

การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่องแบบ-ลินซ์แมป (Balance map) ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมอง

มณฑลชา ม่วงเงิน วท.ม., ธิดารัตน์ นวลสง วท.บ., ประเสริฐ อินตา วท.บ., ยอดข้าว ศรีสถา วท.บ., พลอยพิญ จารุวพ วท.บ.
สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

Abstracts: Comparison the Outcomes of Balance Performance between Conventional Balance Training and Balance Map Training in Chronic Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial

Muangngoen M, Nualyong T, Inta P, Sresatan Y, Jarruwale P
Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute, Mueang Nonthaburi, Nonthaburi, 11000
(E-mail: thicha_ko@hotmail.com)

Background: Many conventional treatments for improving balance such as neurodevelopment treatment (NDT) and sensory stimulation make patients shift their weight to the affected side. Moreover balance training systems such as the high technology would help training balance in stroke patients. However, limitation remains due. To eliminate the limitation, we interested in a new tool (Balance Map) that provided training balance improvement, more availability and less cost than high technology. The balance map was designed to provide visual feedback and task - specific training. **Objective:** To compare the outcomes of balance performance between conventional balance training and balance map training in chronic stroke patients **Method:** Thirty chronic hemiparetic stroke patients were participated in the research, randomized into two groups, the control group (n=15) and experimental group (n=15). The experimental group was treated using Balance Map training in 10 minutes. The control group was treated with conventional balance training in 10 minutes. Both groups participated in a standard rehabilitation program (passive and strengthening exercise, mobility and gait training) for 50 minutes a day, 2-3 day per week for 12 sessions. Data were collected before training, 6 visits and 12 visits after completing the training program using the Functional Reach test (FRT), Balance map score (BMS) and Berg Balance Scale (BBS). The data were analyzed using independent sample T-test and Two-way repeated measure ANOVA. **Results:** The results showed a significant between groups at 6 visits and 12 visits in Berg Balance Scale (BBS) ($p < 0.001$), Functional Reach test (FRT) at 6 visits and 12 visits ($p = 0.041$, $p < 0.001$) and Balance map score (BMS) at 6 visits and 12 visits in anterior direction ($p = 0.001$, $p < 0.001$), posterior ($p < 0.001$, $p < 0.001$), anterior-affected side ($p < 0.001$, $p < 0.001$), and posterior-affected side ($p < 0.001$, $p < 0.001$) except in affected side direction showed a significant at 12 visits ($p < 0.001$) **Conclusions:** Visual feedback and specific tasks training was affective on improving balance control in stroke participants with balance impairment. Significant improvements in all participants were observed, indicating that Balance Map training would influence functional balance score, static and dynamic balance in chronic stroke patients.

Keywords: Balance, Visual feedback, Stroke, Task-specific

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง : เทคนิคในการฝึกเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวในรูปแบบดั้งเดิมมีหลากหลาย เช่น Neurodevelopment Treatment (NDT) และการกระตุ้นการรับรู้ความรู้สึก สามารถทำให้ผู้ป่วยถ่ายน้ำหนักไปด้านอ่อนแรงได้ดีขึ้น นอกจากนี้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการฝึกการทรงตัวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีที่ทันสมัยมีข้อจำกัดเรื่องราคาสูง คณะผู้ศึกษาจึงได้คิดประดิษฐ์เครื่อง Balance map เพื่อเป็นอุปกรณ์การฝึกการทรงตัวด้วยวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก โดยใช้สัญญาณป้อนกลับทางการมองเห็นด้วยสายตาที่ใช้หลักการการฝึกที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง (task - specific training) เพื่อนำมาใช้ฝึกการทรงตัว

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกการทรงตัวในทำขึ้นโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่อง Balance map ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมอง **วิธีการ :** ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีคุณสมบัติตรง

ตามเกณฑ์การคัดเลือกและมีความยินยอมเข้าร่วมศึกษา จำนวน 30 ราย ได้รับการสุ่มด้วยวิธีการจับสลากเพื่อแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยวิธีดั้งเดิม 15 ราย และกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยเครื่อง Balance map 15 ราย และแต่ละกลุ่มจะได้รับการฝึกกายภาพบำบัดร่วมกับการฝึกการทรงตัว 10 นาที จำนวน 12 ครั้ง โดยจะได้รับการประเมินผลก่อนฝึก หลังฝึกครั้งที่ 6 และ 12 โดยใช้ค่าเฉลี่ยของ Functional Reach test (FRT), Balance map score (BMS) และค่าคะแนนของ Berg Balance Scale (BBS) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้ Independent sample T-test และ Two-way repeated measure ANOVA **ผล :** ผลการศึกษาระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยเครื่อง Balance map เปรียบเทียบกับกลุ่มการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิม พบความแตกต่างของคะแนน BBS หลังฝึกครบ 6 ครั้ง และ หลังฝึกครบ 12 ครั้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.001$ และ

