

เวชศาสตร์ฟื้นฟู 2556; 23(2): 64-72
J Thai Rehabil Med 2013; 23(2): 64-72

ผลการฝึกด้วยเครื่องเกม Wii-hab ต่อการฟื้นกำลังกล้ามเนื้อ และการทำงานของแขนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองกึ่ง เฉียบพลัน: การศึกษานำร่องแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

ประภาภรณ์ ปราชญ์พยนต์, พ.บ., ไกรวัชร อธิเนตร, พ.บ.ว. เวชศาสตร์ฟื้นฟู
กองเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

ABSTRACT

Effects of Wii-hab Training on Motor Recovery and Motor Function of Upper Extremity in Subacute Stroke Patients: a Pilot Randomized Controlled Trial

Prachpayont P, Teeranet G

Department of Physical Medicine and Rehabilitation,
Phramongkutklao Hospital

Objectives: To evaluate the effectiveness of Wii-Hab training on motor recovery and motor functions of upper extremity in stroke patients.

Study Design: a pilot randomized controlled trial and assessor-blinded.

Setting: Physical Medicine and Rehabilitation Department, Phramongkutklao Hospital

Subjects: Hemiplegic stroke patients within 6 months after onset

Methods: Patients were randomly assigned to either a Wii-hab group (n=10) or a control group (n=10). Both groups participated in a conventional stroke rehabilitation program, 5 days a week, for 4 weeks. The Wii-hab group received an additional 30 minutes of Wii-hab training program of shoulder flexion, abduction, internal-external rotation, elbow flexion-extension, forearm supination-pronation, wrist flexion-extension and finger flexion movements.

Main Outcome Measures: Brunnstrom stages of motor recovery, modified Ashworth Scale (MAS) for spasticity and motor assessment scale for upper extremity-related functions were assessed at pre-intervention (week 0), during intervention (week 2), after completion of intervention (week 4) and at follow-up visit (week 8).

Results: A total of 20 patients with stroke, 13 males and 7 females with mean age of 57.3 (SD 11) years old and mean time of onset 59.9 (SD 35) days, were recruited into the study. There were no significant differences of

demographic data between two groups. The Brunnstrom stages for upper extremity recovery and the motor assessment scales showed more significant improvements in the Wii-hab group than in the control group at the end of week 4 ($p<0.05$). No significant differences in upper extremity MAS between the two groups at the end of week 4 and at the follow-up visit of week 8.

Conclusions: Wii-hab training in conjunction with conventional stroke rehabilitation program enhances motor recovery and motor functions of upper extremity in subacute stroke patients as compared to conventional rehabilitation program.

Keywords: stroke, motor recovery, upper extremity, Wii-hab

J Thai Rehabil Med 2013; 23(2): 64-72

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลการฝึกฝนโดยใช้เกม Wii-hab ในการฟื้นฟูกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการทำงานของแขนและมือในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน

รูปแบบการวิจัย: การศึกษาวิจัยนำร่องแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

สถานที่ทำวิจัย: กองเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

กลุ่มประชากร: ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่อ่อนแรงครึ่งซีก ซึ่งมีระยะเวลาหลังเกิดโรคไม่เกิน 6 เดือน

วิธีการศึกษา: แบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 2 กลุ่ม (กลุ่มละ 10 คน) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการฟื้นฟูแบบมาตรฐาน 5 วันต่อสัปดาห์ ติดต่อกัน 4 สัปดาห์ แต่กลุ่มทดลองได้ฝึกกำลังกล้ามเนื้อการทำงานของแขนและมือด้วยเกม Wii-hab เป็นเวลา 3 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30 นาที ที่ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวข้อไหล่ ศอก ข้อมือและมือข้างที่อ่อนแรง ประเมินผล การฟื้นกำลังกล้ามเนื้อแขนโดยใช้ Brunnstrom stage, แบบประเมินความตึงตัวของกล้ามเนื้อโดย modified Ashworth

Corresponding to: Dr. PrapapornPrachpayont, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Phramongkutklao Hospital, Bangkok, Thailand. E-mail address: Nok.prapaporn555@gmail.com

scale (MAS)) และความสามารถใช้แขนและมือทำกิจกรรม โดย motor assessment scale ฉบับภาษาไทย) ที่ก่อนฝึก (สัปดาห์ที่ 0) ขณะฝึก (สัปดาห์ที่ 2) หลังฝึกเสร็จทันที (สัปดาห์ที่ 4) และสัปดาห์ที่ 8 นับจากการประเมินครั้งแรก

ผลการศึกษา: ผู้เข้าร่วมวิจัย 20 ราย เป็นชาย 13 คน หญิง 7 คน อายุเฉลี่ย 57.3 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11) ปี ระยะเวลาหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมองเฉลี่ย 59.95 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 35) วัน และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างข้อมูลพื้นฐานของทั้งสองกลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการฝึกที่สัปดาห์ที่ 4 พบว่ากลุ่มทดลองมี Brunnstrom stage ของแขน และความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรม มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไม่มีผลต่อเนื่องถึงสัปดาห์ที่ 8 และไม่มีผลต่อความตึงตัวของกล้ามเนื้อในทั้งสองกลุ่ม

สรุป: การฝึกด้วยเกม Wii-hab ร่วมกับการฟื้นฟูแบบมาตรฐานเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการทำงานของแขนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน มากกว่าการฟื้นฟูแบบมาตรฐานเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: โรคหลอดเลือดสมอง, การฟื้นกำลังกล้ามเนื้อ, แขน, เกมวี

เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2556; 23(2): 64-72

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมองจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีเป็นสาเหตุการตายอันดับ 4 รองจากโรคมะเร็งอุบัติเหตุและโรคหัวใจตามลำดับ⁽¹⁾ จากการศึกษามากของ สุทธิพงษ์ ธิพชาติโยธิน และคณะ⁽²⁾ พบว่าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรายใหม่ร้อยละ 98 มีปัญหาแขนอ่อนแรง และหลังจากติดตามการรักษาพบว่า ร้อยละ 73.5 มีปัญหาแขนอ่อนแรงหลงเหลืออยู่ ทำให้ผู้ป่วยมักใช้แขนข้างที่ดีในการประกอบกิจวัตรประจำวัน และทำกิจกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้ไม่ใช้แขนและมือข้างที่อ่อนแรง กล้ามเนื้อจึงฝ่อลีบและข้อยึดติดมากขึ้น เป็นเหตุให้มีความบกพร่องมากกว่าเดิม⁽³⁾

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีอาการอ่อนแรงครึ่งซีกมักมีแนวโน้มว่าแขนฟื้นตัวน้อยกว่าขา⁽⁴⁾ และมีการฟื้นตัวอย่างรวดเร็วในช่วง 3 - 6 เดือนแรกหลังเกิดโรค ดังนั้น การรักษาฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองนี้ควรเน้นการฟื้นฟูส่วนแขนและมือด้วยการกระตุ้นเร้าและการฝึกฝนซ้ำ ๆ เหมือนการใช้งานจริง (functional movements) และควรให้การบำบัดฟื้นฟูอย่างต่อเนื่องภายใน 6 เดือนแรกหลังเกิดโรค เมื่อสภาวะทางระบบประสาทรวมถึงระบบอื่น ๆ คงที่

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง (virtual

reality, VR) มาใช้ฟื้นฟูสมรรถภาพกำลังกล้ามเนื้อรวมถึงการทำงานของแขนขาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง⁽⁵⁾ ซึ่งมีการเคลื่อนไหวของแขนขาหรือลำตัวปรากฏบนจอแสดงภาพตามการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยเสมือนจริงในรูปแบบ 2 มิติ หรือปรากฏบนแว่นตาแบบ 3 มิติ (head-mounted display) โดยมีโปรแกรมคล้ายเกมฝึกการใช้มือในชีวิตประจำวันจริง เช่น การเอื้อมหยิบของบนโต๊ะ การฝึกถือแก้วน้ำ เป็นต้น หากมีการเคลื่อนไหวถูกต้องจะมีระบบตอบกลับในลักษณะเสียง ภาพ หรือการรับรู้ทางสัมผัส (auditory, visual and haptic force feedback: biofeedback) และมีวิจัยกล่าวว่า ข้อมูลสะท้อนกลับ (biofeedback) ช่วยให้สมองมีการฟื้นตัวมากขึ้นทั้งด้านกำลังกล้ามเนื้อและการทำงานของแขนขาที่อ่อนแรง⁽⁶⁾

จากงานวิจัยของ Jang SH และคณะ⁽⁷⁾ การฝึกด้วย VR เพิ่มการทำงานและการถูกกระตุ้นของ sensorimotor cortex ซีกที่เกิดโรคหลอดเลือดสมองมากขึ้นกว่าก่อนการฝึก ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของกำลังกล้ามเนื้อและการทำงานของแขนขาที่อ่อนแรง จึงเชื่อว่าการฝึกก่อให้เกิดภาวะ cortical reorganization นอกจากนี้ การฝึกด้วย VR ยังช่วยเพิ่มสมาธิจำนวนครั้งในการฝึก และเพิ่มการใช้แขนข้างอ่อนแรง⁽⁸⁾ ซึ่งตรงกับผลการฝึกฝนลักษณะนี้ได้แก่ constraint-induced movement therapy⁽⁹⁾

เนื่องจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามมิติ VR มีความซับซ้อนในการใช้งาน ทั้งตัวระบบและโปรแกรมที่ใช้ในการฝึก และมีราคาแพง จึงมีการประยุกต์ใช้เกม Wii หรือ Wii-hab (ภาพที่ 1) เพื่อฟื้นฟูการทำงานของแขน โดยเกม Wii-hab มีโครงสร้างการทำงานเหมือน VR คือ มีเครื่องตรวจจับการเคลื่อนไหว และแสดงผลการเคลื่อนไหวของมือและแขนผู้ป่วยตามเวลาจริงเป็นภาพ 2 มิติ ลักษณะภาพเหมือนจริงในรูปแบบการหมุนที่ให้ความรู้สึกเสมือนจริง และให้ระบบตอบกลับด้านการรับรู้ทางสัมผัส (haptic force feedback) น้อยกว่า แต่สามารถใช้งานและติดตั้งได้ง่ายโดยบุคคลทั่วไป ราคาถูกกว่า รวมทั้งมีความสวยงามและลักษณะโปรแกรมการฝึกที่น่าสนใจมากกว่า เช่น เกมชกมวย เกมตีเทนนิส เป็นต้น

ที่ผ่านมา มีผู้เริ่มนำเกม Wii-hab มาใช้ฟื้นฟูผู้ป่วยเด็กสมองพิการ⁽¹⁰⁾ พบว่าช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้และความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันได้จริง จากนั้นได้มีการนำมาใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยต่าง ๆ มากขึ้น เช่น ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในโรงพยาบาลแถบอเมริกาและยุโรป จากการทบทวนงานวิจัยที่ศึกษาในประเทศไทย ยังไม่พบงานวิจัยใดที่ศึกษาแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมการใช้เกม Wii-hab เพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพแขนขาของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะหลังเกิดโรคภายใน 6 เดือน ผู้ทำการวิจัยจึงต้องการศึกษาประสิทธิภาพจากการใช้เกม Wii-hab ต่อการฟื้นฟูการทำงานของแขนและมือ

ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองร่วมกับการฟื้นฟูแบบมาตรฐาน
เปรียบเทียบกับการฟื้นฟูแบบมาตรฐานเพียงอย่างเดียว

วิธีการศึกษา

กลุ่มประชากร

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีอัมพาตครึ่งซีก ที่เข้ารับการ
รักษา ณ หอผู้ป่วยในและห้องตรวจผู้ป่วยนอก กองเวชศาสตร์
ฟื้นฟู โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ในระหว่างปี 2553 – 2554

เกณฑ์การคัดเข้า

- ระยะเวลาหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมองไม่เกิน 6 เดือน
- สภาวะทางอายุรกรรมคงที่
- สามารถอยู่ในท่านั่งได้นานอย่างน้อย 30 นาที
- สามารถทำตามคำสั่งได้อย่างน้อย 1 ขั้นตอน

เกณฑ์การคัดออก

- เคยเป็นโรคหลอดเลือดสมองมาก่อน
- ไม่สามารถสื่อสารโดยใช้คำพูด (severe aphasia)
- ความสามารถเรียนรู้บกพร่อง โดย Thai – Mental State Examination score (TMSE) <24
- แขนด้านที่มีรอยโรค มีความผิดปกติ เช่น ปวด ข้อติด มี
ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (Modified Ashworth Scale,
MAS) มากกว่าหรือเท่ากับ 3

ผู้ที่ไม่สมัครใจเข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้

ขั้นตอนการวิจัย

1) ผู้วิจัยอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับเป้าหมายการรักษา การ
ฝึกด้วยเกม Wii-hab การฟื้นฟูแบบมาตรฐาน รวมถึงวิธีการวิจัย
ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยและญาติทราบ และตอบข้อซักถาม จากนั้นให้
ผู้ป่วยแสดงความคิดเห็นและเจตจำนงในการตัดสินใจเข้าร่วม
วิจัย แล้วจึงลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย

2) บันทึกประวัติและตรวจร่างกายผู้ป่วย

3) บันทึกข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย ได้แก่ เพศ, อายุ, มือข้าง
ถนัด, โรคประจำตัว (โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรค
ไขสันหลังอักเสบ)

4) บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับโรคหลอดเลือดสมองของ
ผู้ป่วย ได้แก่ ระยะเวลาหลังจากป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง,
ชนิดของรอยโรค, แขนข้างที่อ่อนแรง, การรับรู้ความรู้สึกของ
แขนข้างที่อ่อนแรง, ความตึงตัวของกล้ามเนื้อแขน (MAS), การ
ฟื้นตัวของกำลังแขน ตามเกณฑ์ของ Brunnstrom และสภาพ
ความรู้โดยใช้ TMSE

5) แพทย์ผู้ดำเนินการวิจัยตรวจประเมินความสามารถใช้
แขนและมือโดยใช้แบบประเมิน motor assessment scale
ฉบับแปลเป็นภาษาไทย⁽¹¹⁾ ประกอบด้วย

5.1 การทำงานของต้นแขน (upper arm function)

5.2 การเคลื่อนไหวมือ (hand movement)

5.3 การใช้มือทำกิจกรรมต่าง ๆ (advanced hand activities)

6) แบ่งประชากรเป็น 2 กลุ่มโดยใช้วิธีตารางแบบสุ่ม
(block of 4) ผู้ป่วยได้รับซองปิดผนึกตามลำดับการเข้ารับการ
ศึกษา โดยเจ้าหน้าที่แผนกผู้ป่วยในและแผนกผู้ป่วยนอก กอง
เวชศาสตร์ฟื้นฟูเป็นผู้จัดลำดับให้ ผู้ประเมินไม่ทราบว่าผู้ป่วย
อยู่ในกลุ่มการทดลองใด

กลุ่มที่ 1 หรือกลุ่มควบคุม ได้รับการทำกายภาพบำบัดและ
กิจกรรมบำบัดแบบมาตรฐาน จำนวน 5 วันต่อสัปดาห์ 1 ชั่วโมง
ต่อวัน ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์

กลุ่มที่ 2 หรือกลุ่มทดลอง ได้รับการทำกายภาพบำบัดและ
กิจกรรมบำบัดแบบมาตรฐาน จำนวน 5 วันต่อสัปดาห์ ร่วมกับการ
ฝึกด้วยเกม Wii-hab ครั้งละ 30 นาที ต่อวัน จำนวน 3 วัน
ต่อสัปดาห์ ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์ โดยรวมระยะเวลาของการฝึก
ทั้งหมดจะเท่ากับระยะเวลาการฝึกของผู้ป่วยในกลุ่มที่ 1

การฝึกโดยใช้เกม Wii-hab ประกอบด้วยการฝึกข้อไหล่
กางข้อไหล่หมุนข้อไหล่ออกนอก-เข้าใน, งอ-กางศอก, กระดก
ข้อมือขึ้นลง คว่ำ-หงายและกำมือโดยให้ผู้ผู้ป่วยทำท่าทางตาม
ลักษณะโปรแกรมเกมที่ใช้ประกอบการฝึก เช่น เกมชกมวย,
ฟันดาบ, เกมทำอาหาร เป็นต้น (ภาพที่ 2) ซึ่งนักกิจกรรมบำบัด
เป็นผู้ฝึกและควบคุมตลอดระยะเวลาการฝึก ทั้งนี้กิจกรรม
บำบัดจะไม่ได้ถูกบดบังกลุ่มการศึกษาของผู้ป่วยแต่ละคน

