

# การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ Robotic Assisted Therapy ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมในการเพิ่มความสามารถการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีก

ศิวะพร วาอิน วท.บ., พรสวรรค์ โพธิ์สว่าง วท.บ.,ศ.ม., กฤติกานต์ พงงาม วท.บ.

สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี 11000

## Abstract: Effectiveness Robotic Assisted Therapy Combines Conventional Therapy on Upper Extremity Rehabilitation in Stroke with Hemiparesis

Khown S, Posawang P, Polngam K

Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Nonthaburi, 11000

(E-mail: mymint\_23@hotmail.com)

Currently, Robotic assisted therapy (RT) has been implemented in Occupational Therapy Department, Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute (SNMRI). It is a new technology which is still not widely used in Thailand and it also has limited number of studies related to its effectiveness on stroke rehabilitation. The objective of this prospective descriptive study was to evaluate the effectiveness of robotic assisted therapy combined with occupational therapy on upper extremity rehabilitation in stroke patients. To serve the purpose of this study, the training protocol which is suitable for the population of the study was set. Thirty out-patients with hemiplegic stroke were participated in the study. All patients received 30 minutes of RT combined with occupational therapy for 2 sessions per week, for total of 20 sessions. Outcome measurements were performed 2 times, 1) before joining the training program and 2) after completing the training program. The primary outcome measure was the upper extremity motor subscale of the Fugl-Meyer assessment; secondary outcomes consisted of motor assessment scale, modified Ashworth scale and Barthel Activities of daily index. After the training, all of the patients had a significant improvement ( $p < 0.05$ ) in all of the outcome measurements. In conclusion, the results of this study suggested that robotic assisted therapy combined with occupational therapy was an effectiveness method for upper extremity rehabilitation in stroke patients.

**Keywords:** Robotic assisted therapy, Stroke, Occupational therapy

### บทคัดย่อ

งานกิจกรรมบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ ได้เริ่มนำ Robotic assisted therapy มาใช้ในการฟื้นฟูซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่และยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย อีกทั้งยังไม่พบการศึกษาวิจัยถึงประสิทธิผลของ Robotic Assisted Therapy ต่อการส่งเสริมการเคลื่อนไหวของส่วนบนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการนำ Robotic assisted therapy มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีก โดยมีการกำหนด Protocol การฟื้นฟูขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของผู้ป่วยที่เข้ามาใช้บริการ วิธีการศึกษาเชิงพรรณนาแบบไปข้างหน้า โดยศึกษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีก ที่เข้ารับการฟื้นฟูแบบผู้ป่วยนอก สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ จำนวน 30 ราย ผู้เข้าร่วมวิจัยส่วนใหญ่ร้อยละ 70 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 54.07 ปี ระยะเวลาที่เป็นเฉลี่ย 12.47 เดือน ได้รับการฟื้นฟูด้วยกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมร่วมกับการใช้ Robotic assisted therapy รุ่น Armeo spring ครั้งละ 30 นาที จำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 20 ครั้ง โดยทำการศึกษาระหว่างเดือน มกราคม - ธันวาคม 2558 ประเมินผลลัพธ์ก่อนและหลังการฟื้นฟูด้วยเครื่องมือหลักคือ Fugl-Meyer Assessment scale

เครื่องมือรองประกอบด้วย Motor Assessment scale Modified Ashworth scale และ Modified Barthel Activities of daily Index ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกรายมีระดับความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบนด้วยแบบประเมินหลัก Fugl-Meyer Assessment scale เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เปรียบเทียบคะแนนก่อนการฟื้นฟู  $25.17 \pm 15.34$  และหลังการฟื้นฟู  $43.57 \pm 16.72$  และผลลัพธ์ของแบบประเมินรอง Motor Assessment scale และ Modified Barthel Activities of daily Index เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เช่นกัน สรุปได้ว่าการใช้ Robotic assisted therapy รุ่น Armeo spring ร่วมกับการฟื้นฟูด้วยกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมด้วย Protocol ที่กำหนดขึ้นมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบน เพิ่มการทำงานของแขนและมือ เพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน และลดระดับความตึงตัวของกล้ามเนื้อในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีก

**คำสำคัญ :** Robotic assisted therapy, โรคหลอดเลือดสมอง กิจกรรมบำบัด

## บทนำ

โรคหลอดเลือดสมอง เป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของหลอดเลือดในสมอง ทำให้เซลล์ประสาทสมองได้รับผลกระทบ และเกิดความผิดปกติเกี่ยวกับระบบประสาท เช่น อาการอ่อนแรงหรืออาการชาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โรคหลอดเลือดสมองเป็นหนึ่งในโรคไม่ติดต่อที่เป็นสาเหตุหลักของการตายในประชากรทั่วโลก<sup>1</sup>

