

불안정한 지지면에서의 율동적 감각-운동훈련이 여성노인의 균형능력에 미치는 영향

이한기[†] · 이준철¹ · 송근호²

마산대학교 물리치료학과, ¹창원삼일정풍병원, ²의창노인종합복지관

The Effects of Rhythmic Sensorimotor Training in Unstable Surface on Balance Ability of Elderly Women

Han-Ki Lee[†], Jun-Cheol Lee¹, Geun-Ho, Song²

Department of Physical Therapy, Masan University

¹Department of Physical Therapy, Samil Jungpung Hospital

²Department of Physical therapy, Uichang Senior Welfare Center

Received: October 7, 2013 / Revised: February 27, 2014 / Accepted: April 14, 2014

© 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to investigate the effect of sensorimotor training in unstable surface on balance ability of elderly women.

METHODS: Total of 40 subject were recruited from two separated institution for elderly women in Changwon and conveniently allocated into experimental and control groups. Twenty women were included into experimental group and another twenty women were into control group. Experimental group performed sensorimotor training in unstable surface and control group were only activities of daily living during eight weeks. To assess static balance ability used One leg stance test (OLST) and to assess dynamic balance ability used timed up and go test (TUGT) and Functional reach test (FRT).

RESULTS: Control group did not show any difference in

balance ability. However static balance ability in experimental group improved on hard or soft surface only eye open condition. Also dynamic balance ability in experimental group improved TUGT or FRT.

CONCLUSION: Sensorimotor training in unstable surface improved balance ability of elderly women.

Key Words: Sensorimotor training, Balance ability, OLST, TUGT, FRT

I. 서론

노화가 진행됨에 따라 근골격계에서는 고유수용성 감각이 감소하고 근력이 약해지며, 운동범위의 감소와 척추의 유연성 상실이 나타난다. 또한 신경계의 변화로 자극반응기간과 신경전도속도가 느려져 균형능력이 감소된다.

균형이란 자세 안정성을 지속적으로 유지해 가는 과정을 의미하며, 균형을 유지하는 능력은 인간이 일상 생활을 영위해 나가거나 목적있는 활동을 수행하는데 있어서 가장 기본이 되는 필수 요소일 뿐만 아니라

†Corresponding Author : hglee@masan.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

(Cohen 등, 1993; Horak, 1987; Wade와 Jones, 1997), 공간에서 신체자세와 균형을 조절하는 많은 과제들과 밀접하게 관련되어 있다(Shumway-cook와 Woollacott, 1995). 노인에게서 균형능력의 저하는 독립적인 기능 활동 저하를 유발하여 낙상의 위험을 증가시키게 된다(Province 등, 1995). 그러므로 균형능력을 향상시키는 것은 노인의 낙상 가능성을 줄일 수 있고, 낙상으로 인한 경제적 손실을 감소시킬 뿐만 아니라 삶의 질을 향상시키는데 도움이 된다(Harada 등, 1995).

인체의 적절한 균형조절은 고유수용성 감각, 시각, 그리고 전정감각 등에 의한 신체움직임의 감지와 중추에서의 감각정보통합, 마지막으로 적절한 운동반응의 수행으로 이루어진다(Jung, 2009a). 지지 기저면이 변할 때 이들 감각계는 그 변화를 발견해야 하며 운동계는 자세의 새로운 요구에 적응해야 한다. 시각은 공간에서 신체위치와 움직임에 관한 정보와 환경에 대한 적응을 가능케 하는 예측적 자세조절을 위한 정보를 제공한다. 전정감각은 중력이나 관성과 관련하여 머리위치에 관한 정보를 중추신경계에 제공하고, 항중력 신전근의 긴장도를 변화시킨다. 고유수용감각은 관절, 인대, 근육 및 피부에 위치하여 신체 각 분절에 대한 움직임 및 각 지지면과 신체의 동작에 대한 정보를 전달한다(Seo, 2012)

정상 환경에서의 균형조절은 시각 및 전정감각보다 고유수용성감각 정보에 비중을 많이 둔다. 노인의 경우에서도 마찬가지다. Lord 등(1991)의 노인들을 대상으로 실시한 연구에 의하면 시각과 전정감각은 균형유지를 위한 보조적인 요인으로 나타났고, 고유수용성감각과 균형유지 능력은 높은 상관성을 보였다. Colledge 등(1994)의 연구에서도 연령에 상관없이 균형유지를 위해서 시각적 정보 보다는 고유수용성감각에 의존한다고 하였다. 그러나 노인들은 노화로 인하여 고유수용감각의 감소가 흔히 나타난다.

