

시각 차단, 과제 유형, 및 운동프로그램 참여가 노인의 정적 균형에 미치는 영향

우영근
삼성서울병원 임상의학연구소
이충휘, 조상현
연세대학교 보건과학대학 물리치료학과 및 보건과학연구소
권혁철
대구대학교 재활과학대학 재활과학과

Abstract

Effect of Visual Block, Task Type, and Participation in an Exercise Program on Static Balance in the Elderly

Woo Young-keun, M.Sc., P.T.

SMC Clinical Research Institute, Samsung Medical Center

Yi Chung-hwi, Ph.D., P.T.

Cho Sang-hyun, Ph.D., M.D.

Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Institute of Health Science, Yonsei University

Kwon Hyuk-cheol, Ph.D., P.T.

Dept. of Rehabilitation Science, College of Rehabilitation Science, Daegu University

The purpose of this study was to assess the effect of visual block (eyes open or closed), mental task type, and participation in an exercise program on static balance in the elderly. The subjects were 34 elderly (>65 years old) residents of a social welfare institute in Gyeonggi-do. We measured the following variables. Berg balance scale, mini mental state examination, balance performance monitor (sway area, path, and maximal sway velocity), age, weight, height and whether the subject participated in an exercise program. Scores for the Berg balance scale and mini mental state examination were evaluated to assess static balance ability either alone (single task paradigm) or while performing a mental task (dual task paradigm). Static balance variables that were measured included sway area, path, and maximal sway velocity. Each test was repeated three times. Multiple regressions analysis was used to examine the effect of each variable on static balance ability. For the dual task paradigm, static balance was affected by whether the subject participated in an exercise program. The Berg balance scale score for subjects with their eyes open

통신저자: 우영근 ykwoo92@hanmail.net

was affected by whether they participated in an exercise program, while this variable in addition to the height and weight of subjects were determining variables in subjects with their eyes closed. As a result, whether subjects participated in an exercise program affected their static balance irrespective of whether their eyes open or closed. Therefore, regular exercise is recommended for elderly people and further research is needed to examine the relationship between static and dynamic balance while performing mental tasks such as cognition and attention.

Key Words: Balance performance monitor; Berg balance scale; Dual task paradigm; Elderly; Exercise program; Static balance.

I. 서론

균형은 최소한의 흔들림(sway)으로 지지기 저면 내에서 신체의 중력중심을 유지하는 능력으로서, 자세유지와 운동의 기본적인 요소이다(김유철 등, 1992; Nichols 등, 1995). 우리가 적절한 균형을 유지하기 위해서는 신체의 중력중심을 최소한의 흔들림으로 지지기 저면내에 유지하여야 한다(Galley와 Forster, 1985; Nichols 등, 1995). 균형의 정의는 단순해보이나 감각정보 통합, 신경계 처리, 생체역학적 요인을 포함하는 복잡한 운동조절 작업으로(Hall과 Brody, 1999), 연령(Hasselkus와 Shambes, 1975), 고유수용성감각의 손실(Fernie과 Holliday, 1978), 슬관절 구축(Potter 등, 1990), 시각(Dornan 등, 1978), 키(Kilburn과 Thornton, 1995), 발의 위치(Nichols 등, 1995), 다리길이 차이(Mahar 등, 1985; Murrell 등, 1991) 등 다양한 요소가 균형에 영향을 미친다. 그러나 많은 신경생리학자들이 균형과 관련하여 신경생리학적 접근방법에 초점을 두고 감각 정보 입력과 자세조절 중추에 관해 연구해왔으며, 역학적인 접근방법으로 인체가 움직임에 따라 신체에 작용하는 힘의 관계에 중점을 두고 균형을 분석해왔다(Schenkman과 Bulter, 1989).

균형능력은 연령이 증가함에 따라 감소되어 넘어짐 위험 요인이 증가되고, 자세조절과 집중력의 변화를 동반한다(Perrin 등, 1997;

Redfern 등, 2001). Ring 등(1988)은 노인이 균형 유지하는데 하지의 고유수용성감각을 시각계와 전정계보다 많이 사용한다고 하였고, Redfern 등(2001)은 다양한 시각조건과 자세조건에서 균형 유지 시 젊은 사람들은 지능과제(mental task)를 이용한 정보처리 과제가 균형 유지에 영향을 주지 않지만, 노인에서는 균형 유지 시 자세동요가 증가한다고 하였다. Melzer 등(2001)은 자세조절과 넘어짐은 노인의 건강에서 중요한 문제로, 젊은 사람군에 비해 노인군에서 이중과제와 단일과제 수행 시 자세동요가 증가한다고 하였다.

Yardley 등(2001)은 지능과제는 자세조절 시 자세를 유지하고, 이 때 요구되는 운동조절 능력을 방해할 수 있다고 하였고, Rankin 등(2000)은 인지과제는 자세조절 시 하지근육의 활동은 감소시키고, 노인군에서 이중과제에 방해를 더 받는 것으로 보고하였다. 하지만, Andersson 등(1998)과 Yardley 등(2001)의 연구에서는 균형 장애를 가진 집단과 정상인 집단 모두에서는 정신적 활동이 균형 유지 시 영향을 받는다고 하였다.

일상생활활동은 몇 가지 과제를 동시에 수행하면서 균형 안정성을 유지해야 한다. 즉, 균형 안정성이 저하되면 일반적인 일상생활 활동 수행 시 어려움이 많다. 따라서 균형 및 자세조절 검사는 이중과제를 포함한 것이 있어야 하며, 생활에서 운동 기능과 인지 기능을 반영한 것이어야 한다(Bowen 등, 2001;

Melzer 등, 2001).

최근 자세와 보행조절에서 이중과제(dual task) 사용으로 인지(cognition)와 집중력(attention)의 역할을 강조하고 있으나(Yardley 등, 1999), 균형에 대한 치료는 단일과제(single task)를 이용한 전통적인 치료 프로그램에 초점을 두고 있다(Rankin 등, 2000). 또한 많은 균형 검사와 자세조절 방법은 이러한 인지 기능에 대한 요소를 고려하지 않고 있으며, 넘어짐 예방과 관련된 연구는 중재(intervention) 효과 검증에 초점을 맞추고 있다.

