

## BBS 평가 빈도가 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향

양승훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전남대학교병원 물리치료실

### The Effects of BBS Evaluating Frequency for Balance in Patients with Stroke

Seung Hoon Yang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dept. of Physical Therapy, Chonnam National University Hospital*

#### ABSTRACT

**Background:** The purposes of this study were to examine whether “Berg Balance Sale(BBS)” had influence on the improvement of stroke patient's balancing ability, and to identify whether the effects had significant differences to these three groups that different frequency of BBS evaluation. Subjects were divided into three groups, a daily evaluating group (n = 12), weekly evaluating group (n = 12), and group that evaluating when admit and discharge (n = 12). **Methods:** All patients were treated general neurorehabilitative physical therapy for daily during 4 weeks. All patients of these groups were evaluated balance function by using of BBS balance testing tool. **Results:** At the first week and after 4 weeks, balance function that of these groups was improved significantly ( $p < .05$ ). Especially, daily evaluating group was improved the most. In the comparison differences between 3 groups, daily evaluating group and weekly evaluating group, daily evaluating group and group that evaluating when admit and discharge were exhibited differences significantly. But there was no significant difference between weekly evaluating group and group that evaluating when admit and discharge. **Conclusion:** According to the results as presented above, testing method, BBS is effects on stroke patient's balancing ability considerably. And if BBS which can apply evaluate balance function properly apply with conventional neurorehabilitative physical therapy, stroke patients would obtain significant effects on the improvement of balancing ability.

**Key words** : balance, Berg Balance Sale(BBS), stroke

## I. 서론

뇌졸중 환자에게서 일반적으로 나타나는 문제점으로는 운동기능, 인지기능, 언어기능, 감각 지각의 장애, 근 긴장도 생성 및 조절의 문제, 균형 및 자세 조절의 문제, 보행 장애 등 여러 가지 증상을 들 수 있다(O'Sullivan과 Schmitz, 2001). 이 중에서도 자세 조절의 문제와 균형 장애는 뇌졸중 환자들의 보편적 문제로서(Bohannon, 1987), 향후 보행 및 기능적인 일상생활 활동에 영향을 미치는 매우 중요한 요소 중 하나라 할 수 있다(Dietz, 1992; Garland 등, 2003).

균형(balance)이란 중력 환경 내에서 자신의 무게 중심(center of mass)을 움직이거나 유지함으로써 기저면(base of support) 내에서 이를 유지시키는 능력으로서(Nashner, 1994), 정상적인 균형과 자세 유지를 위해서는 감각계(sensory system)를 통한 환경과 자신의 신체 위치에 대한 지속적인 감각 정보 수집과 이러한 정보에 기초한 적절하고도 효과적인 반응 능력이 필요하다(Duncan 등, 1992). 또한 Berg(1989)와 King 등(1996)은 기능적 측면에서의 균형이란 서고 앉는 자세를 유지하는 것, 움직임이나 회전, 팔을 뻗는 것과 같이 무게 중심을 조절하는 것, 그리고 발을 헛디디거나 미끄러지는 것과 같은 불안정한 힘에 대하여 기저면 위에 무게 중심을 유지하거나 회복하려는 반응이라고 언급하였다.

Corriveau 등(2004)은 자세 조절과 균형에 관여하는 3가지 주된 신체 체계로, 첫째 감각, 둘째 근골격계, 그리고 셋째는 중추성 조절 체계를 언급하였다. 또한 Nashner(1971)와 Woolacott 등(1986)은 자세와 균형 조절은 다양한 감각-운동 체계의 활용도에 따른 적절한 근긴장도 조절에 의해 이루어진다고 주장하였다. 즉 자세 조절과 균형은 이렇듯 다양한 신체 기능 체계의 복잡한 조절로부터 비롯된 것으로서, 이 중 어느 하나라도 문제가 생기면 자세조절과 균형에 문제가 생길 수 있음을 의미하며 이는 이미 수많은 연구들로부터 확인된 바 있다(Horak 등, 1987; Hughes 등, 1996; Lord 등, 1991). 또한 그로 인한 문제는 일상에서 여러 형태의 낙상 위험을 초래할 잠재적 선행 요소로서 작

