

การศึกษานำร่องผลของความถี่ในการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อการลงน้ำหนักในขณะยืนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

พรรณิกา บุลาดี¹, สาวิตร์ วันเพ็ญ^{2*}, อลงกต เอเมะสิทธิ์²

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของความถี่ในการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อการลงน้ำหนักในขณะยืนของผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจำนวน 18 คน แบ่งเข้ากลุ่ม 4 กลุ่มด้วยวิธีจับสลาก ได้แก่ กลุ่ม 0 % feedback (4 คน) 20 % feedback (4 คน) 50 % feedback (5 คน) และ 100 % feedback (5 คน) โดยภายหลังการฝึกกายภาพบำบัดประจำวันแล้ว ผู้ป่วยทุกคนได้รับการฝึกการกระจายน้ำหนักบนเท้าในท่ายืนบนเครื่อง Balance Performance Monitor (BPM) เพิ่มขึ้น 10 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ รวมเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งในขณะฝึกยืนนี้ผู้ป่วยได้รับข้อมูลป้อนกลับจากการมองเห็นจอแสดงผล (visual feedback) การป้อนกลับจากคำสั่ง (verbal feedback) และการช่วยนำด้วยการสัมผัส (manual guidance) จากนักกายภาพบำบัด ผู้ป่วยทุกกลุ่มได้รับการประเมินการลงน้ำหนักในท่ายืน (body weight distribution) ก่อนการฝึกและ 1 วันหลังการฝึก วิเคราะห์ข้อมูลแบบพรรณนา ผลพบว่าค่ามัธยฐานของค่าร้อยละของความแตกต่างของการลงน้ำหนักในท่ายืนระหว่างก่อนและหลังการฝึกมีแนวโน้มที่จะลดลงมากในกลุ่ม 100 % และ 50 % feedback โดยมีค่าเท่ากับ 95.2 % (23.8 - 99.2) และ 72.2 % (32.0-96.2) ตามลำดับ ขณะที่กลุ่ม 20 % และ 0 % feedback มีค่าเท่ากับ 42.4 % (41.0 - 44.8) และ 41.1 % (26.1-83.3) ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่สูงน่าจะส่งผลดีต่อการลงน้ำหนักในท่ายืนของผู้ป่วยหลอดเลือดสมองในระยะเฉียบพลันได้ดีกว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่ต่ำ เนื่องจากผู้ป่วยยังอยู่ในระยะ acute และ subacute ซึ่งต้องการเรียนรู้ทักษะใหม่ การให้ข้อมูลป้อนกลับจากภายนอกจะช่วยเสริมข้อมูลป้อนกลับจากภายในที่บกพร่องไป สรุปได้ว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่สูงมีแนวโน้มที่จะทำให้การกระจายน้ำหนักบนเท้าในท่ายืนดีขึ้นมากกว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่ต่ำ

คำสำคัญ: ความถี่ของการป้อนกลับข้อมูล, การทรงตัวในท่ายืน, ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด

²สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*ผู้รับผิดชอบบทความ

Effects of the augmented feedback frequencies on body weight distribution and functional balance during standing in patients with stroke: a pilot study

Pantipa Moondee¹, Sawitri Wanpen^{2*}, Alongkot Emasithi²

Abstract

The purpose of this study was to compare the effects of different feedback frequencies on body weight distribution and functional balance in patients with stroke. Eighteen individuals with acute and subacute stroke were randomly assigned into 0 %, 20 %, 50 %, and 100 % feedback groups. In addition to conventional physical therapy, all patients practiced standing their balance on the Balance Performance Monitor (BPM) 10 times per day, 5 days a week for 2 weeks. During the subjects received visual feedback from light on the monitor, verbal feedback and manual guidance. Body weight distribution (BWD) were evaluated before and 1-day after training. Descriptive statistics were used in this study. The result showed that after training the median of percent difference in body weight distribution had tendency to decrease more in 100 % and 50 % feedback group 95.2 % (23.8-99.2) and 72.2 % (32.0-96.2), respectively than in 20 % and 0 % feedback 42.4 % (41.0-44.8) and 41.1 % (26.1-83.3), respectively. This indicated that providing feedback to patients in acute and sub-acute stage at high frequency was more effective in learning weight bearing in standing than low frequency as they were in learning stage. External feedback helped augment the insufficient internal feedback. In conclusion, high feedback frequency had tendency to improve the body weight distribution better than low feedback frequency.

