

노인의 균형유지 능력에 영향을 미치는 요인

김원호

연세대학교 보건과학대학 재활학과

이충휘, 정보인, 조상현

연세대학교 보건과학대학 재활학과 및 보건과학연구소

Abstract

Factors Related to Balance Ability in Healthy Elderly

Kim Won-ho, M.P.H., R.P.T.

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

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

Chung Bo-in, Ph.D.

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

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

Institute of Health Science, Yonsei University

The purposes of this study were to ascertain differences of the sensory system, central processing system, effector system, and balance ability according to general characteristics (sex, fall experience, and age), and to identify the contributions of the sensory, central processing, and effector system to balance ability in 83 healthy elderly subjects. The subjects were elderly (over 60 years) who live in Wonju City. All subjects participated in six tests (position sense test, visual acuity, vestibular stepping test, Mini-Mental Status Exam-Korea, strength of dorsiflexors, and Berg Balance Test). Collected data were analyzed by the independent t-test, one-way ANOVA, and stepwise multiple regression. The results were as follows: 1. The results of the six tests according to sex showed that vestibular function was significantly better in women than in men. But visual acuity, cognitive function, strength of dorsiflexors, and balance ability were significantly better in men than in women ($p < 0.05$). 2. There were no significant differences in position sense, visual acuity, vestibular function, cognitive function, strength of dorsiflexors, and balance ability between fallers and non-fallers ($p > 0.05$). 3. However, the results of the six tests according to age (group A: 60-69 years, group B: 70-79 years, group C: 80-89 years) showed significant differences in five tests. In the Scheffé test, position sense, visual acuity, and cognitive function showed significantly different results between in group A and group C: the strength of the dorsiflexors was significantly different between in group A and group B, and balance ability was significantly different between in group A and group C, and between in group B and group C ($p < 0.05$). 4. Cognitive function and position sense were positively associated with balance ability. Their power of explanation regarding balance ability was 38% ($p < 0.05$). These results suggest that cognitive function and position sense play an impor-

tant role in balance ability. This would seem to suggest that programs for evaluation or improvement of elderly's balance ability in the elderly should consider cognitive function and position sense.

Key Words: Balance ability; Elderly; Sensory system; Central processing system.

I. 서론

균형이란 주어진 환경 내에서, 자신의 기저면(base of support) 위에 신체 중심(center of gravity)을 유지하는 능력이다(Nashner, 1994). 신체의 균형을 적절히 유지하기 위해서는 환경에 대한 정확한 인식과 이에 대하여 올바른 대응 전략이 필요하다. 그 대응 전략에는 첫째, 감각계(sensory system)를 통하여 환경과 자신의 신체 위치에 대한 정보를 계속적으로 수집해야 한다는 것, 둘째 이러한 정보에 따른 적절하고 효과적인 반응 즉, 중앙 처리 과정(central process)이 필요하다는 것, 그리고 근력, 관절 가동 범위, 유연성 등의 효과계(effector system)에 의한 반응이 나타나야 한다는 것이 포함된다(Chandler와 Duncan, 1992). 이들 요소 중에 적어도 어느 한 부분의 결함이 있으면 신체 균형유지가 어렵게 되고, 결국 낙상(fall)을 초래하거나 기능적인 활동을 제한받게 된다(Kauffman, 1990).

균형은 기능적 활동을 위한 필수적인 요인이다(Berg, 1989). Katz 등(1963)은 균형유지 능력을 노인의 일상생활동작 수행능력에 관여하는 중요한 변인으로 간주했으며, Judge 등(1995)은 보행의 어려움, 운동성, 수단적 일상생활동작(instrumental activities of daily living) 같은 기능적 수행능력이 균형 능력과 높은 상관성이 있다고 하였다. 또한 균형 능력이 감소된 사람은 낙상을 자주 경험하는데(Brocklehurst 등, 1982; Tinetti 등, 1988; Woollacott 등, 1986), 이러한 낙상은 노인의 이환율(morbidity)과 사망률(mortality)에 많은 영향을 준다(Robbins 등, 1989). 그러므로

주어진 환경 내에서 균형을 유지하는 것이 낙상을 예방하고 기능적인 활동을 영위하는데 중요한 역할을 한다.

균형유지를 위한 요소 중 효과계, 즉 근골격계에 대한 연구는 많이 보고되었다(Allum 등, 1995; Fitzpatrick 등, 1992; Nardone 등, 1990; Nardone 등, 1995). Anniansson 등(1986)은 30대에 비해 80대 노인의 하지 근력이 40% 정도 감소함을 보고하였다. 또한 노인들은 관절가동범위와 척추 유연성이 감소하여 균형유지 능력이 저하된다(Lewis와 Bottomley, 1990). Keshner 등(1993)은 젊은 층과 노인 층을 대상으로 균형유지를 위한 자세 반응을 연구하였다. 그 결과 균형을 유지하기 위한 발목 근육의 반응시간(reaction time)이 젊은 층 보다 노인 층에서 유의하게 길었고, 발목 근육의 근력도 노인 층에서 유의하게 감소함을 밝혀냈다. 발목 근육 중에서 특히 발등쪽 굽힘근이 약하면 노인의 균형유지 능력은 크게 감소된다(Wolfson 등, 1995).

