นิพนธ์ต้นฉบับ . Original Article

ประสิทธิผลของการใช้ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะฟื้นฟู: การศึกษาแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

จิรวรรณ โปรดบำรุง[1], วรุณนภา ศรีโสภาพ[2,3*], สุวนัย แสงราช[4]
[1]งานกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก
[2]ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[3]หน่วยวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการฟื้นฟู คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[4]งานกายภาพบำบัด โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชนครไทย

Effectiveness of Pronate-Supinate Pipe in Sub-Acute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial

Jirawan Prodbumrung[1*], Waroonapa Srisoparb[2,3*], Suvinai Sangrahy[3]
[1]Physical Therapy Department, Buddachinnaraj hospital
[2]Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Science, Naresuan University
[3]Exercise and Rehabilitation Sciences Research Unit, Faculty of Allied Health Science, Naresuan University
[4]Department of Physical Therapy, Nakhonthai Crown Prince Hospital

Received: 25 August 2022 / Revised: 14 September 2022 / Accepted: 19 September 2022

บทคัดย่อ

หลักการและวัตถุประสงค์: การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อคือสาเหตุหลักของการจำกัดการทำงานของรยางค์บนหลังการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ท่อฝึกพลิกคว่ำ-หงายมือ ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของท่อฝึกพลิกคว่ำ-หงายมือ

วิธีการศึกษา: การศึกษานี้เป็นการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมในอาสาสมัครโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลันจำนวน 16 ราย โดยใช้วิธีการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวนกลุ่มละ 8 ราย ทั้ง 2 กลุ่มได้รับการฟื้นฟูทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ครั้งละ 45 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกำมือโดยใช้ท่อ จำนวน 15 ครั้ง ต่อเซตจำนวน 3 เซต แล้วพัก 2 นาที จนกว่าจะครบ 30 นาที แล้วตามด้วยการฝึกกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ตัวแปรหลักในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ การทำงานของรยางค์บนข้างอัมพาต ประเมินโดย Streamlined Wolf motor function test ฉบับสำหรับผู้ป่วย sub-acute stroke (SWMFT-sub-acute) ตัวแปรรองได้แก่ องศาการเคลื่อนไหวด้วยตนเองในท่าพลิกคว่ำ-หงายมือ แรงบีบมือ และการฟื้นตัวของระบบประสาทสั่งการรยางค์บน ประเมินโดย goniometer, hand grip dynamometer และ Fugl-Meyer assessment for upper extremity (FMA-UE) ตามลำดับ โดยประเมินก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการรักษา

ผลการศึกษา: พบว่า การทำงานของรยางค์บนข้างอัมพาต องศาการเคลื่อนไหวด้วยตนเองในท่าคว่ำ-หงายมือ แรงบีบมือ และการฟื้นตัวของระบบประสาทสั่งการรยางค์บน ของอาสาสมัครกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม

สรุป: ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือมีผลการฟื้นฟูการทำงานของรยางค์บนสูงกว่าการฟื้นฟูทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: คว่ำมือ, หงายมือ, ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน, การทำงานของรยางค์บน

Abstract

Background and Objective: Muscle weakness is the main cause of upper limb functional activity (ULFA) limitation post-stroke. This study aimed to develop a piece of novel equipment, the pronate-supinate pipe, to improve upper limb muscle strength and to investigate the effectiveness of the pronate-supinate pipe

Method: A randomized controlled clinical sixteen sub-acute stroke patients were randomly allocated to experimental (n=8) and control groups(n=8). Both groups received a 45-minute conventional physical therapy program 3-day / week for 4 weeks. The experimental group received a strength training program for pronator and supinator muscles using the pronate-supinate pipe 15 times/ set for 3 sets with a 2-minute rest interval at each set for 30 minutes before the conventional physical therapy. The primary outcome was ULFA as measured by the Streamlined Wolf motor function test for sub-acute stroke patients (SWMFT-Sub-acute). The secondary outcomes were pronate/ supinate active range of motion (AROM), grip muscle strength and upper limb motor recovery as measured by a goniometer, hand grip dynamometer and the Fugl-Meyer assessment for upper extremity (FMA-UE) respectively. Measurements were conducted at baseline and post-intervention.

Results: The result of this study showed that ULFA, pronate/ supinate AROM, grip strength and upper limb motor recovery of the experimental group at post-intervention improved from baseline significantly ($p<0.05$) but did not differ from the control group.

Conclusions: The pronate supinate pipe training has a superior effect on ULFA than the conventional physical therapy alone.

Keywords: pronation, supination, sub-acute stroke, upper limb functional activity

Corresponding author: Waroonapa Srisoparb E-mail: waroonapas@nu.ac.th

บทนำ

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะกึ่งเฉียบพลันพบว่ามีความสามารถในการทำงานของรยางค์บนลดลงถึง ร้อยละ 50[1] ส่งผลต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ถ้าผู้ป่วยไม่ได้รับการฟื้นฟูในช่วงนี้ จะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนได้มากขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะเรื้อรังหลังจาก 6 เดือนไปแล้ว เช่น ภาวะข้อไหล่ติดแข็ง ภาวะปวดไหล่ เป็นต้น[2,3] ดังนั้นการฟื้นฟูในกึ่งเฉียบพลัน จะทำให้มีความสามารถของรยางค์บนดีขึ้นเร็ว ผลจากการฟื้นตัวของสมองส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นใน 3 เดือนแรก[4] และเริ่มช้าลงหลังจาก 6 เดือนไปแล้ว[5,6] การบริหารรยางค์บนเพื่อทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงจะช่วยทำให้ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีความสามารถในการทำงานของรยางค์บนดีขึ้น[7,8] ช่วยเพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันได้เนื่องจากกิจกรรมส่วนใหญ่ต้องใช้รยางค์บน เช่น หวีผม แปรงฟัน ทานข้าว เป็นต้น[9]