$p < 0.001$ ตามลำดับ ส่วนคะแนน FRT หลังฝึกครบ 6 ครั้ง และ หลังฝึกครบ 12 ครั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = 0.041$ และ $p < 0.001$ ตามลำดับ ค่าความแตกต่างของคะแนนของ Balance map score หลังฝึกครบ 6 ครั้ง และ หลังฝึกครบ 12 ครั้ง ในทิศทางด้านหน้า $p = 0.001$ และ $p < 0.001$ ด้านหลัง $p < 0.001$ และ $p < 0.001$ ด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหน้า $p < 0.001$ และ $p < 0.001$ และด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหลัง $p < 0.001$ และ $p < 0.001$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในด้านอ่อนแรง พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p = 0.001$ หลังฝึกครบ 12 ครั้งเท่านั้น **สรุป** : การฝึกเครื่อง Balance Map โดยใช้ หลักการ การป้องกันกลับทางการมองเห็นด้วยสายตา ร่วมกับหลักการการฝึกที่มี เป้าหมายเฉพาะเจาะจง (task-specific) ช่วยส่งเสริมการทรงตัวที่ยืนทั้งใน ขณะอยู่กับที่และขณะเคลื่อนไหวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง

คำสำคัญ : การทรงตัว การป้องกันกลับทางการมองเห็นด้วยสายตา โรคหลอดเลือดสมอง เป้าหมายเฉพาะเจาะจง

บทนำ

โรคหลอดเลือดสมอง เป็นโรคสำคัญและพบได้มากในกลุ่มโรคทางระบบประสาท ที่ทำให้ผู้ป่วยต้องเข้ารับการรักษาและฟื้นฟูสภาพในสถานพยาบาล และเป็นโรคที่ทำให้เกิดความพิการหรือเสียชีวิตมากเป็นอันดับต้นๆ โรคหนึ่ง ซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น มีสาเหตุจากมีการอุดตันของทางเดินของหลอดเลือดซึ่งมักเกิดในผู้ป่วยช่วงอายุ 65 ปีขึ้นไป และมีสาเหตุเนื่องจากการมีเลือดออกในโพรงศีรษะ ซึ่งมักเกิดในกลุ่มอายุ 40-60 ปี เป็นต้น¹ ผู้ป่วยจะมีความยากลำบากในการควบคุมการเคลื่อนไหวต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะเกิดจากหลากหลายสาเหตุ เช่น มีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ มีความผิดปกติในความตึงตัวของกล้ามเนื้อ การรับรู้ที่ลดลง รวมทั้งความผิดปกติในการทรงตัว เป็นต้น²

การสูญเสียการทรงตัวอาจเกิดจากความผิดปกติของระบบประสาทสั่งการ ความผิดปกติของระบบประสาทรับรู้สภาพของสมองเล็กหรือระบบเวสติบูลาร์ (Vestibular) ความผิดปกติในการทรงตัวนี้ จะมีผลต่อการยืน การเดิน และการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย ทำให้เสี่ยงต่อการล้ม³ โดยในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจะมีความผิดปกติของการทรงตัวเกิดขึ้น เนื่องจากจะเกิดการสูญเสียความสามารถในการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวและขา และการสูญเสียการรับรู้ที่รู้สึก ซึ่งจะ ทำให้ผู้ป่วยขณะยืนลงน้ำหนักที่ขาทั้งสองข้างไม่เท่ากัน จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจะเอียงไปข้างข้างปกติ ความมั่นคงจะลดลงและการเซเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ทำกิจกรรม รวมถึงมีความผิดปกติของการปรับตัวขณะทรงตัวเมื่อได้รับแรงกระทำจากภายนอก นอกจากนี้ยังรวมถึงการปรับการทรงตัวโดยอัตโนมัติ⁴

ในการยืนปกติจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายอาจเปลี่ยนไปทางใดก็ได้ เช่น ไปข้างหน้า ไปข้างหลัง ไปด้านข้าง หรือในแนวเฉียง ไม่ว่าจะเป็นการยืนอยู่บนพื้นลักษณะใดก็ตามจะมีขอบเขตหรือระยะทางที่จำกัด โดยที่ร่างกายสามารถเปลี่ยนตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงไปในทิศทางต่างๆ ได้โดยไม่มีสูญเสียการทรงตัว หรือไม่มีการขยับเท้าเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งของฐานรองรับขอบเขตที่จำกัดนี้เรียกว่า เขตจำกัดความมั่นคง เมื่อจุดศูนย์ถ่วงถูกรบกวนร่างกายจะพยายามทรงตัวเพื่อรักษาให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานรองรับ ซึ่งจะมีการตอบสนองโดยการปรับท่าทางโดยอัตโนมัติอย่างมีแบบแผน ทั้งในแนวหน้า-หลัง และด้านข้าง⁵⁻⁶

การฝึกการทรงตัวในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกมีหลากหลายวิธี เช่น Bobath's technique (Neurodevelopmental treatment), Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)⁷, การฝึกยืนหน้ากระจก การเอื้อมและมือนักกายภาพบำบัด การโยนบอล เป็นต้น และปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องฝึกและวัดความสามารถในการทรงตัวที่หลากหลาย เช่น การใช้เครื่อง Computerized balance training ซึ่งจากการศึกษาของ Sihvonon