용할 수 있으며(Chern 등, 2006; Corriveau 등, 2004; Lord 등, 1991; Shumway-Cook 등, 1997), 기능적인 일상생활활동에 대해 상당한 제한을 줄 수가 있다(Kauffman, 1990). 뇌졸중 환자들은 전형적으로 다차원적 감각-운동 기능의 문제를 나타내며 이는 움직임에서의 협응 및 조절, 균형 장애를 초래하는데(Lamontagne 등, 2005; Chern 2006), 이러한 신체 조절 능력의 감소는 균형능력의 감소와 관련되어 있다(Duarte 등, 2002). 균형능력은 곧바로 이동성과 기능적 일상생활에 영향을 미치기 때문에(Keenan 등, 1984) 균형 감각이 보행 능력과 높은 상관관계가 있음을 주장하였다. 그렇기 때문에 뇌졸중 환자의 기능적 독립성 확보를 위한 치료적 중재의 상당부분은 균형 능력 향상에 초점을 두고 이루어지고 있다.

균형능력을 증진하기 위해 적합한 치료적 중재를 선별하고 적용하기 위해서는 객관적이고도 체계적인 평가가 선행되어야만 한다. 이를 위해 지금까지 많은 임상적 검사 및 평가 도구들이 개발되어 사용되고 있다(Berg 등, 1989; Mathias 등, 1986; Era 등, 1996). 대표적인 균형 평가 도구로서는 Berg Balance Scale(BBS), Functional Reach Test(FRT), Timed Up and Go Test(TUG)가 있으며 이 외에도 Multi Directional Reach Test(MDRT), Lateral Reach Test(LRT), Step test, Tinetti Performance Orientated Mobility Assessment (POMA), Four Square Step Test(FSST), Balance Screening Tool(BST), Physical Mobility Scale(PMS) 등이 있다. 적절한 평가 도구의 선별은 환자의 상태와 치료적 목표에 따라 선택되어야 하겠지만, 그 중에서도 임상에서 가장 일반적으로 많이 이용하고 있고 신뢰도와 타당도, 객관성에서 입증된 검사도구가 바로 BBS이다. BBS는 이미 뇌졸중 환자에 대한 균형능력 평가로서도 매우 적합한 검사방법임이 수많은 연구들을 통해 입증된 바 있다(Lisa와 Nicol, 2008). 또한 예후에 대한 예측 자료와 낙상 위험도를 예측하는 자료로도 널리 이용되어 온 검사방법이기도 하다.

하지만 평가 빈도에 따른 균형능력 차이를 알아본 연구는 그다지 많지 않은 상태이다. BBS는 14개 항목 56점으로 구성되어 있으며, 앉은 자세와 선 자세 등의

다양한 자세에서의 여러 가지 균형 과제를 통해 정적 및 동적 균형능력을 효과적으로 평가해 낼 수 있는 검사방법이다. 또한 이러한 검사의 특성 상 평가방법 자체가 치료적 의미를 담고 있다고도 할 수 있다.

이에 저자는 균형능력 평가 빈도가 많아질수록 환자에 대한 자극과 독려 그리고 동기 부여를 고취시켜 입원해 있는 뇌졸중 환자에 대해 BBS를 이용하여 매일 균형능력을 평가한 경우가 주 당 평가나 입원 및 퇴원 시 평가하는 경우보다 더 많은 향상을 보일 것이라는 가설 하에 본 연구를 계획하였다.

