รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย (ภาษาไทย): การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) เพื่อฟื้นฟูการใช้แขนและมือของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะหลังเฉียบพลัน

โครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ): The Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) for upper extremity recovery in individuals with post-acute stroke: feasibility study

โดย ผศ.ดร.จารุกูล ตรีไตรลักษณะ และคณะ

30 พฤศจิกายน 2555

สัญญาเลขที่……MRG5280088…….

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) เพื่อฟื้นฟูการใช้แขนและมือของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะหลังเฉียบพลัน

ผู้วิจัย สังกัด

1. ผศ.ดร.จารุกูล ตรีไตรลักษณะ คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล

2.รศ.ดร.รุ่งทิวา วัจฉละฐิติ คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล

3. Prof. Dr. Carolee Winstein, Division of Biokinesiology and Physical Therapy, University of Southern California

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5280088

ชื่อโครงการ: การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) เพื่อฟื้นฟูการใช้แขนและมือของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะหลังเฉียบพลัน

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: ผศ.ดร.จารุกูล ตรีไตรลักษณะ คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล

อีเมล์: jarugool.tre@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: ตั้งแต่วันที่ 16 กันยายน 2553 ถึงวันที่ 9 พฤศจิกายน 2555

บทคัดย่อ:

บทนำ: การจำกัดการฟื้นตัวของการใช้แขนซึ่งรวมถึงการเอื้อมมือหยิบจับของเป็นผลของความพิการซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการที่สมองได้รับความกระทบกระเทือนจากโรคหลอดเลือดสมอง เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการพัฒนาและนำเสนอวิธีการักษาแนวใหม่ใหม่ที่เรียกว่า “Accelerated Skill Acquisition Program” (เอเอสเอพี) เป็นการบูรณาการองค์ประกอบต่อไปนี้ การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว การสร้างศักยภาพเบื้องต้น และการเสริมสร้างแรงจูงใจ เพื่อเป็นหลักพื้นฐานในการใช้แขนและมือข้างอ่อนแรงให้มีส่วนร่วมในการทำกิจวัตรประจำวัน

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ (feasibility) ในการใช้โปรแกรมเอเอสเอพีเพื่อฟื้นฟูการใช้แขนและมือของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะหลังเฉียบพลันที่มีความรุนแรงของโรคระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยประเมินการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมมือหยิบจับของด้วยกิจกรรมการหยิบจับของร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยวิธี cross correlation analyses และวัดความคงค้างของประสิทธิผลจากการฝึกที่ 6 เดือนต่อมาเทียบกับก่อนฝึก

วิธีการทดลอง: มีการประเมิน 2 ครั้งก่อนการรักษาด้วยเอเอสเอพี (baseline) หลังการรักษาทันที (post-treatment) และ 6 เดือนต่อมาหลังการรักษา (6 month post treatment) การรักษา: โปรแกรมการรักษาแขนแบบเฉพาะบุคคลอิงตามหลักการเอเอสเอพี เป็นเวลาทั้งสิ้น 30 ชั่วโมง โดยฝึกวันละ 2 ชั่วโมง ประมาณสัปดาห์ละ 2-4 วัน ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

ผลลัพธ์หลัก: ไคเนมาติกส์ของการเอื้อมหยิบจับของซึ่งประกอบด้วยช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวทั้งหมด ช่วงเวลาชลอการเคลื่อนไหว ความเร็วสูงสุดในการเอื้อม เวลาที่เกิดความเร็วสูงสุดในการเอื้อม ระยะการเปิดนิ้วมือกว้างที่สุด และเวลาที่เกิดระยะการเปิดนิ้วมือกว้างที่สุด และการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและการหยิบสิ่งของ ซึ่งแสดงไว้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดและช่วงเวลาเหลื่อมกันที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดระหว่างความเร็วในการเอื้อมและระยะการเปิดนิ้วมือ

ผลลัพท์ทางคลินิก: ช่วงเวลาทั้งหมดในการทำกิจกรรมวูล์ฟมอเตอร์ฟังก์ชัน (Wolf Motor Function Test) และ Stroke Impact Scale หัวข้อการฟื้นตัว การใช้มือและการเข้าร่วมสังคม
ผลการศึกษา: ผู้ร่วมวิจัยทั้ง 7คน ยอมรับการฝึกตามหลักการของเอเอสเอพีได้อย่างดี เมื่อเปรียบเทียบมีการประเมิน 2 ครั้งก่อนการรักษาด้วยเอเอสเอพีแล้วพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านไคเนมาติกส์ของการเอื้อมหยิบจับของหรือการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและการหยิบสิ่งของ ในทางตรงกันข้ามหลังจากได้รับการฝึกด้วยหลักการเอเอสเอพีแล้วช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวทั้งหมดและช่วงเวลาชลอการเคลื่อนไหวลดลงอย่างชัดเจน ความเร็วสูงสุดในการเอื้อมเพิ่มขึ้นอย่างมาก เวลาที่ระยะการเปิดนิ้วมือกว้างที่สุดเกิดขึ้นช้าลง นอกจากนี้ช่วงเวลาเหลื่อมกันที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดมีค่าลดลงอย่างยิ่งด้วย ผลการศึกษามีรูปแบบคล้ายกันสำหรับผลลัพท์ทางคลินิกทั้งวูล์ฟมอเตอร์ฟังก์ชัน (Wolf Motor Function Test) และ Stroke Impact Scale ที่สำคัญกว่านั้นคือการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้คงค้างอยู่อย่างน้อย 6 เดือนหลังการฝึก
อภิปรายและสรุปผล: ผลการศึกษานี้แสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้วิธีเอเอสเอพีเพื่อฝึกผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะหลังเฉียบพลัน (1-4 เดือนหลังเกิดโรค) ผู้ร่วมวิจัยทั้งหมดสามารถเอื้อมหยิบจับของได้เร็วขึ้นและแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการประสานสัมพันธ์ในการเอื้อมแขนเพื่อใช้นิ้วมือหยิบสิ่งของ ยิ่งไปกว่านั้นผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นเป็นครั้งแรกว่าผลของการฝึกคงค้างอยู่ได้อย่างน้อยเป็นเวลา 6 เดือนหลังฝึก