ณ สัปดาห์ที่ 4 เมื่อสิ้นสุดการฟื้นฟูสมรรถภาพในโรง
พยาบาล ผู้ป่วยจะได้รับคำแนะนำการฝึกต่อเนื่องที่บ้าน
เช่นเดียวกันทั้งสองกลุ่ม

7) ประเมินผลการรักษาโดยใช้ แบบประเมิน Brunnstrom
stages, MAS และ motor assessment scale ณ สัปดาห์ที่ 2,
4 (เมื่อสิ้นสุดการทดลอง และสัปดาห์ที่ 8 (หลังจากสิ้นสุดการ
ทดลอง 4 สัปดาห์) โดยแพทย์คนเดียวกันตลอดการศึกษาและ
แพทย์ผู้ประเมินจะไม่ทราบว่าผู้ป่วยอยู่ในกลุ่มการศึกษาใด



รูปที่ 1 เกม Wii หรือ Wii-hab



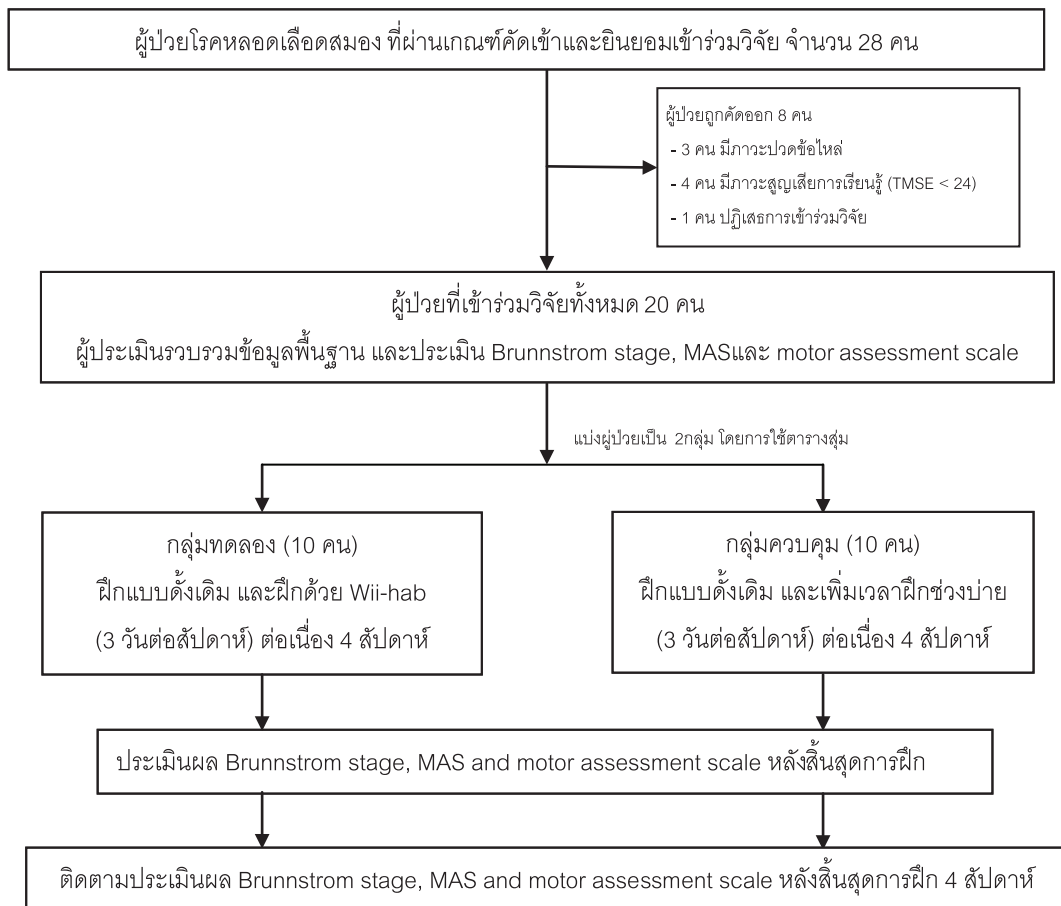
รูปที่ 2 ผู้ป่วยขณะฝึกด้วยเกม Wii-hab

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

คำนวณกลุ่มประชากรจากงานวิจัยของ Yauzer⁽¹⁵⁾ ใช้ Brunnstrom stage (UE) เป็น outcome สามารถคำนวณได้ กลุ่มตัวอย่างละ 22 คน (ดูรายละเอียดที่ภาคผนวก)

ใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 15.0 โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

- 1) ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อแสดงผลข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย
- 2) ใช้สถิติ Chi-square หรือ Fisher's exact test เพื่อเปรียบเทียบลักษณะข้อมูลพื้นฐานที่เป็นข้อมูลเชิงกลุ่ม และใช้สถิติ Independent t-test ในกรณีที่ข้อมูลต่อเนื่อง
- 3) ใช้สถิติ repeated measure และ Mann Whitney U test เพื่อทดสอบความแตกต่างของการฟื้นตัวกล้ามเนื้อ



แผนภูมิที่ 1 ลำดับขั้นตอนการวิจัย

และการทำงานของมือที่ก่อนการรักษา (สัปดาห์ที่ 0), เมื่อสิ้นสุดการรักษา (สัปดาห์ที่ 4) และระยะติดตามผล (สัปดาห์ที่ 8) โดยกำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่น้อยกว่า 0.05

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป

- ผู้เข้าร่วมวิจัยมีจำนวนทั้งหมด 28 คนถูกคัดออก 8 คน แบ่งกลุ่มผู้ป่วยออกเป็น 2 กลุ่ม ดังแผนภูมิที่ 1
- ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 20 คน เป็นชาย 13 คน หญิง 7 คน