본 연구에서는 발병 6개월 이내의 비교적 초기 뇌졸중 환자들을 대상으로 4주 동안 일반적인 신경학적 재활 물리치료를 적용함과 동시에 균형능력 평가도구인 BBS를 이용하여 일일 평가, 주간 평가, 그리고 입원 및 퇴원

부위 뇌졸중 환자들, 시각 문제나 편측 무시현상, 운동 조절 기능이나 감각 저하가 현저한 65세 이상의 고령 환자, 감각 결손을 야기하는 당뇨 질환자나 기타 감각 장애성 질환자, 강직 수준이 MAS(Modified Ashworth Scale) 3 수준을 초과하는 환자들은 연구대상에서 제외하였다. 이들의 일반적 사항은 (표 1)과 같다.

## 2. 측정도구 및 방법

1일 1회, 30분씩 주 5회, 총 4주간 일반적인 신경학적 재활 물리치료(치료적 운동 및 열 전기치료)를 받는 뇌졸중 환자들을 대상으로 균형능력 평가 도구인 BBS를 매일 평가한 군(20회), 주간 단위로 평가한 군(4회), 그리고 입원 시와 퇴원 시 평가 한 군(2회)의 세 군으로 구분해 각 군 내의 균형능력 변화 정도와 각 군 간에 어떠한 차이가 있는지를 알아보려고 하였다.

1) Berg Balance Scale(BBS): BBS는 지지대 없는 상태에서의 앉은 자세와 선 자세의 수행, 앉은 자세에서 선 자세로의 이동, 선 자세에서 앉은 자세로 이동, 그리고 의자와 메트로의 이동, 선 자세에서 눈을 감고 시각을 차단한 상태에서 자세 유지하기, 선 자세에서 발 모으고 자세 유지하기, 선 자세에서 팔 뻗으며 자세유지하기, 쪼그려 앉아 바닥에 있는 물건 짚어 올리기, 선 자세에서 양쪽 어깨 너머로 뒤돌아보기, 오른쪽과 왼쪽으로 360도 돌기, 발판에 교대로 발 올리기, 선 자세에서 발 일자로 만들기, 선 자세에서 한쪽 다리 들기 등의 14개의 다양한 동작으로 구성된 균형 평

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자 및 기간

본 연구는 전남대학교 병원 물리치료실에서 2008년 3월에서 2008년 6월까지 물리치료를 받은 발병 6개월 미만의 급성기 및 아급성기 뇌졸중 환자 36명을 대상으로 실시하였다. 대상 환자들은 일반적인 의사소통이 가능하며 연구의 내용에 대한 설명이나 운동지시를 이해할 수 있는 이들을 대상으로 하였으며, 균형능력 및 근 긴장도 조절에 문제가 많은 뇌간이나 소뇌

표 1. 대상자들의 일반적 특성

(n=36)

구분	나이	발병후기간(주)	MAS*	Brunnstrom 단계	마비측(명)		뇌졸중 유형(명)	
					오른쪽	왼쪽	출혈	경색
일일 평가군 (n=12)	52.5±5.9	4.32±2.16	.93±.77	2.26±.65	7	5	4	8
주간 평가군 (n=12)	58.3±6.2	4.47±3.09	1.36±.62	2.37±.38	8	4	6	6
입퇴원 평가군 (n=12)	54.1±3.5	3.97±3.58	1.18±.84	2.56±.49	5	7	7	5

Value are Mean±Standard Deviation

\*MAS: Modified Ashworth Scale

가도구이다. 총 56점 만점에 0~20점은 휠체어, 21~40점은 보조가 필요한 상태에서의 보행, 41~56점은 독립적 보행이 기대되는 점수라 할 수 있다. 즉, 현재의 균형능력 수준과 앞으로의 균형 예후를 예측할 수 있는 균형 평가도구라 할 수 있다.