คำหลัก : การประสานสัมพันธ์ในการเอื้อมแขนเพื่อใช้นิ้วมือหยิบสิ่งของ, การเรียนรู้การเคลื่อนไหว, ความสามารถในการปรับเปลี่ยนแก้ไขของเซลล์ประสาท, การฝึกโดยเน้นกิจกรรมเป็นหลัก

Abstract

Project Code: MRG5280088

Project Title: The Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) for upper extremity recovery in individuals with post-acute stroke: feasibility study

Investigator: Assist. Prof. Dr. Jarugool Tretriluxana

E-mail Address: jarugool.tre@mahidol.ac.th

Project Period: September 16, 2009 to November 9, 2012

Abstract:

Introduction: Limited recovery of upper extremity (UE) function including reach-to-grasp (RTG) actions is one of the most disabling consequences of stroke-related brain damage. A recently developed treatment approach called Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP), which integrates components of skill acquisition, capacity building, and motivational enhancements, provides the foundation for effective incorporation of the paretic UE into life activities. **Objectives:** to investigate the feasibility of delivering ASAP during the post-acute interval in mildly to moderately impaired stroke survivors and to include an assessment of paretic RTG coordination and uses RTG task and cross correlation analyses and to investigate the persistent gain at 6 months after training. **Method**: Two baselines-, post treatment, and 6 month post treatment-evaluations were performed. Intervention: An individualized arm therapy program using ASAP principles was administered for a total of 30 hours, 2 hours/ day, and 2-4 days/ week over 5 weeks. **Primary outcomes**: kinematics of RTG movements including total movement time, deceleration time, maximum transport velocity, time of maximum transport velocity, maximum grasp aperture, time of maximum grasp aperture, and RTG coordination represented by maximum correlation coefficient and associated time lag of the cross correlation analyses between transport velocity and grasp aperture size. **Clinical outcomes**: Total time score of WMFT and three sub-items of the Stroke Impact Scale (SIS): recovery scale, hand subscale, and social participation subscale. **Results:** All seven participants tolerated ASAP well. Comparing between the two baselines, there were no changes in RTG kinematic or RTG coordination measures. In contrast, after

undergoing ASAP protocol total movement time and deceleration time of RTG actions markedly decreased, maximum reach (transport) velocity strikingly increased and time of maximum aperture was accomplished later. Additionally, the time lag of highest cross correlation coefficient substantially reduced. A similar pattern was observed for the clinical outcome measures of WMFT and SIS. More importantly, these changes persisted for at least 6 months compared to post training. **Discussion and Conclusion**: The findings demonstrate the feasibility of using an ASAP protocol in patients with 1-4 months post stroke. All participants performed RTG actions faster and demonstrated a tendency for a more coordinated RTG movement pattern. Additionally, for the first time, we demonstrate that the training effects persisted for at least 6 months after training.

Keywords: reach-to-grasp coordination, motor learning, neural plasticity, task-oriented training

เนื้อหางานวิจัยประกอบด้วย

1. บทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

บทคัดย่อภาษาไทย:

บทนำ: การจำกัดการฟื้นตัวของการใช้แขนซึ่งรวมถึงการเอื้อมมือหยิบจับของเป็นผลของความพิการซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการที่สมองได้รับความกระทบกระเทือนจากโรคหลอดเลือดสมอง เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการพัฒนาและนำเสนอวิธีการักษาแนวใหม่ใหม่ที่เรียกว่า “Accelerated Skill Acquisition Program” (เอเอสเอพี) เป็นการบูรณาการองค์ประกอบต่อไปนี้ การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว การสร้างศักยภาพเบื้องต้น และการเสริมสร้างแรงจูงใจ เพื่อเป็นหลักพื้นฐานในการใช้แขนและมือข้างอ่อนแรงให้มีส่วนร่วมในการทำกิจวัตรประจำวัน