องค์การอนามัยโลก<sup>2</sup> รายงานสาเหตุการตายจากโรคหลอดเลือดสมองเป็นอันดับ 2 ของประชากรอายุมากกว่า 60 ปี และเป็นสาเหตุการตายเป็นอันดับ 5 ของประชากรอายุมากกว่า 15 - 59 ปี องค์การอนามัยโลกประมาณว่าทุกปีมีผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมากกว่า 15 ล้านคนทั่วโลก มี 5 ล้านคนพิการถาวร 5 ล้านคนเสียชีวิตและในปี 2563 จะเพิ่มเป็น 2 เท่า และสถานการณ์โรคหลอดเลือดสมองในประเทศไทย จากรายงานสถิติสาธารณสุข<sup>3</sup> ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2546 - พ.ศ. 2555) พบว่า มีผู้ป่วยรายใหม่ในแต่ละปี 150,000 ราย และพบความชุกการเกิดอัมพฤกษ์ อัมพาตจากโรคหลอดเลือดสมอง เพิ่มขึ้นเป็น 0.5 ล้านคน

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเมื่อรักษาอาการดีขึ้น มักจะมีความพิการหลงเหลืออยู่ ทำให้เกิดความบกพร่องในการทำหน้าที่ด้านต่างๆ ของร่างกาย ทำให้มีผลกระทบต่อความช่วยเหลือตนเองในชีวิตประจำวัน เป็นภาระต่อครอบครัวและสังคม ดังนั้นผู้ป่วยเกือบทั้งหมดจำเป็นต้องได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อสามารถกลับไปใช้ชีวิตประจำวันในครอบครัวและสังคมได้<sup>4</sup>

สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ เป็นองค์กรแห่งความเป็นเลิศด้านการฟื้นฟู มุ่งสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของคนพิการและผู้ป่วย ประกอบไปด้วยการให้บริการด้านการฟื้นฟูหลากหลายวิชาชีพ และหนึ่งในวิชาชีพที่มีความสำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพ คือ “กิจกรรมบำบัด” และจากสถิติในปีงบประมาณ 2557 ของผู้รับบริการหน่วยงานกิจกรรมบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟู พบว่า ส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 70 ของผู้รับบริการกิจกรรมบำบัด เป็นผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง<sup>5</sup>

การบำบัดฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีบทบาทหน้าที่ในการส่งเสริมความสามารถด้านการรับรู้ความรู้สึก การรับรู้และความรู้ความเข้าใจ และความสามารถด้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันของผู้ป่วย เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยสามารถช่วยเหลือตนเองในการทำกิจกรรมการดำเนินชีวิตได้ตามศักยภาพที่มี และสามารถกลับไปดำรงชีวิตในครอบครัวและสังคมได้<sup>6</sup> โดยทั่วไปการบำบัดฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดเน้นการฟื้นฟูด้วยวิธีการกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิม จนกระทั่งปัจจุบันในต่างประเทศได้มีการนำ Robotic Assisted Therapy มาช่วยในการฟื้นฟูผู้ป่วยกันอย่างกว้างขวาง แต่สำหรับประเทศไทย การฟื้นฟูด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy ถือว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ และยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากมีราคาค่อนข้างสูง และจากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบถึงประสิทธิภาพของการใช้ Robotic Assisted Therapy ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง พบว่า ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับการฟื้นฟูด้วย Robotic Assisted Therapy มีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบนและช่วงการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีงานวิจัยบางส่วนได้ศึกษาเปรียบเทียบการฟื้นฟูด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy กับการฟื้นฟูแบบดั้งเดิม พบว่า ทั้ง 2 วิธีมีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเช่นกันแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งได้แนะนำว่าการนำวิธีการฟื้นฟูด้วย Robotic Assisted Therapy มาใช้ร่วมกับวิธีดั้งเดิม จะทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อเทียบกับการบำบัดฟื้นฟูด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่มีข้อจำกัดในด้านยังไม่มีการกำหนดถึงขอบเขตที่ชัดเจนหรือเป็นไปทางเดียวกันถึงปริมาณการฝึก รวมถึงประสิทธิภาพในการฝึกที่จะสามารถเชื่อมโยงถึงการเพิ่มความสามารถการเคลื่อนไหวเนื่องมาจากค่าใช้จ่ายที่สูงและข้อจำกัดของผู้เข้าร่วมวิจัย<sup>7</sup>

งานกิจกรรมบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูได้เริ่มนำเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ในการฟื้นฟูใน ปี พ.ศ. 2557 และเพื่อลดข้อจำกัดที่เกิดจากการศึกษาข้อถกเถียงทางผู้ศึกษาจึงทำการรวบรวมข้อมูลและศึกษาค้นคว้าจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบถึงความถี่และความเข้มข้นในการฟื้นฟูที่สอดคล้องกับบริบทของผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการและทำการศึกษาประสิทธิภาพของการนำ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมในการฟื้นฟูสมรรถภาพในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีกว่ามีประสิทธิภาพแตกต่างกับงานวิจัยที่ผ่านมาหรือไม่ อีกทั้งในประเทศไทยยังไม่พบการศึกษาวิจัยถึงประสิทธิภาพของ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ต่อการส่งเสริมการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนบนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