จากการศึกษาพบว่าการออกกำลังกาย ที่มีรูปแบบการเคลื่อนไหวส่วนปลายแขน บริเวณข้อมือหรือแขน โดยมีทิศทางในการเคลื่อนไหวหนึ่งทิศทาง ช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานของรยางค์บน[10,12] การฟื้นฟูผู้ป่วยเพื่อฝึกกิจกรรมให้กลับมาสู่การทำงานที่ใกล้เคียงปกติ เกิดจากกลไกการปรับตัวของสมองหรือเป็นการยืดหยุ่นของระบบประสาทที่เรียกว่า neural plasticity เป็นความสามารถของระบบประสาทสมองที่มีการปรับเปลี่ยนตัวเองทั้งด้านหน้าที่และโครงสร้างที่ตอบสนองต่อการบาดเจ็บและประสบการณ์ โดยมีการปรับเปลี่ยนตนเองต่อสิ่งแวดล้อม ผลจากการฝึกกิจกรรมทำให้เกิดการเชื่อมต่อของเซลประสาทที่ดีเกิดการทำงานที่เชื่อมโยงทดแทนช่วยเหลือกัน การฟื้นตัวดังกล่าวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย แต่ละรายมักจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเสียหายของสมองทั้งบริเวณและความรุนแรงที่ผู้ป่วยได้รับ[13]

อุปกรณ์การฝึกส่วนรยางค์บนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองส่วนใหญ่ฝึกด้วยอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาแพงทำให้สถานการบริการบางแห่งมีข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาอุปกรณ์ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือโดยอยู่บนพื้นฐานแนวคิดในการออกกำลังของกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนบนที่เป็นการเคลื่อนไหวที่มีทิศทางเดียวบริเวณข้อต่อส่วนปลายคือ การคว่ำ-หงายมือและแรงบีบมือเพื่อใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีปัญหารยางค์บน ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบงานใดที่ทำการศึกษาด้วยนวตกรรมในลักษณะนี้การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ท่อฝึกคว่ำ-หงายมือและศึกษาความสามารถของอุปกรณ์ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและประสิทธิภาพของการทำงานของรยางค์บนในผู้ป่วย โรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม ((randomized controlled clinical) โดยมีการปกปิดทั้งสองทาง ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลพุทธชินราช เลขที่โครงการ IRB No.133/62 เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2562 กลุ่มตัวอย่างของการศึกษามาจากการคำนวณของค่าน้อยที่สุดที่พบการเปลี่ยนแปลงทางคลินิกของค่าเฉลี่ยตัวแปร SWMTFT-sub-acute = 1.7 โดยพิจารณาจากงานวิจัยที่ผ่านมา[14] ค่า power=0.8 คำนวนค่าแปรปรวนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้ 1.21 และ 1.43 เมื่อแทนค่าในสูตร[15] พบว่าได้ประชากรกลุ่มละ 8 ราย ป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างระหว่างดำเนินการศึกษา (ประมาณร้อยละ 20) ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยกลุ่มละ 10 ราย โดยเกณฑ์คัดเข้าเป็นผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีอายุมากกว่า 20 ปีขึ้นไป เป็นโรคหลอดเลือดสมองชนิดหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันหรือหลอดเลือดสมองแตกหรือฉีกขาดครั้งแรกที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ (ระยะเวลา 6-1 เดือน) มีกำลังกล้ามเนื้อพลิกคว่ำ-หงายมือตั้งแต่เกรด poor ขึ้นไปโดยใช้การทดสอบด้วยวิธีการ manual muscle testing[16] ไม่มีอาการ severe cognitive deficit (a score ≥22 on the Mini Mental-State -Examination)[17] สามารถพลิกคว่ำหงายมือข้างอัมพาตได้อย่างน้อย 10 องศา สามารถนั่งทรงตัวอยู่ได้มากกว่า 30 นาที สำหรับเกณฑ์การคัดออก คือ ผู้ป่วยที่มีโรคทางระบบประสาทอื่น ๆ หรือโรคทางระบบกระดูกกล้ามเนื้อที่จำกัดการเคลื่อนไหวขอรยางค์บน มีอาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มหุบข้อศอก งอข้อศอกและข้อมือ ข้างที่เป็นอัมพาตซึ่งประเมินโดย modified Ashworth scale score (MAS) ได้คะแนนมากกว่า 3 คะแนน และมีอาการอัมพาตทั้ง 2 ซีกของร่างกาย

ตัวแปรในการศึกษา

ตัวแปรหลักในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ การทำงานของรยางค์บนข้างอัมพาต SWMFT ฉบับสำหรับผู้ป่วย sub– acute-stroke (SWMFT-sub–acute) ตัวแปรรองได้แก่ องศาการเคลื่อนไหวด้วยตนเองในท่าคว่ำ-หงายมือ แรงบีบมือ และการฟื้นตัวของระบบประสาทสั่งการรยางค์บน ประเมินโดย goniometer, hand grip dynamometer และ Fugl-Meyer assessment for upper extremity (FMA-UE) ตามลำดับ โดยประเมินก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการรักษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