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ (feasibility) ในการใช้โปรแกรมเอเอสเอพีเพื่อฟื้นฟูการใช้แขนและมือของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะหลังเฉียบพลันที่มีความรุนแรงของโรคระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยประเมินการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมมือหยิบจับของด้วยกิจกรรมการหยิบจับของร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยวิธี cross correlation analyses และวัดความคงค้างของประสิทธิผลจากการฝึกที่ 6 เดือนต่อมาเทียบกับก่อนฝึก

วิธีการทดลอง: มีการประเมิน 2 ครั้งก่อนการรักษาด้วยเอเอสเอพี (baseline) หลังการรักษาทันที (post-treatment) และ 6 เดือนต่อมาหลังการรักษา (6 month post treatment) การรักษา: โปรแกรมการรักษาแขนแบบเฉพาะบุคคลอิงตามหลักการเอเอสเอพี เป็นเวลาทั้งสิ้น 30 ชั่วโมง โดยฝึกวันละ 2 ชั่วโมง ประมาณสัปดาห์ละ 2-4 วัน ในระยะเวลา 5 สัปดาห์

ผลลัพธ์หลัก: ไคเนมาติกส์ของการเอื้อมหยิบจับของซึ่งประกอบด้วยช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวทั้งหมด ช่วงเวลาชลอการเคลื่อนไหว ความเร็วสูงสุดในการเอื้อม เวลาที่เกิดความเร็วสูงสุดในการเอื้อม ระยะการเปิดนิ้วมือกว้างที่สุด และเวลาที่เกิดระยะการเปิดนิ้วมือกว้างที่สุด และการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและการหยิบสิ่งของ ซึ่งแสดงไว้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดและช่วงเวลาเหลื่อมกันที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดระหว่างความเร็วในการเอื้อมและระยะการเปิดนิ้วมือ

ผลลัพท์ทางคลินิก: ช่วงเวลาทั้งหมดในการทำกิจกรรมวูล์ฟมอเตอร์ฟังก์ชัน (Wolf Motor Function Test) และ Stroke Impact Scale หัวข้อการฟื้นตัว การใช้มือและการเข้าร่วมสังคม

ผลการศึกษา: ผู้ร่วมวิจัยทั้ง 7คน ยอมรับการฝึกตามหลักการของเอเอสเอพีได้อย่างดี เมื่อเปรียบเทียบมีการประเมิน 2 ครั้งก่อนการรักษาด้วยเอเอสเอพีแล้วพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านไคเนมาติกส์ของการเอื้อมหยิบจับของหรือการประสานสัมพันธ์ของการเอื้อมและการหยิบสิ่งของ ในทางตรงกันข้ามหลังจากได้รับการฝึกด้วยหลักการเอเอสเอพีแล้วช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวทั้งหมดและช่วงเวลาชลอการเคลื่อนไหวลดลงอย่างชัดเจน ความเร็วสูงสุดในการเอื้อมเพิ่มขึ้นอย่างมาก เวลาที่ระยะการเปิดนิ้วมือกว้างที่สุดเกิดขึ้นช้าลง นอกจากนี้ช่วงเวลาเหลื่อมกันที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดมีค่าลดลงอย่างยิ่งด้วย ผลการศึกษามีรูปแบบ

คล้ายกันสำหรับผลลัพท์ทางคลินิกทั้งวูล์ฟมอเตอร์ฟังก์ชัน (Wolf Motor Function Test) และ Stroke Impact Scale ที่สำคัญกว่านั้นคือการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้คงค้างอยู่อย่างน้อย 6 เดือนหลังการฝึก

อภิปรายและสรุปผล: ผลการศึกษานี้แสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้วิธีเอเอสเอพีเพื่อฝึกผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะหลังเฉียบพลัน (1-4 เดือนหลังเกิดโรค) ผู้ร่วมวิจัยทั้งหมดสามารถเอื้อมหยิบจับของได้เร็วขึ้นและแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการประสานสัมพันธ์ในการเอื้อมแขนเพื่อใช้นิ้วมือหยิบสิ่งของ ยิ่งไปกว่านั้นผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นเป็นครั้งแรกว่าผลของการฝึกคงค้างอยู่ได้อย่างน้อยเป็นเวลา 6 เดือนหลังฝึก

Abstract:

Introduction: Limited recovery of upper extremity (UE) function including reach-to-grasp (RTG) actions is one of the most disabling consequences of stroke-related brain damage. A recently developed treatment approach called Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP), which integrates components of skill acquisition, capacity building, and motivational enhancements, provides the foundation for effective incorporation of the paretic UE into life activities. **Objectives:** to investigate the feasibility of delivering ASAP during the post-acute interval in mildly to moderately impaired stroke survivors and to include an assessment of paretic RTG coordination and uses RTG task and cross correlation analyses and to investigate the persistent gain at 6 months after training. **Method**: Two baselines-, post treatment, and 6 month post treatment-evaluations were performed. Intervention: An individualized arm therapy program using ASAP principles was administered for a total of 30 hours, 2 hours/ day, and 2-4 days/ week over 5 weeks. **Primary outcomes**: kinematics of RTG movements including total movement time, deceleration time, maximum transport velocity, time of maximum transport velocity, maximum grasp aperture, time of maximum grasp aperture, and RTG coordination represented by maximum correlation coefficient and associated time lag of the cross correlation analyses between transport velocity and grasp aperture size. **Clinical outcomes**: Total time score of WMFT and three sub-items of the Stroke Impact Scale (SIS): recovery scale, hand subscale, and social participation subscale. **Results:** All seven participants tolerated ASAP well. Comparing between the two baselines, there were no changes in RTG kinematic or RTG coordination measures. In contrast, after undergoing ASAP protocol total movement time and deceleration time of RTG actions markedly decreased, maximum reach (transport) velocity strikingly increased and time of maximum aperture was accomplished later. Additionally, the time lag of highest cross correlation coefficient substantially reduced. A similar pattern was observed for the