พบว่า สามารถช่วยเพิ่มความสามารถทรงตัวในกิจกรรมประจำวันของผู้สูงอายุ ภายหลังการฝึก 4 สัปดาห์ โดยการฝึกด้วยเครื่องดังกล่าวจะมีสัญญาณป้องกันกลับทางการมองเห็นด้วยสายตา แต่มีหลักการเพื่อช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของระบบประสาทในการควบคุม ปรับเปลี่ยนการทรงตัวทั้งขณะเคลื่อนไหวได้⁸ และจากการศึกษาของ Chen⁹ พบว่า การฝึกการทรงตัวโดยเครื่องที่มีสัญญาณป้องกันกลับทางการมองเห็นด้วยสายตา จะช่วยเพิ่มความสามารถของการทรงตัวในขณะที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย ภายหลังการฝึก 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เครื่องมือดังกล่าวมีราคาสูง และสามารถฝึกได้ครั้งละหนึ่งคน คณะผู้ศึกษาจึงได้คิดค้นอุปกรณ์การฝึกการทรงตัวด้วยวัสดุที่หาง่ายราคาถูกโดยใช้หลักการป้องกันกลับทางการมองเห็นด้วยสายตาขึ้นมาเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการฝึกจากวิธีการดั้งเดิม เช่น การเอื้อมและมือนักกายภาพบำบัดหรือการโยนบอลที่อาจจะซ้ำซากและไม่สามารถบอกความก้าวหน้าในการฝึกได้ชัดเจน อีกทั้งในหน่วยงานกายภาพบำบัดสถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูฯ ยังไม่มีเครื่องฝึกการทรงตัวในทำนองที่มีลักษณะใกล้เคียงกับที่กล่าวข้างต้น

ทางคณะผู้ศึกษาจึงได้คิดค้นเครื่อง Balance map ซึ่งเป็นอุปกรณ์การฝึกการทรงตัวด้วยวัสดุที่หาง่ายราคาถูกและได้นำมาใช้ฝึกในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก จากการฝึกที่ผ่านมามีผู้ป่วยที่เครื่องมือดังกล่าวให้ผลการฝึกการทรงตัวที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลก่อนและหลังการฝึกในทันที¹⁰ แต่ยังไม่มีการศึกษาผลการฝึกการทรงตัวด้วยเครื่อง Balance map อย่างต่อเนื่องในระยะยาวและเปรียบเทียบกับวิธีการฝึกแบบดั้งเดิมอย่างชัดเจน ทางคณะผู้ศึกษาจึงต้องการทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่อง Balance map ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมอง

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบ Randomized controlled trial เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่องแบบ-ลันซ์แม็ป Balance map ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองโดยผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของสถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูฯ โดยศึกษาในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองกลุ่มละ 15 ราย รวมจำนวน 30 ราย โดยคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษานำร่อง การคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษานำร่อง ตามสูตรด้านล่าง²⁰ (อ้างอิงจาก Foundations of clinical research: Applications to practice;2000.p427-32, 710-714)

สูตรคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

$$n = \frac{n_{.05} + 1}{400f^2}$$

$$400f^2$$

$$\alpha = 0.05 \text{ power of test} = 0.80 \text{ } df_b = 2$$

400 = ค่าคงที่ในสูตรคำนวณ

และ effect size ($f = \sqrt{ss_b / ss_e}$) = 0.53 (คำนวณได้จากศึกษานำร่อง)

$$n_{.05} = 1571 \quad f = 0.53$$

นำมาแทนค่าสูตร

$$n = \frac{1571 + 1}{400(0.53)^2}$$

$$= 15$$

จากการคำนวณได้กลุ่มตัวอย่าง 15 รายต่อกลุ่ม เกณฑ์การคัดเข้า ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดสมอง ตามคำจำกัดความของ WHO เป็นอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองเป็นครั้งแรก ระยะเวลาหลังจากเริ่มเป็นโรคมามากกว่า 6 เดือน มีอายุมากกว่า 40 ปีและน้อยกว่า 80 ปี มีระดับความเกร็งของกล้ามเนื้อตาม Modified Ashworth Scale ≤ 2 ไม่มีภาวะอ่อนแรงหรือการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติจากโรคทางระบบประสาทโรคอื่น เช่น Parkinson's disease มีความสามารถในการทรงตัวมากกว่าระดับ Fair (Functional balance grades: Static standing balance (O'Sullivan & Schmitz,1994) \geq Fair) โดยสามารถยืนทรงตัวได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริม เช่น AFO และไม่เป็นผู้ที่ได้รับการฝึกทำกิจกรรมในทำนุจากหน่วยงานอื่น เช่น ฝึกทำกิจกรรมในทำนุหรือใช้ balance trainer เกณฑ์การคัดออก มีภาวะ cognitive impairment โดยประเมินจาก Thai-mental status exam (TMSE) ≤ 23 พบภาวะละเอียดร่างกายข้างอ่อนแรง ไม่สามารถเข้าร่วมการฝึกได้อย่างต่อเนื่องครบ 12 ครั้ง (2-3 ครั้งต่อสัปดาห์) และมีปัญหาที่เป็นข้อจำกัดต่อการยืน เช่น มีอาการปวดข้อหรือข้ออักเสบบริเวณขาทำให้ไม่สามารถลงน้ำหนักได้

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

ผู้ป่วยที่มารับบริการกายภาพบำบัดในช่วงเดือนสิงหาคม 2556 - ช่วงเดือนสิงหาคม 2558 เป็นผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเข้าและมีความยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้เข้าร่วมศึกษาได้รับการสุ่มโดยวิธีจับสลากเพื่อแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 ราย โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้จากการคำนวณจากการศึกษานำร่อง ทั้งสองกลุ่มจะได้รับโปรแกรมการฝึกกายภาพบำบัดพื้นฐาน วันละ 50 นาที โดยผู้เข้าร่วมศึกษาจะได้รับการบำบัดโดยวิธีบริหารขยับข้อต่อเพื่อป้องกันข้อยึดติด การบริหารเพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ การฝึกการทรงตัวในท่าหนึ่ง และฝึกเดินตามความเหมาะสม นอกจากนั้นผู้ป่วยจะได้รับการฝึกการทรงตัวในทำนุ 10 นาที โดย