## วัตถุประสงค์และวิธีการ

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มารับบริการคลินิกฝึกทักษะการเคลื่อนไหวแขนและมือ งานกิจกรรมบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ จำนวน 30 ราย ตั้งแต่เดือน มกราคม 2558 - ธันวาคม 2558 เกณฑ์คัดเข้า คือผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีกที่ได้รับการฟื้นฟูด้วยวิธีการกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิม ร่วมกับ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ที่เข้ามารับบริการคลินิกฝึกทักษะการเคลื่อนไหวแขนและมือ เกณฑ์คัดออก คือมีปัญหาการรับรู้และความเข้าใจ (ประเมินด้วยแบบประเมิน The Mini Mental State Examination ฉบับภาษาไทย คะแนนน้อยกว่า 23 คะแนน) มี Recurrent Stroke มีปัญหาด้านการสื่อสาร และการขาดความสามารถในการรับรู้ซีกหนึ่งของร่างกาย มีระดับความตึงตัวของกล้ามเนื้อแขนในลักษณะการเกร็งประเมินโดยใช้แบบประเมินความตึงตัวของกล้ามเนื้อ Modified Ashworth scale มากกว่าระดับ 2 มีระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวไหล่ ประเมินโดยใช้แบบประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Manual muscle test น้อยกว่าระดับ 2 คือ ไม่สามารถเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายในแนวขจัดแรงโน้มถ่วงได้ และไม่สามารถนั่งทรงตัวด้วยตัวเองได้ ยุติการศึกษาเมื่อมีภาวะแทรกซ้อน เช่น Shoulder pain, contracture, stiffness มีภาวะเจ็บป่วยที่ไม่สามารถรับการฝึกต่อเนื่องได้และได้รับการรักษาที่ทำให้อาการเกร็งเปลี่ยนแปลงหรือได้รับการผ่าตัดแขนหรือมือ

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

### 1. Robotic Assisted Therapy (Armeo รุ่น Spring)

โดยมีลักษณะการเคลื่อนไหวตามแนวแกนของข้อต่อ 5 แนวแกน มีส่วนรองรับน้ำหนักของแขนและมือข้างที่มีอาการอ่อนแรงแบบปรับระดับการชดเชย การยกขึ้นของแขนในท่าด้านแรงโน้มถ่วงของโลกด้วยกลไกแบบ spring สามารถเริ่มต้นเคลื่อนไหวและกำหนดทิศทางเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวเอง ส่งเสริมการเคลื่อนไหวอย่างมีจุดมุ่งหมาย มีข้อมูลย้อนกลับจากจอภาพที่ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเคลื่อนไหวอย่างมีจุดมุ่งหมาย<sup>8-10</sup>



2. เครื่องมือ/แบบการประเมิน Outcome measures:

2.1 เครื่องมือประเมิน Primary outcome ได้แก่

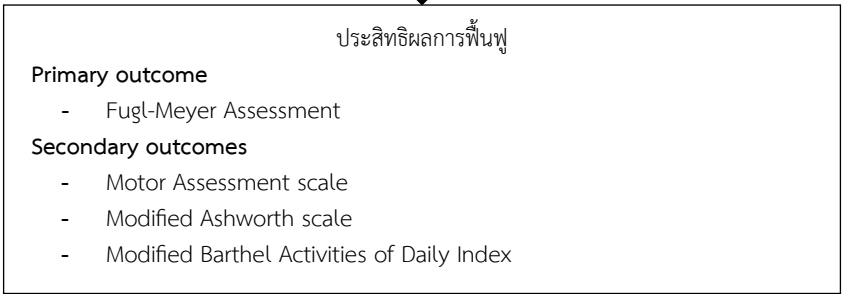
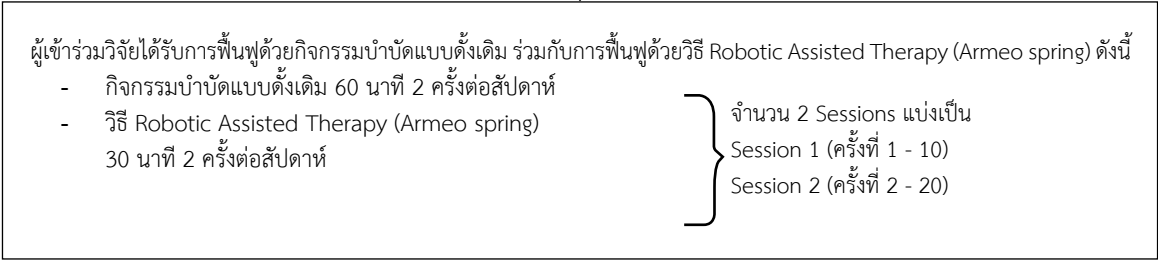
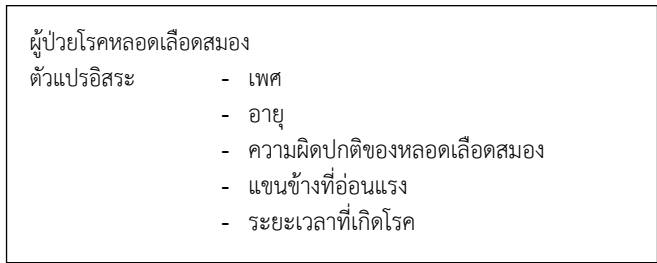
- Fugl-Meyer Assessment เป็นเครื่องมือประเมินการฟื้นฟูสภาพของระบบประสาทตามแนวคิดเรื่องการฟื้นฟูสภาพใน ระยะต่างๆ ของ Brunnstrom ประกอบด้วยการประเมิน 5 ด้าน ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกหัวข้อการประเมิน เพียง 1 ด้านคือ ด้านการควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายส่วน บน มีคะแนนเต็ม 66 คะแนน มี 33 หัวข้อการประเมินโดย มีเกณฑ์ในการให้คะแนนในแต่ละหัวข้อย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 0, 1, 2 คะแนน<sup>11</sup>
- เครื่องมือประเมิน Secondary outcomes ประกอบด้วย :
  - Motor Assessment scale เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมิน การทำงานของแขนและมือในการทำกิจกรรมสำหรับผู้ป่วย โรคหลอดเลือดสมอง มีคะแนนเต็ม 18 คะแนน มี 3 หัวข้อ การประเมิน ได้แก่ การทำงานของต้นแขน การเคลื่อนไหว มือ และการใช้มือทำกิจกรรม โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ในแต่ละหัวข้อย่อยอยู่ระหว่าง 0 - 6 คะแนน โดยจะให้ คะแนนตามระดับความสามารถสูงสุดของผู้ป่วย<sup>12</sup>
  - Modified Ashworth scale เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมิน ระดับความตึงตัวของกล้ามเนื้อแขนและมือ ระดับคะแนน 0 - 4<sup>13</sup>
  - Modified Barthel Activities of Daily Index (MBAI) เป็นเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำกิจวัตร ประจำวัน มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน มี 10 หัวข้อการ ประเมิน<sup>14</sup>