clinical outcome measures of WMFT and SIS. More importantly, these changes persisted for at least 6 months compared to post training. **Discussion and Conclusion**: The findings demonstrate the feasibility of using an ASAP protocol in patients with 1-4 months post stroke. All participants performed RTG actions faster and demonstrated a tendency for a more coordinated RTG movement pattern. Additionally, for the first time, we demonstrate that the training effects persisted for at least 6 months after training.

2. Executive summary

Rationale and significance

Stroke is the leading cause of long-term disability worldwide [1-3]. About 780,000 Americans each year suffer a new or recurrent stroke [4]. That means, on average, a stroke occurs every 40 seconds*. In Thailand,* there are approximately at least 150,000 individuals suffering from stroke each year [3]. Thai pay approximately 1,000,000 Baht for stroke-related medical costs and disability. Moreover, stroke is the No. 3 cause of death behind diseases of the heart and cancer [3, 4]. Therefore, it is critical to find optimal allocation of therapy services within the approved number of treatment sessions that will reduce disability, lessen the societal burden, and provide a standardized evidence-based treatment.

Approximately 75% of stroke survivors have upper extremity (UE) weakness [5]. Among stroke survivors, only 5% regain full arm function whereas 60% regain walking ability [6, 7]. These statistics attest to the need for intervention strategies to promote UE recovery after stroke. Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) is an innovative, yet fully-defined, evidence-based and theoretically defensible therapy program. It is hybrid combination of constraint-induced therapy and skill-based/impairment-mitigating motor learning training with embedded motivational enhancements. It is proposed that *skill* (motor learning and self-management), *capacity* (impairment mitigation), and *motivation* (intrinsic drive) together form the foundation for effective incorporation of the paretic UE into life activities. An intervention in this study targeted the immediate post-acute period, in large part because this timing was considered optimal for several important reasons: 1) it enabled a supportive interaction between processes associated with experience-dependent and injury-induced cortical reorganization that are known to influence functional recovery [8, 9], 2) it attenuated the detrimental effects of maladaptive compensatory strategies (e.g., learned non-use) currently promoted during inpatient rehabilitation [10] and 3) it was not too early as to be overly aggressive during a more vulnerable period both physiologically and psychologically [8, 11].

Importance of the knowledge gained

Participants in this study saw improvements in their arm recovery and function. Such benefits occurred; these data could be used to advance our understanding of this protocol with the intent of informing and educating clinical practice for individuals post-stroke. The findings of this study would be a foundation to establish evidence-based recommendations for the content of outpatient arm therapy and the number of visits necessary to optimize outcome.

To the best of our knowledge, this was the first phase I trial in upper extremity stroke neurorehabilitation in *Thailand* to investigate the feasibility of theoretically defensible, evidence-based and fully defined therapeutic intervention (ASAP) delivered during the post-acute outpatient interval (1-3 months) in mildly to moderately impaired stroke survivors. Although the exact proportion of stroke survivors who are mildly to moderately impaired was not known, conservative estimates ranged between 5% and 30%. Given at least 150,000 stroke survivors in *Thailand,* we believed that at least between 7,500 and 45,000 (5% - 30%) could benefit. This was a significant number of persons who could potentially benefit from best practice patterns in upper extremity rehabilitation. Additionally, costs of subsequent medical care could be reduced.

3. วัตถุประสงค์

To examine the feasibility of a fully-defined, evidence-based and theoretically defensible therapy program (ASAP) initiated within the earliest post-acute outpatient interval (1-3 months post stroke) by measuring gains in the primary outcomes of paretic upper extremity function at post treatment and a persistent gain at 6 month follow up.

4. วิธีทดลอง

This pilot study was a within-participant, repeated-measure design. Nine individuals with stroke participated in this study. Prior to participation, two assessments, i.e. screening and criterion evaluations were established. The screening evaluation was established to determine if the participant was able to communicate and answer questions and was within 1-4 months after stroke and criterion evaluation was conducted to determine if the participant meets the inclusion criteria for study enrollment. The screening evaluation included questionnaire regarding the stroke onset and NIH Stroke Scale (NIHSS). The criterion evaluation included UE motor Fugl-Meyer [12] and cognitive function test using Mini-Cog [13]. A written informed consent form approved by Mahidol University Institutional Review Board was read and signed prior to the experiment.