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ได้รับการฝึกการทรงตัวในทำนุโดยวิธีดั้งเดิม โดยนักกายภาพบำบัดเป็นเวลา 10 นาที

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง ได้รับการฝึกการทรงตัวในทำนุโดยใช้ Balance map โดยนักกายภาพบำบัดเป็นเวลา 10 นาที โดยฝึกการทรงตัวในทำนุในทิศทางด้านหน้า-หลังและทิศทางด้านซ้าย-ขวา ทิศทางด้านหน้าเฉียงทางด้านซ้าย-ขวา และทิศทางด้านหลังเฉียงทางด้านซ้าย-ขวา (มุมเฉียง = มุม 45 องศา) (รูปภาพที่ 1) ฝึกจำนวน 12 ครั้ง (ถ้าฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ จะฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ และถ้าฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ จะฝึกทั้งหมด 4 สัปดาห์) โดยนักกายภาพบำบัดคนเดียวกันในแต่ละกลุ่ม

และได้รับการประเมินผลก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 12 โดยประเมินค่าเฉลี่ยของ Functional Reach test, Balance map score และค่าคะแนนของ Berg Balance Scale โดยนักกายภาพบำบัดผู้ที่ประเมินที่ได้รับการปกปิดข้อมูลของกลุ่มผู้เข้าร่วมการศึกษา

ผลลัพธ์หลักของการศึกษา

Berg Balance Scale (BBS): เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินการทรงตัวขั้นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน สำหรับผู้สูงอายุและผู้มีความผิดปกติทางระบบประสาท ลักษณะการทดสอบเป็นการให้ทำกิจกรรมทั้งสิ้น 14 กิจกรรม เช่น ลูกจากนั่งขึ้นยืน ยืนนิ่งเอื้อมหยิบของ และการก้าวเดิน ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะมีการให้คะแนน 5 ระดับ ตั้งแต่ 0-4 คะแนน ดังนั้นคะแนนเต็มรวมทุกกิจกรรมจะเท่ากับ 56 คะแนน คะแนนมากแสดงถึงความสามารถในการทรงตัวที่ดี

ผลลัพธ์รองของการศึกษา

Balance Map score เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถในการถ่วงน้ำหนักไปในทิศทางต่างๆ ขณะยืนทรงตัว ดังนี้ ทิศทางด้านหน้า, ทิศทางด้านหลัง ด้านอ่อนแรง ทิศทางด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหน้า และทิศทางด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหลัง คิดคะแนนโดยจะทดสอบ 2 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบก่อน-หลังฝึกในแต่ละทิศทาง โดยคะแนนหลังการฝึกที่มากขึ้นแสดงถึงการถ่วงน้ำหนักได้ดีขึ้น

องค์ประกอบของอุปกรณ์ Balance Map (ภาพที่ 1)

1. ส่วนเข็มขัด

ใช้ไม้อัด 3 ชั้นติดกาวและนำเข็มขัดขนาดยาวมายึดติดกับโดยการใช้อะลูมิเนียมเจาะรูยึดกับไม้อัด ใช้สว่านเจาะรูเสาเสียบอากาศ 3 อัน เสียบเข้ากับไม้อัด



2. ส่วนรูปร่างกลม

ออกแบบรูปร่างกลมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีรัศมีแต่ละช่องเท่ากับ 1 เซนติเมตรขนาดเท่ากันทุกช่อง โดยแต่ละช่องวงกลมมีสีสลับกันปริ้นท์ใส่กระดาษสีขา แล้วนำมาวางบนไม้กระดานแบบบางท่อนด้วยพลาสติกใส