กระบวนการศึกษา/วิธีดำเนินการศึกษา แบ่งเป็น 2 ช่วง มีรายละเอียด

ดังนี้

**ช่วงที่ 1 :** กำหนด Protocol ของการฟื้นฟูด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ที่สอดคล้องกับบริบทของผู้ป่วยที่เข้ารับบริการ โดยมีการรวบรวมข้อมูลและศึกษาค้นคว้าจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ จำนวน 19 เรื่อง<sup>15</sup> พบว่า ส่วนใหญ่มีช่วงระยะเวลาในการฟื้นฟู ตั้งแต่ 5 - 6 สัปดาห์ เวลาที่ใช้ในการฟื้นฟูแต่ละครั้งอยู่ในช่วง 20 - 90 นาที นำข้อมูลปรึกษาร่วมกับนักกิจกรรมบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูฯ จำนวน 15 คน และได้กำหนด Protocol ให้เหมาะสมกับบริบท คือการฟื้นฟู ด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ครั้งละ 30 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์

**ช่วงที่ 2 :** นำ Protocol มาใช้และศึกษาประสิทธิผลของการนำรูปแบบดังกล่าวในการฟื้นฟู Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมในการฟื้นฟูสมรรถภาพในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีก เมื่อโครงร่าง งานวิจัยผ่านการพิจารณาอนุมัติโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการ ทำวิจัยในมนุษย์สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูฯ คณะผู้ศึกษาทำการคัดเลือก ผู้เข้าร่วมศึกษาที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์คัดเลือกผู้เข้าร่วมศึกษาและเกณฑ์ คัดออก จึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือน มกราคม 2558 - ธันวาคม 2558 ประเมินความสามารถของผู้เข้าร่วมศึกษาก่อนได้รับการฟื้นฟู และประเมินหลังจากการฟื้นฟู ด้วยเครื่องมือประเมิน Fugl-Meyer Assessment, Motor Assessment scale, Modified Ashworth scale, Modified Barthel Activities of Daily Index ผู้เข้าร่วมศึกษาเข้ารับการฟื้นฟู ด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ครั้งละ 30 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 20 ครั้ง แสดงเป็นกรอบแนวคิดการศึกษา ดังนี้



คำนวณกลุ่มตัวอย่าง (โดยใช้สูตร Estimating an infinite population mean)

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{d^2}$$

โดยกำหนดค่า

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Alpha ( $\alpha$ )   | = 0.05                   |
| ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการที่ 95% $Z_{\alpha/2}$                         | = 1.96,                  |
| ความแปรปรวนของตัวแปรผล $\sigma$ (ได้จากการศึกษาก่อนหน้านี้ <sup>16</sup> ) | = 6                      |
| Error (d)  | = $\pm 2.5$ Drop-out 20% |

**สรุป** จากสูตรคำนวณได้กลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา จำนวน 28.75 ราย และเพื่อป้องกันการออกของผู้เข้าร่วมศึกษาจึงใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ราย