그러나 노인들은 균형을 되찾기 위해서 젊은 층과 유사한 방법을 사용할 뿐만 아니라 보상 동작을 취한다. 즉, 노인들은 신체 흔들림을 보상하기 위하여 주동근과 길항근이 동시에 수축하여 신체의 안정성을 높이고(Shumway-Cook과 Woollacott, 1995), 균형을 되찾기 위해서 고관절 운동 전략(hip movement strategy)을 많이 사용한다(Horak 등, 1989).

Stribley 등(1974)과 Ring 등(1988)의 연구에서는 노인은 감각계 요소 중에서 시각계에 많이 의존한다고 하였으나, Colledge 등(1994)은 연령에 관계없이 균형유지를 위해서 시각적 정보보다는 체감각계에 의존한다고 하였

다. 한편, Woollacott(1993)은 젊은 층에 비해서 70세 이상 노인의 전정계 신경세포가 40% 정도 감소함을 보고하였다. 그럼에도 불구하고 전정계와 균형유지 능력간의 유의한 상관관계는 없다고 한다(Lord 등, 1991; Nashner, 1971). Lord 등(1991)이 59-97세의 노인들을 대상으로 실시한 연구에 의하면 균형 능력은 하지의 체감각계 기능 저하와 상관이 있었고, 체감각계 중에서도 고유수용성감각과 균형유지 능력은 높은 상관성을 보였으나, 시각계와 전정계는 균형유지를 위한 보조적인 요인으로 나타났다. 그러나 MacLennan 등(1980)은 고유수용성감각과 균형 능력간에 유의한 관련성을 찾지 못했다. 그리고 Teasdale 등(1991)은 젊은 층과 노인 층의 균형 능력 차이는 감각 손상 한가지만에 의해 기인된 것은 아니라고 주장하였다. 왜냐하면 감각계 외의 다른 기능이 온전할 경우 균형유지 능력을 보상할 수 있기 때문이다.

연령이 증가할수록 인지-운동 반응(cognitive-motor response)이 느려진다(Teasdale 등, 1991). Stelmach 등(1989)은 노화로 인한 균형 능력 감소는 인지 기능과 상관관계가 있다고 하였다. 그리고 Colledge 등(1994)은 남녀를 각각 20-39세, 40-59세, 60-69세, 70세 이상으로 구분하여 감각과 균형에 대한 연구를 하였는데, 노화에 따른 균형 능력의 감소는 말초 감각계의 변화 때문이 아니라 정보를 처리하는 중앙처리과정이 느리기 때문이라고 하였다. 최근에 Shumway-Cook 등(1997)은 젊은 층과 건강한 노인 층을 대상으로 두 종류의 인지 과제를 수행하는 동안 나타나는 균형유지 능력을 비교하였다. 그 결과 인지 과제가 복잡할수록 노인의 균형능력은 감소하였다. 그러므로 인지기능과 균형유지 능력간에는 관련성이 있음을 알 수 있다.

이와 같이 균형유지 능력에는 효과계, 감각계, 그리고 중앙처리계가 관련이 있다는 주장과 무관하다는 주장이 있어 관련성 여부에 대한 명확한 결론을 내리기 어렵다. 그리고 기존의 균형유지 능력에 관한 연구들은 균형

유지에 필요한 모든 요인(효과계, 감각계, 중앙처리계)을 동시에 고려하지 않고 개개의 요인별로 균형유지 능력과의 상관성을 규명하였다. 따라서 균형유지를 위한 요인들간의 상호작용을 분석하는 데는 제한이 있다. 예를 들면, 효과계의 기능 감소로 균형유지 능력이 떨어진다는 결과를 얻었다면, 이 결과가 효과계 자체의 문제인지, 기능이 감소된 감각계 또는 중앙처리계의 영향 때문인지를 단정할 수 없다. 또한 균형유지와 관련된 요인들 중에서 어떤 요인이 균형유지에 영향을 많이 미치는지에 대하여는 알려져 있지 않다. 따라서 본 연구자는 60세 이상의 노인들을 대상으로 균형유지에 필요한 요인(효과계, 감각계, 그리고 중앙처리계)과 균형유지 능력간의 관련성을 알아보았다. 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상자의 일반적인 특성(나이, 성별, 낙상 경험)에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이가 있는지 알아본다.

둘째, 감각계, 중앙처리계, 그리고 효과계가 균형유지 능력에 어느 정도 영향을 주는지 알아본다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 강원도 원주시에 거주하고 있는 60-89세 이하의 건강한 노인¹⁾ 83명을 대상으로 실시하였다. 참가자는 독립적인 일상생활이 가능한 노인 중에 지시에 따라 행동할 수 있고, 스스로 일어날 수 있으며, 그리고 10m 이상 외부의 보조없이 보행이 가능한 자를

1) 1993년에 중국 정부 및 ESCAP(Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)의 주관하에 북경에서 개최된 '제 2차 노인 복지 각국 연구 책임자 회의'에서 노인을 60세 이상으로 합의하였으며(한국보건사회연구원, 1993), 본 연구는 이 합의 내용을 참조하였다.