3. ส่วนพื้นสำหรับยืนและที่กั้นเท้า

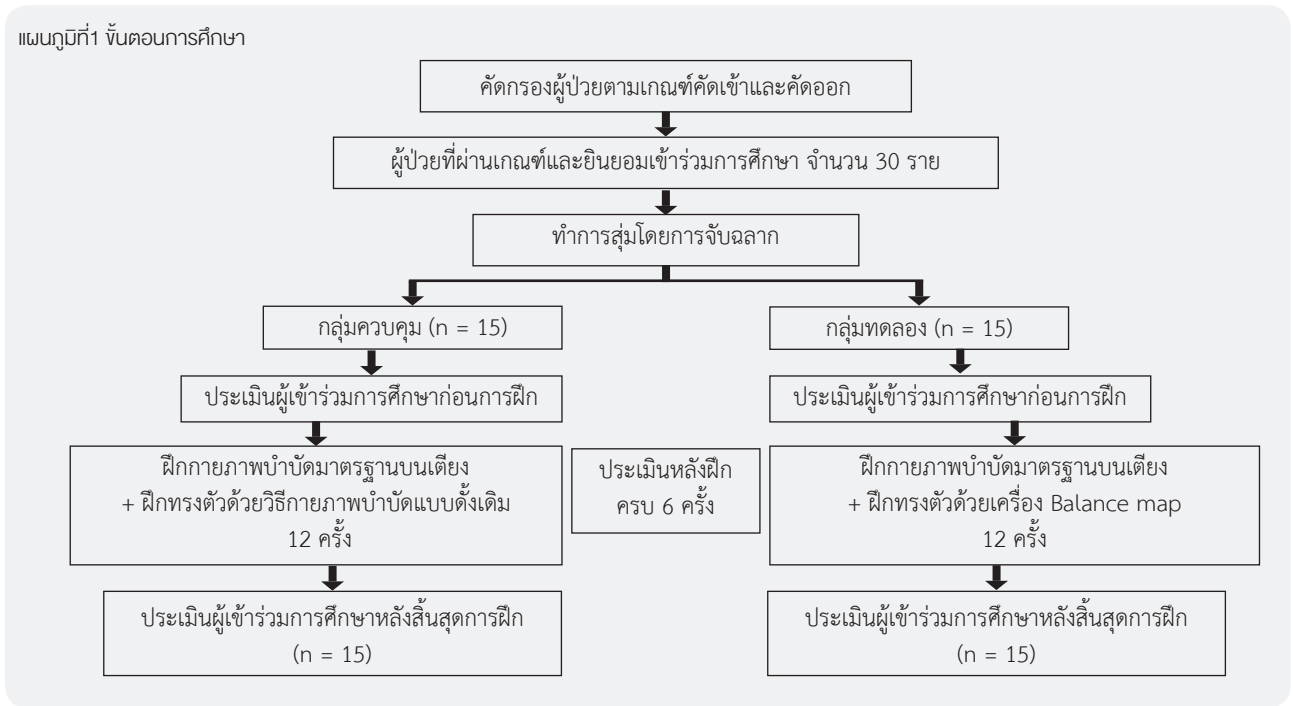
เท้า



Functional Reach test (FR test): เป็นการทดสอบความสามารถในการทรงตัวเมื่อพยายามเคลื่อนจุดศูนย์กลางมวลออกจากฐานรองรับไปให้ไกลที่สุดขณะฐานรองรับอยู่นิ่ง โดยให้ผู้ถูกทดสอบยืนตรงหันด้านข้างชิดผนัง เท้าห่างกันประมาณช่วงไหล่ ยกแขนข้างที่อยู่ชิดผนังขึ้นระดับไหล่ (Shoulder flex 90 องศา) แขนเหยียดตรง กำมือ ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายตรงตำแหน่งของปลายกำปั้นที่ผนัง ให้ผู้ถูกทดสอบเอื้อมแขนไปข้างหน้ามากที่สุดเท่าที่ทำได้โดยไม่เสียการทรงตัวและไม่ขยับเท้า ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายตรงตำแหน่งของปลายกำปั้นที่ผนัง แล้ววัดระยะต่างของตำแหน่งของมือ (กำปั้น) ที่เคลื่อนไป ทดสอบ 2 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้มากแสดงถึงการถ่วงน้ำหนักได้ไกลขึ้น

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย และ Pearson Chi-square เปรียบเทียบข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลผลลัพธ์ค่าเริ่มต้นชนิดต่อเนื่อง โดยใช้สถิติ independent sample T-test ทดสอบการกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnovz เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Functional Reach test (FR test), Balance map score และค่าคะแนนของ Berg Balance Scale (BBS) ระหว่างก่อนและหลังการฝึกในครั้งที่ 6 และครั้งที่ 12 ของทั้งสองกลุ่ม โดยใช้สถิติ Two-way Repeated measure ANOVA และใช้ Bonferroni post hoc

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา



ผล

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาวะโรคพื้นฐานของผู้ป่วย

ข้อมูลพื้นฐาน	กลุ่มควบคุม (n = 15)	กลุ่มทดลอง (n = 15)	P-value ^a
เพศ			
ชาย/หญิง	10/5	8/7	0.456
ผลการวินิจฉัย			
เส้นเลือดตีบ/เส้นเลือดแตก	9/6	9/6	1.000
ซีกที่อ่อนแรง			
ซ้าย/ขวา	6/9	4/11	0.439
อายุ (ปี) (Mean ± S.D.)	61.60±6.68	58.93±8.13	0.335
ระยะเวลาที่มีอาการ (เดือน) (Mean ± S.D.)	17.60±9.07	17.73±9.48	0.969
Berg balance scale (Mean ± S.D.)	44.87±12.32	41.60±6.44	0.371
Function reach test (Mean ± S.D.)	15.88±5.42	12.82±3.92	0.088
Balance map score (Mean ± S.D.)			
ด้านหน้า	6.18±2.24	6.60±2.58	0.641
ด้านหลัง	4.37±2.06	3.47±1.94	0.228
ด้านอ่อนแรง	11.63±6.40	8.27±3.55	0.086
ด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหน้า	6.87±2.15	6.42±3.12	0.654
ด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหลัง	6.18±3.09	4.49±1.93	0.840

a: Pearson Chi-square สำหรับข้อมูลแบบกลุ่ม, Independent sample T - test สำหรับข้อมูลแบบต่อเนื่อง

*: มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05

จากตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน อายุ ระยะการดำเนินโรค ข้อมูลผลลัพธ์ค่าเริ่มต้นของ Berg balance scale, Function reach test และ Balance map score ในระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่ม Balance Map ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงความแตกต่างของค่า Berg balance scale (BBS) ระหว่างกลุ่มการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่อง balance map

