

감각 조직화 검사를 통한 노인의 균형평가를 위한 기능적 뻗기 검사의 유용성

김용욱 · 최흥식¹ · 김태호²

전주대학교 물리치료학과, ¹한서대학교 물리치료학과, ²대구보건대학 물리치료과

Availability of Functional Reach Test for Balance Evaluation of the Elderly Through Sensory Organization Test

Yong-Wook Kim, PT, MS, Houg-Sik Choi, PT, PhD¹, Tae-Ho Kim, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Jeonju University

¹*Department of Physical Therapy, Hanseo University*

²*Department of Physical Therapy, Daegu Health College*

<Abstract>

Purpose : The purposes of this study were to investigate the age-related difference in balance ability in the elderly over 65 years and to verify the clinical usefulness of the functional reach test (FRT) for balance evaluation of the elderly through the sensory organization test (SOT).

Methods : The subjects were forty-six community dwelling elderly people over 65 years old in order to verify the correlation of balance measures and to compare the balance ability. Balance was measured using the FRT and the six sub-equilibrium scores and the composite equilibrium score of the SOT. Pearson's product correlation coefficient was used to evaluate the relationships among these measurements of balance.

Results : There was a significant difference in functional reach by age in the elderly ($p < .01$). There was a significant negative correlation between the FRT and the age of the elderly ($r = -.396$, $p < .01$). There was also significant high positive correlation between the FRT and the eye closed sway surface (EC/SS) ($r = .789$, $p < .01$), and composite equilibrium score ($r = .548$, $p < .01$) of the SOT .

Conclusion : Thus, it is possible to use the FRT as a quantitative measure of balance, rather than the SOT, which is more expensive and complicated to evaluate elderly people. According to the results of this study, the use of the FRT is required clinically to objectively measure the balance of elderly people in the future.

Key Words : Balance, Functional Reach Test, Sensory Organization Test, Elderly

I. 서 론

자세조절을 위한 균형은 기저면(base of support) 위에 무게중심(center of gravity)을 유지하기 위하여 근육과 관절의 지속적인 조절이 요구되는 기능으로 설명된다(Menz 등, 2006). 일상생활을 수행하는 동안 중력에 대하여 무게중심의 위치를 기저면 내에 잘 유지하는 것은 간단하고 당연한 것으로 간주될 수 있으나, 이는 감각계, 운동계, 중추신경계, 생체 역학계 등 매우 다양한 계통의 조화로운 활동을 통한 복합적인 과정을 통해 이루어진다(Bergland와 Wyller, 2004; Hageman 등, 1995). 균형을 위한 감각계의 활동은 시각(visual)과 전정(vestibular), 체성감각(somatosensory signals) 등을 포함하며 이들의 조화가 필요하다(Brauer 등, 2000). 시각은 주의 환경과 관계된 눈과 머리의 지남력(orientation)을 파악하고, 체성감각으로부터 입력된 신호는 몸의 서로 다른 분절과 관절의 위치 및 지지면의 상태 대한 정보를 제공하며, 전정계는 관성과 관련된 중력이나 머리의 움직임에 따른 가속도에 대한 정보를 제공한다. 중추신경계는 감각계를 통한 움직임 정보를 인지하고 입력된 정보를 통합시켜 운동계인 근골격의 적절한 반응을 유도하는 작용을 담당한다(Nashner, 1993). 이처럼 균형은 여러 복합 요인의 작용을 통해 단순한 검사방법보다는 자세 조절을 위한 다양한 측면을 검사할 수 있는 검사방법이 유용하다(Alexander, 1994; Boulgarides 등, 2003; Brauer 등, 2000; Hamann 등, 1992; King 등, 1994).

노인을 위한 균형 검사는 신뢰도와 타당도에 대한 검증이 되어 있고, 민감도를 가지면서 치료 적용 시 균형 향상 효과를 검증할 수 있으며, 임상에서 쉽게 적용 가능하여야 한다(Daubney, 1999). 균형 평가를 위한 많은 검사법 중에 감각 조직화 검사(Sensory Organization Test: SOT)와 기능적 뻗기 검사(Functional Reach Test: FRT)가 노인의 균형 연구와 평가를 위해 일반적으로 사용되었다(Bergland와 Wyller, 2004; Boulgarides 등, 2003; Brauer 등, 2000; Kario 등, 2001). SOT는 피검자가 흔들림 없이 최대한 서 있을 수 있는 정적 균형(static balance)을 평가하기 위해 개발된 평가 도구로서 6가지의