선정하였다(Topper 등, 1993). 또한 본 연구의 참가자 중 아래 사항에 포함되는 대상은 제외하였다.

- 가. 중추 또는 말초신경에 병변이 있는 자
- 나. 완전 시각 장애인
- 다. 치매
- 라. 최근에 하지의 골절 등 정형 외과적인 문제가 있는 자
- 마. 심폐질환이 있는 자
- 바. 본 연구 24시간 이전에 균형유지 능력에 영향을 주는 약물²⁾을 복용한 자

2. 실험 기기

발등쪽 굽힘근의 근력을 검사하기 위하여 Nicholas Manual Muscle Tester³⁾를 이용하였다. 이 도구는 최소 0.1 kg간격으로 0-199.9 kg까지 측정 가능하였다.

3. 실험 과정

본 연구에 참여하기를 동의한 모든 대상자는 다음 6가지의 검사에 참여하였다.

가. 감각계

1) 위치감각 검사: 이 검사는 체감각계 중에서 심부 감각을 측정하는 것이다 (Schmitz, 1988). 관절 위치감각은 De Domenico와 McCloskey(1987)가 고안한 방법을 사용하였다. 측정 순서는 다음과 같았다.

- ① 피험자의 눈을 감게 하고 검사도구 앞에 서게 하였다. 검사도구는 피험자로부터 3 cm 앞바닥에 놓여졌다. 이 검사도구는 가로 60 cm, 세로 60 cm, 그리고 두께 1 cm로 만들어진 입방체이었다. 표면에는 가로와 세로가 각각 0.1 cm간격으로 눈금이 표시되어 있는 모눈종이가 붙어있다.
- ② 피험자는 다음의 지시에 따라서 동작

- 2) 아편계열, 알코올, 스트렙토 항생제, 혈압 조절 약 같은 약물
- 3) Lafayette Instrument Inc.

을 수행하였다. “오른쪽 발을 모눈종이 위에 올리시오.”, “왼쪽 발을 어깨 넓이만큼 벌리면서 오른쪽 엄지발가락과 같은 선상이라고 느껴지는 위치에 왼쪽 엄지발가락을 내려 놓으시오.” 단 검사자는 위의 지시에 따라 시범을 보여준 후 검사를 시행하였다.

③ 검사자는 모눈종이 위에 위치한 두 엄지발가락 끝부분의 앞뒤 위치차이를 측정하였다(그림 1).

④ 1회의 연습 과정을 거친 후 3회 반복 실시하여 평균값을 구하였다.

2) 시력 검사: 피험자 자신에게 가장 적절한 안경을 착용하고 참여하였다. 이 검사를 실시할 때는 Snellen이 도안한 표준화된 그림을 이용하였고, 검사 도구와 피험자간의 거리는 4 m이었다(Lord 등, 1991).

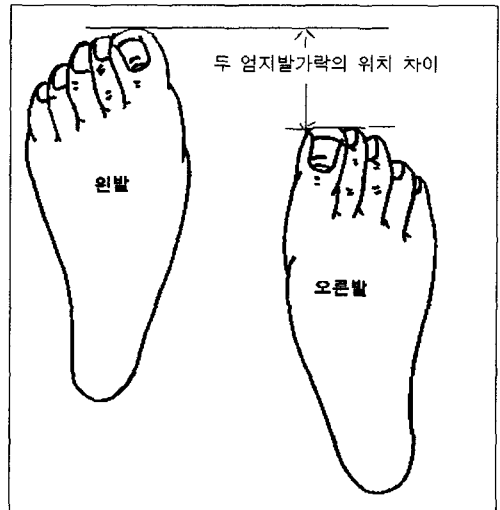


그림 1. 위치감각 검사

3) 전정계 검사: 전정기능 검사(vestibular stepping)는 1분 동안 눈을 감고 한 점을 중심으로 제자리걸음을 하는 동안 이탈 정도를 측정하였다(Ward 등, 1994). 측정 방법은 다음과 같았다.

- ① 반지름이 1 cm인 한 점에 피험자의 오

큰쪽 엄지발가락이 닿도록 하고 자신이 편하게 느끼는 자세에서 맨발의 상태로 서게 하였다.

- ② 피험자는 눈을 감고 1분 동안 제자리 걸음을 하면서 점으로부터 벗어나지 않게 노력하였다.
- ③ 1분이 지난 후 피험자의 엄지발가락이 점에서 벗어난 정도를 기록하였다.
- ④ 연습 과정을 1회 실시 후 3회 반복 시행하고 평균값을 기록하였다.

나. 중앙처리계

한국판 Mini-Mental Status Exam (MMSE-K)을 이용하여 피험자의 인지 기능을 측정하였다(권용철과 박종한, 1989). 이 검사 도구는 가장 널리 사용되는 인지 검사 도구이며, 특별히 노인들에게 적용할 수 있는 장점이 있다. 측정시간 신뢰도는 0.99이었다(권용철과 박종한, 1989). 이 검사에서 총 30점 중 24점 이하는 인지 손상을 의미한다(Schunk, 1992).