### 3. 자료분석

자료분석은 SPSS 12.0을 이용하였다. 4주 동안 BBS를 이용해 균형능력을 매일 측정한 군, 주간 단위로 측정한 군, 그리고 입원 및 퇴원 시에 평가한 군 3개로 구분하였다. 각 군들에 대해 평가를 시행 한 뒤 첫째 주와 넷째 주에 균형능력의 전후 변화를 알아보기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 실시하였고 각 군들 간에 유의성 유무에 대한 확인은 일원 배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였다. 또한 군 간 유의성 확인 후 사후 검정은 Scheffe 검정을 이용하였다. 통계처리의 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 하였다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. BBS 평가 빈도수에 따른 각 군의 전후 결과

각 군들의 균형능력 향상의 결과를 비교해 보았을 때 세 군 모두에서 균형능력이 통계학적으로 유의한 향상을 나타냈다. 또한 균형능력 향상의 정도는 매일 평가를 실시한 군에서 가장 높게 나타났으며 주간 평가군과 입원 및 퇴원 시 평가군에서는 매일 평가한 군보다는 적지만 어느 정도 상승한 결과를 나타냈다(표 2, 3, 4).

표 2. BBS 평가를 매일 시행한 군의 균형능력 전후 결과 (n = 12)

구분	M±SD	t-값	p-값
1주 차	21,16±7,09	-13,97	.000
4주 차	27,58±8,30		

Value are Mean±Standard Deviation

표 3. BBS 평가를 일주일에 한번씩 시행한 군의 균형능력 전후 결과 (n = 12)

구분	M±SD	t-값	p-값
1주 차	21,16±7,09	-12,47	.000
4주 차	27,58±8,30		

Value are Mean±Standard Deviation

표 4. BBS 평가를 입원 및 퇴원 시 시행한 군의 균형능력 전후 결과 (n = 12)

구분	M±SD	t-값	p-값
1주 차	21,08±6,58	-10,23	.000
4주 차	26,25±7,05		

Value are Mean±Standard Deviation

### 2. 각 군의 균형능력 증가에 대한 사후 검정 결과

평가 군들 간의 균형능력 향상에 있어서의 유의성이 어떤 군에서 나타났는지에 대해 사후 검정을 실시한 결과 매일 평가한 군에서 가장 큰 균형능력 향상을 나타냈으며 이 군의 처치 효과의 평균은 주간 단위로 평가한 군의 처치 효과보다 3.33이 컸으며 이는 통계적으로 유의하였다( $p < .001$ ). 또한 매일 평가한 집단의 균형능력은 입퇴원 시 평가한 군의 것보다 4.583이 컸으며 이 차이 또한 통계적으로 유의하였다( $p < .001$ ). 그러나 주간 단위로 평가한 집단의 균형능력 향상은 입퇴원 시 평가한 군과 비교하여 통계적으로 유의하게 다르지 않게 나타났다(표 5).

표 5. 각 평가 군들 간의 유의성 및 사후검정 결과 유의성

구분	M±SD	F-값	post hoc
일일 평가군 <sup>a</sup>	9,75±2,41	16,73	a-b, a-c
주간 평가군 <sup>b</sup>	6,41±1,78		
입퇴원 평가군 <sup>c</sup>	5,16±1,74		

Value are Mean±Standard Deviation

## IV. 고 찰

뇌졸중 환자들에 대한 균형능력 향상을 위한 치료적 방안은 이미 다양하게 제시되었고 임상적으로 적용되어 왔다(Garland 등, 2003; Garland, 1997). 즉, 전통적 균형운동법(Knutsson과 Richards, 1979), 감각-퇴먹임을 이용하는 방법(Shumway-Cook 등, 1988; Wade 등, 1995), PNF(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) 등을 위주로 하는 고유수용성감각 훈련법(Hall과 Brady, 1999), 그리고 감각-운동 조절을 위주로 하는 안정화 운동법(Carpes 등, 2008) 등으로 구성된 다양한 운동 프로그램이 있으며 임상적으로도 널리 이용되고 있다. 하지만 균형능력 향상의 목적으로 평가방법인 BBS를 이용한 사례는 거의 없었다.