Keshner 등(1993)은 젊은층과 노인층을 대상으로 한 균형유지를 위한 자세 반응의 연구에서 균형을 유지하기 위한 발목 근육의 반응시간이 젊은층 보다 노인층에서 유의하게 길었고, 발목 근육의 근력이 노인층에서 유의하게 감소함을 밝혀냈다. 특히 발목 근육 중에서

족관절 배측 굴곡근이 약하면 노인의 균형유지 능력은 크게 감소된다(Wolfson 등, 1995). 그러나 노인들은 균형을 위해서 보상 동작을 자주 사용할 뿐만 아니라 주동근과 길항근을 동시에 수축하여 신체의 안정성을 높이기(Shumway-cook와 Woollacott, 1995) 때문에 자세가 불안정할 때 노인들의 관절은 더욱 뻣뻣하게 되는 경향이 있다.

인간은 균형유지를 위해 족관절 운동전략, 고관절 운동전략 그리고 발 떼기 전략 중에서 하나의 자세전략 또는 세 개의 자세전략들을 협력적으로 사용한다. 족관절 운동전략은 중앙선 가까이에서 느리고 작은 동요가 발생할 때, 그리고 발생하는 동요에 대하여 견디기 충분할 정도의 넓고 안정적인 지지면을 갖고 있을 때 주로 사용된다(Umphred, 1995). 발 떼기 전략은 무게중심이 매우 빠르게 이동하거나 안정성의 한계를 벗어날 경우에 사용된다(Thompson, 1997).

노인들은 균형유지를 위한 자세전략에서 족관절 주위 근육의 약화와 고유수용성감각 기능의 저하로 인해 족관절 토크 사용을 허용하지 않는 고관절 운동 전략을 많이 사용한다(Horak 등, 1989). 따라서 빈번한 고관절 전략의 사용으로 족관절 근육의 약증 또는 족관절 감각 기능의 소실과 같은 병리적 상태로 전이될 수 있다.

노인의 균형능력을 향상시키기 위한 훈련프로그램에는 하지 근력강화 운동(Kim, 2003; Sullivan 등, 2001), 관절가동범위 증진운동(Lee, 2002), 태극권운동(Kim, 2004), 수중운동(Han 등, 2002; Simmons와 Hansen, 1996, 유산소운동(Roberts, 1989, 복합운동 프로그램(Campbell, 1997), 가상현실에서의 연속적 느린운동(Kim 등, 2012) 등이 있다. 특히 Phil(2006)에 의해 개발된 불안정한 지지면에서의 감각-운동 훈련이 임상에서 흔히 시행되어지고 있고, 이는 만성 근골격계 통증 환자들 뿐만 아니라 노인의 균형능력 향상에도 긍정적인 효과가 있다.

감각-운동훈련은 국소적 구조들의 치료보다 운동재학습을 통한 신경계 기능회복을 강조하는 훈련으로 잘못된 운동프로그래밍을 수정하여 새로운 운동 패턴을 더 자동적이고 덜 의식적인 생각과정을 요구하는 피질 하 영역(subcortical region)에 프로그래밍 하는 것이다. 특히 발의 고유수용성감각 입력에 중요성을 두고, 정상 근육 발화(firing)패턴과 반사적인 안정화(reflexive stabilization)

를 위해 단순하고 경제적인 균형판위에서 정적, 동적 그리고 기능적인 과정을 훈련한다(Janda와 Vavrova, 1996). 이때 하지의 근력뿐만 아니라 관절가동범위가 증가되고, 고유수용성 감각 입력과 자세 안정성이 증가된다(Beard 등, 1996 Ihara와 Nakayama, 1986 Pavlu와 Novosadova, 2001). 따라서 근약증, 족관절 감각의 감소 혹은 관절의 뻣뻣함과 같은 노화로 인해 균형이 위협받을 때 적절한 근력, 관절가동범위, 그리고 신경근 시스템의 협응력 증진에 감각-운동훈련이 효과적이라 할 수 있다.