다. 효과계

Nicholas Manual Muscle Tester를 이용하여 우세발의 근력을 검사하였다. 우세발 근력은 발등쪽 굽힘근이 3초간 등척성 수축하는 동안의 최대값을 측정하였다. 측정 순서는 다음과 같았다.

- 1) 피험자는 옆드린 자세로 침상위에 누운 상태에서 발목은 완전히 침상밖으로 나오게 하였다.
- 2) 우세발 밑에는 발목관절이 25° 발바닥 쪽 굽힘을 유지하게 하는 발판을 놓았다. 이 각에서 발등쪽 굽힘근은 최대 근력을 낼 수 있다(Lord 등, 1996).
- 3) 등척성 수축 동안의 대상 운동을 방지하기 위하여 몸통과 비우세다리를 끈으로 고정하였다.
- 4) 검사 도구는 5번째 발바닥뼈 머리 부분과 직각이 되도록 검사 도구를 발등 쪽면에 밀착 시켰다.

- 5) 등척성 수축시 검사도구가 움직이지 않도록 고정틀을 이용하여 단단히 부착 시켰다(그림 2).
- 6) 발목 관절이 발바닥쪽으로 25° 굴곡된 상태에서 등척성 수축을 3초 동안 시행하였다.
- 7) 측정은 3회 반복 실시하여 평균값을 구하였고, 측정간에는 2분 동안 휴식을 취하였다.
- 8) 피험자의 신체 크기에 따라 근력을 고정하기 위하여 다음과 같은 수식에 의해 산출하였다(Lord 등, 1996).

전체평균신장

$$* \text{ 발등쪽 굽힘근 근력} = \frac{\text{전체평균신장}}{\text{개개인 신장}} \times \text{측정된 발등쪽 굽힘근의 평균 근력}$$

라. 균형유지 능력 검사

본 연구에서 균형유지 능력을 평가하기 위해서 버그 균형 척도를 이용하였다. 이 도구는 버그가 노인의 균형을 측정하기 위

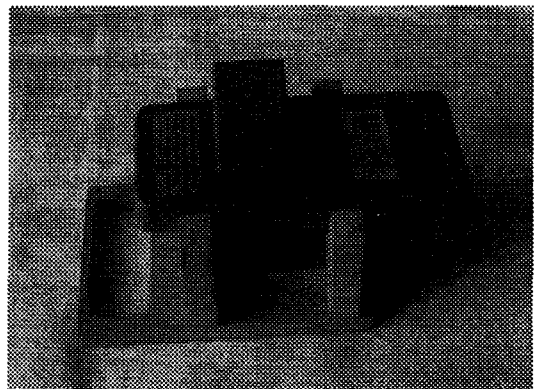


그림 2. Nicholas Manual Muscle Tester와 고정틀

해서 개발한 균형도구(Berg, 1989)이며, 5점 척도(0-4점)로 되어 있고 14개의 항목으로 구성되어 있다. 이 검사 도구의 측정자간 신뢰도 계수는 0.98이고 측정자내 신뢰도 계수는 0.97이다(Berg 등, 1995). 또한 특이성(84%)과 민감도(78%)도 높게 나타났다(Harada 등, 1995).

4. 분석 방법

연구 대상자의 일반적인 특성(성별, 낙상 여부)에 따른 감각계, 중앙처리계, 효과계, 그리고 균형유지 능력의 차이를 알아보기 위하여 독립적 t-검정을 하였다. 또한 연구 대상자의 연령(60-69세, 70-79세, 80-89세)에 따른 감각계, 중앙처리계, 효과계, 그리고 균형유지 능력의 차이를 알아보기 위하여 분산분석을 하였다. 감각계, 중앙처리계, 그리고 효과계가 균형유지 능력에 어느 정도 영향을

60-69세가 17명(20.5%), 70-79세가 47명(56.6%), 80세 이상이 19명(22.9%)으로 70대가 가장 많았다. 최근 1년 동안 '낙상 경험 있음'이 29명(34.9%)이었고, '없음'이 54명(65.1%)이었다. 학력은 '유학력'이 34명(41.0%)이었고, '무학력'이 49명(59.0%)이었다(표 1).

남자의 평균 신장은 160.6 cm이었고 여자는 151.7 cm이었다. 또한 남자의 평균 체중은 58.8 kg이었고 여자는 52.1 kg이었다(표 2).

표 1. 연구 대상자의 연령, 낙상 경험, 학력 분포 단위: 명(%)

구분	성		계(N=83)	
	남자(n ₁ =27)	여자(n ₂ =56)		
연령	60-69세	8	9	17 (20.5)
	70-79세	13	34	47 (56.6)
	80-89세	6	13	19 (22.9)
낙상 경험	유	8	21	29 (34.9)
	무	19	35	54 (65.1)

* Reinsch 등(1992)은 낙상을 두발이 체중지지 하지 않으며서 신체 위치가 바닥과 평행하게 되는 비의도적인 사건으로 정의하였고, 본 연구에서도 이 기준을 따랐다.