세부 평가 항목으로 구성되어 있다. SOT는 고가의 고기능 장비를 통한 균형 능력을 컴퓨터 프로그램으로 처리하여 정량적이며 객관적인 균형능력을 평가하는 도구라는 장점이 있으나, 평가 비용이 비싸고, 보편화되지 않은 실험실 위주의 평가도구라는 단점과 함께 움직임을 통한 동적 균형(dynamic balance)이나 기능적 동작을 수행하는 균형 평가에는 제한점이 있는 것으로 알려져 있다(Boulgarides 등, 2003; Tang 등, 1998).

SOT와 유사한 균형 평가 도구들이 고가의 평가 비용과 장비, 많은 시간을 요구하는 반면 FRT는 피검자가 고정된 지지면에 서있는 상태를 유지하며 최대로 팔을 앞으로 뻗는 거리를 측정하여 균형을 평가하는 검사법으로 전, 후 동적 균형을 측정할 수 있는 검사도구로 알려져 있다(Duncan 등, 1990). FRT는 특별한 측정 장비가 필요치 않고, 검사 비용이 거의 들지 않으며, 검사 소요 시간도 적어 임상에서 많이 사용되고 있다. 또한 FRT는 노인을 대상으로 한 균형 능력 평가에도 쉽고 간편하게 사용할 수 있으며, 안전한 평가도구로서 결과치에 대한 노인의 균형능력을 기능적으로 해석할 수 있다(Tang 등, 1998). 이처럼 FRT는 쉽고 간편하게 임상에서 많이 사용하고 있지만 아직까지 국내에서는 노인을 대상으로 한 FRT 균형 평가 연구가 활발하지 않아 연령에 따른 국내 노인의 정상적인 FRT 측정값의 기준 근거 자료를 제시하는 연구가 드물며, 객관적이고 정량적인 균형 평가 도구와 FRT 사이의 상관성을 검증하여 FRT의 유효성과 타당성을 검증한 연구가 드문 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 65세 이상의 노인을 대상으로 연령에 따른 균형 능력의 차이를 알아보고 객관적이며 정량적인 균형평가 방법으로 알려져 있는 SOT의 여러 평가 항목들과 FRT 사이의 상관성을 알아보아 FRT가 노인의 균형 능력을 측정하는 도구로서 적합한지를 검증하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 원주시 지역에 거주하며 연구에 대한 충분한 이해와 함께 자발적인 참여 의사를 밝히고 동의서를 제출한 65세 이상의 노인을 대상으로 실시하였다. 연구대상자를 74세 이하 노인군과 75세 이상 노인군으로 분류하여 연령에 따른 균형능력의 차이를 알아보았다. 선행연구에서 연령이 증가함에 따라 노인의 균형능력이 감소함을 보고하였으며(Duncan 등, 1990; Hageman 등, 1995; Mayers 등, 1991), 일반적으로 75세 이상의 노인을 넘어지기 쉬운 노인(frail elderly)으로 분류하고 있다(Shumway-Cook과 Woollacott, 2001). 연구대상자들의 선정 조건은 (1) 보조 도구 없이 독립적 보행이 가능한 자, (2) 요통이나 하지 관절염과 같은 근골격계 장애가 없는 자, (3) 어지러움증, 전정계 기능부전(vestibular dysfunction)과 같은 균형과 관계된 신경학적 손상이 없는 자, (4) 기립성 저혈압(orthostatic hypotension)이 없는 자, (5) 연구자의 지시를 이해할 수 있을 정도의 인지능력이 있는 자, (6) 균형 능력에 영향을 주는 어떠한 약물도 복용하지 않는 자로 정하였다. 처음에 51명의 연구대상자가 연구에 참여하였으나, 이 중 5명이 연구에서 제외되었다. 세 명은 연구대상자의 선정 조건에 맞지 않게 심한 무릎 골관절염 진단을 받은 노인이었고, 한 명은 SOT 평가 중 기립성 저혈압의 발생으로 균형 측정이 불가능하여 제외되었으며, 나머지 한 명은 인지 수준의 저하로 연구자의 구두지시를 명확히 따르지 못하는 노인이었다. 선정 조건을 만족하는 연구대상자는 65세에서 83세 노인 46명 이었다.