최근 들어 환자 치료와 함께 상태와 기능수준에 대한 평가와 기록의 중요성이 대두되고 있다. 매일 매일 변화되는 환자의 기능상태를 평가하고 이를 기록하는 과정 자체에 비중을 두고 치료의 증거로 채택하는 추세로 바뀌고 있는 것이다(Maher 등, 2004). 이는 전 세계적인 추세이며 우리나라 역시 예외는 아니다. 변화되는 환자의 기능 상태를 기록하는 데에 있어 균형은 빠질 수 없는 중요한 항목 중 하나이다. 뇌졸중 환자의 균형능력 향상을 위해 치료사가 할애하는 시간은 그 어떤 기능상의 치료보다도 많으며 또한 상당한 노력을 기울인다고 할 수 있다(Bhupendra와 Jayavant, 2006). 많은 시간을 할애하여 치료하고 변화되는 환자 능력 수준을 평가해야 하는 임상적 제약 조건하에서 평가 자체가 균형능력에 상당한 영향을 줄 수 있다면 이는 치료 효율성 면이나 시간적 부담을 덜어줄 수 있다는 점에서 상당한 의미가 있다고 할 수 있다. 본 연구결과, 모든 군에서 BBS 평가 적용이 균형능력 향상에 도움이 되는 것으로 나타났다. 3개의 군 모두에서 첫 주에 비해 넷째주의 균형능력이 유의한 향상을 나타냈는데, 그중에서도 매일 BBS 평가를 실시한 군에서 가장 두드러진 균형능력 향상을 나타내었다. 그 다음으로는 주간 단위로 BBS 평가를 실시한 군이 높았고 그 다음이 입원과 퇴원 시에만 평가한 군 순으로 나타났다. 또한 각 군들 간에 유의성이 있는지를

확인해 본 결과 BBS 평가를 매일 적용한 군의 평균이 9.75로 나타났을 때 주간 단위로 입원 및 퇴원 시 적용한 군에서는 각각 평균이 6.41과 5.16으로 나타나 일일 단위로 평가한 군과 주간 단위로 평가한 군 사이와 일일 단위로 평가한 군과 입원 및 퇴원 시 평가한 군 사이에 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 하지만 주간 단위 평가군과 입원 및 퇴원 시 평가한 군 사이에서는 유의한 차이를 확인할 수 없었다. 매일 적용한 군이 4주 동안 주 5회씩 총 20회의 BBS를 시행할 때, 주간 단위로 입원 및 퇴원 시 BBS를 시행한 군들의 경우에는 4주 동안 각각 4회와 2회를 시행한 것을 고려해 보면 향상된 균형능력의 정도와 평가 빈도수와는 균등한 비율로 비례하여 일치하는 결과를 나타냈다고 할 수 있다. 이는 4주 동안 동일한 신경학적 재활 물리치료 처치를 받은 3개 군의 환자들에게 있어 특별히 균형능력에 영향을 줄만한 다른 처치 변수가 없다는 걸 감안할 때 BBS 평가 빈도수의 차이가 균형능력의 향상에 상당한 영향을 미쳤음을 의미한다.

많은 연구자들은 운동 학습효과의 극대화과 전이를 위해서는 훈련 내용이 실제 생활에서의 과제와 유사한 형태로 이루어져야 한다고 주장한다(Carr와 Shepherd, 1987; Ma 등, 1999). BBS는 그 자체가 실제 생활에서 필요한 균형 관련 자세와 동작을 응용한 14가지 검사 항목을 통해서 자세유지, 수의적 움직임에 의한 자세조절, 외부동요에 대한 반응의 세 가지 측면을 평가하는 방법으로서(Berg 등, 1989; Berg 등, 1992) 적절한 자세조절을 통한 균형능력 향상에 상당한 영향을 줄 수 있다고 여겨지며 본 연구를 통해서도 확인되었다. 이를 통해 생각해 볼 때 BBS를 검사도구 뿐만이 아닌 균형 훈련의 한 부분적 방법으로 기존 물리치료와 함께 병용할 수 있으며, 또한 실질적으로 임상에서 최근 대두되고 있는 근거 기반의 치료(Evidence based therapy)에 있어 매일 매일의 평가 필요성은 높지만 할당된 치료시간의 부족으로 인해 부담을 호소하는 치료사들에게 있어 평가 과정만으로도 균형능력 자체가 향상되는 효과를 얻을 수 있는 치료의 효율성 면도 부각할 수 있어 그 의미가 있다고 할 수 있다.