표 2. 연구 대상자의 평균 신장/체중 (N=83)

구분	남자(n ₁ =27)	여자(n ₂ =56)
	평균±표준편차	평균±표준편차
신장(cm)	160.6±7.3	151.7±6.0
체중(kg)	58.8±9.2	52.1±9.2

주는지 알아보기 위하여 단계적 다중회귀분석(stepwise multiple regression)을 하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자 83명중 남자는 27명(32.5%)이었고, 여자는 56명(67.5%)이었다. 연령은

2. 성별에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이

효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 남녀간에 차이를 알아보기 위하여 독립적 t-검정을 하였다. 그 결과 감각계 중에서 위치감각은 남녀간의 유의한 차이를 보이지 않았고(p>0.05), 시력, 전정기능, 인지기능, 발등쪽 굽힘근의 근력, 그리고 균형유지 능력은 남녀간에 유의한 차이가 있었다(p<0.05, 표 3).

표 3. 성별에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이 (N=83)

구 분	남자(n ₁ =27)	여자(n ₂ =56)	t-값	p	
	평균±표준편차	평균±표준편차			
감각계	위치감각(cm)	1.49± 0.71	1.52± 0.98	0.15	0.87
	시력	0.71± 0.22	0.59± 0.23	-2.10	0.04
중앙처리계	전정기능(cm)	98.53±62.90	63.33±46.88	-2.78	0.01
	인지기능	27.22± 2.59	23.11± 4.29	-5.41	0.00
효과계	발등쪽 굽힘근 근력(kg)	6.56± 3.20	2.67± 1.94	-5.81	0.00
균형유지 능력		52.48± 3.01	49.61± 5.45	-3.08	0.00

표 4. 낙상 경험 유무에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이 (N=83)

구 분	낙상 경험 유(n ₁ =29)	낙상 경험 무(n ₂ =54)	t-값	p	
	평균±표준편차	평균±표준편차			
감각계	위치감각(cm)	1.64± 1.04	1.44± 0.81	0.95	0.34
	시력	0.66± 0.21	0.62± 0.25	0.89	0.38
중앙처리계	전정기능(cm)	69.79±53.22	78.50±55.69	-0.69	0.49
	인지기능	24.44± 4.05	24.44± 4.41	0.01	0.99
효과계	발등쪽 굽힘근 근력(kg)	3.74± 2.69	4.04± 3.20	-0.43	0.67
균형유지 능력		49.14± 6.64	51.29± 3.63	-1.62	0.11

3. 낙상 경험 유무에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이

낙상 경험 유무에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이를 알아보기 위하여 독립적 t-검정을 하였다. 그 결과 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력은 낙상 경험 유무간에는 통계학적 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05, 표 4).

4. 연령에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이

연령에 따른(60대, 70대, 80대) 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이를 알아보기 위하여 일원 분산분석을 하였다. 그 결과 전정기능을 제외한 모든 항목에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05, 표 5). 어느 집단에서 차이가 있는지를 알아보기 위하여 Scheffé 검정 방법으로 사후 검정을 하였

다. 위치감각, 시력, 그리고 인지기능은 60대 집단과 80대 이상 집단에서, 발등쪽 굽힘근 근력은 60대 집단과 70대 집단 사이에서, 균형점수는 60대 집단과 80대 집단 사이, 그리

$$\begin{aligned} * \text{균형유지 능력} &= 41.15 + (0.52 \times \text{인지기능}) \\ &- (2.12 \times \text{위치감각}) \end{aligned}$$

표 5. 연령에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이 (N=83)

구 분	60-69세(n ₁ =17)	70-79세(n ₂ =47)	80-89세(n ₃ =19)	F	p	
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차			
전정계	위치감각(cm)*	1.14± 0.57	1.43± 0.81	5.08	0.01	
	시력*	0.78± 0.23	0.63± 0.22	7.27	0.00	
	전정기능(cm)	60.99±48.66	81.90±53.59	72.47±62.10	0.95	0.39
중앙처리계	인지기능*	27.00± 3.16	24.55± 3.86	21.89± 4.79	7.46	0.00
효과계	발등쪽 굽힘근 근력(kg)**	5.71± 3.08	3.22± 2.56	4.11± 3.48	4.69	0.01
균형유지 능력†		52.94± 2.38	51.47± 3.22	46.10± 7.22	13.56	0.00

* Scheffé 검정 결과 60대 집단과 80대 집단에서 차이 있음

** Scheffé 검정 결과 60대. 집단과 70대 집단에서 차이 있음

† Scheffé 검정 결과 60대 집단과 80대 집단, 70대 집단과 80대 집단에서 차이 있음

표 6. 균형유지 능력에 영향을 미치는 요인

요 인	회귀계수	표준오차	표준화된 회귀계수	t-값	p
인지기능	0.52	0.10	0.44	5.03	0.00
위치감각	-2.12	0.48	-0.39	-4.37	0.00
상수	41.15	2.73			

수정된 결정계수=0.38, F=25.58(p<0.05)

고 70대 집단과 80세 이상 집단 사이에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05).