การทำงานของรยางค์บน ประเมินด้วย SWMFT[18] ที่เป็นแบบประเมินฉบับสั้นของ Wolf Motor Function Test[19] ที่มีการแปลเป็นภาษาไทย[20] การประเมินประกอบด้วยการให้คะแนนความสามารถในการทำงาน (functional ability scale, FAS) ประกอบด้วย 6 กิจกรรม ได้แก่ เลื่อนถุงน้ำหนัก ยกมือขึ้นวางบนกล่อง ยกมือวางบนโต๊ะ ยกกระป๋องน้ำอัดลม หยิบดินสอ และพับผ้าขนหนู จากค่าคะแนน 0 (ไม่สามารถทำ

กิจกรรมนั้นโดยใช้รยางค์บนข้างอัมพาตได้เลย) ถึง 5 (สามารถทำกิจกรรมนั้นได้ปกติ) คะแนนที่มากบ่งว่ามีการทำงานของรยางค์บนดี และการบันทึกระยะเวลาที่อาสาสมัครทำกิจกรรมนั้น ๆ เป็นหน่วยวินาทีโดยหากผู้ป่วยใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานเกิน 120 วินาทีบันทึกเวลาเป็น 120 วินาที มีคุณสมบัติที่น่าเชื่อถือ[21,22] ความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์บน ประเมินโดยแบบประเมิน FMA-UE[23] ที่เป็นการประเมิน sensorimotor function ส่วนรยางค์บนประกอบด้วย 4 หมวดดังนี้ รยางค์บน ข้อมือ มือ ความรวดเร็วและการประสานงานในการเคลื่อนไหวเพื่อมุ่งสู่เป้าที่รวดเร็ว (Coordination/speed) แต่ละหมวดจะมีส่วนประกอบย่อยรายละเอียดดังนี้ หมวดที่ 1 รยางค์บน มีการเคลื่อนไหวในรูปแบบ synergies (ท่าวางมือบนเข่าด้านตรงข้ามยกมือมาแตะหูด้านเดียวกับมือ) การเคลื่อนไหวในรูปแบบผสมผสาน synergies (ท่าเอื้อมมือไปแตะสันหลังส่วนเอวของตนเอง ท่ายกมือขึ้นหน้าตัวให้เสมอไหล่โดยไม่มีการงอข้อศอกร่วมด้วย ท่าคว่ำ-หงายมือในขณะที่แขนแนบลำตัวงอศอก 90 องศา) การเคลื่อนไหวที่ไม่อยู่ในรูปแบบ synergies (ยกมือไปข้างลำตัวให้เสมอไหล่โดยคว่ำมือและไม่งอข้อศอก ท่ายกมือขึ้นด้านหน้าตัวเริ่มจากระดับไหล่ไปจนถึงท่อนแขนชิดหูโดยไม่งอข้อศอกหรือกางแขนและท่าคว่ำหงายมือ โดยคงท่าอยู่ที่ท่ายกมือไปหน้าลำตัวช่วง 30-90 องศา) หมวดที่ 2 การเคลื่อนไหวส่วนข้อมือ (กระดกข้อมือขึ้น 15 องศา แล้วให้แรงต้านโดยคงท่าทางในท่าแขนแนบลำตัวข้อศอกงอตั้งฉากและคว่ำมือ ให้แรงต้านในการกระดกข้อมือเหมือนท่าแรกแต่กำมือเล็กน้อย ให้แรงต้านในท่ากระดกข้อมือ 15 องศา คงท่าอยู่ในท่าเหยียดข้อศอก คว่ำมือ ยกแขนไปข้างหน้าพร้อมกางไหล่เล็กน้อยและท่ากระดกข้อมือขึ้นลงโดยอยู่ในท่า เหยียดศอก คว่ำมือ กางไหล่เล็กน้อยและการหมุนมือ) หมวดที่ 3 การเคลื่อนไหวส่วนมือ แบบ Mass การเคลื่อนไหวส่วนมือเพื่อหยิบจับในรูปแบบต่างๆ (กำต้านแรงหนีบกระดาษ จับดินสอ จับกระป๋อง จับกระป๋องแล้วดึงและจับลูกเทนนิส) และความรวดเร็วและการประสานงานในการเคลื่อนไหวเพื่อมุ่งสู่เป้าที่รวดเร็ว (coordination/speed) เกณฑ์การให้คะแนนคือ 0 (ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลย) 1 (สามารถทำการเคลื่อนไหวได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์) และ 2 (สามารถทำการเคลื่อนไหวได้ตามปกติ) คะแนนเต็มทุกหมวดรวม 66 โดยมีคะแนนแต่ละหมวด ดังนี้ คือการเคลื่อนไหวรยางค์บน 36 คะแนน ข้อมือ 10 คะแนน การใช้มือ 14 คะแนน และส่วน coordination/speed 6 คะแนน ถ้าคะแนนรวมที่มากบ่งว่ามีความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์บนลดลงหรือความสามารถในการเคลื่อนไหวแขนดีขึ้น องศาการเคลื่อนไหวด้วยตนเองในท่าคว่ำ-หงายมือ ประเมินโดยใช้ goniometer และแรงบีบมือ ประเมินด้วย hand grip dynamometer โดยให้อาสาสมัครออกแรงบีบมือข้างอัมพาตให้เร็วและแรงมากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยทำทั้งหมด 3 ครั้ง เลือกครั้งที่ดีที่สุด มีหน่วยเป็นกิโลกรัมทุกการประเมิน ซึ่งประเมินโดยผู้วิจัยรายที่ 2 เป็นนักกายภาพบำบัดวิชาชีพและผ่านการทดสอบมีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินกับผู้เชี่ยวชาญ และความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน (intra-class correlation >0.90)