하지만 임상 연구의 한계 상 좀 더 많은 환자를 대

상으로 하지 못한 부분은 연구적 제약점으로 남으며, 균형 평가를 위한 여타의 다양한 검사방법들에 있어서도 이러한 결과가 모두 비슷하게 적용되는지에 대해서는 추후에 좀 더 다양하고도 세심한 연구가 필요하다.

## V. 결 론

본 연구는 신경계 재활 물리치료를 받는 초기 아급성기 뇌졸중 환자를 매일, 주간단위, 입원 및 퇴원 시로 12명씩 3군으로 분류하였다. 이후 이들을 대상으로 4주간에 걸쳐 평가하였고 이들 군들에서 평가 전후로 균형능력 향상이 나타나는지, 또한 평가 빈도수에 따라서 균형능력에 어떠한 차이가 있는지, 그리고 차이가 어떤 군 사이에서 나타나는지에 대해 알아보고자 하였고 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. BBS를 매일 단위로 평가 적용한 군, 주간 단위로 평가한 군, 입원 및 퇴원 시 평가한 군 모두에서 4주 이후 균형능력에 유의한 향상을 나타내었다.
2. 모든 군 중에서도 BBS 평가를 매일 적용한 군에서 균형능력 향상이 월등하게 높게 나타났다. 다음으로는 주간 단위로 BBS 평가 실시한 군이 높았고, 입원과 퇴원 시에만 평가한 군은 균형능력 향상 정도가 가장 적게 나타났다.
3. 각 군들 간의 균형능력 향상에 있어 유의성이 있는지를 확인해 본 결과 평가 군들 간에서도 유의한 차이를 확인할 수 있었는데, 이는 일일 단위로 평가한 군과 주간 단위로 평가한 군 사이와 일일 단위로 평가한 군과 입원 및 퇴원 시 평가한 군 사이에 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 하지만 주간 단위 평가군과 입원 및 퇴원 시 평가한 군 사이에서는 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

이상의 결론을 종합하여 볼 때, 검사방법인 BBS 자체가 뇌졸중 환자의 균형능력 향상에 도움을 줄 수 있음을 확인하였으며 그 평가 빈도수에 따라 향후 균형 능력에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 다양한 자

세와 동작을 통해 시행되며 임상적으로 가장 일반적으로 이용되고 있는 균형 검사법인 BBS를 기존의 전통적 및 여타의 균형치료와 더불어 적절히 병행해 활용한다면 뇌졸중 환자들의 균형능력 향상과 그에 따른 향후 독립적 일상생활에 있어 긍정적인 효과를 부여해 줄 수 있으리라 판단된다.

## 참고문헌

- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiother Can.* 41; 304-311, 1989.
- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Can J Public Health.* 83(suppl 2); S7-S11, 1992.
- Bohannon RW. Gait performance of hemiparetic stroke patients: Selected variables. *Arch Phys Med Rehabil.* 68(11); 777-781 1987.
- Bhupendra S, Jayavant S. Study of balance training in ambulatory hemiplegics. *Indian J Occup Ther.* 38(1); 9-15, 2006.
- Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance. A pilot study, *J Bodywork Mov ther.* 12(1); 22-30, 2008.
- Carr JH, Shepherd RB. A motor relearning programme for stroke. 2nd ed. Rockville: Aspen. 112-148, 1987.
- Chern JS, Yang S, Wu CY. Whole-body reaching as a measure of dynamic balance in patients with stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 85; 201-208, 2006.
- Corriveau H, Hébert R, Raiche M, et al. Postural stability in the elderly: empirical confirmation of a theoretical model. *J Gerontol Geriatr.* 39; 163-177,