따라서 본 연구는 노인의 일반적인 특성 조사 시 인지 기능, Berg 균형척도를 검사하고, 규칙적인 운동프로그램의 참여여부를 조사하여, 시각 차단여부, 과제 유형, 운동프로그램 참여여부가 노인의 정적 균형에 미치는 영향을 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 경기도 소재 과천시 노인 복지관에서 운영하는 건강증진프로그램에 참여하는 65세 이상의 노인 17명과 수원시 소재 중앙 양로원에서 요양중인 노인 17명, 총 34명을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 구체적인 선정 조건은 다음과 같다.

- 가. 독립적으로 일상생활활동이 가능한 자
- 나. 보행 보조기구(walking aid)의 도움 없이 10 m이상 독립 보행이 가능한 자
- 다. 균형 유지 능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자
- 라. 불균형과 넘어짐에 영향을 미치는 신경학적 이상 또는 근골격계의 이상이 없는 자
- 마. 최근 3개월간 하지나 요부에 물리치료를 받지 않는 자
- 바. 정신적 장애가 없는 자

사. 한국판 간이 정신상태 검사(Mini Mental State Examination) 항목 중 집중력 및 계산력 항목에서 1점 이상을 획득한 자

본 연구에서는 정적 균형을 측정하기 전 일반적인 특성 조사 시 노인군을 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인군과 일상생활활동 노인군을 조사하였다. 여기서 규칙적인 운동을 한 노인군이라 함은 복지관에서 운영하는 노인 대상 건강증진 프로그램에 정기적으로 3개월 이상 2년 미만 동안 주 1회 이상 규칙적으로 참여하고 있는 노인을 의미한다. 복지관에서 운영하는 노인 대상 건강증진프로그램은 스트레칭 체조, 댄스 스포츠, 태극권, 단전호흡, 땃돌 체조, 무용 체조, 에어로빅, 한국 무용, 수중 체조, 탁구, 포크 댄스이었다. 일상생활활동 노인군은 요양원에서 특별한 운동프로그램에 참여하지 않고 독립적으로 일상생활활동만을 수행하는 경우를 말한다.

2. 측정도구

가. 한국판 간이 정신상태 검사
인지 검사도구의 대표적인 것으로 총 30점 만점으로 평가한다.

나. Berg 균형척도

Berg 균형척도는 14개의 항목으로 앉기, 서기, 자세 변화 3개의 영역을 최소 0점에서 최고 4점을 적용하여, 총 56점이 만점이다. 14개의 항목으로는 앉아서 일어서기, 지지 없이 서있기, 지지 없이 앉아 있기, 일어선 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동하기, 눈 감고 서있기, 발 모아 서있기, 앞으로 손 뻗기, 물건 집어 들기, 뒤 돌아 보기(왼쪽, 오른쪽), 360° 돌기, 한 발 교대로 발판에 올려놓기(각각 4번씩), 한 발을 앞에 붙여 놓고 서기, 한 발로 서기로 구성되어 있다.

다. 이중과제(dual task)의 수행

이중과제는 두 가지 과제를 동시에 수행하는 것으로 정적 균형 유지 시 지능과제 수행을 의미한다. 본 연구에서 사용한 지능과제는 Bowen 등(2001)과 Yardley 등(2001)에서 사용한 숫자 분리(categorization of a numerical stimulus)를 수정한 것으로, 1에서 20사이의 임의 숫자를 녹음기로부터 들려주고 짝수, 혹은 홀수로 분리하게 하였다. 측정시간 30초 동안 나오는 숫자는 2초당 1개의 숫자로 총 15개 숫자이었고, 측정 기간 동안 대상자가 손가락을 사용해 짝수 혹은 홀수의 숫자를 세지 않도록 대상자에게 미리 교육시키고 검사자가 관찰하여 확인하였다.

라. 정적 균형의 측정

본 연구에서 사용된 정적 균형의 측정도구는 영국의 Health Care사에서 제작한 균형수행 모니터(Balance Performance Monitor)로, 피드백용 화면응시 장치와 이동이 가능한 양발 기립용 발판 및 외발 기립용 발판, 좌위용 판으로 구성되어 있다. 컴퓨터와 피드백용 화면응시 장치, 프린터가 연결되어 있고, 기립 자세에서 발판의 감지기가 움직임을 감지하

여 결과를 컴퓨터 스크린상에 수치화 및 그래프화하여 나타나게 한다. 그러나 본 연구에서는 정적 균형에 영향을 줄 수 있는 시각과 청각 피드백용 응시장치의 사용을 제거한 상태에서 정적 균형을 측정하였다.

3. 실험절차

본 연구에 참여하기 전 연구 대상자는 연구 목적에 대한 설명을 듣고, 자발적으로 연구에 참여하였으며, 균형수행 모니터를 사용하여 정적 균형을 측정하기 전 연구대상자의 일반적인 특성(성명, 나이, 체중, 키, 운동프로그램 참여 여부, 성별 등)을 조사하였다. 일반적인 특성에 대한 조사가 끝난 후 균형수행 모니터를 사용하여 정적 균형을 측정하였고, Berg 균형척도, 한국판 간이 정신상태 검사를 하였다. 균형수행 모니터를 사용하여 자세 동요면적(sway area), 동요거리(sway path), 최대 동요속도(maximal sway velocity)를 측정하였다. 정적 균형은 먼저 눈 뜬 상태로 측정한 후, 5분간 휴식 후 다시 눈 감고 정적 균형을 실시하였다. 각각의 조건에서 정적 균형 유지 시 지능과제를 수행하는 이중과제와 지능과제를 수행하지 않는 단일과제