To be eligible in this study, all participants must present with the following criteria:

1. Ischemic or intraparenchymal hemorrhagic stroke,1 to 3 months after onset
2. Age $\geq$ 21 years and no upper limit.
3. Persistent hemiparesis leading to impaired upper extremity (UE) motor function indicated by the UE Fugl-Meyer [12] motor and coordination score no less than 19 out of 66 on the total motor score, but with at least a score of 1 on the hand item for finger mass extension/grasp release [14].
4. Evidence of preserved cognitive function: indicated by $\geq$ 4 on the Mini-Cog [13].

Individuals were excluded from the study if they presented with any of the following:

1. Mostly resolved UE hemiparesis indicated by > 58/66 on the UE Fugl-Meyer [12] motor and coordination score.
2. Ataxia out of proportion to weakness, NIHSS Ataxia > 0.
3. Severe upper extremity sensory impairment indicated by anesthesia to light touch on the UE Fugl-Meyer sensation and proprioception.
4. Neglect, as determined by NIHSS neglect item $\geq$ 1.
5. Inability to give informed consent for study participation.
6. Severe arthritis or orthopedic problems that limit passive range of motion (ROM) of upper extremity joints indicated by: shoulder flexion < 90 deg, shoulder abduction < 90 deg, shoulder external rotation < 45 deg, elbow extension < 20 deg from full flexion, forearm supination and pronation < 45 deg from neutral, wrist extension < neutral, finger extension < 30 deg from full flexion
7. Pain that interferes with daily activities as indicated on the pain sub component, pain score of 1 for at least 2 joints on the pain/ROM Fugl-Meyer UE assessment
8. Balance and transfer function that requires more than contact-guard assistant
9. History of sustained alcohol or drug abuse in the last 6 months
10. Previously been enrolled or currently enrolled in other rehabilitation or drug intervention studies
11. Living too far from the training site to participate reliably
12. Receiving oral or injected antispasticity medications during study treatment

Task and Procedure

Testing evaluations were distributed as follows: first baseline, second baseline, post-treatment, and 6 months-post treatment. Overall, the procedure lasted 2 hours each evaluating day. As a control procedure, we performed double baselines (a week apart) to assess non-specific effects as expectancy of improved extremity function, spontaneous recovery, initial contact with experimenters, and increased attention to use of the affected upper extremity. Two baselines- and post treatment-evaluations included Reach-to-grasp actions, clinical outcome measures including Wolf Motor Function Test (WMFT) and Stroke Impact Scale (SIS).

Measures of Preliminary Benefit

Primary outcome measures were total movement time of reach-to-grasp action, reach-to-grasp coordination using maximum correlation coefficient and the associated time lag of cross correlation analyses between transport velocity and aperture size and time score of WMFT. Secondary outcome measures were kinematics of reach-to-grasp action including deceleration time, maximum transport (reach) velocity, time of maximum transport velocity, maximum grasp aperture, and time of maximum grasp aperture and the three subitems of SIS including recovery scale, hand subscale, and social participation subscale.

Reach-to-grasp action was selected as it is a real-world UE functional task. The basic task was to reach forward from a designated start position, grasp a pre-positioned cylinder, and lift it of the table “as soon and as quickly as possible” using the thumb and index finger. Two and a half centimeter-cylinder with 10 cm in height was used for grasping. Prior to each trial, the cylinder was positioned 30 cm away from the start switch as described in detail in elsewhere [15]. Each participant sat in a straight-back chair with the torso secured to the chair’s back using a belt; the hand rested on a hand switch, and the thumb and index fingertips were positioned in opposition at the tips. Upon a “go” signal, each participant performed 12 trials of reach-to-grasp actions with their paretic limb. To quantify transport (reach)-to-grasp coordination, we performed a cross correlation analyses using transport velocity and aperture size. Previously, cross correlation analyses was shown to be sensitive to detect impaired transport-grasp coordination in individuals with stroke using the ipsilesional hand (non-paretic) compared to matched non-disabled adults [16]. In addition, the cross correlation analyses reliably identified within-subject manual asymmetries of transport-grasp coordination in right-handed matched non-disabled adults [15]. Kinematic data were acquired using the MotionMonitor (Innsport, Inc.), an electromagnetic motion system with six degree-of-freedom Mini-Bird sensors (Ascension Technologies). Three sensors were securely

attached with tape to the paretic upper extremity, one on the forearm proximal to the styloid process of the radius, the other two on the nail beds of the thumb and index fingers. Position data were captured at 100 Hz. All kinematics data were filtered using a zero-lag Butterworth low-pass filter with a 20-Hz cut-off frequency. Three-dimensional displacement was calculated from the wrist sensor position and then was employed to derive tangential velocity of transport using a finite difference technique [17]. Grasp aperture was derived from the distance between the thumb and index finger sensors. Movement initiation was derived as the first bin of a continuous rise in transport velocity. Movement termination was derived as the time of lowest transport velocity prior to the object lift off. Total movement time was the time from movement initiation to movement termination. Grasp behavior was measured using maximum aperture, which was the maximum value from the aperture displacement trajectory.