5. 균형유지 능력에 영향을 미치는 요인

균형유지 능력에 효과계, 감각계, 중앙처리계가 어느 정도 영향을 주는지 알아보기 위하여 위치감각, 시력, 전정기능, 인지기능, 발등쪽 굽힘근 근력을 단계적 다중회귀분석하여 다음과 같은 식을 얻었다(표 6).

이 회귀식은 38%의 설명력을 가진다. 인지기능이 좋을수록 균형유지 능력이 높았으며, 위치감각이 좋을수록 즉 두 엄지발가락간의 거리 차이가 작을수록 균형유지 능력도 양호하였다.

IV. 고찰

본 연구는 균형 유지에 필요한 요인(효과

계, 감각계, 그리고 중앙처리계)들이 노인들의 균형유지 능력에 어느 정도 영향을 주는지 알아보기 위해서 실시되었다. 지역사회에서 독립적인 생활을 하고 있는 60세 이상의 건강한 노인 83명을 대상으로 균형유지를 위해 필요한 5가지 요인과 균형유지 능력을 측정하였다.

이전의 연구들에서도 연령이 증가할수록 균형유지 능력이 감소한다고 보고되어왔다(Duncan 등, 1990; Hageman 등 1995; Mayers 등, 1991). 본 연구에서도 연령이 증가할수록 균형유지 능력이 감소하였다. 특히 70대와 80세 이상의 대상자 군간에 변화가 가장 크게 나타났다. 노인의 균형유지에 영향을 주는 요인 중 전정기능을 제외한 모든 기능은 연령이 증가할수록 감소하였다.

일반적으로 성별에 따른 균형유지 능력의 차이는 없다고 보고되었으나(Maki 등, 1990; Stribley 등, 1974), 본 연구의 결과에서는 남녀간 균형유지 능력에 차이가 있었다. 균형유지 능력은 정적 균형(static balance)과 동적 균형(dynamic balance)으로 분리되어 측정될 수 있다. 정적 균형유지 능력은 성별에 차이가 없지만, 동적 균형유지 능력은 남녀간에 차이가 있었다(Wolfson 등, 1994). 본 연구에서도 버그 균형 척도를 사용하여 동적 균형유지 능력을 측정하였는데 남녀간 균형유지 능력에 유의한 차이가 있었다.

Connell과 Wolf(1997)는 낙상의 원인을 개인적 요인, 환경적 요인, 그리고 행동적 요인으로 구분하였다. 지역사회에 거주하는 노인의 대부분은 개인적 요인보다는 환경적, 행동적인 요인에 의해 낙상을 경험한다(Hornbrook 등, 1994). Nelson과 Amin(1990)에 의하면 낙상 중 50%는 환경적 요인에 의하여 발생한다고 하였다. 본 연구에서는 낙상 경험 유무에 따른 균형유지 능력의 차이는 없었다. 이는 낙상이 균형유지 능력 같은 개인적 요인보다는 환경적, 행동적인 요인에 의하여 더 많은 영향을 받는다는 것을 의미한다.

많은 연구들은 균형유지 능력에 영향을 미

치는 요인이 무엇인지를 알아보기 위해서 시행되었다. 그러나 이런 연구들의 대부분은 모든 요인을 고려하지 않고 개개의 요인별로 균형유지 능력과의 상관성을 규명하였을 뿐 균형유지를 위한 요인들간의 상호작용을 고려하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 단계적 다중회귀분석을 통하여 감각계(위치감각, 시력, 전정기능), 중앙처리계(인지기능), 그리고 효과계(발등쪽 굽힘근의 근력)가 균형유지 능력에 어느 정도 영향을 미치는지 알아보았다. 그 결과 인지기능과 위치감각 두 요인이 균형유지 능력에 영향을 주는 것으로 나타났다. 인지기능과 위치감각이 포함된 회귀함수의 설명력은 38%로 인지기능과 위치감각 기능이 좋을수록 균형유지 능력이 높았다.

Lord 등(1991)은 균형유지 능력에 하지의 고유수용성감각이 58%, 시각적 정보가 22%, 그리고 전정기능이 20%를 담당한다고 하였다. 즉 시각계와 전정계는 균형유지를 위해 보조적인 역할을 한다. 본 연구에서도 고유수용성감각인 위치감각은 노인의 균형유지 능력에 많은 영향을 주었지만, 시력과 전정기능은 균형유지 능력에 큰 영향을 주지 못했다.

Keshner 등(1993)은 균형유지를 위한 근육의 반응시간(reaction time)은 젊은 층 보다 노인 층이 유의하게 길었다고 보고하였고, Wolfson 등(1995)은 균형유지 능력과 발목의 발등쪽 굽힘근간에 상관관계가 높다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 발등쪽 굽힘근 근력이 균형유지 능력을 설명할 수 있는 변수로 채택되지 못 하였다. 근력이 균형유지 능력에 영향을 주지 못한 이유는 대상자가 건강한 노인이었으므로 심각한 근력약화를 보이지 않았기 때문으로 판단된다. Hughes 등(1996)에 의하면 병적인 근력 약화가 있을 때 균형능력과 연관이 있다고 하였다. 따라서 추후의 연구에서는 병적인 근력 약화가 있는 사람들을 대상으로 균형유지 능력과 근력과의 관계를 고려한 연구가 필요하다.