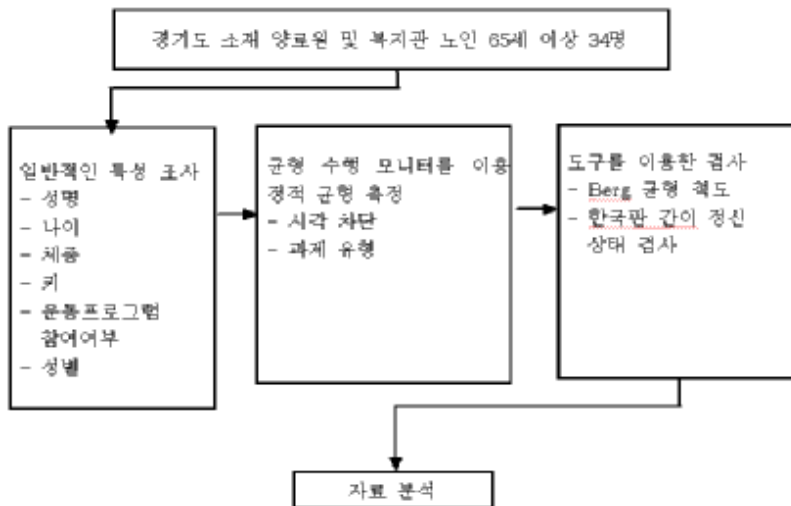


그림 1. 실험절차 모식도

인 정적 균형을 실시하였다. 각 조건에서 이중과제와 단일과제를 수행할 때 적용 순서는 각 대상자마다 무작위로 하였다. 눈 뜨고 이중과제를 수행할 때 주어진 지능과제는 홀수를 분리하는 것이었고, 눈 감고 이중과제를 수행할 때 주어진 지능과제는 짝수를 분리하도록 하였다. 자료 분석 시 정적 균형 변수들에 대하여 각 조건에서 3회 측정값의 평균을 사용하였다(그림 1).

4. 분석방법

수집된 자료는 통계 프로그램 SPSS 10.0판을 이용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하였고, 운동프로그램에 참여한 집단과 일상생활활동 수행 집단의 일반적인 특성 비교는 독립 t-검정(independent t-test)을 하였다. 그리고 나이, 체중, 키, Berg 균형척도, 한국판 간이 정신상태 검사를 독립변수로 하고, 연구대상자의 성별과 운동프로그램 참여여부를 가변수(dummy variable)로 처리하고, 단일과제와 이중과제 수행 시 정적 균형능력과 과제간 정적 균형능력 변화량을 종속변수로 하여 다중회귀(multiple regression)분석을 하였다. 통계적 검정을 위한 유의수준 α 는 .05로 정하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 65세 이상의 노인 34명이었으며, 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인군은 남자 8명, 여자 9명이었고, 평균나이는 69.8세, 체중 60.3 kg, 키 160.1 cm, 한국판 간이 정신상태 검사 점수는 27.1점, Berg 균형척도는 51.9점 이었다. 이에 반하여 일상생활활동 노인군은 남자 3명, 여자 14명, 평균나이는 79.7세, 체중 56.0 kg, 키 151.9 cm, 한국판 간이 정신상태 검사는 22.9점, Berg 균형척도는 41.1점 이었다. 이들 두 집단간의 일반적인 특성 중 체중 부분을 제외한 나이, 키, 한국판 간이 정신상태 검사, Berg 균형척도 부분에서 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인군의 특성이 유리하였다($p < .05$)(표 1).

2. 눈 뜬 상태에서 단일과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석

눈 뜬 상태에서 단일과제 시 평균 동요면적은 178.1 mm², 동요거리 257.6 mm, 최대 동요속도는 33.2 mm/s로 나타났다. 이 때 정적 균형능력에 영향력 있는 변수로 나이와 체중이 포함되었다. 동요면적과 동요거리에서는 노인

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(N=34)

내용	규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인군	일상생활활동 노인군	p
남(명)	8	3	
여(명)	9	14	
나이(세)	69.8±2.7 ^a	79.7±5.2	.00
체중(kg)	60.3±9.1	56.0±10.8	.22
키(cm)	160.1±8.1	151.9±6.8	.00
한국판 간이 정신상태 검사	27.1±1.8	22.9±2.8	.00
Berg 균형척도	51.9±3.6	41.1±3.5	.00

^a평균±표준편차

집단의 일반적인 특성 중 나이와 체중 순으로 영향력 있는 변수로 채택되었고, 최대 동요속도에서는 체중과 나이 순으로 영향력 있는 변수가 채택되었다($p<.05$)(표 2).

3. 눈 뜬 상태에서 이중과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석

눈 뜬 상태에서 이중과제 시 평균 동요면적은 213.6 mm², 동요거리 263.8 mm, 최대 동요속도 34.7 mm/s로 나타났다. 이 때 정적 균형능력의 영향력 있는 변수로 나이와 체중이 포함되었다. 동요면적, 동요거리와 최대 동요속도 모두에서 나이와 체중 순으로 영향력 있는 변수가 채택되었다($p<.05$)(표 3).

4. 눈 감은 상태에서 단일과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석

눈 감은 상태에서 단일과제 시 평균 동요면적은 269.9 mm², 동요거리 315.2 mm, 최대 동요속도 41.2 mm/s로 나타났다. 이 때 정적 균형능력에 영향력 있는 변수로 나이, 체중, 성별이 포함되었다. 동요면적에서는 나이, 체중, 성별의 여부 순으로 영향력 있는 변수로 채택되었고, 동요거리에서는 나이와 체중 순으로 영향력 있는 변수로 채택되었으며, 최대 동요속도에서는 체중과 나이 순으로 영향력 있는 변수가 채택되었다($p<.05$)(표 4).