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยเป็น Descriptive statistic ได้แก่ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ร้อยละ และค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด เปรียบเทียบความแตกต่างของ Fugl-Meyer Assessment, Motor Assessment scale และ Modified Barthel Activities of Daily Index ระหว่างก่อนและหลังการฝึกด้วยสถิติ Paired t-test ค่า  $P < 0.05$  ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของ Modified Ashworth scale ระหว่างก่อนและหลังการฝึกด้วยสถิติ Wilcoxon Sign Rank test ค่า  $P < 0.05$  ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## ผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพของ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ในการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีก สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ จำนวน 30 ราย ผู้เข้าร่วมวิจัยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 70) มีอายุเฉลี่ย 54.07 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.71 ปี (อายุระหว่าง 18 - 80 ปี) ส่วนใหญ่มือข้างที่อ่อนแรงเป็นข้างซ้าย (ร้อยละ 76.67) ระยะเวลาที่เป็นเฉลี่ย 12.47 เดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.28 เดือน ได้รับการฟื้นฟูด้วย Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดด้วยแบบดั้งเดิม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิก (n=30)

|  |                                       | จำนวน | ร้อยละ |
|--|---------------------------------------|-------|--------|
| เพศ  | ชาย                                   | 21    | 70.00  |
|  | หญิง                                  | 9     | 30.00  |
| ข้างที่อ่อนแรง   | ซ้าย                                  | 23    | 76.67  |
|  | ขวา                                   | 7     | 23.33  |
| ความผิดปกติของหลอดเลือดสมอง  | Ischemic                              | 20    | 66.67  |
|  | Hemorrhagic                           | 10    | 33.33  |
| อายุเฉลี่ย 54.07 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.71 ปี (อายุระหว่าง 18 - 80 ปี)                               |                                       |       |        |
| ระยะเวลาที่เป็นเฉลี่ย 12.47 เดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.28 เดือน (ระยะเวลาที่เป็นระหว่าง 1 - 55 เดือน) |                                       |       |        |
| ระยะเวลาที่เป็น  | ตั้งแต่ 0-6 เดือน (ระยะกึ่งเฉียบพลัน) | 13    | 43.33  |
|  | ตั้งแต่ 6 เดือน ขึ้นไป (ระยะเรื้อรัง) | 17    | 56.67  |

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิม ด้วยเครื่องมือประเมินหลัก คือ แบบประเมิน Fugl-Meyer Assessment ก่อนได้รับการฝึกและหลังได้รับการฝึกของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 30 ราย แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 10) และช่วงที่ 2 (ครั้งที่ 10 - ครั้งที่ 20) พบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยมีระดับคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ทั้ง 2 ช่วงหลังได้รับการฝึก (ตารางที่ 2)

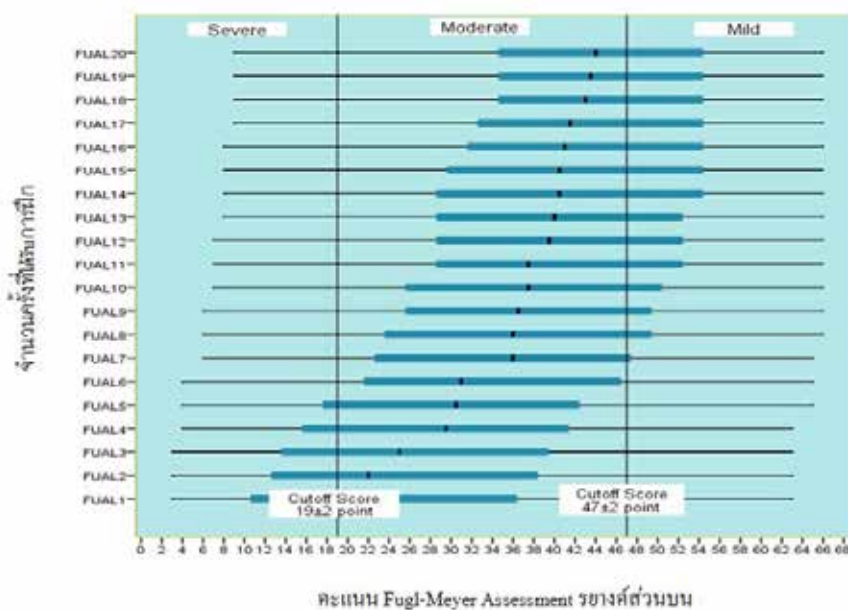
ระดับคะแนนที่เพิ่มขึ้น ตามแบบประเมิน Fugl-Meyer Assessment แสดงถึงผู้เข้าร่วมศึกษาทั้งหมดมีระดับความบกพร่องด้านการเคลื่อนไหวลดลง จากระดับรุนแรงเปลี่ยนเป็นระดับปานกลางและระดับน้อยตามลำดับ จะเห็นว่าหลังจากได้รับการฝึกครั้งที่ 6 ขึ้นไป พบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดไม่จัดอยู่ในกลุ่มระดับรุนแรง (กราฟที่ 1)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมตามแบบประเมินหลัก Fugl-Mayer Assessment (n=30)

|                       | ครั้งที่    | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) | ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Differences) | (p - value) |
|-----------------------|-------------|--|---|-------------|
| Fugl-Mayer Assessment | ครั้งที่ 1  | 25.17 $\pm$ 15.34                                    | 12.53 $\pm$ 8.49                              | 0.000*      |
|                       | ครั้งที่ 10 | 37.70 $\pm$ 17.10                                    |   |             |
|                       | ครั้งที่ 10 | 37.70 $\pm$ 17.10                                    | 5.87 $\pm$ 4.58                               | 0.000*      |
|                       | ครั้งที่ 20 | 43.57 $\pm$ 16.72                                    |   |             |