ได้รับการฝึกอบตามโปรแกรมที่กำหนด

- ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งด้านอายุเฉลี่ย, เพศ, มือข้างที่ถนัด (ก่อนป่วย), ชนิดของรอยโรค, ระยะเวลาหลังจากเริ่มเป็นโรคหลอดเลือดสมอง, มือข้างที่อ่อนแรง, โรคประจำตัว (เบาหวาน, ความดันโลหิตสูง, ไขมันในเลือดสูง) ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้ยางค์ส่วนบนทำกิจกรรมก่อนเริ่มการฝึกฝน (สัปดาห์ที่ 0) ดังตารางที่ 1

การประเมินโดยรวมด้านความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ณ สัปดาห์ที่ 2 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มแล้วไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) และเมื่อประเมิน ณ สัปดาห์ที่ 4 พบว่า กลุ่มศึกษามีการฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อแขน (Brunnstromstage: arm) ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงมีการฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อมือ (Brunnstromstage: hand) และความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรม (motor assessment scale) ได้มากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลการประเมิน ณ สัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มทดลองมีระดับการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อแขนและความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านความตึงตัวของกล้ามเนื้อแขนและมือของทั้งสองกลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ สัปดาห์ที่ 2, 4 และ 8

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปข้อมูลโรคหลอดเลือดสมอง และผลการตรวจประเมินเบื้องต้นเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่มควบคุม (n=10)	กลุ่มการทดลอง (n=10)	p-value
เพศ (ชาย/หญิง)	6/4	7/3	1.00
อายุ, ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ปี)*	58.7 (10.3)	55.9 (11.4)	0.571
ระยะเวลาหลังจากป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง, ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (วัน)*	55.4 (23.4)	64.5 (47.5)	0.596
ชนิดของรอยโรค (%)			0.350
เส้นเลือดตีบหรืออุดตัน	5 (50)	8 (80)	
เส้นเลือดแตก	5 (50)	2 (20)	
มือข้างที่ถนัดก่อนเกิดโรค (ขวา/ซ้าย)	8/2	7/3	1.00
มือข้างที่อ่อนแรง (ขวา/ซ้าย)	4/6	4/6	1.00
โรคประจำตัว (%)			
เบาหวาน	3 (30)	3 (30)	1.00
ความดันโลหิตสูง	9 (90)	6 (60)	0.303
ไขมันในเลือดสูง	7 (70)	5 (50)	0.650
MAS score			
- Elbow flexion	1(0-2)	1(1-2)	0.067
- Elbow extension	1(0-1)	1(0-1)	0.648
- Wrist flexion	1(0-1)	1(0-2)	0.165
- Wrist extension	0(0-1)	0(0-1)	1.000
- Finger flexion	1(0-1)	0(0-2)	0.327
Brunnstrom stage arm (แขน)	1(0-7)	2(0-6)	0.690
Brunnstrom stage hand (มือ)	2(1-4)	2(1-3)	0.934
Motor assessment scale	1(0-7)	2(0-6)	0.526

หมายเหตุ: *independent t-test, ระบุเครื่องหมาย สำหรับ Fisher exact test และ Mann Whitney U test แล้วใส่เครื่องหมายดังกล่าวท้ายแต่ละหัวข้อ

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อ และความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมระหว่างสัปดาห์ที่ 0 – สัปดาห์ที่ 4 พบว่ากลุ่มทดลองมีอัตราการเพิ่มขึ้นของการฟื้นตัวกำลัง

กล้ามเนื้อแขน (Brunnstromstage: arm) และความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรม มากกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 3 แต่ความตึงตัวของกล้ามเนื้อแขนและมือที่ดีขึ้นไม่พบการเปลี่ยนแปลงของทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 2 ผลการประเมินโดยรวมด้านภาวะหดเกร็งของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อแขนและมือและความสามารถใช้มือทำกิจกรรมต่าง ๆ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ณ สัปดาห์ที่ 0, 2, 4 และ 8

	กลุ่มควบคุม (n=10)	กลุ่มทดลอง (n=10)	p-value
	Median (Min-Max)	Median (Min-Max)	
MAS elbow Flexion 0 wk	1(0-2)	1(1-2)	0.067
MAS elbow Flexion 2 wk	1(0-2)	1.5(1-2)	0.522
MAS elbow Flexion 4 wk	2(1-2)	1(1-2)	0.075
MAS elbow Flexion 8 wk	1.5(1-3)	1(1-2)	0.053
MAS elbow Extension 0 wk	1(0-1)	1(0-1)	0.648
MAS elbow Extension 2 wk	1(0-1)	1(0-2)	0.453
MAS elbow Extension 4 wk	1(0-2)	1(0-1)	0.091
MAS elbow Extension 8 wk	1(0-3)	1(0-1)	0.092
MAS wrist Flexion 0 wk	1(0-1)	1(0-2)	0.165
MAS wrist Flexion 2 wk	1(0-2)	1(1-2)	0.282
MAS wrist Flexion 4 wk	1(1-2)	1(1-2)	0.615
MAS wrist Flexion 8 wk	1(1-2)	1(1-2)	0.542
MAS wrist Extension 0 wk	0(0-1)	0(0-1)	1.000
MAS wrist Extension 2 wk	1(0-1)	1(0-1)	0.648
MAS wrist Extension 4 wk	1(0-1)	1(0-1)	0.276
MAS wrist Extension 8 wk	1(0-1)	1(0-1)	0.542
MAS finger flexion 0 wk	1(0-1)	0(0-2)	0.327
MAS finger flexion 2 wk	1(0-2)	1(0-2)	0.399
MAS finger flexion 4 wk	1(1-2)	1(1-2)	0.276
MAS finger flexion 8 wk	1(1-2)	1(1-1)	0.067
Brunnstrom stage arm 0 wk	2(1-4)	2(1-3)	0.690
Brunnstrom stage arm 2 wk	2.5(1-4)	3(2-4)	0.466
Brunnstrom stage arm 4 wk	3(2-4)	3.5(3-5)	0.019
Brunnstrom stage arm 8 wk	3(3-4)	4(3-5)	0.306
Brunnstrom stage Hand 0 wk	2(1-3)	2(1-3)	0.934
Brunnstrom stage Hand 2 wk	2(1-3)	2(2-3)	0.376
Brunnstrom stage Hand 4 wk	2.5(2-4)	3(2-4)	0.185
Brunnstrom stage Hand 8 wk	3(2-4)	3(3-4)	0.061
Motor asessment scale 0 wk	1(0-7)	2(0-6)	0.526
Motor asessment scale 2 wk	2(0-7)	2(1-7)	0.787
Motor asessment scale 4 wk	3.5(0-7)	4(3-10)	0.206
Motor asessment scale 8 wk	4(2-9)	4.5(3-10)	0.298