표 2. 눈 뜬 상태에서 단일과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석 (N=34)

내용	회귀방정식	결정계수(R ²)	p
동요면적	$-785.44+9.13\times\text{나이}+4.84\times\text{체중}$	.29	.01
동요거리	$-584.58+8.22\times\text{나이}+3.91\times\text{체중}$	.48	.00
최대 동요속도	$-69.11+.67\times\text{체중}+.85\times\text{나이}$	.38	.00

표 3. 눈 뜬 상태에서 이중과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석 (N=34)

내용	회귀방정식	결정계수(R ²)	p
동요면적	$-1788.10+20.82\times\text{나이}+7.66\times\text{체중}$	.53	.00
동요거리	$-807.26+11.49\times\text{나이}+3.65\times\text{체중}$	.56	.00
최대 동요속도	$-100.17+1.38\times\text{나이}+.54\times\text{체중}$	.52	.00

표 4. 눈 감은 상태에서 단일과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석 (N=34)

내용	회귀방정식	결정계수(R ²)	p
동요면적	$-1773.90+19.23\times\text{나이}+9.55\times\text{체중}+158.64\times\text{성별}^a$	.56	.00
동요거리	$-595.29+8.57\times\text{나이}+4.65\times\text{체중}$	.29	.01
최대 동요속도	$-65.37+.70\times\text{체중}+.88\times\text{나이}$	.27	.01

^a성별에서 1은 남성, 0은 여성

5. 눈 감은 상태에서 이중과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석

눈 감은 상태에서 이중과제 시 평균 동요면적은 370.2 mm², 동요거리 331.4 mm, 최대 동요속도 48.5 mm/s로 나타났다. 이 때 정적 균형능력에 영향력 있는 변수로 나이와 체중이 포함되었다. 동요면적에서는 나이와 체중 순으로 영향력 있는 변수로 채택되었고, 동요거

리와 최대 동요속도에서는 나이만 영향력 있는 변수로 채택되었다(p<.05)(표 5).

6. 눈 뜬 상태에서 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 대한 다중회귀분석

눈 뜬 상태에서 단일과제와 이중과제 시 평균 동요면적은 33.7 mm², 동요거리 6.2 mm,

표 5. 눈 감은 상태에서 이중과제 시 정적 균형능력의 다중회귀분석 (N=34)

내용	회귀방정식	결정계수(R ²)	p
동요면적	-3226.64+39.27×나이+11.39×체중	.58	.00
동요거리	-471.07+10.74×나이	.31	.00
최대 동요속도	-69.91+1.58×나이	.14	.03

표 6. 눈 뜬 상태에서 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 대한 다중회귀분석 (N=34)

내용	회귀방정식	결정계수(R ²)	p
Δ동요면적 ^a	-52.32+172.10×운동여부 ^d	.44	.00
Δ동요거리 ^b	-17.37+47.14×운동여부	.30	.00
Δ최대 동요속도 ^c	-50.59+17.61×운동여부 +.91×Berg 균형척도	.50	.00

^a단일과제와 이중과제 수행 시 동요면적 변화량

^b단일과제와 이중과제 수행 시 동요거리 변화량

^c단일과제와 이중과제 수행 시 최대 동요속도 변화량

^d운동여부에서 1은 일상생활활동 노인군, 0은 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인군

표 7. 눈 감은 상태에서 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 대한 다중회귀분석 (N=34)

내용	회귀방정식	결정계수(R ²)	p
Δ동요면적 ^a	-46.10+292.84×운동여부 ^d	.53	.00
Δ동요거리 ^b	733.62-4.85×키	.32	.00
Δ최대 동요속도 ^c	49.86-.73×체중	.13	.04

^a단일과제와 이중과제 수행 시 동요면적 변화량

^b단일과제와 이중과제 수행 시 동요거리 변화량

^c단일과제와 이중과제 수행 시 최대 동요속도 변화량

^d운동여부에서 1은 일상생활활동 노인군, 0은 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인군

최대 동요속도 .6 mm/s가 증가하였다. 정적 균형능력 변화량에서 음의 값은 이중과제 수행 시 자세 동요의 감소를 의미한다. 정적 균형능력 변화량에 영향력 있는 변수로 규칙적인 운동프로그램의 참여여부와 Berg 균형척도가 포함되었다. 동요면적과 동요거리에서는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부가 가장 영향력 있는 변수로 채택되었고, 최대 동요속도에서는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부와 Berg 균형척도 순으로 영향력 있는 변수가 채택되었다($p<.05$)(표 6).

7. 눈 감은 상태에서 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 대한 다중회귀분석

눈 감은 상태에서 단일과제와 이중과제 시 평균 동요면적은 100.3 mm², 동요거리 16.2 mm, 최대 동요속도 7.3 mm/s가 증가하였다. 정적 균형능력 변화량에서 음의 값은 이중과제 수행 시 자세 동요의 감소를 의미한다. 정적 균형능력 변화량에 영향력 있는 변수로 규칙적인 운동프로그램의 참여여부, 키, 그리고 체중이 포함되었다. 동요면적에서는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부, 동요거리에서는 키, 그리고 최대 동요속도에서는 체중이 가장 영향력 있는 변수로 채택되었다($p<.05$)(표 7).

IV. 고찰

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 65세 이상 노인 34명으로, 초기 인원은 총 58명이었으나 최종 34명이 선정되었다. 연구대상자에서 24명이 제외된 이유는 고혈압 7명, 평소 어지럼증을 호소하는 노인 5명, 당뇨 8명, 당뇨와 고혈압을 가진 3명, 지능과제 수행이 불가능한 노인 1명 때문이었다. 연구대상자에서 제외된 24명 중 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인은 18명, 일상생활활동만을 하는 노인은 6명이었다.

본 연구에서 연구대상자의 일반적인 특성을 규칙적인 운동프로그램에 참여여부로 나누어 비교한 결과 체중 부분을 제외한 나이, 키, 한국판 간이 정신상태 검사, Berg 균형척도에서 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인 집단의 특성이 통계학적으로 유리하였다($p<.05$). 따라서, 본 연구에서는 노인의 정적 균형능력의 특성 분석 시 편의(bias)를 제거하기 위하여 성별과 운동프로그램 참여여부를 가변수 처리한 후 다중회귀분석을 하였다. 권오윤 등(2003)은 균형은 현재 환자가 가지고 있는 질병, 연령, 약물 복용, 성별, 인지능력에 의해서도 영향을 받기 때문에 균형을 평가할 때는 이러한 요소들을 모두 고려해야 한다고 하고, 넘어짐이 발생한 노인과 그렇지 않은 노인에서 질병 유무, 운동 여부, 약물 복용 유무, 주관적으로 판단한 건강수준에서 유의한 차이가 있다고 보고하였다.