2. 연구 도구 및 측정 방법

1) 기능적 뻗기 검사

균형 평가를 하는 동안 피검자의 안전을 위하여 항상 한 명의 보조자가 옆에 대기하도록 하였다. FRT는 피검자가 서서 팔꿈치를 펴고 어깨를 약 90도 굴곡(flexion)한 상태에서 한쪽 팔의 수평을 유지한 채 평행하게 팔을 앞으로 뻗도록 하고, 시작 자세의 세 번째 손허리뼈 관절(metacarpophalangeal joint) 끝에서부터 최대한 앞으로 뻗었을 때까지의 거리(cm)로 측정하였다. FRT 평가에 대한 신뢰성과

타당성을 낮추는 고관절과 둔부(buttock)의 후방 전위 및 무릎 관절의 굴곡은 발생되지 않도록 하였다. 거리 측정은 벽에 부착된 줄자(yardstick)를 통하여 측정하였으며, 3회 측정치의 평균값을 측정값으로 사용하였다. 기존 FRT에 대한 신뢰도 연구에서, 20세에서 80세를 대상으로 128명에 대한 FRT 검사-재검사 신뢰도는 ICC=.92였으며, 측정자간 신뢰도는 ICC=.98로서 높은 신뢰도를 보였다(Duncan 등, 1990).

2) 감각 조직화 검사

감각 조직화 검사는 균형에 관계된 감각 영역에 대한 종합적인 평가를 위해 개발된 임상 도구로서(Nashner, 1993), 본 연구에서 사용된 SOT 균형평가 도구는(Neurocom Balance Master, Neurocom, 미국) 기기였다. SOT는 대상자의 갑작스런 넘어짐을 방지하기 위한 안전 지지대(safety supporting frame), 압력 발판(forceplate), 시각배경(visual surround), 시각배경의 눈높이에 걸쳐져 있고 개폐가 가능한 모니터, 기기의 동작을 조정하고 평가 결과를 통합하여 제공하는 Smart Balance Master 프로그램 소프트웨어와 컴퓨터로 구성되어 있다(Figure 1). 압력 발판은 좌우 2개의 판이 핀 이음새(pin joint)로 연결되어 있고 크기는 각각 23 cm×46 cm이며, 압력감지기 4개가 각각 2개씩 전후로 내장되어 있어 발바닥 면으로 전달되는 무게 압력을 감지한다. 연구대상자를 무게중심 이동에 의한 압력과 방향을 측정하도록 설계된 압력 발판에서 키에 따라 그어져 있는 종선(short; 76~140 cm, medium; 141~165 cm, large; 166~203 cm)에 발의 외연을 맞추고 편안하게 서도록 하였다. 피검자들은 안전을 위해 안전 지지복(harness)을 착용하도록 하였고, 진행되는 동안 피검자의 팔은 자연스럽게 옆으로 내리고 편안하게 선 상태에서 발의 위치를 변경하지 않도록 지시하였다. SOT 평가는 감각 조건에 따라 6가지의 세부 평가영역으로 구성되어 있으며, 각 평가 영역마다 20초 동안 정적 균형평가를 3회 실시하여 그 평균값을 각 영역의 측정값으로 정한다.

6가지 세부 평가항목에 대한 순서는 제1조건부터 제6조건까지 표준 순서에 의해 실시하였으며(Nashner, 1993), 6가지 세부 평가항목에 대한 감각 조건은 다



Fig 1. The testing posture for balance measures of sensory organization test in the elderly

음과 같다. 1) 눈을 뜬 상태로 서기(EO: eyes open), 2) 눈을 가린 상태로 서기(EC: eyes closed), 3) 눈을 뜬 상태로 힘측정판은 고정되어 있고 시각배경이 대상자의 앞뒤 자세움직임에 비례하여 동작하는 상태(SV: sway vision), 4) 눈을 뜬 상태로 시각배경은 고정되어 있고 힘측정판이 대상자의 앞뒤 자세움직임에 비례하여 동작하는 상태(EO/SS: eyes open sway surface), 5) 눈을 가린 상태로 시각배경은 고정하고 힘측정판이 대상자의 앞뒤 자세움직임에 비례하여 동작하는 상태(EC/SS: eyes closed sway surface), 6) 눈을 뜬 상태로 시각배경과 힘측정판이