ขั้นตอนการศึกษา

อาสาสมัครถูกแบ่งผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่มแบบง่าย (simple random sampling) โดยมีการปกปิดทั้งสองทาง ได้กลุ่มอาสาสมัครกลุ่มละ 10 รายทั้งสอง 2 กลุ่มได้รับการฟื้นฟูทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ครั้งละ 45 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้ท่อ (รูปที่ 1) จำนวน 15 ครั้งต่อเซตจำนวน 3 เซต แล้วพัก 2 นาที จนกว่าจะครบ 30 นาที แล้วตามด้วยการฝึกกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม เป็นเวลา 45 นาที

ท่อฝึกพลิกคว่ำ-หงายมือ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกเป็นผลงานการประดิษฐ์ เดิมประดิษฐ์จากวัสดุประกอบด้วยแผ่นกระดานไม้อัด ท่อน้ำ PVC และ Velcro tape จากนั้นนำไปศึกษานำร่องใช้กับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เก็บข้อมูลและประเมินผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง มีองศาการคว่ำ-หงายมือดีขึ้นร้อยละ 80 และมีความพึงพอใจของผู้รับบริการอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 80 จากการใช้งานแล้วพบปัญหาจึงนำมาพัฒนาต่อยอดเป็นรุ่นที่สอง โดยการเพิ่มแรงต้านจาก Velcro tape ที่สามารถปรับให้แรงต้านในการเคลื่อนไหว (รูปที่ 1)

ในปี พ.ศ. 2561 มีการพัฒนาเป็นรุ่นที่ 3 มีขั้นตอนดำเนินการโดยการประชุมทีมพัฒนาที่ประกอบด้วยทีมสหวิชาชีพประกอบด้วยแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู นักกายภาพบำบัดและนักกิจกรรมบำบัดของทุกโรงพยาบาลในเขตจังหวัดพิษณุโลกระดมสมองช่วยกันวิเคราะห์และนำหลักการทางวิชาการมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามปัญหาที่เกิดขึ้น สรุปปัญหาและแนวทางการพัฒนาปรับแก้ไขท่อ ดังนี้ 1) ขณะทำการฝึกฟื้นฟูผู้ป่วยแผ่นไม้จะเลื่อนไป-มา ไม่อยู่นิ่งทำให้ผู้ป่วยฝึกไม่สะดวก จึงปรับแก้ไขโดยให้มีจุกยางยึดติดใต้อุปกรณ์การฝึกเพื่อให้ยึดแน่นกับโต๊ะฝึก 2) อุปกรณ์การวัดมุมการเคลื่อนไหวของการคว่ำ-หงายมือ รุ่นเดิมไม่มีติดที่ตัวอุปกรณ์ทำให้ลำบากในการวัดมุมในคราวเดียวกัน จึงเพิ่มอุปกรณ์ goniometer ที่อุปกรณ์การฝึกบริเวณด้านหน้าให้เห็นชัดเจน เป็นการกระตุ้นการเคลื่อนไหวให้ผู้ป่วยพยายามในการฝึก 3) ท่อนแขนผู้ป่วยที่วางบนแผ่นไม้ที่เป็นฐาน ไม่มีตัวยึดทำให้แขนท่อนบนขยับไม่อยู่นิ่ง จึงพัฒนาเพิ่มเติมคือติดสายรัดที่เป็น Velcro tape รัดใต้ต่อข้อศอกเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่พึงประสงค์ จากนั้นนำท่อพลิกคว่ำ-หงายมือมาทำการทดลองวิจัยเพื่อต้องการทราบประสิทธิผลของท่อพลิกคว่ำ-หงายมือ (รูปที่ 1)