- 2004.
- Dietz V. Human neuronal control of automatic functional movements: Interaction between central programs and afferent input. *Physiol Rev.* 72(1); 33-69, 1992.
- Dornan J, Fernie GR, Holliday PJ. Visual input: Its importance in the control of postural sway. *Arch Phys Med Rehabil.* 59(12); 586-591, 1978.
- Duarte E, Marco E, Muniesa JM, Belmonte R, Diaz P, Tejero M et al. Trunk control test as a functional predictor in stroke patients. *Journal of Rehab Medicine.* 34; 267-272, 2002.
- Duncan PW, Studenski S, Chandler J, et al. Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol.* 47; M93-8, 1992.
- Era P, Kontinen N, Mehto P, Saarela P, Lyytinen H. Postural Stability and skilled performance-a study on top-level and naive rifle shooters. *J Biomech.* 29(3); 301-306, 1996.
- Garland JS, Willems DA, Ivanova TD, et al. Recovery of standing balance and functional mobility after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 84(12); 1753-1759, 2003.
- Hall, CM, Brady LT. *Therapeutic Exercise*, Lippincott Williams & Wilins. 1999.
- Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther.* 67(12); 1881-1885, 1987.
- Hughes MA, Schenkman ML. Chair rise strategy in the functionally impaired elderly. *J Rehabil Res Dev.* 33(4); 409-412, 1996.
- Kauffman T. Impact of aging-related musculoskeletal and postural changes of fall. *Top Geriatr Rehabil.* 5; 34-43, 1990.
- Keenan MA, Perry J, Jordan C. Factors affecting balance and ambulation following stroke. *Clin Orthop Relat Res.* 182; 165-171, 1984.
- King MB, Tinetti ME. A multifactorial approach to reducing injurious falls. *Clin Geriatr Med.* 1996; 12; 745-59.
- Knutsson E, Richards C. Different types of disturbed motor control in walking of hemiparetic patients. *Brain.* 103; 405-430, 1979.
- Maher CG, Sherrington C, Elkins M, Herbert RD, and Moseley AM. Challenges for Evidence-Based Physical Therapy: Accessing and Interpreting High-Quality Evidence on Therapy. *Phys Ther.* 84; 644-654, 2004.
- Ma HI, Trombley CA, Robinson-Podolski C. The effects of context on skill acquisition and transfer. *AM J Occup Ther.* 53; 138-144, 1999.
- Mahoney JE. Immobility and falls. *Clin Geriatr Med.* 14; 699-726, 1998.
- Lamontagne A, De Serres SJ, Fung J, Paquet N. Stroke affects the coordination and stabilization of head, thorax and pelvis during voluntary horizontal head motions performed in walking. *Clin Neurophysiol.* 116(1); 101-111, 2005.
- Lisa B, Nicol BK. Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Phys Ther.* 88(5); 559-566, 2008.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol.* 46; 69-76, 1991.
- Mathias S, Nayakk US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get up and go". *Arch Phys Med Rehabil.* 67; 387-389, 1986.
- Nashner LM. A model describing vestibular detection of body sway motion. *Acta Otolaryngol.* 72; 429-436, 1971.
- O'Sullivan SB., Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment.* 4th ed., Philadelphia; 2001.
- Shumway-cook A, Anson D, Haller S. Postura sway bio feed back. its effect on re-establishing stance stability in hemiplegic patient. *Arch Phys Med Rehabil.* 69; 395-400, 1988.

- Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, et al. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 77; 812-819, 1997.
- Stevenson TJ, Garland JS. Standing balance during internally produced perturbations in subjects with hemiplegia: Validation of the balance scale. *Arch Phys Med Rehabil.* 77(7); 656-662, 1996.
- Wade, MG, Lindquist R, Talyor JR, Jacobson TD. Optical flow, spatial orientation and the control of posture in the elderly. *J Gerontol.* 50; 51-58, 1995.
- Wollacott MH. Gait and postural control in aging. In: Bles W, Brandt T, eds. *Disorders of Posture and Gait.* Amsterdam, Elsevier; 1986.
-