함께 대상자의 앞뒤 자세움직임에 비례하여 동작하는 상태(SV/SS: sway vision sway surface)의 모두 6가지의 조건으로 구성되어 있다. SOT의 6가지 조건에 대한 측정값은 평형지수(equilibrium score)라고 하여 대상자의 평형이 잘 유지되어 전혀 움직임이 없는 상태일 때 100%, 평형 불안정으로 넘어지는 상태를 0%로 나타내며, 6가지 조건의 평형지수 평균을 평균평형지수(composite equilibrium score)로 표시한다(Nashner, 1993). SOT의 검사-재검사 신뢰도는 ICC=.98로 보고되었고, 동시타당도는 ICC=.48-.72로 보고되었다(Liston과 Brouver, 1996). 대상자에 대한 두 가지 균형능력 평가의 순서는 무작위로 배정하여 실시하였다.

3. 통계 처리

연구대상자를 연령대로 나눠 74세 이하 노인군과 75세 이상 노인군 간의 일반 의학적 특성과 균형평가가 측정값의 차이를 알아보기 위해 독립 t 검정을 실시하였고, 감각 조직화 검사의 각각의 측정 항목들의 점수와 기능적 뻘기 검사 측정값 사이의 상관관계를 알아보기 위해 피어슨 상관계수(Pearson's product correlation coefficient)를 사용하였다. 통계 처리는 SPSS version 18.0을 사용하였으며 유의수준(α)은 .05로 정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 연구에 참여한 대상자 46명 중 74세 이하 노인은

Table 1. Descriptive characteristics in the elderly (N=46)

Characteristics	Below 74 yrs (n=25)		Above 75 yrs (n=21)		p
	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	
Age (y)	68.86±2.80	65-74	78.00±2.15	75-83	
Height (cm)	156.76±6.75	146-168	155.25±4.78	148-164	.39
Weight (kg)	60.78±7.79	45-79	60.50±7.02	51-81	.64

SD: Standard deviation

Table 2. Comparison of sub-items of SOT and FRT by age in the elderly (N=46)

Characteristics	Below 74 yrs (n=25)		Above 75 yrs (n=21)		p
	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	
FRT (cm)	24.16±3.05	15-29	19.38±4.75	11-27	< .00
EO (%)	90.88±3.11	84-95	90.52±1.74	87-93	.64
EC (%)	90.32±3.58	85-97	89.33±1.77	85-93	.26
SV (%)	80.64±4.32	72-88	78.54±4.01	70-84	.09
EO/SS (%)	74.12±3.67	66-79	73.05±4.10	62-80	.35
EC/SS (%)	71.53±6.75	50-80	61.11±8.33	42-74	< .00
SV/SS (%)	71.67±4.25	60-78	61.45±4.88	52-70	< .00
Comp (%)	73.84±3.15	67-79	70.52±6.15	59-79	.02

SOT: Sensory organization test, FRT: Functiona reach test, EO: Eyes open, EC: Eyes closed, SV: Sway vision, SS: Sway surface, Comp: Composite equilibrium score, SD: Standard deviation

25명(54.3%), 75세 이상 노인은 21명(45.6%) 이었다. 74세 이하 노인 25명 중 남자는 11명(44.0%), 여자는 14명(56.0%)이었고, 75세 이상 노인 21명 중 남자는 11명(52.3%), 여자는 10명(47.7%)이었다. 74세 이하 노인군과 75세 이상 노인군 사이에 키, 몸무게에서는 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 1).

2. 연령에 따른 노인군 사이의 균형능력

연령대로 각 군의 FRT 차이에서 74세 이하 노인은 평균 24.16 cm[SD=3.05], 75세 이상 노인은 평균 19.38 cm [SD=4.75]으로 낮은 연령대에서 유의하게 더 큰 균형능력을 보였다($p<.01$)(Table 2). 연령대 별 각 군의 SOT 평형지수의 차이에서 EC/SS, SV/SS, 평균평형지수(Comp)에서는 74세 이하 노인군이 유의하게 높은 균형능력을 보였으며($p<.01$), 나머지 SOT 평형지수 인 EO, EC, SV, EO/SS에서는 연령대 별 노인군 사이의 균형능력에는 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 2).