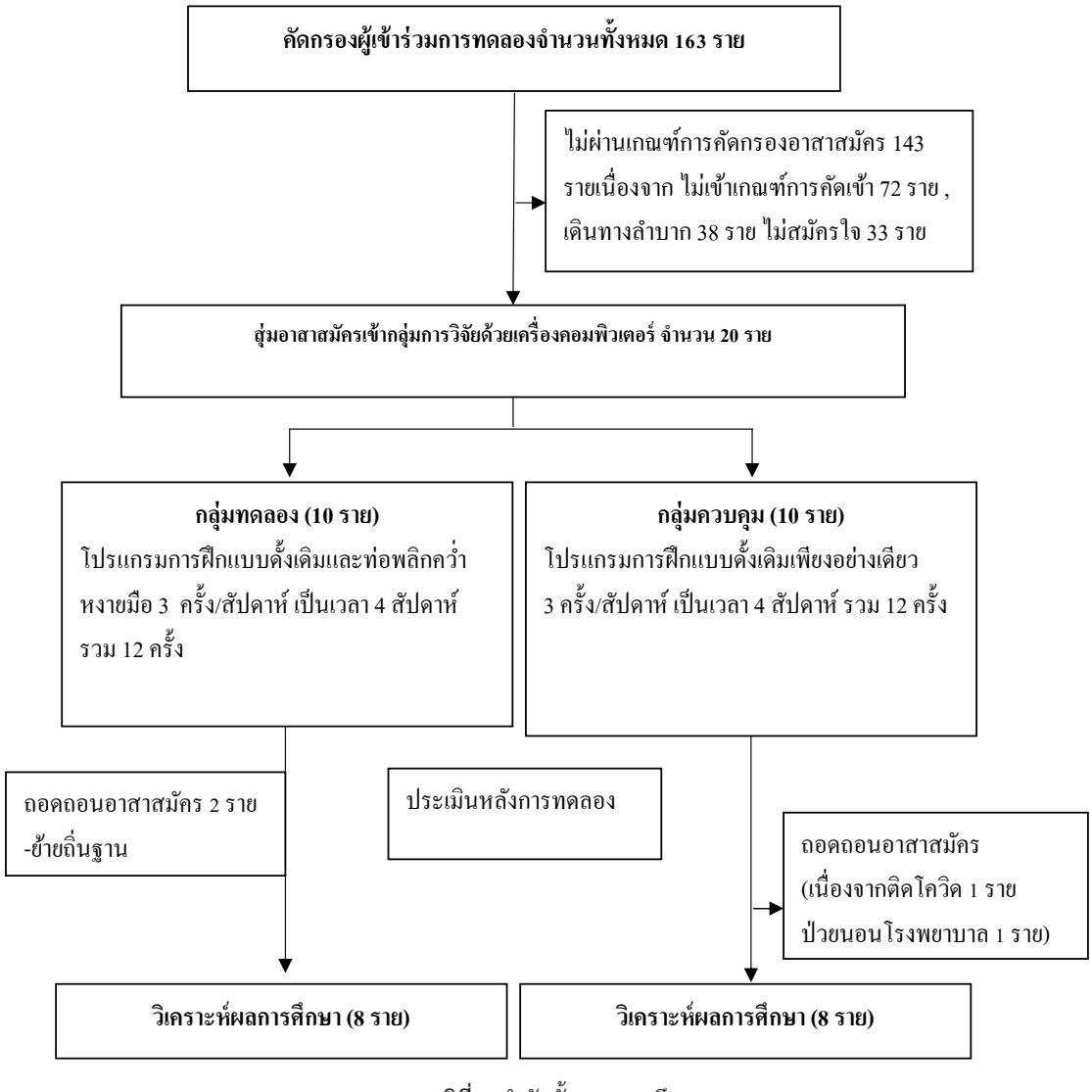
รูปที่ 1 ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือรุ่นที่ 3 ที่ประดิษฐ์ปรับปรุงใหม่

การบำบัดฟื้นฟูด้วยท่อพลิกคว่ำ-หงายมือ

ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือรุ่นที่ 3 เป็นรุ่นที่ได้มีการพัฒนาปรับปรุง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ง่าย สะดวก ประหยัดงบประมาณ การฝึกเริ่มต้นให้ผู้ป่วยนั่งบนเก้าอี้ อุปกรณ์ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือวางบนโต๊ะ ระดับพอเหมาะไม่สูงหรือต่ำเกินไป ขั้นตอนการฝึกมีดังนี้ วางอุปกรณ์ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือบนโต๊ะที่มีขนาดพอดียกแขนวางบนอุปกรณ์ข้อศอกงอประมาณ 80-90 องศา ให้ผู้ป่วยสอดมือเข้าไปในท่อพลิกคว่ำ-หงายมือใช้มือกำที่จับในท่อ วางท่อตรงจุดกึ่งกลางโดยให้ลูกศรชี้ที่ 0 องศา ใช้อุปกรณ์รัดที่ใต้ระดับข้อศอกป้องกันการเลื่อนของท่อนแขน ทำการฝึกการเคลื่อนไหวของท่าคว่ำ-หงายมือโดยใช้ท่อ 15 ครั้ง ต่อเซท 3 เซทต่อครั้ง หยุดพักครั้งละ 2 นาที ฝึกซ้ำ จนครบ 30 นาที จากนั้นฝึกกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม อีก 45 นาที

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 19 ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test และเปรียบเทียบความแตกต่างของการทำงานของรยางค์บน และความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์ส่วนบน แรงบีบมือ โดยใช้สถิติ Wilcoxon signed-ranks test เนื่องจากการกระจายข้อมูลไม่เป็นการแจกแจงแบบโค้งปกติ เปรียบเทียบความแข็งแรงของแรงบีบมือโดยใช้สถิติ pair t test เนื่องจากการกระจายข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบโค้งปกติ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$



แผนภูมิที่ 1 ลำดับขั้นตอนการศึกษา

ผลการศึกษา

อาสาสมัครในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีข้อมูลส่วนบุคคลดังตารางที่ 1 พบว่าอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มมีข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามขณะทำการฝึกมีอาสาสมัครกลุ่มทดลอง 2 ราย ถูกถอนออกจากการศึกษาเนื่องจากไม่มารับการฝึกต่อเนื่องจากการย้ายถิ่นฐาน และกลุ่มควบคุม 2 ราย เนื่องจากติดโรคติดเชื้อโควิด-19 1 ราย ป่วยนอนโรงพยาบาล 1 ราย จึงเหลืออาสาสมัครทั้งหมด 16 ราย ที่ปฏิบัติตามโปรแกรมการฝึกที่ได้รับครบทั้ง 12 ครั้ง (แผนภูมิที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของอาสาสมัครเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คุณลักษณะ	กลุ่มทดลอง (n=8) จำนวน (ร้อยละ)	กลุ่มควบคุม (n=8) จำนวน (ร้อยละ)	p-value
เพศ			1.000[a]
หญิง	4 (50)	4 (50)	
ชาย	4 (50)	4 (50)	
อายุ (ปี) (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	67.13 ± 10.89	51.38 ± 12.90	0.45[a]
ระยะเวลาที่เป็นโรคหลอดเลือดสมอง (สัปดาห์) (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	10.12 ± 7.22	10 ± 9.01	0.976[b]
พยาธิสภาพ			
สมองขาดเลือด	5 (62.5)	6 (75.0)	0.590[a]
เลือดออกในสมอง	3 (37.5)	2 (25.0)	
แขนข้างที่อ่อนแรง			
ซ้าย	4 (50)	1 (12.50)	0.106[a]
ขวา	4 (50)	7 (87.50)	
มือข้างถนัด			
ขวา	7 (87.5)	8 (100)	0.30[a]
ซ้าย	1 (12.5)	0 (0)	
อาชีพก่อนป่วย			0.69[a]
ไม่มี	4 (50)	2 (25)	
มี	4 (50)	6 (75)	
รับราชการ	2 (25)	0 (0)	
ทำนา/ไร่	1 (12.5)	3 (50)	
รับจ้างทั่วไป	1 (12.5)	3 (50)	
โรคประจำตัว			0.67[a]
ไม่มี	1 (12.5)	2 (25)	
มี	7 (87.5)	6 (75)	
ความดันโลหิตสูง	7 (87.5)	5 (62.5)	
โรคเบาหวาน	3 (37.5)	0 (0)	
ไขมันในเลือดสูง	5 (62.5)	2 (25)	
โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ*, เกาต์ (เข่าซ้าย)**	1 (12.5) *	1(12.5) **	