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

กราฟที่ 1 เปรียบเทียบระดับความบกพร่องในคอมพิวเตอร์เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อส่วนบนหลังการฟื้นฟูด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมตามแบบประเมินหลัก Fugl-Mayer Assessment



การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิม ตามแบบประเมินรองก่อนได้รับการฝึกและหลังได้รับการฝึกของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 30 ราย แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 10) และช่วงที่ 2 (ครั้งที่ 10 - ครั้งที่ 20) พบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยมีระดับคะแนนความสามารถในการทำงานของแขนและมือ ตามแบบประเมิน Motor Assessment scale เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) และมีระดับคะแนนความตึงตัวของกล้ามเนื้อในรูปแบบการเกร็งลดลง ตามแบบประเมิน Modified Ashworth scale อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) ทั้ง 2 ช่วงหลังได้รับการฝึก สำหรับระดับความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน ตามแบบประเมิน Modified Barthel Activities of Daily Index (MBAI) พบว่ามีระดับคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) ในช่วงที่ 2 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิผลของการใช้ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมตามแบบประเมิน Secondary outcome ได้แก่, Motor Assessment Scale, Modified Barthel Activities of Daily Index, Modified Ashworth scale (n = 30)

| Secondary outcome                          | ครั้งที่    | ค่าเฉลี่ย±ส่วน เบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน<br>(mean ± SD) | ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย<br>(Mean Differences) | (p - value) |
|--|-------------|--|--|-------------|
| Motor Assessment Scale                     | ครั้งที่ 1  | 3.00 ± 2.84  | 2.37 ± 2.14                                      | 0.000*      |
|  | ครั้งที่ 10 | 5.37 ± 3.98  |  |             |
|  | ครั้งที่ 10 | 5.37 ± 3.98  | 1.63 ± 2.28                                      | 0.000*      |
|  | ครั้งที่ 20 | 7.00 ± 5.16  |  |             |
| Modified Ashworth scale                    | ครั้งที่ 1  | 1.40 ± 0.68  | 0.23 ± 0.43                                      | 0.006*      |
|  | ครั้งที่ 10 | 1.17 ± 0.59  |  |             |
|  | ครั้งที่ 10 | 1.17 ± 0.59  | 0.13 ± 0.35                                      | 0.043*      |
|  | ครั้งที่ 20 | 1.03 ± 0.49  |  |             |
| Modified Barthel Activities of Daily Index | ครั้งที่ 1  | 17.80 ± 2.77                                       | 0.60 ± 1.61                                      | 0.050       |
|  | ครั้งที่ 10 | 18.40 ± 2.42                                       |  |             |
|  | ครั้งที่ 10 | 18.40 ± 2.42                                       | 0.43 ± 1.14                                      | 0.045*      |
|  | ครั้งที่ 20 | 18.83 ± 2.14                                       |  |             |

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

## วิจารณ์

การฟื้นฟูด้วยการใช้ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ครั้งละ 30 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิม แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 10) และ ช่วงที่ 2 (ครั้งที่ 10 - ครั้งที่ 20) รวมทั้งหมด 20 ครั้ง ส่งผลให้ความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีกทั้งหมด 30 รายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับความบกพร่องด้านการเคลื่อนไหวของส่วนบนตามแบบประเมิน Fugl-Meyer Assessment ซึ่งแบ่งได้ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับรุนแรงมาก (Fugl-Meyer < 19±2) ระดับปานกลาง (19±2 ≤ Fugl-Meyer < 47±2) ระดับน้อยใกล้เคียงปกติ (Fugl-Meyer ≥ 47±2)<sup>16</sup> พบว่า ผู้ป่วยมีระดับความบกพร่องด้านการเคลื่อนไหวของส่วนบนที่ลดลง เห็นได้จากระยะแรกผู้เข้าร่วมวิจัยจัดอยู่ในกลุ่มระดับรุนแรง เปลี่ยนเป็นระดับปานกลางและระดับน้อยตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อได้รับการฟื้นฟูด้วยการใช้ Robotic Assisted Therapy (Armeo spring) ร่วมกับการฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิม ผู้ป่วยจะไม่จัดอยู่ในกลุ่มความบกพร่องระดับรุนแรง

นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ป่วยมีความสามารถในการทำงานของแขนและมือเพิ่มขึ้นและมีระดับความตึงตัวของกล้ามเนื้อในรูปแบบการเกร็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาการเกร็งของกล้ามเนื้อที่ลดลงจะส่งผลดีต่อควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบน และการศึกษาของ Hesse<sup>17</sup> ปี 2005 พบว่า ระยะเวลาในการฟื้นฟูด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy ที่ 20 - 30 นาทีต่อหนึ่งครั้งในการฟื้นฟูก็เพียงพอสำหรับการฟื้นฟูด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy และมีประสิทธิผลในการเพิ่มความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง การศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าระดับความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบนและการทำงานของแขนและมือของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองทั้ง 30 รายนั้นเพิ่มขึ้นตั้งแต่หลังได้รับการฟื้นฟูในช่วงที่ 1 (ครั้งที่ 1 - 10) แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้ป่วยถูกกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวซ้ำๆ ที่มีระดับความเข้มข้นและมีความถี่อย่างสมดุลในทิศทางที่มีเป้าหมาย

อีกทั้งมีการสะท้อนกลับข้อมูลให้ผู้ป่วยรับรู้ทันทีที่จะส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์เคลื่อนไหวและนำมาสู่ความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบนที่รวดเร็วขึ้น<sup>7,15,17-18</sup> และยิ่งถ้าผู้ป่วยอยู่ในช่วงระยะฟื้นฟูตัวของโรคหลอดเลือดสมองได้รับการฟื้นฟูรูปแบบนี้ก็จะช่วยส่งเสริมให้ผู้ป่วยเกิดการเรียนรู้และส่งผลถึงการฟื้นฟูตัวของระบบประสาท ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวของส่วนบนอย่างรวดเร็วมากขึ้น<sup>18-19</sup>

สำหรับระดับความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน มีระดับคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการฟื้นฟูช่วงที่ 2 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการควบคุมเคลื่อนไหวแขนข้างที่อ่อนแรงของผู้ป่วยสามารถกระตุ้นหรือช่วยให้ผู้ป่วยมีความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น<sup>18</sup> ซึ่งความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองในชีวิตประจำวันต้องอาศัยทั้งความสามารถของการเคลื่อนไหวของส่วนบนและระยะเวลาเพื่อให้เกิดทักษะและความชำนาญ

ดังนั้นการศึกษา Protocol การฟื้นฟูวิธี Robotic Assisted Therapy 30 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์นี้มีความเหมาะสมในด้านการฟื้นฟูและการทดสอบประสิทธิผลโดยพบว่าสามารถช่วยเพิ่มการควบคุมการเคลื่อนไหวของส่วนบนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีกได้อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูด้วยวิธีนี้ต้องอยู่ในการควบคุมดูแลโดยนักกิจกรรมบำบัดจำนวน 1 ท่าน เพื่อตั้งค่าโปรแกรมให้เหมาะสมกับผู้ป่วยและป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้เครื่องมือ นอกจากนี้การศึกษานี้ยังเป็นการทดลองเพียงกลุ่มเดียวและมีการติดตามเฉพาะในช่วงการฟื้นฟูแต่ไม่ได้ติดตามด้านความคงที่หลังเสร็จสิ้นการฟื้นฟู ดังนั้นการศึกษาค้างต่อไปควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลร่วมกับกลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูด้วยวิธี Robotic Assisted Therapy เพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูด้วยวิธีกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมเพียงอย่างเดียว และศึกษาถึงความสามารถระยะยาวหลังการฟื้นฟูรวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยร่วมด้วย รวมทั้งมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงราคาและต้นทุนของเครื่องมือเปรียบเทียบกับประสิทธิผลที่ได้ เนื่องจากเครื่องมือมีราคาสูงและยังพบปัญหาเรื่องสวัสดิการรักษายาบาลขั้นพื้นฐานและการเบิกจ่ายจากราชการ

## สรุป

การใช้ Robotic Assisted Therapy รุ่น Armeo spring ร่วมกับ การฟื้นฟูด้วยกิจกรรมบำบัดแบบดั้งเดิมด้วย Protocol ที่กำหนดขึ้น มี ประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถการควบคุมการเคลื่อนไหวบางส่วน บน เพิ่มทำงานของแขนและมือ เพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวัน และลดระดับความตึงตัวของกล้ามเนื้อในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะอัมพาตครึ่งซีก