Cho(2011)는 불안정한 지지면에서의 운동이 고유수용성감각입력을 촉진한다고 보고하였고 이는 안정한 지지면에서보다 더 효과적이라고 하였다. Jung(2009a)과 Jung(2009b)은 각각 감각-운동훈련이 노인의 균형능력 및 하지 근육의 근 활성도 향상에 긍정적인 영향을 끼친다고 보고 하였다.

최근 이러한 불안정한 지지면을 이용한 감각-운동훈련 프로그램이 지역사회 노인들의 낙상예방을 위해 많이 적용(Kang, 2012) 되고 있지만 그 효과성에 대한 검증은 미흡하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 지역사회 여성노인들의 균형능력 증진에 감각-운동훈련 프로그램의 효과를 검증하고자 하였다. 또한 연령의 증가와 함께 노인들은 운동에 대한 흥미 상실과 집중력 감소로 운동에 대한 지속력이 떨어지므로 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 감각-운동훈련 프로그램에 노인들이 선호하는 음악을 접목하여 운동에 대한 집중력과 지속력을 높이고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 창원시에 소재하는 노인 복지관을 이용 중인 65세 이상의 여성노인들 중에서 본 연구의 취지를 설명하여 연구 참여를 동의하고 연구조건을 충족시키는 실험군 20명과 대조군 20명 등 총 40명을 대상으로 하여 2013년 7월 1일~9월 30일 까지 시행되었다.

연구 대상자의 선정 조건은 다음과 같다.

- 1) 중추 또는 말초신경에 병변이 없는 자.
- 2) 신경외과적 질환이나 하지와 체간에 심각한 장애가 없는 자(최근 골절이나 외과적 문제, 뇌졸중, 파킨슨 질환, 사지 손실이 없는 자)로 관절염의 증상이 있을지라도 수동적 관절운동 범위가 완전한 자.
- 3) 균형수행력 검사 48시간 전에 균형에 영향을 주는 약물(아편계열, 알코올, 스트렙토 항생제, 혈압조절약)을 복용하지 않고 현기증이 없는 자.
- 4) 시각 및 청각계의 이상이 없는 자.
- 5) 1주일에 2시간 이상 규칙적인 운동을 하고 있지 않은 자.

2. 실험도구 및 연구방법

1) 실험도구

(1) Aerostep XL

감각-운동조절 능력을 향상시키고, 하지의 근력향상에도 도움이 되는 독일 TOGU사에서 개발된 공기가 들어있는 안전한 에어쿠션을 사용하였다(Fig 1).



Fig 1. Aerostep XL

(2) Balance pad

정적 균형수행력 평가시 연지면을 제공하기 위하여 미국 AIREX사의 Balance pad plus(50X41X6cm)를 사용



Fig 2. Balance pad

하였다(Fig 2).

(3) 정적균형수행력 평가

① One leg stance test

대상자는 상지의 보상작용을 방지하기 위해 양손으로 허리를 잡고 두발로 선 상태에서 검사자의 지시에 따라 한쪽 발을 들어올린다. 이때 평소 많이 사용하는 우성 다리로 지지를 하게하고, 들어올린 다리는 무릎관절을 90도 구부리도록 요구한다. 우성다리의 결정은 대상자에게 공을 차게하여 결정하였다(Han 등, 2002). 연지면과 견지면에서 개안시와 폐안시 조건으로 나누어 측정 하였으며, 허리에 있는 손이 떨어지거나 들어올린 발이 바닥에 닿을 때까지의 시간을 초시계를 이용하여 측정하였다. 30초가 되면 중지하여 30점을 주고 그렇지 않을 경우 두 번을 측정하여 높은 값을 측정값으로 하였다.

(4) 동적균형수행력 평가

① Timed up & Go Test(TUGT)

기능적인 활동과 관련된 균형능력을 측정하기 위해서는 동적 균형능력을 측정하는 것이 더욱 효과적이다. 이 검사의 검사자간 신뢰도는 0.99였으며, 균형이나 보행 속도 및 기능적인 동작들을 평가하는데 타당도가 높은 것으로 나타났다(Podsiadlo와 Richardson, 1991).