หมายเหตุ: Mann Whitney U test

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมระหว่าง สัปดาห์ที่ 0 - สัปดาห์ที่ 4

	กลุ่มควบคุม (n=10)	กลุ่มทดลอง (n=10)	p-value
	Median (min, max)	Median (min, max)	
MAS score			
Elbow flexion	0(-1, 1)	0(0, 1)	0.690
Elbow extension	0(-1, 1)	0(-1, 1)	0.688
Wrist flexion	0(-1, 1)	0(0, 1)	0.957
Wrist extension	0(-1, 0)	0(0, 1)	0.088
Finger flexion	0(-1, 1)	0(0, 1)	0.690
Brunnstrom stage arm (แขน)	-1(-1, 0)	0(-1, 0)	0.022
Brunnstrom stage hand (มือ)	0(-1, 0)	0(-1, 0)	0.542
Motor assessment scale	-1(-2, 0)	0(-1, 0)	0.044

หมายเหตุ: Mann Whitney U test

* (-) หมายถึง ความตึงตัวของกล้ามเนื้อออกที่ก่อนการฝึก (สัปดาห์ที่ 0) น้อยกว่า เมื่อสิ้นสุดการฝึกทันที (สัปดาห์ที่ 4)

** (0) หมายถึง ตึงตัวของกล้ามเนื้อออกที่ก่อนการฝึก (สัปดาห์ที่ 0) เท่ากับเมื่อสิ้นสุดการฝึกทันที (สัปดาห์ที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้ร่างกายส่วนบนทำกิจกรรมระหว่างสัปดาห์ที่ 4 และ สัปดาห์ที่ 8 พบว่ากลุ่มควบคุมมีอัตราการเพิ่มขึ้นของ Brunnstrom stage แขน และ Motor Assessment scale มากกว่ากลุ่ม

ทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4 ส่วนอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวของกล้ามเนื้อแขนและมือระหว่าง 2 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างสัปดาห์ที่ 4 และ สัปดาห์ที่ 8

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อ และความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมระหว่างสัปดาห์ที่ 4 - สัปดาห์ที่ 8

	กลุ่มควบคุม (n=10)	กลุ่มทดลอง (n=10)	p-value
	Median (min, max)	Median (min, max)	
MAS score			
Elbow flexion	0(-1, 1)	0(0, 1)	0.690
Elbow extension	0(-1, 1)	0(-1, 1)	0.688
Wrist flexion	0(-1, 1)	0(0, 1)	0.957
Wrist extension	0(-1, 0)	0(0, 1)	0.088
Finger flexion	0(-1, 1)	0(0, 1)	0.690
Brunnstrom stage arm (แขน)	-1(-1, 0)	0(-1, 0)	0.022
Brunnstrom stage hand (มือ)	0(-1, 0)	0(-1, 0)	0.542
Motor assessment scale	-1(-2, 0)	0(-1, 0)	0.044

หมายเหตุ: Mann Whitney U test

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรม ภายในกลุ่มเดียวกัน พบว่าในกลุ่มทดลองมีอัตราการเพิ่มขึ้นของ Brunnstrom stage แขน มือ และ motor assessment scale ระหว่างสัปดาห์ที่ 0 - สัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 5 โดยไม่มีการเพิ่ม

ขึ้นของความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ส่วนการเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม พบว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นของ Brunnstrom stage แขน มือ และ motor assessment scale อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน แต่พบว่ามีการเพิ่มความตึงตัวของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร่วมด้วย ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกำลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมระหว่างสัปดาห์ที่ 0 - สัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลอง

	0 wk	2 wk	4 wk	8 wk	p-value
MAS elbow Flex	1(1-2)	1.5(1-2)	1(1-2)	1(1-2)	0.172
MAS elbow Extend	1(0-1)	1(0-2)	1(0-1)	1(0-1)	0.510
MAS wrist Flex	1(0-2)	1(1-2)	1(1-2)	1(1-2)	0.392
MAS wrist Extend	0(0-1)	1(0-1)	1(0-1)	1(0-1)	0.038
MAS finger flex	0(0-2)	1(0-2)	1(1-2)	1(1-1)	0.025
Brunnstrom arm	2(1-3)	3(2-4)	3.5(3-5)	4(3-5)	<0.001
Brunnstrom Hand	2(1-3)	2(2-3)	3(2-4)	3(3-4)	<0.001
Motor assessment scale upper arm	1(0-4)	1(1-4)	2(2-5)	2(2-5)	<0.001
Motor assessment scale hand	1(0-2)	1(0-3)	2(1-4)	2(1-4)	<0.001
Motor assessment scale hand activity	0(0-0)	0(0-0)	0(0-1)	0.5(0-1)	0.004
Motor assessment scale total	2(0-6)	2(1-7)	4(3-10)	4.5(3-10)	<0.001