3. 연령과 기능적 뺨기 검사, 평형지수 사이의 상관관계

연구대상자의 연령과 FRT 사이의 상관관계는 Figure 2와 같다. 그래프 중앙의 선은 상관성의 정도를 나타내는 직선회귀방정식의 회귀 직선(regression line)을 의미한다(Figure 2). 나이와 FRT($r=-.396$, $p<.01$)

사이의 상관관계는 유의한 부적 상관관계를 보여, 나이가 증가함에 따라 균형능력이 감소하는 것으로 나타났다. 대상자의 신장(height)과 균형능력 측정값과는 유의한 상관관계가 없었으며($P>.05$), 나이와 평균평형지수($r=-.342$, $p<.05$), 나이와 EC/SS($r=-.526$, $p<.01$)에서는 유의한 부적 상관관계를 보였다.

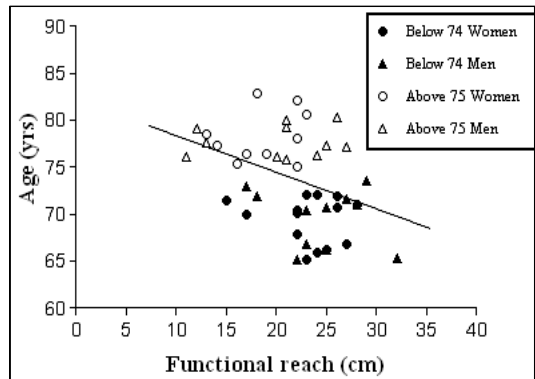


Fig 2. The correlation between functional reach and age across all subjects ($r=-.396$, $p<.05$)

4. 기능적 뺨기 검사와 감각조직화 검사의 세부 평가항목 사이의 상관관계

연구대상자의 FRT와 SOT의 각종 평형지수 사이의 상관관계는 다음과 같다(Table 3). FRT와 SOT의 평균평형지수 사이의 상관관계는 유의한 양의 상관관계($r=.548$, $p<.01$)를 보였으며, FRT와 SOT 평가

Table 3. Correlations between FRT and each equilibrium score of SOT for the elderly (N=46)

	EC	SV	EO/SS	EC/SS	SV/SS	Comp	FRT
EO	.487 (.001)	.145 (.336)	-.002 (.987)	.048 (.753)	-.029 (.849)	-.170 (.259)	.057 (.709)
EC		-.104 (.492)	-.060 (.693)	-.001 (.997)	.036 (.810)	-.090 (.551)	.079 (.604)
SV			.333 (.024)	.393 (.007)	.361 (.014)	.202 (.179)	.280 (.060)
EO/SS				.623 (.000)	.484 (.001)	.414 (.004)	.488 ($< .01$)
EC/SS					.794 (.000)	.698 (.000)	.789 ($< .00$)
SV/SS						.662 (.000)	.718 ($< .00$)
Comp							.548 ($< .00$)

All values are Pearson correlation coefficient (p value).

Comp: Composite score of SOT, EO: Eyes open, EC: Eyes closed, SS: Sway surface, SV: Sway vision, FRT: Functiona reach test

항목 중 EC/SS 사이의 상관관계가 $r=.789(p<.01)$ 로서 가장 높은 양적 상관관계를 보였다. SOT의 평가 항목 중 정적인 균형 평가에 해당하는 EO, EC, SV 항목과 FRT 사이에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p>.05$).

SOT의 세부 항목들 사이의 상관관계에서는, EO의 경우 EC를 제외한 나머지 모든 SOT 평형지수와 유의한 상관관계가 없었으며($p>.05$), SV에 대한 세부 평가항목들 사이의 상관관계에서, SV와 EO/SS는 $r=.333$, SV와 EC/SS는 $r=.393$, SV와 SV/SS는 $r=.361$ 로 통계적으로 유의하지만($p<.05$) 낮은 양적 상관관계를 보였으며, SV와 나머지 항목들 사이에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p>.05$). EO/SS는 SV, EC/SS, SV/SS, 평균평형지수와 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며($p<.05$), 평균평형지수는 EO/SS, EC/SS, SV/SS와 유의한 상관관계를 보였다($p<.01$).