2. 측정도구

본 연구에서는 한국판 간이 정신상태 검사, Berg 균형척도, 이중과제 시 정적 균형을 측정하였다. 권용철과 박종한(1989)은 한국판 정신상태 검사의 측정자간 신뢰도 $r=.99$ 로 보고하였고, 이현주 등(2002)은 Berg 균형척도는 임상에서 넘어질 가능성이 높은 노인을 조기에 발견하기 위한 1차적 검진으로서 사용하기에 적절하다고 하였다.

본 연구에서 균형수행 모니터를 통하여 정적 균형을 측정 후, Berg 균형척도를 측정하였다. Berg 균형척도는 전체 항목을 수행하는 데에는 약 15분이 소요되며(권오윤, 2003) 본 연구에서는 Berg 균형척도 검사 후 노인에서 발생할 수 있는 피로의 영향을 최소화하기 위하여, 균형수행 모니터를 통한 정적 균형 측정 후 Berg 균형척도를 검사하였다. 이는 Nardone 등(1997)의 연구에서 젊은 사람에서 피로를 유발시킨 운동 후 측정된 정적 균형에서 동요거리와 동요면적이 증가

되고, 이는 15분간 지속된다고 보고하였기 때문이다. Berg 균형척도는 측정자내 신뢰도와 측정자간 신뢰도가 각각 $r=.97$, $r=.98$ 로서 균형능력을 평가하는데 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가지고 있다(Berg 등, 1995).

본 연구에서 정적 균형을 측정하기 위해 균형수행 모니터를 사용하였는데, Hass와 Burden(2000)은 균형수행 모니터와 Kistler 힘판의 체중분배 비율에 대한 척도는 우수하게 일치하였고, 균형수행 모니터의 전·후, 좌·우 동요척도와 Kistler 힘판의 압력중심점(center of pressure) 비교에서 비교적 높은 상관관계($r=.61 \sim .99$)를 나타냈다.

Hu 등(1996)은 감각 조직화 검사(Sensory Organization Test) 동안 정적 균형 측정 시 동요면적과 평형점수(Equilibrium score)는 타당도 있는 측정변수라 할 수 있다고 하였고, Fitzgerald 등(1994)의 연구에서 동요거리 측정 시 개체 내에서 동요거리의 변화가 가장 적게 나타났으며, Baratto 등(2002)은 자세 안정화에 기여하는 변수 중에서 생체 역학적인 측정변수는 전체적 변수(global parameters)로 동요거리와 자세동요 그래프의 빈도 대역(frequency band of the posturogram), 구조적 변수(structural parameters)로 최고 평균값(mean value of peaks)과 평균 최고간 거리(mean inter-peak distance)가 타당성이 높다고 하였다. 따라서, 본 연구에서는 균형 수행 모니터를 통한 정적 균형능력의 측정변수 중 동요거리, 동요면적, 최대 동요속도를 선택하였다.

본 연구에서 이중과제를 사용하기 위해 선택한 지능과제는 녹음기로부터 나오는 숫자를 홀수 또는 짝수로 분리하는 것이었다. Yardley 등(1999)은 가장 일반적으로 사용하는 자세조절이나 보행 시 지능과제 모델은 청각자극에 반응하는 것, 숫자의 연속성을 기억하여 반복하는 것, 문장을 완성하는 것, 이름 암송하기, 대화하기, 공간 위치 파악하기

등이 있다고 문헌고찰을 통하여 보고하였고, 이러한 과제들은 모두 자세조절과 지능과제 사이에서 인지 능력을 방해하는 과제라고 하였다.

3. 노인군의 정적 균형능력

본 연구에서 균형수행 모니터를 통하여 65세 이상의 노인군에서 이중과제 시 정적 균형을 측정하였다. 눈 뜬 상태에서 단일과제 시 노인군의 평균 동요면적은 178.1 mm^2 , 동요거리 257.6 mm , 최대 동요속도 33.2 mm/s 이었고, 눈 감은 상태에서 단일과제 시 노인군의 평균 동요면적은 269.9 mm^2 , 동요거리 315.2 mm , 최대 동요속도 41.2 mm/s 이었다. Elliott 등(1998)의 연구에서는 동요 자력계(sway magnetometry)를 통한 동요면적과 동요거리 검사에서 15~65세 집단에서 눈 뜬 상태에서 동요거리는 140 mm , 눈 감고 200 mm , 동요면적은 눈 뜨고 150 mm^2 , 눈 감고 300 mm^2 로 본 연구의 결과와 차이가 있었다. 이는 본 연구에서 측정된 집단의 나이가 선행연구의 집단보다 더 높기 때문이라 생각되며 본 연구에서도 정적 균형능력 영역에서 다중회귀분석을 실시한 결과 나이가 영향력 있는 변수로 나타났다. 이들 내용을 살펴보면, 눈 뜬 상태에서 단일과제와 이중과제 시 정적 균형능력에 나이와 체중이 영향력 있는 변수이었다. 눈 감은 상태의 단일과제 시 정적 균형능력의 동요면적에서 영향력 있는 변수는 나이와 성별이었고, 정적 균형능력의 동요거리와 최대 동요속도에서는 나이와 체중이 영향력 있는 변수이었다. 그리고 눈 감은 상태의 이중과제 시 정적 균형능력의 동요면적에서 영향력 있는 변수는 나이와 체중이었고, 정적 균형능력의 동요거리와 최대 동요속도에서는 나이가 영향력 있는 변수이었다.

Hageman 등(1995)의 연구에서 균형 측정 결과 성별에서는 유의한 차이가 없었지만, 나이는 유의한 차이가 있었고, 노인은 젊은 사

람에 비해 움직임 시간(movement time)과 움직임 거리(path length)가 증가하고, 기능적 도달거리(distances of functional reach)가 짧아졌고, Colledge 등(1994)은 나이와 성별을 똑같이 나눈 네 집단에서 나이가 증가함에 따라 선형적으로 자세동요가 증가되었지만, 성별은 모든 집단에서 영향을 받지 않았다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 눈 감은 상태에서 단일과제 시 동요면적에서 성별이 영향력 있는 변수로 채택되어 선행연구의 결과와 차이가 있었다.