[a] เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Chi-square test

[b] เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ independent t-test

เปรียบเทียบกับก่อนการฝึกต่อตัวแปรการทำงานของรยางค์บน (ตารางที่ 2) พบว่า คะแนนรวม การทำงานของรยางค์ส่วนบนทั้งการทำงาน (SWMFT-sub-acute, FAS) และระยะเวลา (SWMFT- sub-acute, Time) ความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์ส่วนบน (FMA-UE) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกำมือ ของอาสาสมัครกลุ่มทดลองดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับกลุ่มควบคุมมีเพียงการทำงานของรยางค์ส่วนบนด้านระยะเวลาที่แตกต่างกับก่อนการฝึก ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ก่อนฝึกและหลังการฝึก 4 สัปดาห์ (n=8)

ตัวแปร	คะแนน [ค่ามัธยฐาน (Q1, Q3)]					
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	p-value	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	p-value
SWMFT-sub-acute-FAS (0-5 คะแนน)	3 (1.75,4.42)	4.25 (2.63, 4.75)	0.043[a]	3 (3, 4.54)	3.34 (3, 4.92)	0.109
SWMFT-sub-acute-TIME (0-120 วินาที)	7.4 (2.67,1.95)	2.21 (1.42, 4.73)	0.012[a]	3.83 (1.93, 8.35)	2.95 (1.26, 4.43)	0.012[a]
ช่วงการเคลื่อนไหวในการคว่ำมือ (องศา)	82.5 (76.25, 90)	83.91 (76.25, 90)	0.285	77.5 (52.5, 87.5)	82.50 (50, 88.75)	0.293[a]
ช่วงการเคลื่อนไหวในการหงายมือ (องศา)	74.38 (76.25, 90)	86.38 (80.25, 90)	0.068	77.5 (58.75, 83.75)	80 (80, 87.50)	0.147[a]
ความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์ส่วนบน (FMA-UE 0-66 คะแนน)	35 (23, 46.50)	49.50 (30.25, 59.75)	0.012[a]	39.5 (33.25, 60)	52.5 (34.75, 63.5)	0.159
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกำมือ [ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)] (กิโลกรัม)	6.43 ±5.11	10.19 ± 5.52	0.048[b]	13.63 ± 9.35	15.50 ± 9.35	0.291

[a]เปรียบเทียบภายในกลุ่มด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks test โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05

[b]เปรียบเทียบภายระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ pair t test โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05

วิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ท่อฝึกพลิกคว่ำ-หงายมือและศึกษาความสามารถของอุปกรณ์ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และประสิทธิภาพของการทำงานของรยางค์บนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน ผลการศึกษาพบว่า คะแนนรวมการทำงานของรยางค์บนทั้งการทำงาน (SWMFT-sub-acute, FAS) และระยะเวลา (SWMFT- sub-acute, Time) ความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์ส่วนบน (FMA-UE) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกำมือ ของอาสาสมัครกลุ่มทดลองดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) สำหรับกลุ่มควบคุมมีเพียงการทำงานของรยางค์ส่วนบนด้านระยะเวลาที่แตกต่างกับก่อนการฝึก (p<0.05) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อนำผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะฟื้นฟูมารับการฝึกกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมร่วมกับการฝึกด้วยท่อพลิกคว่ำ-หงายมือ ทำให้มีความสามารถในรยางค์บนเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเทียบกับรูปแบบการเคลื่อนไหวของ HepaticKnob ที่มีผู้ศึกษาโดยฝึกผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ต่อเนื่อง 6 สัปดาห์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีรูปแบบการฝึกเหมือนกันกับอุปกรณ์ในการศึกษาปัจจุบัน มีลักษณะเป็นการเคลื่อนไหวที่เน้นข้อต่อส่วนปลายของแขนและมีการเคลื่อนไหวทิศทางเดียวคือคว่ำ-หงายมือ แต่แตกต่างกันที่เครื่องสามารถปรับและบอกค่าแรงต้านหรือมีแรงช่วยในการเคลื่อนไหวได้ตามลำดับแบบเห็นชัดเจน[24,25] แม้ว่าท่อพลิกคว่ำ-หงายมือไม่สามารถปรับแรงต้านได้อย่างชัดเจนแต่ผลการศึกษาพบว่าคะแนนรวม การทำงานของรยางค์ส่วนบนทั้งการทำงาน (SWMFT-sub-acute, FAS) และระยะเวลา (SWMFT-sub-acute, Time) ความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์ส่วนบน (FMA-UE) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกำมือของกลุ่มทดลองดีขึ้น เนื่องมาจากเป็นการฝึกที่มีกิจกรรมที่ซ้ำๆ พร้อมกับมีแรงต้านทำให้สมองเกิดการปรับตัว (neuroplasticity) และการฟื้นตัวของระบบประสาททำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง[26-28] การศึกษานี้ระยะเวลาของการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์ ซึ่งระยะเวลาการฝึกที่ความเหมาะสมเพียงพอเป็นปัจจัยต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของรยางค์ส่วนบน[29] จึงทำให้เพิ่มความสามารถของรยางค์บนได้