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 65세 이상의 노인을 대상으로 연령에 따른 균형 능력의 차이를 알아보고 객관적

이며 정량적인 균형평가 방법으로 알려져 있는 SOT의 6개 평형지수, 평균평형지수와 FRT 사이의 상관성을 알아보아 FRT가 노인의 균형 능력을 측정하는 도구로서 타당한가를 검증하는 것이었다. 본 연구의 결과, SOT의 다양한 평형지수와 FRT 사이에는 유의한 상관관계가 있었으며 FRT가 임상적으로 노인의 균형 능력을 평가하는 도구로서 적합한 것으로 나타났다.

본 연구에서 연령대 별 FRT 측정값은 74세 이하 노인군에서 24.16 ± 3.05 cm이었고, 75세 이상 노인군은 19.38 ± 4.75 cm으로 74세 이하 노인이 유의하게 팔을 앞으로 더 많이 뻗을 수 있었다($p<.01$). Winter 등(1998)은 FRT의 변화에 가장 크게 작용하는 것으로 발목관절 전략(ankle joint strategy)을 들었으며, 이것이 전후 자세 조절의 방향 조절 능력을 반영한다고 하였다. 본 연구의 결과 높은 연령대의 노인군과 비교해 낮은 연령대의 노인군에서 유의하게 더 큰 FRT 측정값을 보인 이유는 직접적으로 신체활동능력 등을 측정하지는 않았으나 연령이 높아질수록 근력 등의 신체 활동 능력이 낮아지기 때문으로 사료된다. Endo 등(2002)은 평균 연령 22.8세인 20명의 건강한 젊은 성인과 평균 연령 73.2세인 20명

의 건강한 노인을 대상으로 발가락 굽힘근의 근력과 FRT의 일종으로 첫 번째 발허리뼈 관절(first metatarsophalangeal joint)의 지면 반발력(ground reaction force)의 무게중심을 전방으로 최대 전위할 때까지 거리사이의 상관관계를 연구하였다. 연구 결과 발가락 근력과 FRT 사이의 상관 계수가 $r=.84$ 로 연령이 낮아 근력이 강할수록 FRT의 수행력이 높은 것으로 나타났다. Duncan 등(1990)은 FRT 평가에서 17.5 cm 이하이면 기능적 균형에 제한이 생기고 낙상의 가능성이 높아진다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 75세 이상의 노인군에서도 기능적 균형에 제한을 일으킨다고 알려져 있는 측정치인 17.5 cm보다는 큰 19.38 cm의 평균측정치를 보였는데, 이는 연령대가 높긴 하나 낙상을 경험하지 않은 노인들이었고 보조 도구의 도움 없이 보행이 가능할 정도로 비교적 건강상태가 양호한 지역 거주 노인이었기 때문으로 생각된다. 본 연구의 결과 신장(height)과 FRT 사이의 상관관계는 $r=.109$ 로서 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 이는 신장과 FRT 사이의 유의한 상관관계가 있다고 보고한 연구들(Duncan 등, 1990; Endo 등, 2002; Kim과 Park, 2007)과는 다른 결과를 보였는데, 이는 선행연구와 본 연구 사이의 연구대상자의 표본 크기, 연령, 건강 상태 등 일반적, 의학적 특성이 달랐기 때문으로 생각된다.

FRT와 SOT의 여러 평형지수 사이의 상관관계에 대한 검증에서, 눈을 감은 채로 힘측정판이 대상자의 앞뒤 자세움직임에 따라 움직이는 EC/SS와 FRT 사이의 상관계수가 $r=.789$ 로 높은 양적 상관관계를 보였으며 통계적으로 유의하였다($p<.01$). 본 연구의 이러한 결과와 직접적으로 비교할 수 있는 선행 연구는 없었다. 다만, Daubney와 Culham(1999)이 하지 근력과 균형 능력 사이의 관계를 검증한 연구를 통해, 발목관절 발바닥쪽굽힘근(plantarflexor)과 발등쪽굽힘근(dorsiflexion)의 근력이 FRT 수행을 가장 잘 예측하는 변수라고 보고하고 있다. 본 연구에서 EC/SS가 균형 조절을 위해 시각 정보를 차단한 상태로 SOT의 힘측정판 움직임을 조절하면서 균형을 유지하려는 발목관절 전략(ankle strategy)을 가장 많이 사용하는 평형지수이기 때문에 FRT와 가장 높