검사는 46cm 높이의 팔걸이가 있는 의자에 등을 대고 앉은 상태에서 일어나 평상시 걸음으로 3m 지점의 반환점을 돌아와 의자의 등받이에 등이 닿도록 정확히 앉을 때까지의 시간을 측정하였다. 측정값은 1회 연습 후 1회를 실시하여 얻었다.

② 기능적 팔 뻗기 검사(Functional reach test)

선 자세에서 기저면을 고정된 채 어깨높이에 자를 수평으로 위치시키고 전방으로 최대한 팔을 뻗을 수 있는 거리를 측정하였다. 안정성의 한계를 측정하는 간편하고 경제적이며 신뢰성이 높은 검사로서 노인 연령대에서 낙상을 예견하는데 사용될 수 있다.

2) 연구방법

65세 이상 지역사회 여성 노인 40명을 대상으로 실험군(20)과 대조군(20)으로 나누어 실험군에 불안정한 지지면에서의 감각-운동훈련을 4주간 주 3회, 1회 50분간 실시하고, 대조군은 실험기간 동안 규칙적인 운동을 하지 않도록 하였으며 일상생활은 가능하도록 하였다. 감각-운동 훈련을 실시하기 전에 실험군과 대조군에서 각각 정적 균형수행력과 동적균형수행력을 신발을 벗고 측정하였으며 4주후에 다시 균형수행력을 측정하였다.

감각-운동 훈련은 Aerostop XL 위에서 발목 관절가동운동, 체중이동훈련, 일상생활동작 및 응용동작등으로 구성하였으며, 감각-운동시스템으로 입력되는 구심성 정보의 양을 최대화하기 위해 맨발로 실시하였다. 운동에 대한 지속력을 높이기 위해 여성 노인들이 선호하는 음악을 접목하였다.

3. 자료처리

통계처리는 SPSS 12.0 for Window를 이용하였고, 대상노인들이 동일 집단임을 확인하기 위하여 연구대상자의 일반적인 특성들에 대해서는 Independent t-test를 실시하였다. 또한 운동이 여성 노인의 균형능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 그룹별 훈련 전과 후의 균형지수 변화는 Paired t-test를 사용하였고, 각 그룹간의 차이를 비교하기 위하여 Independent t-test를 실시하였다. 모든 통계에 대한 유의수준 α 는 .05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 전체 대상자는 실험군이 20명, 대조군이 20명으로 총 40명이었다(Table 1). 평균 연령은 실험군이 75.00±3.37세, 대조군이 74.80±5.64세 이었고, 평균 신장은 실험군이 152.32±5.67cm, 대조군이 150.24±4.58cm이었으며, 평균체중은 실험군이 57.35±9.93kg, 대조군이 53.84±7.81kg으로 두 집단 간의 유의한 차이는 없었다. 또한 왼쪽 발길이, 오른쪽 발길

Table 1. General characteristics of the subjects

(N=40)

		Experimental (N=20)	Control (N=20)	t
Age(yrs)		75.00 ± 3.37	74.80 ± 5.64	0.136
Height(cm)		152.32 ± 5.67	150.24 ± 4.58	1.275
Weight(kg)		57.35 ± 9.93	53.84 ± 7.81	1.242
Foot length(mm)	Left	226.25 ± 10.06	231.70 ± 8.40	-1.859
	Right	227.25 ± 10.51	231.15 ± 8.39	-1.297
sight (diopter)	Left	0.56 ± 0.21	0.54 ± 0.23	0.247
	Right	0.56 ± 0.22	0.55 ± 0.21	0.145
Blood pressure (mmHg)	Systolic	128.65 ± 10.91	126.85 ± 14.92	0.435
	Diastolic	73.80 ± 10.53	72.15 ± 12.36	0.454
Pulse(bpm)		70.40 ± 5.14	74.50 ± 5.75	-2.376

Mean ± D

이, 왼쪽 시력, 오른쪽 시력, 수축기 혈압, 이완기 혈압의 경우도 유의한 차이가 없었다. 반면 맥박수는 실험군이 70.40 ± 5.14회로 대조군의 74.50 ± 5.75회보다 낮게 나타나 유의한 차이를 보였다.(p<.05)

로 견지면과 연지면에서 눈을 뜨거나 감은 상태로 한발 들고 서기를 측정할 결과는 다음과 같다(Table 2).