ช่วงระยะเวลาการเกิดโรคทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 10.12 และ 10.00 สัปดาห์ตามลำดับ แต่หลังการทดลองพบว่าความสามารถของรยางค์บน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกำมือ ความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์ส่วนบนในกลุ่มของอาสาสมัครกลุ่มทดลองดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยท่อพลิกคว่ำ-หงายมือมีผลต่อการฟื้นตัวของระบบประสาทจากการปรับเปลี่ยนที่เซลล์สมอง ส่วนรูปแบบการฝึกด้วยท่อพลิกคว่ำ-หงายมือเป็นการฝึกซ้ำๆ เน้นส่วนแขน โดยท่อนแขนส่วนปลายถูกรัดให้อยู่กับที่ด้วย Velcro tape เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่พึงประสงค์

และมีแรงต้านจาก Velcro tape อยู่บริเวณท่อที่ผู้ป่วยต้องใช้ความพยายามในการคว่ำหงายมือเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มความแข็งแรงที่กล้ามเนื้อส่วนรยางค์บนส่งผลต่อการฟื้นตัวของระบบประสาท sensorimotor function[30-32] ร่วมกับผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการฝึกโดยอาศัย visual feed back จาก goniometer ที่ติดด้านหน้าท่อพลิกคว่ำ-หงายมือให้ผู้ป่วยพยายามเพิ่มความสามารถได้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมให้สมองเกิดการฟื้นตัวเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในสมอง (Neural plasticity)[13] เมื่อความสามารถเพิ่มขึ้นแสดงถึงความพิการของแขนลดลง ดังนั้นการฝึกผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีปัญหาของรยางค์บนจะต้องเป็นการฝึกที่ซ้ำๆ ต้านแรงเท่าที่ผู้ป่วยจะสามารถทำได้ในระยะเวลามากพอที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้และการฟื้นตัวของสมอง[33] การฝึกด้วยท่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของรยางค์บนและลดความบกพร่องของประสาทสั่งการรยางค์ส่วนบนมากกว่าการฝึกด้วยวิธีการทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมเพียงอย่างเดียวเช่นเดียวกับการฝึกด้วยหุ่นยนต์ฝึกแขนที่มีราคาแพง[16,34]

สรุป

การศึกษานี้อุปกรณ์ท่อพลิกคว่ำ-หงายมือมีข้อจำกัดคือ เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบระหว่างท่อพลิกคว่ำ-หงายมือที่พัฒนาขึ้นมากับวิธีการทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมและจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการศึกษามีจำนวนน้อยอาจจะเห็นความแตกต่างไม่มาก การศึกษาในอนาคตควรทำการเปรียบเทียบการฟื้นฟูด้วยท่อพลิกคว่ำ-หงายมือกับอุปกรณ์ที่มีราคาแพงที่มีการเคลื่อนไหวทิศทางคล้ายกัน คือหนึ่งทิศทาง ตัวอย่างเช่น เครื่อง Hepaticknop เป็นต้น หรือศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยระยะเรื้อรังเพื่อดูความสามารถในการฟื้นฟูโดยการตัดตัวรบกวนในเรื่องการฟื้นตัวของสมองในระยะแรกได้ หรือศึกษาในผู้ป่วยที่มีระยะเวลาการเกิดโรคที่แตกต่างกัน น่าจะทำให้เห็นผลชัดเจนมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณหน่วยวิจัยโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ นายแพทย์ศิษฏิคม เบ็ญจขันธ์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชนครไทย ที่สนับสนุนในการผลิตและพัฒนาครื่องมือที่ใช้งานวิจัยและสำนักงานสาธารณสุข จังหวัดพิษณุโลกที่ช่วยเหลือและประสานการพัฒนาเครื่องมือพลิกคว่ำ-หงายมือในการทดลองวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Srisoparb W, Nualnetr N, Sommanochai K, Karinta N, Charungthanakij P. Upper limb functional ability of individuals with chronic Stroke in communities of Naresuan university hospital. Thai J Phys Ther 2562;41(2):60-74.
2. Sackley C, Brittle N, Patel S, Ellins J, Scott M, Wright C, et al. The prevalence of joint contractures, pressure sores, painful shoulder, other pain, falls, and depression in the year after a severely disabling stroke. Stroke 2008;39(12):3329-34.
3. Prodbumrung J. Complications following hemiparesis in stroke patients. Buddhachinaraj Med J 2014;31(3):376-84.
4. Smith MC, Byblow WD, Barber PA, Stinear CM. Proportional recovery from lower limb motor impairment after Stroke. stroke 2017;48(5):1400-3.
5. Ada L, O'Dwyer N, O'Neill E. Relation between spasticity, weakness and contracture of the elbow flexors and upper limb activity after stroke: an observational study. Disabil Rehabil 2006;28 (13-14):891-7.
6. Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. Stroke 2006;37(9):2348-53.
7. Sun Y, Ledwell NMH, Boyd LA, Zehr EP. Unilateral wrist extension training after stroke improves strength and neural plasticity in both arms. Exp Brain Res 2018;236:2009 – 21.
8. Harris JE, Eng JJ. Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke: a meta-analysis. Stroke 2010;41:136-40.
9. Kilbreath SL, Heard RC. Frequency of hand use in healthy older persons. Aust J Physiother 2005;51:119-22.
10. Krebs HI, Volpe BT, Williams D, Celestino J, Charles SK, Lynch D, et all. Robot-aided neurorehabilitation: a robot for wrist rehabilitation. IEEE T Neur Sys Reh 2007;15:327-35.
11. Hesse S, Werner C, 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.