Keywords: Feedback frequency, Standing balance, Stroke

¹ Physical Therapy Program, Graduate School,

² Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

* Corresponding author (e-mail: wanpen03@hotmail.com)

บทนำ

ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกส่วนใหญ่มีการกระจายน้ำหนักลงบนขาสองข้างไม่เท่ากัน⁽¹⁻³⁾ โดยมีแนวโน้มในการหลีกเลี่ยงการใช้ขาข้างอ่อนแรง ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงในขณะยืนและอาจนำไปสู่การล้ม นักกายภาพบำบัดจำเป็นต้องฝึกให้ผู้ป่วยเกิดการเรียนรู้การลงน้ำหนักขาข้างอ่อนแรงเพิ่มขึ้น โดยอาศัยข้อมูลป้อนกลับจากภายนอก (extrinsic feedback) ในการเร่งรัดให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการฝึกยืนร่วมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับจากการมองเห็นผลในการฝึกที่ดีกว่าการรักษาทางกายภาพบำบัดด้วยวิธีการออกกำลังกายทั่วไป⁽⁴⁻⁶⁾ ทั้งในด้านสมรรถภาพการทรงตัวในท่ายืนและการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน การศึกษาของ Walker และคณะในปี 2000 เปรียบเทียบการให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วง (center of gravity) โดยวิธีการมองเห็น และการสัมผัส พบว่าการได้รับข้อมูลจากการมองเห็นผลที่ดีกว่าต่อการทรงตัวในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก⁽⁷⁾ Heller และคณะ รายงานว่าผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกกลุ่มที่ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดร่วมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับจากการมองเห็นการลงน้ำหนักของขาทั้งสองข้างอย่างสมดุลดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดอย่างเดียว⁽⁸⁾ อย่างไรก็ตาม ความถี่ที่เหมาะสมในการให้ข้อมูลป้อนกลับจากภายนอกยังไม่เป็นที่สรุปได้แน่ชัด ซึ่งก็ได้มีการศึกษาของ Thomas และ Harro ในปี 1996 เปรียบเทียบความถี่ของการให้ข้อมูลป้อนกลับผลลัพธ์ของการเคลื่อนไหวในการเรียนรู้การเคลื่อนไหวแขนในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บทางสมองกลุ่มต่างๆ พบว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกครั้งหลังการเคลื่อนไหว (100 %) และกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่ต่ำกว่า (33 % และ 67 % KR) ไม่ส่งผลที่แตกต่างต่อการเรียนรู้การควบคุมการเคลื่อนไหว⁽⁹⁾ สำหรับกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของผลการให้ข้อมูลป้อนกลับจากการมองเห็นที่ความถี่ 100 % และ 67 % Faded⁽¹⁰⁾ เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม Bulki และ Hoffman ในปี 2003 เปรียบเทียบการให้ข้อมูลป้อนกลับผลลัพธ์ของการเคลื่อนไหวในคนปกติพบว่า กลุ่มที่ได้รับการให้ข้อมูลป้อนกลับทุกครั้ง (continuous) หลังการเคลื่อนไหวส่งผลต่อการเรียนรู้การเคลื่อนไหวในช่วง acquisition phase ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับด้วยความถี่ 0 % และ 50 %⁽¹¹⁾ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาในผู้ป่วยเด็กที่มีพัฒนาการช้าเปรียบเทียบการให้ข้อมูลป้อนกลับผลลัพธ์ของการเคลื่อนไหว 2 กลุ่มด้วยความถี่ 50 %