BBS (Mean±SD)	ก่อนฝึก	หลังฝึกครบ 6 ครั้ง	หลังฝึกครบ 12 ครั้ง	P-value ^b
กลุ่มควบคุม (n = 15)	44.87±12.32	47.00±12.08	48.66±11.91	0.000 [†]
กลุ่มทดลอง (n = 15)	41.60±6.45	46.93±4.76*	49.10±8.72**	

b: Two-way Repeated measure ANOVA

† มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในการประเมินก่อนและหลังฝึก 6 ครั้ง

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในการประเมินก่อนและหลังฝึก 12 ครั้ง

จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบคะแนน Berg balance scale ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.000) โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนน Berg balance scale ก่อนฝึกและหลังฝึกครบ 6 ครั้ง ก่อนฝึกและหลังฝึกครบ 12 ครั้ง p = 0.000, และ p = 0.000 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความแตกต่างของค่า Functions reach test (FRT) ระหว่างกลุ่มการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่อง balance map

FRT (Mean±SD)	ก่อนฝึก	หลังฝึกครบ 6 ครั้ง	หลังฝึกครบ 12 ครั้ง	P-value ^b
กลุ่มควบคุม (n = 15)	15.88±5.42	17.05±7.86	17.15±5.08	0.006 [†]
กลุ่มทดลอง (n = 15)	12.82±3.92	16.15±4.90*	18.22±5.59**	

b: Two-way Repeated measure ANOVA

† มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในการประเมินก่อนและหลังฝึก 6 ครั้ง

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในการประเมินก่อนและหลังฝึก 12 ครั้ง

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบคะแนน Functional reach test ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.006) โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนน Functional reach test ก่อนฝึกและหลังฝึกครบ 6 ครั้ง และก่อนฝึกและหลังฝึกครบ 12 ครั้ง p = 0.041 และ p = 0.000 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ความแตกต่างของค่า Balance map scores ระหว่างกลุ่มการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่อง balance map

Balance map score (Mean±SD)		ก่อนฝึก	หลังฝึกครบ 6 ครั้ง	หลังฝึกครบ 12 ครั้ง	P-value ^b
ด้านหน้า	กลุ่มควบคุม (n = 15)	6.18±2.24	6.73±2.35	7.83±1.99	0.000 [†]
	กลุ่มทดลอง (n = 15)	6.60±2.58	9.65±3.55*	11.47±3.09**	
ด้านหลัง	กลุ่มควบคุม (n = 15)	4.37±2.06	5.30±1.91	5.50±1.70	0.000 [†]
	กลุ่มทดลอง (n = 15)	3.47±1.94	6.80±2.38*	8.88±3.23**	
ด้านอ่อนแรง	กลุ่มควบคุม (n = 15)	11.63±6.40	10.35±4.78	11.65±3.90	0.000 [†]
	กลุ่มทดลอง (n = 15)	8.27±3.55	12.48±2.72	14.93±3.18**	

ตารางที่ 4 ความแตกต่างของค่า Balance map scores ระหว่างกลุ่มการฝึกการทรงตัวโดยวิธีดั้งเดิมและการฝึกโดยเครื่อง balance map (ต่อ)

Balance map score (Mean±SD)		ก่อนฝึก	หลังฝึกครบ 6 ครั้ง	หลังฝึกครบ 12 ครั้ง	P-value ^b
ด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหน้า	กลุ่มควบคุม (n = 15)	6.87±2.15	7.43±2.92	8.35±2.65	0.000 [†]
	กลุ่มทดลอง (n = 15)	6.42±3.12	9.70±3.70*	12.45±3.27**	
ด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหลัง	กลุ่มควบคุม (n = 15)	6.18±3.09	6.55±2.51	7.05±2.57	0.000 [†]
	กลุ่มทดลอง (n = 15)	4.50±1.93	7.60±2.59*	10.23±3.30**	

b: Two-way Repeated measure ANOVA

† มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในการประเมินก่อนและหลังฝึก 6 ครั้ง

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05 เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในการประเมินก่อนและหลังฝึก 12 ครั้ง

จากตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของ Balance map score ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.000) ในทุกทิศทาง โดยค่าเฉลี่ยคะแนนของ Balance map score ที่มากขึ้นแสดงถึงการถ่ายน้ำหนักได้ดีขึ้นในทิศทางต่างๆ พบความแตกต่างของคะแนนของ Balance map score ก่อนและหลังฝึก 6 ครั้ง ในทิศทางด้านหน้า ทิศทางด้านหลัง ทิศทางด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหน้าและทิศทางด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p = 0.001, p = 0.000, p = 0.000 และ p = 0.000 ตามลำดับ ส่วนในทิศทางด้านอ่อนแรงไม่พบความแตกต่าง ในส่วนก่อนและหลังฝึก 12 ครั้ง พบความแตกต่างของคะแนนของ Balance map score ในทุกทิศทางทั้งด้านหน้า ด้านหลัง ด้านอ่อนแรง ด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหน้าและด้านอ่อนแรงเฉียงทางด้านหลัง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p = 0.000, 0.000, 0.001, 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ

วิจารณ์

จากผลการศึกษา พบว่าการฝึกโดยเครื่อง Balance map ช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้มากกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกโดยวิธีดั้งเดิม จากค่า Berg balance scale ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่ม Balance map ทั้งระยะหลังฝึก 6 ครั้ง และหลังฝึก 12 ครั้ง ซึ่ง Berg balance scale ประเมินทั้งการทรงตัวแบบอยู่กับที่ และแบบเคลื่อนไหวร่างกาย สอดคล้องกับการเสนอแนะของ Shumway Cook¹² ว่าหลักการการป้องกันล้มด้วยการมองเห็นด้วยสายตา ขณะยืนจะลดความไม่สมดุลของการทรงตัว และจะมีประสิทธิภาพต่อการฝึกการทรงตัวมากกว่าข้อมูลทางหูและการสัมผัส รวมทั้ง Winstein¹³ รายงานว่าโปรแกรมการฟื้นฟูผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองโดยใช้แผ่นรับแรงกดเท้าช่วยส่งเสริมความสมมาตรขณะยืนทรงตัว นอกจากนี้การป้องกันล้มด้วยการมองเห็นด้วยสายตา จะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของระบบประสาทในการควบคุมปรับเปลี่ยนการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Chen⁹ ซึ่งพบว่า การฝึกการทรงตัวโดยเครื่องที่มีสัญญาณป้องกันล้มด้วยการมองเห็นด้วยสายตา จะช่วยเพิ่มความสามารถของการทรงตัวในขณะที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกายภายหลังการฝึก 6 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในส่วนของ Functional Reach test (FR test) เป็นการประเมินการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวร่างกายเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งระยะหลังฝึก 6 ครั้งและหลังฝึก 12 ครั้ง แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยเครื่อง Balance map ช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวขณะ

ถ่ายน้ำหนักไปทางด้านหน้า ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Bayouk¹⁴ พบว่า มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการแกว่งในทิศทางด้านหน้าและด้านหลัง (A/P sway) ในการฝึกการทรงตัว บนพื้นผิวที่แตกต่างกัน ทั้งในภาวะหลับตาและลืมตา ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง แสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองสามารถเลือกข้อมูลการรับรู้ในการทรงตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย Sensory input ที่ใช้ในการทรงตัวอาจมาจากระบบ Visual และ Vestibular อีกทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยเครื่อง Balance map ได้รับการฝึกแบบซ้ำๆ ที่มีเป้าหมายชัดเจน จึงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนที่มากกว่า

ในส่วนของการถ่ายน้ำหนักซึ่งวัดโดยเครื่อง Balance map เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า ค่าคะแนน Balance map เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกทิศทาง ยกเว้น ในทิศทางด้านอ่อนแรงในช่วงหลังฝึก 6 ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของชุดิมมา⁴ พบว่าผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจะมีแนวโน้มลงน้ำหนักไปทางด้านที่แข็งแรงมากกว่าด้านอ่อนแรง ซึ่งสัมพันธ์กับรายงานของผลการศึกษานี้ ที่พบว่าผู้ป่วยถ่ายน้ำหนักได้ยากลำบากในทิศทางดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามคะแนนการเปลี่ยนแปลงในทิศทางต่างๆ ที่มากขึ้นแสดงให้เห็นว่าการใช้หลักการการป้องกันล้มด้วยการมองเห็นด้วยสายตา ในการฝึกการทรงตัว ช่วยส่งเสริมการถ่ายน้ำหนักในทิศทางด้านอ่อนแรงได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยจะเห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจนหลังฝึก 12 ครั้ง สอดคล้องกับการศึกษาของภาริส¹⁵ ศึกษาเปรียบเทียบการถ่ายน้ำหนักด้วยของโรคหลอดเลือดสมองระหว่างการฝึกแบบใช้เกมและแบบที่ไม่มีการป้องกันล้มผ่านเกม พบว่า ค่าความสามารถของการถ่ายน้ำหนักระหว่างการเล่นเกมมีแนวโน้มสูงกว่าค่าที่วัดได้ระหว่างการถ่ายน้ำหนักแบบไม่ใช้เกม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ถูกต้องตามที่ต้องการได้ดีขึ้น และยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย¹⁵ และจากการศึกษาของ Hong¹⁶ พบว่า ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง การกระตุ้นโดยใช้สายตาช่วยส่งเสริมการถ่ายน้ำหนักได้ดีกว่าการกระตุ้นโดยการสัมผัสและในกลุ่มที่ไม่ได้รับการกระตุ้น

จากการศึกษานี้ค่าความแตกต่างทางสถิติ (p < 0.05) ที่พบอาจยังไม่สามารถสรุปให้เห็นความแตกต่างทางคลินิก ได้ชัดเจน ต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาผลลัพธ์ทางคลินิกที่เปลี่ยนแปลงชัดเจนต่อไป มีรายงานการศึกษาโดย Barclay-Goddard¹⁷ รายงานว่า การฝึกให้ผู้ป่วยสามารถลงน้ำหนักที่เท้าทั้งสองข้างให้ได้ปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยให้เครื่องฝึกการทรงตัวร่วมกับการให้ข้อมูลป้องกันล้มเกี่ยวกับการลงน้ำหนักที่เท้า หลังการฝึกพบว่าผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกมีการลงน้ำหนักที่เท้าทั้งสองข้างในปริมาณที่ใกล้เคียงกันและมีท่ายืนที่ตรงเหมาะสม แต่ไม่พบการพัฒนาของความสามารถในการ