Peterka와 Black(1990)은 나이와 관련하여 고정된 면에서 눈을 감거나 눈 뜬 선 자세에서 자세 동요의 증가는 없지만 시각 또는 체성 감각 자극(cue)을 주었을 경우 자세동요가 증가하였으며, 55세 이상에서 자세동요가 증가하여 나이가 들수록 시각 자극에 더 많은 영향을 받는다고 하였다. 본 연구에서도 눈 뜬 상태보다 눈 감은 상태에서 노인군의 정적 균형능력이 단일과제와 이중과제 시 모두 증가하였다. Hytonen 등(1993)은 평형은 50세 주위에서 가장 안정되며, 노인에서 시각계는 균형조절에서 중요한 요소라고 하고, Colledge 등(1994)은 모든 집단에서 균형을 유지하는데 시각보다는 고유수용감각을 사용하지만, 이 감각을 제거하였을 때는 시각을 더 많이 사용한다고 하였다.

노인의 균형 회복 시 근육활동 감소는 능동적 조절보다는 근 골격계통의 수동적 점탄성 성질(viscoelastic properties)에 의존한다고 볼 수 있으며(Rankin 등, 2000), 노인에서 나이와 관련된 변화 중 감각과 근 골격계통은 균형 손상을 초래할 수 있고, 이는 안전하게 이동하는 능력에 영향을 줄 수 있다(Maki와 McIlroy, 1996).

본 연구에서는 노인군의 Berg 균형척도를 측정된 결과 노인군의 평균 Berg 균형척도 점수는 46.5점이었다. 이현주 등(2002)의 연구에서 Berg 균형척도가 45점 이하인 노인군은

넘어짐의 위험 요소가 있는 노인군으로 제시했던 것으로 고려한다면, 이들 노인군은 넘어짐의 위험 요소가 없는 것으로 생각되지만, 노인군의 일반적인 특성을 조사한 결과 규칙적인 운동프로그램에 참여한 노인군과 일상생활활동 노인군에서 평균 Berg 균형척도의 점수는 차이가 있었다. 규칙적인 운동 프로그램에 참여한 노인군의 평균 Berg 균형척도 점수는 51.9점이었으나 일상생활활동 노인군의 평균 Berg 균형점수가 41.1점으로 나타난 것은 일상생활활동 노인군이 넘어짐의 위험 요소가 있는 것으로 생각된다.

Condron과 Hill(2002)의 연구에서 건강한 노인과 약간의 넘어짐의 요소가 있는 노인에서 Chattecx 균형 시스템(Chattecx balance system)을 사용하여 인지과제를 통한 균형을 검사한 결과 안정된 지지면에서는 유의한 차이가 없었지만 동적발판(dynamic platform) 위에서는 유의한 차이가 있었고, Brauer 등(2002)의 연구에서는 건강한 노인군과 균형 이상이 있는 노인군에서 집중력은 균형 이상이 있는 노인군에 영향을 주고, 건강한 노인군에서는 영향을 주지 않았다.

4. 노인군의 이중과제 수행 시 정적 균형능력의 변화

본 연구에서는 지능과제를 이용한 이중과제 시 정적 균형능력의 변화를 알아보았다. 눈 뜬 상태에서 이중과제 시 평균 동요면적은 33.7 mm², 동요거리 6.2 mm, 최대 동요속도 6.6 mm/s가 증가하였고, 눈 감은 상태에서 이중과제 시 평균 동요면적은 100.3 mm², 동요거리 16.2 mm, 최대 동요속도 7.3 mm/s가 증가하였다.

Shumway-Cook과 Woollacott(2000)는 나이가 들면서 감각 정보가 감소되면 자세조절을 증가하기 위해 집중력의 요구가 증가된다고 하였다. Rankin 등(2000)은 젊은 사람과 건강한 노인군에서 인지적 수학과제(cognitive

math task)를 수행할 때 자세조절 근육의 개시 시간(onset time)은 변하지 않고, 진폭은 영향을 받았고, 젊은 사람보다 노인에서 이중과제가 균형조절에 더 많은 영향을 받았다.

본 연구에서는 이중과제 수행 시 정적 균형능력 변화량에 대한 다중회귀분석 결과 규칙적인 운동프로그램의 참여여부, Berg 균형척도, 키와 체중이 영향력 있는 변수이었다. 눈 뜬 상태에서 운동프로그램의 참여여부와 Berg 균형척도가 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 영향력 있는 변수이었고, 눈 감은 상태에서는 운동프로그램의 참여여부, 키와 체중이 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 영향력 있는 변수이었다. 이는 눈을 뜬 상태에서 노인이 규칙적인 운동프로그램에 참여한 경우 단일과제와 이중과제 수행 사이 정적 균형능력 변화량은 일상생활활동 노인의 정적 균형능력 변화량보다 적어질 수 있음을 의미한다고 볼 수 있었다. 눈을 감은 경우 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량은 규칙적인 운동프로그램에 참여여부보다는 다른 변수에 영향을 받을 수 있다고 생각된다. 이는 시각 차단에 따른 자세동요 변화량이 영향을 받을 수 있었기 때문이라 생각된다.

Andersson 등(1998)의 연구에서는 어지럼증이 있는 환자와 정상인에서 지능과제를 이용한 균형 검사 시 두 집단 모두 영향을 받았으며, 눈을 감았을 때 더 많은 영향을 받는다고 하였다. Yap과 Leij(1994)는 실독증(dyslexia)이 있는 아동집단에서 단일과제 조건보다 이중과제 조건에서 정적 균형에 더 영향을 받는다고 하였다. 또한 Brauer 등(2002)은 이중 과제 수행은 균형 이상이 있는 노인에서 자세 불안정성에 영향을 줄 수도 있다고 제안하였다.

