ซึ่งควบคุมจากรีโมทคอนโทรลที่อยู่ผู้ปกครอง โดยในส่วนช่วยก้าวนี้จะประกอบเข้ากับทางด้านหน้าของเครื่องช่วยเดิน แบบที่ใช้ทางด้านหลัง ที่มีอยู่ตามสถานกายภาพบำบัดในปัจจุบัน



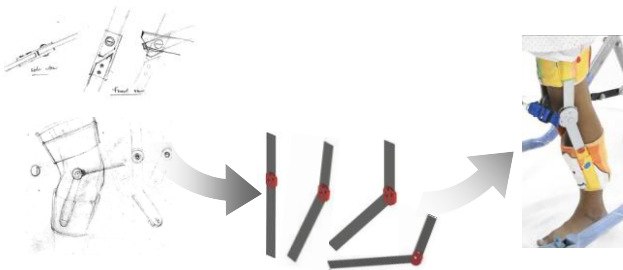
รูปที่ 2 แสดงรูปร่างโดยรวมของอุปกรณ์เมื่อทำการติดตั้งเข้ากับเครื่องช่วยเดินสำหรับใช้ทางด้านหลังแล้ว

2.1 ชุดช่วยประคองและจัดตำแหน่งต่างๆ

ในส่วนนี้จะมีส่วนช่วยในการพยุงและจัดลำตัวให้ตรงในขณะเดิน ช่วยในการชันคอและเพิ่มความปลอดภัยในการฝึกเดิน ทั้งนี้ในแต่ละส่วนจะต้องสามารถปรับระดับในส่วนต่างๆให้มีความเหมาะสมกับเด็กแต่ละคนได้ และสำหรับส่วนที่ช่วยในการจัดทำทางของขา จะมีลักษณะเป็นแกนที่แบน ประกบที่ ขาทั้ง 2 ข้าง สามารถงอและเหยียดตรงได้ไม่เกิน 180 องศา



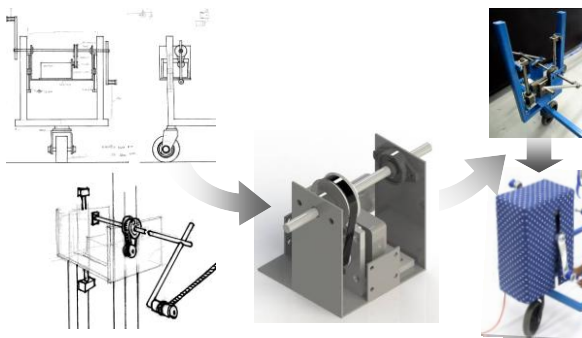
รูปที่ 3 แสดงลักษณะการออกแบบส่วนที่ในการพยางลำตัว



รูปที่ 4 แสดงลักษณะการออกแบบแกนที่ใช้ในการจัด
แนวและตำแหน่งของขา

2.2 ชุดอุปกรณ์ช่วยในการก้าวขา

ชุดอุปกรณ์นี้จะใช้กำลังจากมอเตอร์เป็นตัวหมุนแกนที่มีจุดเชื่อมกับขาของเด็กทำให้เกิดการยกขาก้าวมาข้างหน้า โดยควบคุมจากระบบไมโครคอนโทรลที่อยู่กับผู้ปกครอง ซึ่งรูปแบบการควบคุม นั้นจะสามารถเลือกให้เป็นแบบต่อเนื่อง หรือครั้งเดียวก็ได้



รูปที่ 5 แสดงลักษณะการออกแบบระบบมอเตอร์ที่ใช้ในการยกขา

3. การทดสอบการทำงาน

หลังจากสร้างอุปกรณ์ต้นแบบตัวแรกเสร็จแล้วได้มีการนำมาทดสอบใช้กับเด็กปกติ ที่มีความสูง 115