ทรงตัวด้านอื่นๆ ในขณะที่ยืนและเดิน แต่เนื่องจากความสามารถในการทรงตัวมีหลายด้านและความสามารถในการปรับการทรงตัวจะแตกต่างกันไปในแต่ละกิจกรรม¹⁸ จากการศึกษาของคณะผู้ศึกษาพบว่า การฝึกโดยเครื่อง Balance Map โดยใช้หลักการการป้อนกลับทางการมองเห็นด้วยสายตา ช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวตามการประเมินของผลลัพธ์คะแนน Berg Balance score ที่เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งการประเมิน Berg Balance score เป็นรูปแบบการประเมินการทรงตัวที่ใช้ทางคลินิก คะแนนที่มากขึ้นแสดงถึงแนวโน้มการทรงตัวที่ดีขึ้น ผลของการฝึกเป็นไปได้อย่างดีโดยใช้ Balance Map เป็นโปรแกรมการฝึกการทรงตัวโดยการถ่ายน้ำหนักร่วมกับ การฝึกที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง ซึ่งส่งเสริมการทรงตัวทั้งในขณะที่อยู่กับที่ และขณะเคลื่อนไหว จึงมีผลต่อการพัฒนาการทรงตัวในการทำกิจกรรมต่างๆ¹⁹ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้เนื่องจากทำจากวัสดุหาง่ายราคาถูก

ในการประเมินตัวแปรของการศึกษาผู้ประเมินได้รับการปกปิดข้อมูลของกลุ่มผู้เข้าร่วมการศึกษาทำให้ช่วยลดอคติในกระบวนการศึกษา

References

1. จงจินตน์ รัตนาภินันท์ชัยและคณะ. ภาวะภาพบำบัดในผู้ป่วยระบบประสาท. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2541. หน้า 107-10.
2. น้อมจิตต์ นวลเนตร. หลักการทางกายภาพบำบัด สำหรับผู้ป่วยทางระบบประสาท. พิมพ์ครั้งที่ 3. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา; 2550. หน้า 154-94.
3. กิ่งแก้ว ปาจริย. การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. กรุงเทพฯ: งานตำราวารสารและสิ่งพิมพ์ สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; 2547. หน้า 100-2.
4. ชูติมา วาณิชยากรกุลและคณะ. การเปรียบเทียบความสามารถในการทรงตัวในทำขึ้นระหว่างผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกและคนปกติ. วารสารกายภาพบำบัด 2544; 3: 1-13.
5. ทศพร พิชัยยา. Control of Posture and Balance. เอกสารประกอบการเรียนการสอน. คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2548.
6. Shumway-Cook A, Marjorie H. Woollacott. Motor control: translating research into clinical practice (Third edition). Lippincott: Williams and Wilkins; 2007:166-8.
7. Sihvonen SE, Sipil S, Era PA. Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial. Gerontology 2004; 50: 87-95.
8. สายจิตตา ลาภอนันตสิน และคณะ. ผลของการฝึกการทรงตัวด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบกลุ่มและด้วยเครื่องฝึกการทรงตัวในผู้สูงอายุไทยเพศหญิง. วารสารกายภาพบำบัด 2552;3: 112-22.
9. Chen IC, Cheng PT, Chen CL, Chen SC, Chung CY, Yeh TH. Effects of balance training on hemiplegic stroke patients. Chang Gung Med J 2002;25: 583-90.
10. ธิวรัตน์ นวลยง และคณะ. ผลการฝึกการทรงตัวในทำขึ้นโดยเครื่อง Balance Map ในผู้ป่วยหลอดเลือดสมองที่มารับบริการที่สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ (Immediate effect). บทความวิจัยงานวิชาการ งานประชุมวิชาการกระทรวงสาธารณสุข ประจำปี 2555; หน้า 222.
11. พรพิมล มาศสกุลพรรณ และคณะ. แนวทางการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (Clinical Practice Guidelines for Stroke Rehabilitation). ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1; 2550. หน้า107-10.
12. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Posture sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil 1988; 69: 395-400.
13. Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, Barto PS, Nicholson DE. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. Arch Phys Med Rehabil 1989;70: 755-62.
14. Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercise with and without altered sensory input. Int J Rehabil Res 2006;29:51-9.
15. ภาวิศ วงศ์แพทย์และคณะ. ผลการศึกษานำร่องการใช้เกมส์คอมพิวเตอร์ และเซนเซอร์วัดแรง ในการช่วยฝึกการทรงตัวแบบพลวัต ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. เวชศาสตร์ฟื้นฟู 2557;24:44-8.
16. Hong SH, Im S, Park GY. The effects of visual and haptic vertical stimulation on standing balance in stroke patients. Ann Rehabil Med 2013; 37:862-70.
17. Barclay-Goddard R, Stevenson T, Poluha W, Moffatt ME, Taback SP. Force platform feedback for standing balance training after stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2004; 4:CD004129.
18. รัมภา บุญสินสุข. การควบคุมการทรงตัว : จากพื้นฐานสู่การตรวจร่างกายและแนวทางการฟื้นฟู. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬารัตน์; 2555. หน้า 98-9.
19. Tsaklis PV, Grooten WJ, Franzen E. Effects of weight-shift training on balance control and weight distribution in chronic stroke: a pilot study. Top Stroke Rehabil 2012; 19:23-31.
20. Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research: Applications to practice. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall Health;2000.p427-32,710-14