Geurts 등(1991)은 하지절단 환자에서 이중과제는 자세조절 시 대뇌수준의 통합과정에서 더 많은 정보를 요구할 수 있다고 하였

고, Melzer 등(2001)은 노인에서 자세조절 시 인지 과정이 요구되는 것은 과제가 주어지는 동안 집중력이 발생하여 자세동요에 영향 줄 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 이중과제가 정적 균형능력 변화량에 영향을 주었다고 생각되며, 규칙적인 운동프로그램의 참여 여부는 이중과제 시 영향력 있는 변수로 채택되어, 규칙적인 운동여부가 정적 균형능력에 영향을 미쳤다고 생각된다. 이는 균형이 요구되는 과제를 수행할 때 지능과제의 수행은 균형능력을 감소시키며, 정상인과 환자 집단에서 모두 영향을 줄 수 있고, 이중과제 수행은 숙련도 평가(skill assessment)에 사용될 수 있는 유용한 접근법이라 할 수 있겠다(Andersson 등, 1998).

균형조절 시 문제점은 예상치 않은 자극 후 안정성 회복에 집중력이 요구되는 것이며, 균형이 감소된 노인에서 자세조절 회복 시 충분한 집중력이 없다면 넘어짐의 위험 요소를 증가시킬 수 있다(Brown 등, 1999). Bloem 등(2001)은 자세와 인지의 지속적인 연구가 자세조절의 한 요소만을 평가 하는 검사보다도 넘어짐을 더 잘 예측할 수 있다고 하고, 균형에 요구되는 집중력은 나이와 운동 전략에 따라 달라지며, 새로운 균형프로그램은 다중과제(multiple task)를 이용한 프로그램이 필요하다고 하였다.

5. 제한점 및 제언

본 연구에서는 노인군에서 지능과제를 통한 이중과제 수행 시 동요면적, 동요거리, 최대 동요속도를 측정하였다. 균형은 많은 복잡한 시스템에 의해 조절된다. 사람의 개체 내 생리학적 조건은 나이가 증가함에 따라 변하고, 사람을 대상으로 한 표본 집단의 선정은 어렵다(Hasselkus와 Shambes, 1975). 따라서 본 연구에서도 노인 집단의 표본 선정 시 개체 내 생리학적 조건에 있어 많은 변화량이 존재할 수 있었다고 생각된다.

Lord와 Menz(2000)는 나이가 증가함에 따라 시각 기능이 감소되고 이는 자세 안정도에 손상을 주고 넘어짐의 위험도를 증가시킬 수 있다고 하였는데, 본 연구에서도 시력과 시각에 따른 노인의 정적 균형능력에 미치는 영향에 대한 분석을 하지 못하였다.

Lindenberger 등(2000)은 운동조절과 감각 조절 면에서 나이가 증가함에 따라 인지적 조절의 필요가 요구되는 것에 대한 논의가 필요하다고 하였고, Woollacott와 Shumway-Cook(2002)은 자세 조절과 보행 시 집중력 사이의 관계에 대한 연구는 새로운 연구영역으로 서기와 걷기 동안 균형조절에서 인지적 요소를 고려해야 한다고 하였으며, Miller 등(2000)은 인지 능력과 정신 건강은 환자 개인의 사회적 상황 안에서도 평가되어야 한다고 하였다. 따라서 균형조절 시 집중력이 요구되는 것을 감안하여 이중과제를 사용한 균형 측정도구와 이것을 이용한 넘어짐을 예측할 수 있는 민감성있는 측정도구가 필요하며, 균형조절 시 이중과제를 수행하는 동안의 과제의 복잡성과 더 복잡한 정신활동, 동적 균형능력이 포함된 다양한 방법의 연구가 더 필요하다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 시각 차단여부, 과제 유형, 그리고 운동프로그램 참여여부가 노인의 정적 균형에 미치는 영향을 알아보았으며, 결과는 다음과 같다.

1. 눈 뜬 상태에서 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 영향력 있는 변수는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부와 Berg 균형척도이었다($p < .05$). 이 때 정적 균형능력의 동요거리와 동요면적 변화량에 영향력 있는 변수는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부였고,

최대 동요속도는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부와 Berg 균형척도이었다.

2. 눈 감은 상태에서 단일과제와 이중과제 사이 정적 균형능력 변화량에 영향력 있는 변수는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부, 키와 체중이었다($p < .05$). 이 때 정적 균형능력의 동요면적 변화량에 영향력 있는 변수는 규칙적인 운동프로그램의 참여여부이고, 동요거리에 영향력 있는 변수는 키, 최대 동요속도에 영향력 있는 변수는 체중이었다.

본 연구의 결과 노인의 지능과제를 포함한 이중과제 수행 시 정적 균형능력에 규칙적인 운동프로그램의 참여여부, Berg 균형척도, 키와 체중이 영향을 주었다. 앞으로의 균형 훈련프로그램은 기존의 균형조절 훈련프로그램이 아닌 인지 능력과 집중력이 포함된 균형 훈련프로그램이 필요하리라 생각되며, 지능과제를 포함한 균형 평가도구의 필요성이 요구된다고 생각된다. 그리고 노인의 넘어짐 예방을 위한 균형증진 훈련은 다양한 건강증진 프로그램에 규칙적으로 참여해야 한다고 생각한다.

인용문헌

- 권오윤. 최신 물리치료학 개론. 서울, 탐메디 오피아, 2003.
- 권오윤, 최홍식, 민경진. 지역사회 노인의 전도 발생 특성과 운동훈련이 전도노인의 근력과 균형에 미치는 영향. 대한보건협회 학술지. 1998;24(2):27-40.
- 권용철, 박중환. 노인용 한국판 Mini-Mental State Examination의 표준화 연구. 한국정신의학협회. 1989;28:125-135.
- 김유철, 장순자, 박미연 등. 뇌졸중 환자의 보행에 영향을 미치는 인자. 대한재활의학회지. 1992;16:443-451.