실험군은 견지면에서 눈을 떴을 때는 훈련전의 10.45 ± 6.70sec에서 4.96 ± 9.75sec로 유의한 증가가 있었다. 그러나 실험군의 연지면과 견지면에서의 눈을 감았을 때와 대조군의 각각의 경우에서는 유의한 차이가 없었다.

2. 연구대상자의 훈련 전후 균형 능력차이 비교

1) 정적균형수행력 변화

훈련 전후이 정적균형능력의 변화를 알아보는 방법으

2) 동적균형수행력 변화

훈련전후 동적균형능력의 변화를 알아보는 방법

Table 2. A comparison of balance ability between pre-test and post-test

(Unit : second)

Variable	Group	pre-test	post-test	t	p
OLSTHO	Experimental(N=20)	10.45 ± 6.70	14.96 ± 9.75	-2895	0.01
	Control(N=20)	10.12 ± 3.55	9.89 ± 3.60	1.058	0.30
OLSTHC	Experimental(N=20)	3.81 ± 2.64	4.48 ± 2.36	-1.674	0.11
	Control(N=20)	3.50 ± 1.43	3.45 ± 1.52	0.524	0.60
OLSTSO	Experimental(N=20)	3.55 ± 3.01	4.96 ± 3.03	-3.167	0.00
	Control(N=20)	3.08 ± 1.14	3.07 ± 1.25	0.091	0.92
OLSTSC	Experimental(N=20)	1.72 ± 1.20	1.77 ± 1.17	-0.298	0.76
	Control(N=20)	1.59 ± 0.81	1.55 ± 0.95	0.634	0.53

Mean ± D

OLST : One leg stance test

H : Hard surfaces : Soft surface o : Eye open C : Eye close

으로 TUGT와 FRT를 측정된 결과는 다음과 같다 (Table 3).

실험군에서 TUGT에 걸린 시간을 살펴보면, 훈련 전의 $11.66 \pm 1.57\text{sec}$ 에서 훈련 후에는 $8.98 \pm 1.88\text{sec}$ 로 유의한 증가가 있었고, FRT는 훈련 전의 $25.32 \pm 3.72\text{cm}$ 에서 훈련 후에는 $30.07 \pm 5.14\text{cm}$ 으로 유의한 증가가 있었다. 그러나 대조군의 TUGT와 FRT 모두 유의한 차이가 없었다.

3. 연구대상자의 그룹 간 균형능력 차이 비교

1) 정적균형수행력 변화

훈련 전후의 그룹 간 정적균형능력의 차이를 비교해 본 결과, 훈련 후 견지면에서 눈을 뜬 상태는 실험군은 $14.96 \pm 9.75\text{sec}$ 이고 대조군은 $9.89 \pm 3.60\text{sec}$ 로 그룹 간

에 유의한 차이가 있었고, 훈련 후 연지면에서 눈을 뜬 상태도 실험군은 $3.55 \pm 3.01\text{sec}$ 이고 대조군은 $3.07 \pm 1.25\text{sec}$ 로 그룹 간에 유의한 차이가 있었다. 하지만 훈련 전의 모든 경우와 견지면과 연지면에서 눈을 감았을 때에는 훈련 전후 실험군과 대조군 사이에 모두 유의한 차이가 없었다(Table 4).

2) 동적균형수행력 변화

훈련 후 TUGT에서 실험군은 $8.95 \pm 1.88\text{sec}$ 이고 대조군은 $12.55 \pm 2.20\text{sec}$ 로 그룹 간에 유의한 차이가 있었고, FRT에서는 훈련 후에 실험군은 $30.07 \pm 5.14\text{cm}$ 이고 대조군은 $24.23 \pm 4.38\text{cm}$ 로 그룹 간에 유의한 차이가 있었다(Table 5).