은 상관관계를 보인 것으로 사료된다. 그밖에 SOT의 EO, EC, SV 평형지수와 FRT 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다($p>.05$). 그러한 이유는 FRT가 자세조절의 동적 균형(dynamic balance) 능력을 측정하는 반면, SOT의 EO, EC, SV 평형지수는 주로 정적 균형(static balance)을 측정하는 것이기 때문으로 생각된다. 비록 SOT의 모든 6개 평형지수에 대한 평균으로 계산되는 평균평형지수(composition equilibrium score)와 FRT 사이의 상관계수가 $r=.548$ 로 유의한 상관관계를 보였으나($p<.05$), 평균평형지수보다는 EC/SS 평형지수가 FRT와의 상관관계를 설명하는 설명력이 가장 높은 것으로 나타났다($R^2=.622$).

SOT의 여러 평형지수 사이의 상관성 검증에서도 난이도 낮은 정적 균형 평가항목인 EO와 EC 사이의 상관계수에서만 $r=.487$ 로 유의한 상관관계를 보였고($p<.01$), 나머지 높은 난이도의 평가항목과는 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p>.05$)(Table 4). 또한 높은 난이도의 균형평가 평형지수인 EO/SS, EC/SS, SV/SS 간의 상관관계는 모두 유의한 상관관계를 보였으며($p<.05$), 평균평형지수와도 모두 유의한 상관관계를 보였다($p<.05$). 이것을 통해 SOT의 난이도가 높은 평형지수는 낙상 등을 경험하지 않았고 자세조절 등이 가능한 건강한 노인의 균형 능력을 평가하는데 사용하는 것이 바람직하며, SOT의 EO, EC, SV와 같은 낮은 난이도의 평형지수는 낙상 등을 자주 경험하는 균형 능력이 저하된 노인을 대상으로 한 자세조절 평가에 이용하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

최근 급속한 고령화에 따른 노인 인구의 증가로 인해 노인의 삶의 질 유지에 많은 관심이 집중되고 있다(Kim 등, 2011). 고령층의 삶에 질을 저해하는 주요 요인 중의 하나로 낙상(falls)을 들 수 있으며, 65세 이상 일반 노인의 약 3분의 1이 매년 적어도 한 번 이상 낙상을 경험하고 있다(Gryfe 등, 1977; Piirtola과 Era, 2006). 낙상을 경험한 노인은 낙상 재발에 대한 심리적 불안, 두려움으로 인해 자신감이 결여되고, 신체적, 사회적 활동이 저하되며, 독립적인 일상생활에 상당한 위축을 경험하게 된다(Studenski 등, 1990). 따라서 고령층에서의 안정적

인 일상생활을 영위하기 위해서는 자세 조절을 통한 균형 능력의 유지가 매우 중요하다.