The WMFT was chosen as one of the primary outcome measures because (1) it has a strong psychometric properties in individuals with stroke [18-20], (2) unlike other assessment tools for stroke, the WMFT consisted of a broad range of tasks, progressing from simple to complex. The progressive tasks relate to the numbers of joints used to perform the task, starting with shoulder to functional finger movements [21] as well as the grip strength, (3) it is typically used in mild to moderate stroke to assess the impact of specific intervention, such as constraint-induced movement therapy [22], and (4) it has high inter- and intra-rater reliability [19] as well as criterion validity with the Fugl-Meyer upper extremity assessment in patients 3-9 months post stroke [20].

The three items of SIS were employed to evaluate self-perceived UE function and general health status outside of the laboratory in everyday life [23-25]. The SIS-hand function, SIS-social participation, and SIS-global recovery were administered by face-to-face interview. We selected the SIS as it is a valid and reliable measure to address our question [26].

Intervention

Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP): each participant received an individualized arm therapy program based on ASAP[#][27, 28]. The patient underwent arm therapy for a total of 30 hours (15 sessions), 2 hours per day with rest breaks as needed, but kept to a minimum., and 2-3 days per week over 5-8 weeks. ASAP protocol parameters: The program began with an orientation session to 1) prepare the collaborative real-world task list to be used during training; it included 6 tasks the patient most wanted to perform with at least one a bimanual activity, one a strength-dependent activity including the most-affected arm, and one activity requiring dexterity of the most

affected hand, 2) designated a priority or benchmark task from the collaborative task list, 3) determined fundamental impairments and the challenge point(s) or breakdown point(s) for a minimum of the priority/benchmark task, 4) prepared a collaborative schedule for the first day of training, 5) oriented the participant to the brief self-efficacy question, 6) oriented the participant to out-of-lab action plans (i.e., homework).

The training session began with collaborative ordering of the real-world tasks identified at the orientation session. The real-world tasks changed as interests and goals evolved, however the priority task remained the same. Task and movement analysis was performed for each real-world task to determine the key movement dysfunctions or impairments. The goal of intervention training was to focus attention and effort directly on the problematic area (i.e. impairment) to facilitate skill acquisition without simply providing a compensatory strategy as a quick fix to the problem. Classic physiologic-like overload parameters were used to drive progress. Practice activities within real-world tasks were selected based on patient preference. Training was collaborative and interactive with the participant actively participating in problem solving and assessing performance. Confidence building and empowerment was embedded in the training and education. Self-efficacy assessment was administered 4 times throughout the training period using the Brief Self-Efficacy Rating Scale and asking “on a scale of 0-10, how confident are you that you can (fill in specific Priority activity)?” This is followed by a question asking, “What can we do this week to make you more confident?” Included in their responsibilities was to perform inter-session ‘action plans’ or out of lab activities. The assignments encouraged specific practice in the home or community setting. Participants were asked to report on the effectiveness of their action plan assignment on the next day of training before the beginning of the practice session on that day.

Data Analysis

All kinematic and transport-grasp coordination variables were extracted for each trial using customized automatic computer routines written in MatLab® 7.5.0 (The MathWorks Inc., Natick, MA). For each participant, the kinematic and transport –grasp coordination data from 12 trials of reach-to-grasp actions were analyzed for the mean value, and the WMFT time of 15 items was summed to derive the total WMFT time. The data of all variables were then calculated and reported as a mean and standard error of mean across 7 participants at baseline1-, baseline2-, post-treatment, and 6 months post-treatment evaluations.

5. ผลการทดลอง

Twenty nine individuals were screened for their stroke onset and communication ability and 14 of them passed the screening evaluation to proceed with criterion assessment. Nine participants who passed the criterion assessment were enrolled, eight completed the protocol and seven completed all evaluations. There was two drop-outs, one at visit 6 of ASAP and the other at 6 months-post treatment due to moving out of the training area. All eight participants tolerated ASAP well and none reported any adverse effects during or after the protocol.

Comparing between the two baselines, there were no changes in RTG kinematic or RTG coordination measures. In contrast, after undergoing 30 hours of ASAP protocol, total movement time of RTG actions markedly decreased by an average of 0.3 seconds, deceleration time reduced by an average of 0.3 seconds, maximum transport velocity strikingly increased by an average of 37.6 centimeters/second and time of maximum aperture was accomplished 8.9% later. Additionally, the time lag of highest cross correlation coefficient reduced by average of 145.7 milliseconds from the baseline. Same pattern was observed in clinical outcome measures for both WMFT and SIS. After ASAP, the total time of WMFT reduced by an average of 21.2 seconds, and grip strength increased by an average of 3.8 kilograms. Following ASAP, all SIS sub-items increased by an average of 12.7% for recovery; 27.2% for hand subscale; and 19% for social participation subscale. More importantly, these changes persisted for 6 months compared to post treatment.

6. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

The findings demonstrate the feasibility of using the ASAP protocol in patients with 1-4 months post stroke. Additionally, for the first time, we demonstrate that the training effects persisted for at least 6 months after training. While the effectiveness of ASAP is inconclusive without a control group, these findings are promising. We extend previously reported benefits of ASAP [29] by demonstrating improved kinematics and coordination of paretic arm reach-to-grasp (RTG) actions in individuals with 1-4 months post stroke. Following ASAP, WMFT tasks and RTG actions were performed faster with higher peak transport velocity and more coordinated pattern. Moreover, individuals improved their grip strength and perceived that they improved the hand function and social participation. These changes were not observed between the two baseline evaluations in which non-specific effects such as

expectancy of improved extremity function, spontaneous recovery, initial contact with experimenters, and increased attention to use of the affected upper extremity may occur. The following discussion puts our results into the context of ASAP elements and ASAP principles.

ASAP was constructed with the knowledge that effective interventions for recovery from stroke have been based upon the acquisition (or re-acquisition) of skills, typically involving intense, task-specific practice of motor skills and the learning of appropriate self-management skills for prevention of future problems and progression of recovery. As expected, our participants not only completed the reach-to-grasp task with shorter time, but also re-acquired the skill as evidenced by demonstrating a more coordinated pattern. After undergoing ASAP, the participants demonstrated a near-normal pattern as time lag of 112.7 seconds deriving from the cross-correlation analyses are comparable to those of non-disabled adults who completed the same RTG experimental protocol [15]. Indeed, individuals likely relied more on feed-forward control as they reduced the adjustment in their transport trajectory and shortened their deceleration time [30, 31]. Additionally, individuals grasped an object with time of maximum aperture 59.95% of total movement time. This time of maximum grasp is the same as those of non-disabled adults, (59.20%) reported in our previous work [15] and the results of other work published elsewhere [32]. Our findings showing re-acquisition of skill support the notion that ASAP brings about the recovery of the movement rather than achieving the outcome through compensation [29]. More importantly, at 6 months, the participants were able to incorporate the paretic hand effectively into daily activities as reflected by the persistence of the training effects. The improvements were shown in WMFT activities and reach-to-grasp actions. Moreover, individuals improved their grip strength and perceived that they improved the hand function and social participation. It is plausible that If our participants acquired the self-management skills embedded in ASAP, those improvements in arm and hand function should not only persist, but they should continue to develop through spontaneous use in the home environment [33].

While the effectiveness of ASAP is currently under investigation with the ICARE trial that includes two standard therapy comparison groups, these findings show promise and warrant further investigation through a systematic staged approach [34].

Conclusions

To our knowledge, this is the first study to investigate the feasibility of ASAP delivered during the 1-4 months outpatient interval in mild to moderately impaired stroke survivors and to include an assessment of reach-to-grasp coordination using a laboratory-based functional reach-to-grasp task and cross correlation analyses. Additionally, for the first time, we demonstrate that the training effects persisted for at least 6 months. Under ASAP, WMFT tasks and reach-to-grasp actions were performed faster with higher peak transport velocity and more coordinated reach-to-grasp pattern. While the effectiveness of ASAP is inconclusive without a control group, these findings demonstrate feasibility and warrant further investigation.

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ

   Tretriluxana J, Runnarong N, Tretriluxana S, Prayoonwiwat N, Vachalathiti R, Winstein C., Feasibility investigation of the Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP): insights into reach-to-grasp coordination of individuals with post-acute stroke. Topics in Stroke Rehabilitation (In press).

2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (การพัฒนาการเรียนการสอน)
   บรรจุหัวข้อการฝึกแขนและมือของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองด้วยหลักการการ Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) ไว้ในวิชากายภาพบำบัดทางระบบประสาท หลักสูตรวิทยาศาตร์บัณฑิต (กายภาพบำบัด) ตั้งแต่ปีการศึกษา 2553

3. การเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ
   1) Tretriluxana J, Runnarong N.,Tretriluxana S., Prayoonwiwat N., Vachalathiti R., Winstein C., A proof-of-principle and feasibility investigation of the Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) for upper extremity recovery in Thai Individuals with post-acute stroke: a case report" Presented at the National Physical Therapy Conference: Accessibility to Quality Physical Therapy in April 2010.

   2) บรรยายพิเศษเรื่อง "Accelerated Skill Acquisition Program (ASAP) for upper extremity recovery after stroke" ณ. การประชุมวิชาการเรื่อง ฝึกแขนและ

มือผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองอย่างไรให้ใช้งานได้ โครงการบริการกายภาพบำบัดในชุมชน วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2554