หมายเหตุ: Friedman test

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การฟื้นตัวกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมระหว่างสัปดาห์ที่ 0 - สัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม

	0 wk	2 wk	4 wk	8 wk	p-value
MAS elbow Flex	1(0-2)	1(0-2)	2(1-2)	1.5(1-3)	0.004
MAS elbow Extend	1(0-1)	1(0-1)	1(0-2)	1(0-3)	0.040
MAS wrist Flex	1(0-1)	1(0-2)	1(1-2)	1(1-2)	0.007
MAS wrist Extend	0(0-1)	1(0-1)	1(0-1)	1(0-1)	0.069
MAS finger flex	1(0-1)	1(0-2)	1(1-2)	1(1-2)	0.009
Brunnstrom arm	2(1-4)	2.5(1-4)	3(2-4)	3(3-4)	<0.001
Brunnstrom Hand	2(1-3)	2(1-3)	2.5(2-4)	3(2-4)	<0.001
Motor assessment scale upper arm	1(0-3)	1(0-3)	2(0-3)	2(1-4)	<0.001
Motor assessment scale hand	0(0-3)	1(0-3)	1.5(0-3)	2(1-4)	<0.001
Motor assessment scale hand activity	0(0-1)	0(0-1)	0(0-1)	0(0-1)	0.261
Motor assessment scale total	1(0-7)	2(0-7)	3.5(0-7)	4(2-9)	<0.001

หมายเหตุ: Friedman test

บทวิจารณ์

หลายงานวิจัยพบว่า การฝึกด้วย VR มีผลเพิ่มการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อ รวมทั้งการทำงานแขนและมือในการผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง^(12,13) แต่ในการศึกษานี้ใช้การฝึกด้วยเกม Wii-hab แทน เนื่องจากมีการใช้งานที่ง่าย ไม่ต้องมีผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบโปรแกรมการฝึก และมีราคาถูกกว่า อีกทั้งมีระบบคล้ายคลึงกับ VR จึงอาจก่อให้เกิดภาวะ cortical reorganization อันเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มีการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อและการทำงานของแขนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ได้เช่นเดียวกับการฝึกด้วย VR เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jang และคณะ⁽⁷⁾

จากการศึกษานี้พบว่า การฝึกด้วยเกม Wii-hab ร่วมกับการฟื้นฟูแบบมาตรฐานในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน สามารถเพิ่มอัตราการฟื้นตัวกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้แขนทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูแบบมาตรฐานเพียงอย่างเดียว มีผล ณ สัปดาห์ 4 เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกฝน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Piron และคณะ ที่ใช้การฝึกด้วย VR⁽¹⁴⁾ หากแตกต่างกันที่การศึกษานี้ไม่พบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการใช้มือทำกิจกรรม อาจเนื่องมาจากการฝึกด้วยเกม Wii-hab ให้ระบบตอบกลับทางด้านสัมผัส และความเสมือนจริงน้อยกว่า VR อีกทั้งเกม Wii-hab มีข้อจำกัด คือ สามารถฝึกการเคลื่อนไหวที่ข้อไหล่ ข้อศอก ข้อมือ และการกำมือ มากกว่าการเคลื่อนไหวที่ละเอียดซับซ้อนของมือ เช่น pinch grip, chuck เป็นต้น จึงให้ผลที่แตกต่างกับการฝึกด้วย VR อย่างไรก็ดี ยังไม่มีการศึกษาใด

ที่เปรียบเทียบระหว่างการฝึกด้วยเครื่องเกม Wii-hab กับ VR จึงควรมีการศึกษาต่อไปถึงผลการฝึกที่แตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม

ส่วนผลการศึกษานี้เปรียบเทียบกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมระหว่างสัปดาห์ที่ 4 - สัปดาห์ที่ 8 พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของการฟื้นตัวกล้ามเนื้อและความสามารถในการใช้แขนและมือทำกิจกรรมของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากการฝึกด้วยเกม Wii-hab ที่มีรูปแบบเช่นการศึกษาอื่น ช่วยเพิ่มอัตราการฟื้นตัวในระยะสั้น หรืออาจเกิดผลระยะที่ฝึกเท่านั้น และอาจยังไม่พบผลดีจากการฝึกด้วยเกม Wii-hab ในระยะยาว หรือระยะติดตามหลังสิ้นสุดการฝึก ณ สัปดาห์ที่ 8 หากมีการศึกษาต่อไป ควรพิจารณาถึงการฝึกในรูปแบบที่ต่างไป เช่น ฝึกต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์, เพิ่มระยะเวลาการฝึกแต่ละครั้งเป็น 1 ชั่วโมง เป็นต้น นอกจากนี้แม้รอยโรคในผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจทำให้เกิดความแตกต่างกันทางคลินิกได้ จากการที่กลุ่มควบคุมมีจำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมากกว่ากลุ่มทดลอง อาจทำให้การฟื้นตัวกล้ามเนื้อที่เร็วกว่ากลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบหลังจากพ้นระยะอันตรายกล่าวคือ เมื่อพ้น 4 สัปดาห์ไปแล้ว ตามลักษณะการดำเนินของโรคและกลไกการฟื้นตัวที่ต่างกันระหว่างโรคหลอดเลือดสมองแตกและตีบตัน