## References

1. นิจศรี ชานูณรงค์. ผลการทบทวนระบาดวิทยาโรคหลอดเลือดสมอง ในประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. 2557 [เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2558]. เข้าถึงได้จาก: [http://hrn.thainhf.org/document/research/research\\_205.pdf](http://hrn.thainhf.org/document/research/research_205.pdf).
2. World Health Organization. WHO Global Database. กระทรวงสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ ข้อมูลสถิติสาธารณสุข [อินเทอร์เน็ต]. 2548-55 [เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2558]. เข้าถึงได้จาก: <http://bps.ops.moph.go.th/Health information/ill-in42-48.htm>
3. สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค. รายงานสรุปข้อมูลการประชุมเชิงปฏิบัติการจัดการข้อมูลโรคไม่ติดต่อระดับประเทศในการประชุม UN General Assembly High-Level Meeting on Prevention and Control of Non Communicable Diseases [อินเทอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2558]. เข้าถึงได้จาก: <http://odpc9.ddc.moph.go.th/SRRtcenter/56-Paralysis.pdf>.
4. เวชศาสตร์ฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. บันทึกการฟื้นฟูอาการอัมพาตครึ่งซีกจากโรคเส้นเลือดสมอง [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2558]. เข้าถึงได้จาก: <http://rehab2554.alotSPACE.com/stroke.php>.
5. สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์. งานกิจกรรมบำบัด. กลุ่มงานเวชศาสตร์ฟื้นฟู. นนทบุรี: ผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2557; 2557.
6. สมาคมนักกิจกรรมบำบัด/อาชีวบำบัดแห่งประเทศไทย. ความหมายของกิจกรรมบำบัด ตามพระราชบัญญัติกำหนดให้สาขา กิจกรรมบำบัดเป็นสาขาการประกอบโรคศิลปะ (มาตรา 3) [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2558]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.otat.org/index.php>.
7. Norouzi-Gheidari N, Archambault PS, Fung J. Effect of robot - assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: systematic review and meta-analysis of the literature. J Res Dev 2012; 49:479-96.
8. Colomer C, Baldoví A, Torromé S, Navarro MD, Moliner B, Ferri J, et al. Efficacy of Armeo® Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. Neurologia 2013; 28:261-7.
9. ประภาภรณ์ ปราชญ์พนนต์, ไกรวัชร อีระเนตร. ผลการฝึกด้วยเครื่อง เกม Wii-hab ต่อการฟื้นฟูกำลังกล้ามเนื้อและการทำงานของแขน ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองกึ่งเฉียบพลัน: การศึกษานำร่องแบบ สุ่มและมีกลุ่มควบคุม. เวชศาสตร์ฟื้นฟู กองเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า. เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2556; 23:64-72.
10. Gijbels D, Lamers I, Kerkhofs L, Alders G, Knippenberg E, Feys P. The Armeo Spring as training tool to improve upper limb functionality in multiple sclerosis: a pilot study. J Neuroeng Rehabil 2011; 8:5.

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ แห่งชาติ ดร.นายแพทย์อรรถสิทธิ์ ศรีสุบัติ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย นายแพทย์ปิยนัย เทพมณฑา ดร.สาริณี แก้วสว่างและคุณพินิจดา แสงพะการ กลุ่มงานวิจัยและประเมินเทคโนโลยี สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูฯ ซึ่งท่าน ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย

11. สมพร สังข์รัตน์. แบบประเมินมาตรฐานสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือด สมองการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพสมอง: จากทฤษฎีสู่การ ปฏิบัติ (Neurorehabilitation of Brain Disorders: From Theory to Practice). ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2556.
12. อัญชลี พันธุ์แก้ว, สุทธิพงษ์ ทิพชาติโยธิน, ประเสริฐพร จันท, เกรียงศักดิ์ ม่วงสุนทร, พัทธินันท์ พุทธิรักษา, สมลักษณ์ เพ็ญมานะ, และคณะ. ความน่าเชื่อถือของแบบประเมิน Motor Assessment scale ฉบับภาษาไทยในการประเมินการทำงานของแขนและมือใน ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2550; 17:20-5.
13. พิศศักดิ์ ชินชัย, ทศพร บรรยมาก. กิจกรรมบำบัดสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือด สมองระบบประสาท. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: เชียงใหม่พริ้นท์ติ้งจำกัด; 2554.
14. บุษกร โลหารชุน, ปานจิต วรรณภีระ, จินตนา ปาลิวนิช, กัญญารัตน์ คำจูน. ความน่าเชื่อถือของ การประเมินผู้ป่วยอัมพาตจากโรคหลอดเลือด สมองด้วยแบบประเมิน Modified Barthel Index ฉบับภาษาไทย. พุทธชินราชเวชสาร 2551; 25:842-51.
15. Fazekas G, Horvath M, Troznai T, Toth A. Robot-mediated upper limb physiotherapy for patients with spastic hemiparesis: a preliminary study. J Rehabil Med 2007; 39:580-2.
16. Woodbury ML, Velozo CA, Richards LG, Duncan PW. Rasch analysis staging methodology to classify upper extremity movement impairment after stroke. Arch Phys Med Rehabil 2013; 94:1527-33.
17. Masiero S, Celia A, Rosati G, Armani M. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke. Arch Phys Med Rehabil 2007; 88:142-9.
18. Hesse S, Werner, Pohl M, Rueckriem S, Mehrholz J, Lingnau ML. Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centers. Stroke 2005; 36: 1960-6.
19. Mehrholz J, Hadrach A, Platz T, Kugler J, Pohl M. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living , arm function and arm muscle strength after stroke. Cochrane Database Syst Rev 2012; 13:CD006876.