เอกสารอ้างอิง

1. Ward, N.S. and L.G. Cohen, *Mechanisms underlying recovery of motor function after stroke.* Arch Neurol, 2004. **61**(12): p. 1844-8.
2. Dobkin, B.H., *Strategies for stroke rehabilitation.* Lancet Neurol, 2004. **3**(9): p. 528-36.
3. พวงวรินทร์, น., การป้องกันโรคหลอดเลือดสมองในประเทศไทย (บทบรรณาธิการ). สารศิริราช 2541. **50**: p. 1110-14.
4. AmericanStrokeAssociation. *Impact of stroke*. June 2008 [cited; Available from: http://www.strokeassociation.org.
5. Lawrence, E.S., et al., *Estimates of the prevalence of acute stroke impairments and disability in a multiethnic population.* Stroke, 2001. **32**(6): p. 1279-84.
6. Gowland, C., et al., *Agonist and antagonist activity during voluntary upper-limb movement in patients with stroke.* Phys Ther, 1992. **72**(9): p. 624-33.
7. Teasell, R.W. and L. Kalra, *What's new in stroke rehabilitation.* Stroke, 2004. **35**(2): p. 383-5.
8. Turton, A. and V. Pomeroy, *When should upper limb function be trained after stroke? Evidence for and against early intervention.* NeuroRehabilitation, 2002. **17**(3): p. 215-24.
9. Paolucci, S., et al., *Early versus delayed inpatient stroke rehabilitation: a matched comparison conducted in Italy.* Arch Phys Med Rehabil, 2000. **81**(6): p. 695-700.
10. Dobkin, B.H., *Clinical practice. Rehabilitation after stroke*. N Engl J Med, 2005. **352**(16): p. 1677-84.
11. Dromerick, A., et al., *Very Early Constraint Induced Movement therapy (VECTORS): Phase II Trial Results*, in *AHA International Stroke Meeting*. 2007: San Francisco California.
12. Fugl-Meyer, A.R., et al., *The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance.* Scand J Rehabil Med, 1975. **7**(1): p. 13-31.
13. Borson, S., et al., *The mini-cog: a cognitive 'vital signs' measure for dementia screening in multi-lingual elderly.* Int J Geriatr Psychiatry, 2000. **15**(11): p. 1021-7.
14. Fritz, S.L., et al., *Active finger extension predicts outcomes after constraint-induced movement therapy for individuals with hemiparesis after stroke.* Stroke, 2005. **36**(6): p. 1172-7.
15. Tretriluxana, J., J. Gordon, and C.J. Winstein, *Manual asymmetries in grasp pre-shaping and transport-grasp coordination.* Exp Brain Res, 2008. **188**(2): p. 305-15.

16. Tretriluxana, J., et al., *Hemisphere specific impairments in reach-to-grasp control after stroke: effects of object size.* Neurorehabil Neural Repair, 2009. **23**(7): p. 679-91.
17. Winter, D.A., *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. 2004, New York: John Wiley & Sons.
18. Morris, D.M., et al., *The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke.* Arch Phys Med Rehabil, 2001. **82**(6): p. 750-5.
19. Wolf, S.L., et al., *Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke.* Stroke, 2001. **32**(7): p. 1635-9.
20. Wolf, S.L., et al., *The EXCITE trial: attributes of the Wolf Motor Function Test in patients with subacute stroke.* Neurorehabil Neural Repair, 2005. **19**(3): p. 194-205.
21. Whitall, J., et al., *Psychometric properties of a modified Wolf Motor Function test for people with mild and moderate upper-extremity hemiparesis.* Arch Phys Med Rehabil, 2006. **87**(5): p. 656-60.
22. Wolf, S.L., et al., *Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial.* Jama, 2006. **296**(17): p. 2095-104.
23. Duncan, P.W., et al., *Evaluation of proxy responses to the Stroke Impact Scale.* Stroke, 2002. **33**(11): p. 2593-9.
24. Duncan, P.W., et al., *The stroke impact scale version 2.0. Evaluation of reliability, validity, and sensitivity to change.* Stroke, 1999. **30**(10): p. 2131-40.
25. Lai, S.M., et al., *Persisting consequences of stroke measured by the Stroke Impact Scale.* Stroke, 2002. **33**(7): p. 1840-4.
26. Duncan, P.W., et al., *Stroke Impact Scale-16: A brief assessment of physical function.* Neurology, 2003. **60**(2): p. 291-6.
27. Winstein, C.J. and S.L. Wolf, *Task-oriented training to promote upper extremity*, in *Recovery stroke recovery and rehabilitation*, Stein, et al., Editors. 2009, Demos medical publishing.
28. Wolf, S.L. and C.J. Winstein, *Intensive physical therapeutic approaches to stroke recovery* in *Brain Repair After Stroke*, Cramer and Nudo., Editors. 2010, Cambridge University Press: Cambridge. p. 219-232.
29. Lum, P.S., et al., *Gains in upper extremity function after stroke via recovery or compensation: Potential differential effects on amount of real-world limb use.* Top Stroke Rehabil, 2009. **16**(4): p. 237-53.
30. Desmurget, M., et al., *From eye to hand: planning goal-directed movements.* Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 1998. **22**(6): p. 761-88.
31. Jeannerod, M., *The timing of natural prehension movement.* J Mot Behav, 1984. **16**: p. 235-254.

32. Marteniuk, et al., *Functional relationships between grasp and transport components in a prehension task.* Hum Mov Sci, 1990. **9**(2): p. 149-176.

33. Schweighofer, N., et al., *A functional threshold for long-term use of hand and arm function can be determined: predictions from a computational model and supporting data from the Extremity Constraint-Induced Therapy Evaluation (EXCITE) Trial.* Phys Ther, 2009. **89**(12): p. 1327-36.

34. Dobkin, B.H., *Progressive Staging of Pilot Studies to Improve Phase III Trials for Motor Interventions.* Neurorehabil Neural Repair, 2009. **23**(3): p. 197-206.