และ 100 % พบว่า กลุ่มที่ได้รับการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยความถี่ 50 % มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง retention phase ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับด้วยความถี่ 100 %⁽¹²⁾ Guadagnoli และคณะ รายงานว่าผู้ป่วยพาร์กินสันเรียนรู้การเคลื่อนไหวได้ดีกว่าเมื่อได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกครั้งหลังการเคลื่อนไหว⁽¹³⁾ จะเห็นได้ว่าการศึกษานี้ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ผ่านมาเป็นเวลาเป็นเวลานานเป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่ค่อนข้างสูง และยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการศึกษเกี่ยวกับผลของความถี่ในการให้ข้อมูลป้อนกลับจากภายนอกต่อการฝึกการกระจายของน้ำหนักบนเท้าในขณะยืนในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของความถี่ในการให้ข้อมูลป้อนกลับจากภายนอก ต่อการเรียนรู้การกระจายของน้ำหนักบนเท้าในท่ายืนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบการทดลอง ซึ่งได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาในอาสาสมัครผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่สามารถยืนโดยไม่ใช้เครื่องช่วยได้เป็นเวลาอย่างน้อย 30 วินาที เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ไม่มีปัญหาทางการมองเห็น ไม่มีปัญหาด้านการสื่อสารหรือการได้ยินและความผิดปกติอื่นๆ ที่มีผลต่อการวิจัย

อาสาสมัครทั้งหมด 18 คน สุ่มโดยการจับฉลาก 4 กลุ่ม ตามความถี่ของการให้ข้อมูลป้อนกลับ ได้แก่ กลุ่ม 0 % หรือกลุ่มควบคุม ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับเลย จำนวน 4 คน กลุ่ม 20 % ได้รับข้อมูลป้อนกลับหลังการฝึกครั้งที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 จำนวน 4 คน กลุ่ม 50 % ได้รับข้อมูลป้อนกลับหลังการฝึกครั้งที่ 5 และ 10 จำนวน 5 คน และกลุ่ม 100 % ได้รับข้อมูลป้อนกลับทุกครั้งหลังการฝึก จำนวน 5 คน อาสาสมัครแต่ละรายได้รับการฝึกยืนด้วยเครื่อง Balance Performance Monitor (SMS Technologies Ltd, Essex, England) เพิ่มเติมภายหลังการรักษาทางกายภาพบำบัดประจำวัน จำนวน 10 ครั้งๆ ละ 30 วินาที 5 วันต่อสัปดาห์ รวม 2 สัปดาห์ ข้อมูลป้อนกลับที่อาสาสมัครได้รับขณะฝึก ได้แก่ ข้อมูลป้อนกลับจากการมองเห็นสัญญาณไฟบนจอแสดงผล (visual feedback) คำสั่ง (verbal feedback) และการช่วยนำด้วยการสัมผัสจากนักกายภาพบำบัด (manual guidance) ตามความถี่ที่กล่าว

ข้างต้น อาสาสมัครทุกรายได้รับการประเมินความแตกต่างของการกระจายของน้ำหนักบนเท้าในท่ายืน (body weight distribution หรือ BWD) ก่อนและหลังการฝึก 1 วันโดยการยืนทรงตัวให้หนึ่งที่สูงสุดและลงน้ำหนักให้เท่ากันระหว่างเท้าทั้งสองข้างบนแผ่นรับแรงของเครื่อง Balance Performance Monitor เป็นเวลา 30 วินาที

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา เนื่องจากมีจำนวนอาสาสมัครน้อยตัวแปรที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการรักษ ได้จากการคำนวณดังนี้

กำหนดให้ % Difference คือ ค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างคำนวณจาก

$$\% \text{ Difference} = \frac{(\text{ค่า BWD}_{\text{After}} - \text{ค่า BWD}_{\text{Before}})}{\text{ค่า BWD}_{\text{Before}}} \times 100$$

โดย ค่า BWD_{Before} คือ ค่าความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างก่อนการฝึก

ค่า BWD_{After} คือ ค่าความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างหลังการฝึก

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่เข้าร่วมเป็นอาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งสิ้น 18 คน อายุเฉลี่ย 56.2 ± 9.1 ปี (33-77 ปี) ระยะเวลาที่ป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมองเฉลี่ย 3.1 ± 1.6 เดือน (1-6 เดือน) คุณลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษา แสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษา

คุณสมบัติ	0 % feedback (n = 4)	20 % feedback (n = 4)	50% feedback (n = 5)	100 % feedback (n = 5)
อายุ (ปี)	51.0 ± 12.2	58.2 ± 8.6	59.0 ± 10.4	56.0 ± 5.5
เพศ (ชาย/หญิง)	2 / 2	3 / 1	1 / 4	4 / 1
ความสูง (ซม.)	161.0 ± 11.6	162.5 ± 4.2	160.4 ± 9.6	160.4 ± 8.0
น้ำหนัก (กก.)	65.1 ± 13.6	51.5 ± 7.1	62.9 ± 13.2	52.8 ± 7.0
การวินิจฉัย				
ischemic / hemorrhage	4 / 0	3 / 1	5 / 0	5 / 0
ข้างที่เป็นอัมพาตครึ่งซีก				
ขวา / ซ้าย	1 / 3	3 / 1	2 / 3	1 / 4
ระยะเวลาของการเป็นอัมพาตครึ่งซีก(เดือน)	3.6 ± 1.6	4.1 ± 1.3	2.6 ± 1.1	2.5 ± 2.1
ขาข้างที่ถนัดขวา / ซ้าย	4 / 0	4 / 0	5 / 0	4 / 1
อุปกรณ์ช่วยเดิน ไม่ใช้ / ใช้	2 / 2	2 / 2	3 / 2	3 / 2

จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่ามัธยฐานของความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้าง (BWD) และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของการกระจายของน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างในทำขึ้น (% Difference) ระหว่างก่อนและหลังการฝึกพบว่า ค่ามัธยฐานของความแตกต่างของการ

กระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างหลังการฝึกมีค่าลดลง โดยมีค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของการกระจายน้ำหนักเท่ากับ 41.1 (26.1-83.3), 42.4 (41.0-44.8), 72.2 (32.0-96.2), และ 95.2 (23.8-99.2) ในกลุ่ม 0 %, 20 %, 50 %, และ 100 % ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของการกระจายของน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างในทำขึ้น (% Difference) และค่าความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างระหว่างก่อนและหลังการฝึก

กลุ่มอาสาสมัครแยกตามประเภทของการให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback)		ความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้าง (BWD)		ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของการกระจายน้ำหนัก (% Difference)
		ก่อน	หลัง	
0 %	ค่ามัธยฐาน	11.6	5.2	41.1
	ช่วงข้อมูล	(2.3 – 22.3)	(0.9 – 15.3)	(26.1- 83.3)
20 %	ค่ามัธยฐาน	23.2	13.2	42.4
	ช่วงข้อมูล	(18.6 – 45.6)	(10.7 – 26.3)	(41.0 - 44.8)
50 %	ค่ามัธยฐาน	12.7	6.8	72.2
	ช่วงข้อมูล	(2.6 – 37.0)	(0.1 – 10.3)	(32.0 - 96.2)
100 %	ค่ามัธยฐาน	32.7	1.9	95.2
	ช่วงข้อมูล	(8.4 – 42.2)	(0.1 – 6.4)	(23.8 - 99.2)

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้เปรียบเทียบผลของความถี่ของการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อการกระจายของน้ำหนักบนเท้าในทำขึ้นของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ที่มีระยะเวลาการเป็นอัมพาตมาแล้วไม่เกิน 6 เดือน ผลพบว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่สูงคือ 100 % และ 50 % มีแนวโน้มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างขณะยืนมากกว่าและมีความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างหลังการฝึกที่น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับด้วยความถี่ต่ำหรือไม่ได้รับเลย ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษานี้อยู่ในระยะเฉียบพลัน (acute และ subacute) ซึ่งเป็นระยะที่ผู้ป่วยมีการเรียนรู้ทักษะใหม่ ดังนั้นการให้ข้อมูลป้อนกลับจากภายนอกจึงมีความจำเป็นในการเสริมข้อมูลป้อนกลับจากภายในที่