เซนติเมตร โดยทำการทดสอบเดินบนพื้นห้อง โดยเลือกระบบการช่วยก้าวเดินแบบที่สะดวก



รูปที่ 6 แสดงการทดลองอุปกรณ์ตัวต้นแบบกับเด็กปกติ

4. ผลการทดสอบ

4.1 ความสูงของจุดหมุน

การปรับระดับ ความสูงควร จัดให้อยู่ในระดับเดียวกับหัวเข่าของเด็ก ซึ่งจะช่วยให้ก้าวขาได้ง่ายและช่วยดึงได้ดีกว่า

4.2 ระยะก้าว (step length)

ความยาวของแต่ละก้าว จะขึ้นกับความยาวของแกนหมุนที่ใช้หมุน หากปรับแกนหมุนให้ยาวขึ้นจะทำให้ความยาวก้าวมากขึ้น

4.3 การดึงของแกนหมุน

ช่วงที่เริ่มมีการดึงข้อเข่าจะเกิดเมื่อแกนนั้นหมุนไปข้างหน้า ทำมุม ประมาณ 20 องศากับแนวตั้ง และจะทำงานไปจนถึงมุม 90 องศา ซึ่งเป็นจังหวะที่เด็กกางเท้ากับพื้นด้วยตนเอง

5. สรุป

การออกแบบ และสร้าง อุปกรณ์ ต้นแบบในการ ช่วยก้าวเดินสำหรับเด็กพิการทางสมองนี้ เป็นการ ออกแบบปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของการฝึกเดินในการรักษาทางกายภาพของเด็กพิการทางสมองให้ดีขึ้น และให้สามารถ ประยุกต์ใช้กับ เครื่องช่วยฝึกเดินที่มีอยู่ โดยนำความรู้ทางด้านพยาธิสภาพของ ตัวเด็กพิการทางสมองมา ประกอบกับ ความรู้และหลัก การออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อให้ มีความถูกต้อง เหมาะสม กับลักษณะอาการของเด็กพิการทางสมองและมีความปลอดภัย

อุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นมานี้สามารถช่วยออกแรงในการก้าวขาได้ แต่รูปแบบที่ใช้ในการก้าวจะมีเพียงการก้าวแบบที่ละก้าวต่อการกดหนึ่งครั้ง มีระดับความเร็วและแรงช่วยที่ใช้ในการดึงเพียงระดับเดียว ดังนั้นในอนาคตควรจะมีการเพิ่มให้สามารถปรับระดับความเร็วหรือแรงที่ใช้ได้ เพื่อให้มีความเหมาะสมในเด็กแต่ละคน สำหรับส่วนที่ช่วยในการรองรับน้ำหนัก นั้น ในอนาคต ควร มีการออกแบบให้มีความสวยงามและน่าใช้ยิ่งขึ้น หรือประยุกต์ให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีรูปลักษณ์ภายนอกเหมือนของเล่นเด็กก็ได้ ทั้งนี้ในการทดสอบอุปกรณ์นั้นควรจะไปทดสอบกับเด็กพิการทางสมองจริง ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาปรับปรุง แก้ไขและพัฒนา อุปกรณ์ให้ตรงกับปัญหาเด็กพิการทางสมองจริง

6. กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบและสร้าง อุปกรณ์ ต้นแบบ นี้ได้รับทุนสนับสนุน จากภาควิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปี 2555 ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Joseph H, Diane N, Marlena P, et al; Multicenter Randomized Clinical Trial Evaluating the Effectiveness of the Lokomat in Subacute Stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23:5
- [2] Nieuwenhuijsen C, Donkervoort M, Nieuwstraten W, et al; Experienced problems of young adults with cerebral palsy: targets for rehabilitation care. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1891-7
- [3] Meyer HA, Ammann RA, Schmariz A, et al; Improvement of walking abilities after robotic-assisted locomotion training in children with cerebral palsy. *Arch Dis Child* 2009;94:615-620
- [4] Eva B, Gudrum H, Peter U, et al; Probability of walking in children with

cerebral palsy in Europe. *Pediatric* 2008;121:e187-e192

- [5] Bjornson KF, Belza B, Kartin D, et al. Ambulatory physical activity performance in youth with cerebral palsy and youth who are developing typically. *Phys Ther* 2007;87:248-257