노인의 균형능력을 쉽고 간편하면서도 객관적으로 평가할 수 있는 도구가 필요하지만, 노인의 균형에 영향을 미치는 변수들은 많고 복잡하게 작용하기 때문에 균형의 모든 부분을 완벽하게 평가하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 평가자는 각 도구의 장점과 제한점들을 숙지하고, 평가 도구를 결정하기 전에 검사할 균형의 특성, 검사에 소요되는 시간과 채점 방법, 평가자의 훈련 수준, 연구대상자의 특성, 검사 도구의 타당도와 신뢰도 등을 고려해야 한다. Bogle Thorbahn와 Newton(1996)은 이상적인 균형 평가를 위해 임상 측정과 실험 측정을 함께 고려해야 한다고 하였다. 균형 능력을 평가하는 방법으로 임상적 측정(clinical measure)과 실험실 측정(laboratory measure)이 있는데, 실험실 측정은 균형을 섬세하고 정량적으로 측정할 수는 있으나 비용이 많이 들고 보편적이지 않다는 단점이 있는 반면, 임상적 측정은 측정이 간단하고 비용이 적으나 균형을 섬세하고 정확하게 평가하는 것이 어려운 단점이 있다(Bogle Thorbahn과 Newton, 1996). 본 연구의 결과 FRT는 균형 평가의 장점은 최대한 살리고 단점은 보완하면서 노인의 균형 능력을 평가하는 도구로서 임상에서 폭넓게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 대상자 선정의 어려움 등으로 인해 비교적 건강이 양호한 넘어진 경험이 없는 지역사회 거주 노인을 대상으로 연구를 진행하였다. 또한 노인의 균형 평가 도구로 널리 알려져 있는 다른 여러 평가 도구는 사용하지 못한 단점이 있다. 따라서 향후 연구에서는 낙상을 자주 경험하는 노인에게 대한 FRT 균형평가의 유효성과 타당성을 알아보는 것이 필요할 것으로 사료되며, FRT와 버그 균형 척도(Berg balance scale), 일어나 걷기 검사(Get-up and go test) 등과 같은 노인의 균형 평가도구와의 상관성을 알아보는 것이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 임상적 균형 평가에 많이 사용되는 FRT가 노인의 균형 능력을 정량적이며 쉽고 간편하게 사용할 수 있을지를 알아보기 위해 객관적이며 실험실 환경의 평가로 잘 알려져 있는 SOT의 여러 평형지수 사이의 상관관계를 검증하여 FRT의 유효성을 알아보았다. 연구의 결과 FRT 수행력은 나이에 따라 유의한 부적 상관관계를 나타냈으며, FRT와 SOT의 고난도 평형지수에 해당하는 EO/SS, EC/SS, SV/SS 사이에는 유의한 양적 상관관계를 나타냈다. 따라서, 고기능장비와 복잡한 검사 과정이 필요한 SOT 평가를 대신하여 매우 높은 상관관계를 보인 FRT가 객관적이고 정량적인 노인의 균형 능력 평가로 임상에서 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 1994;42(1):93-108.
- Bergland A, Wyller TB. Risk factors for serious fall related injury in elderly women living at home. *Inj Prev.* 2004;10(5):308 - 13.
- Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-85.
- Boulgarides LK, McGinty SM, Willett JA et al. Use of clinical and impairment based tests to predict falls by community dwelling older adults. *Phys Ther.* 2003;83(4):328-39.
- Brauer SG, Burns YR, Galley P. A prospective study of laboratory and clinical measures of postural stability to predict community-dwelling fallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(8):M469-76.
- Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity Muscle Force and Balance Performance in Adults Aged 65 Years and Older. *Phys Ther.* 1999;79(12):1177-85.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45(6):M192-7.
- Endo M, Ashton-Miller JA, Alexander NB. Effect

- of age and gender on toe flexor muscle strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(6):M392-7.
- Gryfe CI, Amies A, Ashley MJ. A longitudinal study of falls in an elderly population: I. Incidence and morbidity. *Age Ageing.* 1977;6(4):201-10.
- Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(10):961-5.
- Hamann RG, Mekjavic I, Mallinson AI et al. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(8):738-44.
- Kario K, Tobin JN, Wolfson LI et al. Lower standing systolic blood pressure as a predictor of falls in the elderly: a community-based prospective study. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38(1):246-52.
- Kim WH, Park EY. Correlation of Berg Balance Scale and Functional Reach Test. *Physical Therapy Korea.* 2007;14(4):28-34.
- Kim YW, Kwon OY, Cynn HS et al. Comparison of toe plantar flexors strength and balancing ability between elderly fallers and non-fallers. *J Phys Ther Sci.* 2011;23(1):127-32.
- King MB, Judge JO, Wolfson L. Functional base of support decreases with age. *J Gerontol.* 1994;49(6):M258-63.
- Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the balance master. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(5):425-30.
- Mayers AH, Baker SP, Van Natta ML et al. Risk factors associated with falls and injuries among elderly institutional persons. *Am J Epidemiol.* 1991;133(11):1179-90.
- Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(8):866-70.
- Nashner LM. Computerized dynamic posturography. In: Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM, eds. *Handbook of Balance Function Testing.* St. Louis, Mosby-Year Book. 1993:208-307.
- Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review. *Gerontol.* 2006;52(1):1-16.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Aging and postural control. In: Shumway-cook A, Woollacott MH, eds. *Motor control: Theory and practical applications.* 2nd ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2001:224-226.
- Studenski S, Duncan P, Weiner D et al. The role of instability in falls among older persons. In: Duncan PW, editor. *Balance. Proceedings of the APTA Forum.* Alexandria: APTA Publications. 1990:43-55.
- Tang PF, Moore S, Woollacott MH. Correlation between two clinical balance measures in older adults: functional mobility and sensory organization test. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1998;53(2):M140-6.
- Winter DA, Patla AE, Prince F et al. Stiffness control of balance in quiet standing. *J Neurophysiol.* 1998; 80(3):1211-21.