12. Takahashi CD, Der-Yeghiaian L, Le V, Motiwala RR, Cramer SC. Robot-based hand motor therapy after stroke. Brain 2008;131:425-37.
13. Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. Stroke 2006;37(9):2348-53.
14. Arya KN, Verma R, Garg RK, Sharma VP, Agarwal M, Aggarwal GG. Meaningful task-specific training (MTST) for stroke rehabilitation: A randomized controlled trial. Top Stroke Rehabil2012; 19(3):193–21.
15. Rosner B. Fundamental of Biostatistics. 8 th ed. United States: Cengage Learning; 2016.
16. Roman N.A, Miclaus RS, Nicolau C, Sechel G. Customized manual muscle testing for post-stroke upper extremity assessment. brain Sci 2022;12 (4):457.
17. Institute of Geriatric Medicine, Department of Medical Services, Ministry of Public Health Thailand. Mini-Mental State Examination-Thai 2002, 2002.
18. Bogard K, Wolf S, Zhang Q, Thompson P, Morris D, Nichols-Larsen D. Can the Wolf Motor Function Test be streamlined?. NNR 2009;23(5):422-8.
19. Morris DM, Uswatte G, Crago JE, Cook EW 3rd, Taub E. The reliability of the Wolf Motor Function Test for assessing upper extremity function after stroke. Arch Phys Med Rehabil 2001;82(6):750-5.
20. retriluxana J, Vachalathiti R, Poungvarin N, Emsakul J, Juntrkaew T, Srirugsa P, et al. The reliability and validity of Wolf motor function test (WMFT) for assessing paretic limb of individuals with acute stroke. J Neurol Sci 2009;285:S176-S7.
21. Chen HF, Wu CY, Lin KC, Chen HC, Chen CP, Chen CK. Rasch validation of the streamlined Wolf Motor Function Test in people with chronic stroke and subacute stroke. Phys Ther 2012;92(8): 1017-26.
22. Wu CY, Fu T, Lin KC, Feng CT, Hsieh KP, Yu HW, et al. Assessing the streamlined Wolf motor function test as an outcome measure for stroke rehabilitation. Neurorehabil Neural Repair 2011;25(2):194-9.
23. Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. Neurorehabil Neural Repair 2002 Sep;16(3):232-40.
24. Lambercy O, Dovat L, Yun H, Wee SK, Kuah C, Chua K, et al. Effects of a robot-assisted training of grasp and pronation/supination in chronic stroke: a pilot study. J Neuroeng Rehabil 2011;8:63.doi:10.1186/ 1743-0003-8-63.
25. Fasoli SE, Krebs HI, Stein J, Frontera WR, Hogan N. Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil 2003;84(4):477-82.
26. Veldema J, Janse P. Resistance training in stroke rehabilitation: systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil 2020;34(9):1173-97.
27. Kidgell D, Pearce A. Corticospinal properties following short-term strength training of an intrinsic hand muscle. Hum Mov Sci 2010;29(5):631-41.
28. Ada L, Dorsch S, Canning C. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. Aust J Physiother 2006;52(4):241 - 8.
29. Da Silva PB, Antunes FN, Graef P, Cechetti F, Pagnussat Ade S. Strength training associated with task-oriented training to enhance upper-limb motor function in elderly patients with mild impairment after stroke: a randomized controlled trial. Am J Phys Med Rehabil 2015;94:11-9.
30. Ada L, O'Dwyer N, O'Neill E. Relation between spasticity, weakness and contracture of the elbow flexors and upper limb activity after stroke: an observational study. Disabil Rehabil 2006;28 (13-14):891-7.
31. Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JW, Lankhorst GJ, Koetsier JC. Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. Lancet 1999;354:191–6.
32. Kattenstroth J, Kalisch T, Sczesny-Kaiser M, Greulich W, Tegenthoff M, Dinse H. Daily repetitive sensory stimulation of the paretic hand for the treatment of sensorimotor deficits in patients with subacute stroke: RESET, a randomized, sham-controlled trial. BMC Neurol 2018;18(1):2.
33. Park M, Ko M, Oh S, Lee J, Ham Y, Yi H, et al. Effects of virtual reality-based planar motion exercises on upper extremity function, range of motion, and health related quality of life: a multicenter, single blinded, randomized, controlle pilot study. J Neuroeng Rehabil 2019;16:122.
34. Lee H, Kuo F, Lin Y, Liou T, Lin J, Huang S. Effects of robot-assisted rehabilitation on hand function of people with stroke: a randomized, crossover-controlled, assessor-blinded study. Am J Occup Ther 2021;75(1):7501205020 p1-11.

SMJ