Teasdale 등(1991)은 연령이 증가할수록 인지-운동 반응(cognitive-motor response)이

느려짐을 보고하였다. Stelmach 등(1989)은 노화로 인한 균형유지 능력 감소는 인지 기능과 관련성이 있다고 하였다. 본 연구의 결과에서도 인지기능이 균형유지 능력에 큰 영향을 미쳤다. 균형을 유지하기 위해서는 환경 변화에 대한 적절한 반응이 나타나야 한다. 적절한 반응은 입력되는 정보를 빠른 속도로 처리할 때 가능한데(Colledge 등, 1994), 이러한 기능은 인지기능 중에서도 선택적 집중력(selective attention)에 많은 영향을 받는다(Shumway-Cook 등, 1997). 그러므로 노인의 균형유지 능력을 평가하고 향상시키기 위한 프로그램에는 유연성과 근력 같은 효과계 중심의 내용보다는 인지기능을 강조하는 것이 필요하다.

본 연구는 단면적 연구(cross-sectional study)로 실험 설계를 하였기 때문에 노인의 균형유지 능력과 균형유지 능력에 영향을 미치는 요인들간에 완전한 인과관계를 설명하기에는 제한이 있다. 앞으로는 노인의 균형유지 능력과 균형유지 능력에 영향을 미치는 요인들간의 인과관계를 설명할 수 있도록 전향적인 연구가 실시되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 원주시에 거주하고 있는 60세 이상의 건강한 노인을 대상으로 실시하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성(나이, 성별, 낙상 경험)에 따른 효과계, 감각계, 중앙처리계, 그리고 균형유지 능력의 차이를 알아보고, 또한 효과계, 감각계, 그리고 중앙처리계가 균형유지 능력에 어느 정도 영향을 주는지 알아보기 위하여 실시되었다.

다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 성별에 따른 6가지 검사 결과 전정기능은 남자보다 여자가 유의하게 더 좋았다. 그러나 시력, 인지기능, 발등쪽 굽힘근 근력, 그리고 균형유지 능력은 여자보다 남자가 유의하게 더 좋았다($p < 0.05$).

2. 위치감각, 시력, 전정기능, 인지기능, 발등쪽 굽힘근 근력, 그리고 균형유지 능력은 낙상 경험 유무간에 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).
3. 연령에 따른(A 집단: 60-69세, B 집단: 70-79세, C 집단: 80-89세) 6가지 검사 결과 전정기능을 제외한 모든 검사에서 집단간에 유의한 차이가 있었다. Scheffé 검정 결과 위치감각, 시력, 인지기능은 A 집단과 C 집단사이에서 유의한 차이가 있었고, 발등쪽 굽힘근 근력은 A 집단과 B 집단사이에서 유의한 차이가 있었다. 그리고 균형유지 능력은 A 집단과 C 집단사이, B 집단과 C 집단사이에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).
4. 인지기능과 위치감각은 균형유지 능력에 영향을 미치는 요인이었고, 설명력은 38%이었다($p < 0.05$).

이상의 결과로 볼 때 중앙처리계와 감각계는 균형유지에 중요한 역할을 한다. 그러므로 노인의 균형유지 능력을 평가하고 향상시키기 위한 프로그램에는 인지기능과 위치감각 내용을 포함시키는 것이 필요하다.

인용문헌

- 권용철, 박종한. 노인용 한국판 Mini-Mental State Examination(MMSE-K)의 표준화 연구. 한국정신의학협회. 1989;28:125-135.
- 한국보건사회연구원. 노인복지정책 개발을 위한 연구. 1993.
- Allum JHJ, Honegger F, Acuna H. Differential control of leg and trunk muscle activity by vestibulo-spinal and proprioceptive signals during human balance corrections. Acta Otolaryngol (Stokh). 1995;115:124-129.
- Anniansson A, Herdberg M, Henning G, et al. Muscle morphology, enzymatic