- 이현주, 이충휘, 유은영. 노인에서 Berg 균형 척도, 보행 변수, 그리고 넘어짐과의 관계. 한국전문물리치료학회지. 2002;9(3): 47-65.
- Andersson G, Yardley L, Luxon L. A dual-task study of interference between mental activity and control of balance. *Am J Otol.* 1998;19(5):632-637.
- Baratto L, Morasso PG, Re C, et al. A new look at posturographic analysis in the clinical context: Sway-density versus other parameterization techniques. *Motor Control.* 2002;6(3):246-270.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JJ. The balance scale: Reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27(1):27-36.
- Bloem BR, Valkenburg VV, Slabbekoorn M, et al. The multiple tasks test: Development and normal strategies. *Gait & Posture.* 2001;14(3):191-202.
- Bowen A, Wenman R, Mickelborough J, et al. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. *Age Ageing.* 2001;30: 319-323.
- Brauer SG, Woollacott M, Shumway-Cook A. The influence of a concurrent cognitive task on the compensatory stepping response to a perturbation on balance-impaired and healthy elders. *Gait Posture.* 2002;15(1):83-93.
- Brown LA, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Attentional demands and postural recovery: The effects of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1999; 54(4):M165-171.
- Colledge NR, Cantley P, Peaston I, et al. Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontology.* 1994;40(5):273-278.
- Condron JE, Hill KD. Reliability and validity of a dual-task force platform assessment of balance performance: Effect of age, balance impairment, and cognitive task. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(1):157-162.
- Dornan J, Ferine GR, Holliday PJ. Visual input: Its importance in the control of postural sway. *Arch Phys Med Rehabil.* 1978;59:586-591.
- Elliott C, FitzGerald JE, Murray A. Postural stability of normal subjects measured by sway magnetometry: Path length and area for the age range 15 to 64 years. *Physiol Meas.* 1998;19(1): 103-109.
- Fernie GR, Holliday PJ. Postural sway in amputees and normal subjects. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60:895-898.
- Fitzgerald JE, Murray A, Elliott C, et al. Comparison of body sway analysis techniques: Assessment with subjects standing on a stable surface. *Acta Otolaryngol.* 1994;114(2):115-119.
- Galley PM, Forster AL. Balance. In: *Human Movement.* New York, Churchill Livingstone, 1985.
- Geurts AC, Mulder TW, Nienhuis B, et al. Dual-task assessment of reorganization of postural control in persons with lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(13):1059-1064.
- Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(10):961-965.

- Hall CM, Brody LT. Balance impairment. In: *Therapeutic Exercise: Moving Toward Function*. Philadelphia, LW & W, 1999.
- Hass BM, Burden AM. Validity of weight distribution and sway measurements of the Balance Performance Monitor. *Physiother Res Int*. 2000;5(1):19-32.
- Hasselkus BR, Shambes GM. Aging and postural sway in women. *J Geront*. 1975;30:661-667.
- Hu MH, Hung YC, Huang YL, et al. Validity of force platform measure for stance stability under varying sensory conditions. *Proc Natl Sci Coun Repub China B*. 1996;20(3):78-86.
- Hytonen M, Pyykko I, Aalto H, et al. Postural control and age. *Acta Otolaryngol*. 1993;113(2):119-122.
- Kilburn KH, Thornton JC. Prediction equations for balance measured as sway speed by head tracking with eyes open and closed. *Occup Environ Med*. 1995;52(8):544-546.
- Lindenberger U, Marsiske M, Baltes PB. Memorizing while walking: Increase in dual-task costs from young adulthood to old age. *Psychol Aging*. 2000;15(3):417-436.
- Lord SR, Menz HB. Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology*. 2000;46(6):306-310.
- Mahar RK, Kirby RL, MacLeod DA. Stimulated leg-length discrepancy: Its effect on mean center-of-pressure position and postural sway. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985;66:822-824.
- Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. *Clin Geriatr Med*. 1996;12(4):635-658.
- Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Age-related change of postural control: Effect of cognitive tasks. *Gerontology*. 2001;47(4):189-194.
- Miller KE, Zylstra RG, Standridge JB. The geriatric patient: A systematic approach to maintaining health. *Am Fam Physician*. 2000;61(4):1089-1104.
- Murrell P, Cornwall MW, Doucet SK. Leg-length discrepancy: Effect on the amplitude of postural sway. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991;72:646-648.
- Nardone A, Tarantola J, Giordano A, et al. Fatigue effects on body balance. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1997;105(4):309-320.
- Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther*. 1995;75:699-706.
- Perrin PP, Jeandel C, Perrin CA, et al. Influence of visual control, conduction, and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults. *Gerontology*. 1997;43(4):223-231.
- Peterka RJ, Black FO. Age-related changes in human posture control: Sensory organization tests. *J Vestib Res*. 1990; 1(1):73-85.
- Potter PJ, Kirby RL, MacLeod DA. The effects of stimulated knee-flexion contractures on standing balance. *Am J Phys Med Rehabil*. 1990;69:144-147.
- Rankin JK, Woollacott MH, Shumway-Cook A, et al. Cognitive influence on postural stability: A neuromuscular analysis in young and older adults. *J Gerontol A Biol Med Sci*. 2000; 55A(3):M112-M119.

- Redfern MS, Jennings R, Martin C, et al. Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait & Posture*. 2001;14:211-216.
- Ring C, Nayak L, Isaacs B. Balance function in elderly people who have not fallen. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988; 69:261-264.
- Schenkman M, Bulter RB. A model for multisystem evaluation and treatment of individual with Parkinson's disease. *Phys Ther*. 1989;69:932-943.
- Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: The effect of sensory context. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*. 2000; 55(1):M10-M16.
- Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. *Gait & Posture*. 2002;16(1):1-14.
- Yap RL, van der Leij A. Testing the automatization deficit hypothesis of dyslexia via a dual-task paradigm. *J Learn Disabil*. 1994;27(10):660-665.
- Yardley L, Gardner M, Bronstein A, et al. Interference between postural control and mental task performance in patients with vestibular disorder and healthy controls. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2001;71:48-52.
- Yardley L, Gardner M, Leadbetter A, et al. Effect of articulatory and mental tasks on postural control. *NeuroReport*. 1999; 10:215-219.