บกพร่องไปสอดคล้องกับงานของ Guadagnoli และคณะในปี 2002 ซึ่งพบว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับจากภายนอกทุกครั้งหลังการฝึกการเคลื่อนไหวช่วยให้ผู้ป่วยพาร์กินสันสามารถเรียนรู้การเคลื่อนไหวของแขนได้ดีกว่า⁽¹³⁾ อย่างไรก็ตามการยืนลงน้ำหนักให้เท่ากันบนเท้าทั้งสองข้างและทรงตัวอยู่นิ่งเป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อนเพราะการทรงตัวที่ดีต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบประสาทรับความรู้สึก ระบบประสาทยนต์และระบบประสาทส่วนกลางรวมทั้งต้องมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม ฉะนั้น ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองบางคนก็อาจมีปัญหาในเรื่องของการรับรู้ (cognition) และความตั้งใจ (attention) ก็อาจส่งผลต่อการเรียนรู้ได้

ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าผลของความถี่ในการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ความถี่สูงมีแนวโน้มช่วยเพิ่มการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างในขณะยืน การศึกษาในครั้งนี้ช่วยให้

นักกายภาพบำบัดทราบถึงผลของความถี่ในการให้ข้อมูลป้อนกลับขณะฝึกการกระจายน้ำหนักระหว่างเท้าทั้งสองข้างในขณะยืนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองต่อการพัฒนาความสามารถในการยืน ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการทรงตัวและการเคลื่อนไหวเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ในขณะยืนและเดิน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการรักษาผู้ป่วยได้ต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถนำผลที่ได้จากการศึกษานำร่องในครั้งนี้ไปพัฒนาสู่การวิจัยที่สมบูรณ์ต่อไป

ข้อจำกัดของงานวิจัย

การศึกษานี้มีข้อจำกัดดังนี้ ประการแรก การศึกษาจำเป็นต้องยุติลงก่อนที่จะเก็บข้อมูลได้ครบตามเป้าหมายเนื่องจากเครื่องมือเกิดการขัดข้อง ประการที่สอง คณะผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมกิจกรรมของผู้ป่วยภายหลังการฝึกแต่ละวันจึงเป็นไปได้ว่าผู้ป่วยบางรายอาจฝึกยืนด้วยตนเองและประการสุดท้ายก็คือความรุนแรงของพยาธิสภาพที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อการฟื้นตัวของความสามารถในการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่าน ณาติเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น รวมทั้งบัณฑิตวิทยาลัยและคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Sackley CM. The relationships between weight-bearing asymmetry after stroke and the function and activities of daily living. *Physiother Theo and Pract* 1990; 6: 179-85.
2. Bohannon RW, Waldron RM. Weight bearing during comfortable stance in patients with stroke: accuracy and reliability of measurements. *Phys Ther* 1991; 37: 19-22.
3. Gruendel TM. Relationship between weight-bearing characteristics in standing and ambulatory independence in hemiplegics. *Phys Ther* 1992; 44: 16-7.
4. Shumway – Cook A, Anson D, Haller S. Postural Sway biofeedback: its effects on reestablishing stance stability in hemiplegia patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1988; 69: 395 – 400.
5. Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, et al. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 755-62.
6. Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effect on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil* 1997; 19: 536 – 46.
7. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther* 2000; 80: 886-95.
8. Heller F, Beuret-Blanguart F, Weber J. Postural biofeedback and locomotion reeducation in stroke patients. *Phys Ther* 2005; 48: 187-95.
9. Thomas DM, Harro CC. Effects of relative frequency of knowledge of results on brain injured and control subjects learning a linear positioning task. *Neurol Rep* 1996; 20: 60-62.
10. Winstein CJ, Merians AS, Sullivan KJ. Motor learning after unilateral brain damage. *Neurophysiologia* 1999; 37: 975 – 87.
11. Bulki BD, Hofman ST. Effects of reducing frequency of intrinsic knowledge of results on the learning of a motor skill. *Percept Mot skills* 2003; 97: 569 – 80.
12. Rice MS, Hernandez HG. Frequency of knowledge of results and motor learning in persons with developmental delay. *Occup Ther Int* 2006; 13: 35 – 48.
13. Guadagnoli MA, Leis B, Gemmert AW, Stelmach GE. The relationship between knowledge of results and motor learning in parkinsonian patients. *Parkinsonism Relat Disord* 2002; 9: 89 – 95.