การศึกษานี้เป็นการศึกษานำร่อง จึงยังมีข้อจำกัด คือ จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยมีน้อย ซึ่งอาจมีผลต่อการคำนวณ ทำให้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง 2 กลุ่มได้ อีกทั้งศึกษาเฉพาะในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะ 6

เดือนแรกเท่านั้น โดยยังไม่ทราบผลในกลุ่มผู้ป่วยระยะเรื้อรัง ผู้ป่วยที่มีภาวะละเลยร่างกายซีกอ่อนแรงหรือผลการฝึกใน ระยะหลังสิ้นสุดการที่มากกว่า 4 สัปดาห์ จึงควรศึกษาในกลุ่ม ประชากรที่มีขนาดใหญ่กว่าการศึกษานี้ และศึกษาถึงผล ดังกล่าวต่อไปในอนาคต

ในการศึกษาวิจัยนี้ไม่พบภาวะแทรกซ้อนรุนแรงในกลุ่ม ผู้ป่วยที่ฝึกด้วยเกม Wii-hab สามารถใช้ได้ทั้งในผู้ป่วยหญิงและ ชาย ผู้ป่วยสูงอายุ และผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งไม่มี อาการผิดปกติขณะฝึก มีเพียงรายงานอาการปวดต้นแขน เล็กน้อย 1 ราย และอาการเวียนศีรษะ 1 ราย ซึ่งหายได้เอง ภายใน 2 ชั่วโมง จึงน่าจะมีความปลอดภัยในการใช้เพื่อฟื้นฟู สมรรถภาพแขนและมือในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง และน่าจะ สามารถนำมาใช้ฝึกด้วยตนเองที่บ้านได้ จึงควรมีการศึกษา ต่อไปในอนาคต

สรุป จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การฝึกกำลังกล้ามเนื้อ และการทำงานของแขนด้วยเกม Wii-hab ในกลุ่มผู้ป่วยโรค หลอดเลือดสมองระยะกึ่งเฉียบพลัน วันละ 30 นาที 3 วันต่อ สัปดาห์ ร่วมกับการฟื้นฟูแบบมาตรฐาน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีผลเพิ่มการฟื้นตัวของกำลังกล้ามเนื้อและความ สามารถด้านการทำงานของแขนมากกว่าการฟื้นฟูแบบ มาตรฐานเพียงอย่างเดียว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณอริสา สุวรรณรัตน์ และคุณมัลลิกา สันตยาน คณะทำงานโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ ในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ที่ให้คำปรึกษา และการสนับสนุนด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. จำนวนและอัตราตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุ ที่สำคัญ พ.ศ. 2548- 2552 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบาย และยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ; 2553 [เข้าถึง เมื่อ 19 เม.ย. 2553]. เข้าถึงได้จาก: <http://bps.ops.moph.go.th/Statistic/2.3.4-52.pdf>
2. สุทธิพงษ์ ทิพชาติโยธิน, อัญชลี แก้วพันธ์, วิษณุ กัมมทิตย. การ ศึกษาความบกพร่องของร่างกายในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง รายใหม่ในโรงพยาบาลศิริราช. เวชศาสตร์ฟื้นฟู 2549; 2: 98-107.
3. Ryan AS, Dobrovolsky CL, Smith GV, Silver KH, Macko RF. Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. Arch Phys Med Rehabil 2002; 83: 1703-7.

4. Kwakkel G, Wagenaar RC, Kollen BJ, Lankhorst GJ. Predicting disability in stroke: a critical review of literature. Age Ageing 1996; 25: 479-89.
5. Oujamaa L, Relave I, Froger J, Mottet D, Pelissier JY. Rehabilitation of arm function after stroke: literature review. Ann Phys Rehabil Med 2009; 52(3): 269-93.
6. Piron L, Tombolini P, Turolla A, Zucconi C, Agostini M, Dam M. Reinforced feedback in virtual environment facilitates the arm motor recovery in patients after a recent stroke. International workshop of Virtual Rehabilitation 2007:121-3.
7. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park CM, Cho SH. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86: 2218-23.
8. Burdea GC. Virtual rehabilitation - benefits and challenges. Methods Inf Med 2003; 42: 519-23.
9. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Thompson PA. Retention of upperlimb function in strokesurvivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial. Lancet Neurol. 2008 Jan; 7(1): 33-40.
10. Deutsch JE, Borbely M, Filler J. Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for Rehabilitation of an Adolescent with Cerebral Palsy. Phys Ther 2008; 88(10): 1196-1207.
11. อัญชลี พันธุ์แก้ว, สุทธิพงษ์ ทิพชาติโยธิน, ประเสริฐพร จันทร. ความน่าเชื่อถือของแบบประเมิน motor assessment scale ฉบับภาษาไทยในการประเมินการทำงานของแขนและมือในผู้ป่วยโรค หลอดเลือดสมอง. เวชศาสตร์ฟื้นฟู 2550; 17: 20-5.
12. Henderson A, Korner BN, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upperlimb motor recovery. Top Stroke Rehabil 2007 Mar-Apr; 14(2): 52-61.
13. Laver KE, George S, Thomas S. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane Database Syst Rev. 2011; 9: CD008349.
14. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Ventura L, Tonin P. Motor learning principles for rehabilitation: a pilot randomized controlled study in poststroke patients. Neurorehabilitation and Neural Repair 2010; 24(6): 501-8.
15. Yavuzer G, Senel A. Playstation 2 games improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke : A randomized controlled clinical trial. Eur J Phys Rehabil Med 2008; 44: 237-44.