- activity and muscle strength in the elderly men: A follow-up study. *Muscle Nerve*. 1986;9:585-591.
- Berg K. Balance and its measure in the elderly: A review. *Physiother Can*. 1989;41:240-246.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JL. The Balance Scale: Reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehab Med*. 1995;27:27-36.
- Brocklehurst JC, Robertson D, James-Groom P. Clinical correlates of sway in older age-sensory modalities. *Age Ageing*. 1982;11:1-10.
- Chandler JM, Duncan PW. Balance and falls in the elderly. In: Guccione AA, ed. *Geriatric Physical Therapy*. St. Louis, Mosby Co., 1992.
- Colledge NR, Cantley P, Brash I, et al. Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontol*. 1994;40:273-278.
- Connell BR, Wolf SL. Environmental and behavior circumstances associated with falls at home among healthy elderly individuals. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:179-186.
- De Domenico G, McCloskey DI. Accuracy of voluntary movements at the thumb and elbow joints. *Exp Brain Res*. 1987;65:471-478.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol*. 1990;10:141-146.
- Fitzpatrick RC, Taylor JL, McOlskey DI. Ankle stiffness of standing humans in response to imperceptible perturbation: Reflex and task-dependent components. *J Physiol(Lond)*. 1992;454:533-547.
- Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76:961-965.
- Harada N, Chiu V, Fowler E, et al. Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals in residential care facilities. *Phys Ther*. 1995;75:462-469.
- Horak F, Shuper C, Mirka A. Component of postural dyscontrol in the elderly. *Neurobiol Aging*. 1989;10:727-745.
- Hornbrook MC, Stevens VJ, Wingfield DJ, et al. Preventing falls among community-dwelling older person: Results from a randomized trial. *Gerontologist*. 1994;34:16-23.
- Hughes MA, Duncan PW, Rose DK, et al. The relationship of postural sway to sensorimotor function, functional performance, and disability in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77:567-572.
- Judge JO, King MB, Whipple R, et al. Dynamic balance in older persons: Effects of reduced visual and proprioceptive input. *J Gerontol*. 1995;50:M263-M270.
- Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, et al. Studies of illness in the age. *JAMA*. 1963;9:914-919.
- Kauffman T. Impact of aging-related musculoskeletal and postural changes on fall. *Top Geriatr Rehabil*. 1990;5:34-43.
- Keshner EA, Allum JH, Honegger F. Predictors of less stable postural responses to support surface rotations in healthy human elderly. *J Vestib Res*. 1993;3:419-429.
- Lewis C, Bottomley J. Musculoskeletal

- changes with age. In: Lewis C, ed. Aging: The health care's challenge. Philadelphia, FA Davis Co., 1990.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol.* 1991;46:M69-M76.
- Lord SR, Ward TA, Williams P. Exercise effect on dynamic stability in older women: A controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:232-236.
- MacLennan WJ, Timothy JI, Hall MRP. Vibration sense, proprioception and ankle reflex in old age. *J Clin Exp Gerontol.* 1980;2:159-171.
- Maki BE, Holliday PJ, Ernie GR. Aging and postural control: A comparison of spontaneous- and induced-sway balance tests. *J Am Geriatr Soc.* 1990;3:1-9.
- Mayers AH, Baker SP, Van Natta ML, et al. Risk factors associated with falls and injuries among elderly institutionalized persons. *Am J Epidemiol.* 1991; 133:1179-1190.
- Nardone A, Corra T, Schieppati M. Different activations of the soleus and gastrocnemii muscles in response to various types of stance perturbation in man. *Exp Brain Res.* 1990;80:323-332.
- Nardone A, Siliotto R, Grasso M, et al. Influence of aging on leg muscle reflex responses to stance perturbation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76:158-165.
- Nashner L. A model describing vestibular detection of body sway motion. *Acta Otolaryngol(Stokh).* 1971;72:429-436.
- Nashner L. Evaluation of postural stability, movement, and control. In: Hasson S, ed. *Clinical Exercise Physiology.* Philadelphia, Mosby Co., 1994.
- Nelson RC, Amin MA. Falls in the elderly. *Emerg Med Clin North Am.* 1990;8: 309-324.
- Reinsch S, MacRae P, Lachenbruch PA, et al. Attempts to prevent falls and injury: A prospective community study. *The Gerontologist.* 1992;32:450-456.
- Ring C, Nayak L, Isaacs B. Balance function in elderly people who have not fallen. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69:261-264.
- Robbins AS, Rubenstein LZ, Josephson KR. Predictors of falls among elderly people. *Arch Intern Med.* 1989;149: 1628-1633.
- Schmitz TJ. Sensory assessment. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, eds. *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment.* Philadelphia, FA Davis Co., 1988.
- Schunk C. Cognitive impairment. In: Guccione AA, ed. *Geriatric Physical Therapy.* St. Louis, Mosby Co., 1992.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Theory and practical applications.* Baltimore, Williams & Wilkins, 1995.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH, Kerns KA, et al. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J Gerontol.* 1997;52:232-240.
- Stelmach GE, Phillips J, Di Fabio RP, et al. Age, functional postural reflexes, and voluntary sway. *J Gerontol.* 1989;44:100-106.
- Stribley RF, Albers JW, Tourtellotte WW, et al. A quantitative study of stance in normal subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1974;55:74-80.
- Teasdale N, Stelmach GE, Breunig A.

- Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *J Gerontol.* 1991;46:238-244.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter S. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Eng J Med.* 1988;319:1701-1707.
- Topper AK, Maki BE, Holliday PJ. Are activity-based assessments of balance and gait in the elderly predictive of risk of falling and/or type of fall? *J Am Geriatr Soc.* 1993;41:479-487.
- Ward JA, Lord SR, Williams P, et al. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc.* 1994;42:1110-1117.
- Wolfson L, Judge J, Whipple R. Strength is major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol.* 1995;50:64-67.
- Wolfson L, Whipple R, Derby CA, et al. Gender differences in the balance of healthy elderly as demonstrated by dynamic posturography. *J Gerontol.* 1994;49:160-167.
- Woollacott MH. Age-related changes in posture and movement. *J Gerontol.* 1993;48:50-60.
- Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and posture control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Develop.* 1986;23:97-114.