Table 3. A comparison of balance ability between pre-test and post-test

Variable	Group	Pre-test	Post-test	t	p
TUGT (sec)	Experimental(N=20)	11.66 ± 1.57	8.95 ± 1.88	7.977	0.00
	Control(N=20)	12.20 ± 2.34	12.55 ± 2.20	-1.138	0.26
FRT (cm)	Experimental(N=20)	25.32 ± 3.72	30.07 ± 5.14	-5.718	0.00
	Control(N=20)	24.36 ± 4.44	24.23 ± 4.38	0.725	0.47

Mean \pm SD

TUGT : Timed up and go test FRT : Functional reach test

Table 4. A comparison of balance ability between pre-test and post-test

(Unit : second)

Variable		Experimental(N=20)	Control (N=20)	t	p
OLSTHO	Pre-test	10.45 ± 6.70	10.12 ± 3.55	0.193	0.84
	Post-test	14.96 ± 9.75	9.89 ± 3.60	2.183	0.03
OLSTHC	Pre-test	3.81 ± 2.64	3.50 ± 1.43	0.465	0.64
	Post-test	4.48 ± 2.36	3.45 ± 1.52	1.625	0.11
OLSTSO	Pre-test	3.55 ± 3.01	3.08 ± 1.14	0.655	0.51
	Post-test	4.96 ± 3.03	3.07 ± 1.25	2.567	0.01
OLSTSC	Pre-test	1.72 ± 1.20	1.59 ± 0.81	0.384	0.70
	Post-test	1.77 ± 1.17	1.55 ± 0.95	0.662	0.51

Mean \pm SD

OLST : One leg stance test H : Hard surface

S : Soft surface O : Eye open

C : Eye close

Table 5. A comparison of balance ability between pre-test and post-test

Variable	Group	Experimental (N=20)	control (N=20)	t	p
TUGT (sec)	Pre-test	11.66 ± 1.57	12.20 ± 2.34	-0.859	0.39
	post-test	8.95 ± 1.88	12.55 ± 2.20	-5.547	0.00
FRT (cm)	Pre-test	25.32 ± 3.72	24.36 ± 4.44	0.740	0.46
	post-test	30.07 ± 5.14	24.23 ± 4.38	3.866	0.00

Mean ± SD

TUGT : Timed up and go test

FRT : Functional reach test

IV. 고 찰

노화의 전형적인 특징은 운동의 조절 및 조직화가 현저하게 감소되는 것이고, 이로 인해 노인들은 균형능력의 감소, 지구력 감소, 전신쇠약 또는 반복되는 낙상 등을 경험하게 되고 일상생활을 수행하는 능력이 크게 제한된다.

균형은 운동의 조절이나 이동에 필요한 기본적인 요소이며(Winstein 등, 1989; Choi, 2011), 정상적인 균형 조절은 감각계, 중앙처리계, 그리고 효과계 등의 조화로운 적응을 필요로 한다. 균형이 위협받을 때 적절한 타이밍, 힘, 그리고 근육 반응 조직화에 의한 근육 협력 활동 등이 정상적으로 이루어져야 한다(Jung, 2009a).

Woollacott 등(1986)의 연구에 의하면 신체가 넘어질 때 균형을 유지하기 위해서 정상 성인의 근수축은 정상적인 순서에 따라 활성화되는데 반해, 노인의 경우는 정상적인 순서에 따르지 않는 것으로 나타났다. 정상 성인의 경우에는 근수축 순서가 원위부에서 근위부 방향으로 일어나지만, 족관절의 체성각각이 감소된 노인에서는 근위부에서 원위부 방향으로 근수축이 일어나므로 균형을 다시 회복하는데 어려움이 있다고 하였다. 이것은 노인들이 균형유지를 위해서 고관절 운동 전략을 많이 사용한다는 Horak 등(1989)의 연구결과와 일치하는 것으로서, 족관절 전략은 주로 체성각각에 의존된 반응이며, 고관절 전략은 주로 전정 감각에 의존된 반응이기 때문에 하지의 체성각각에 의해서 발화된 족관절 전략의 경우에는 근육반응이 원위부에서 근위부 쪽으로 발생하고, 전정기관에 의해서 발화된 고관절 전략

은 머리를 조절하기 위하여 경부근육 다음으로 복부근육이 먼저 작용을 한다(Keshner 등, 1993).

Anniansson 등(1986)의 연구에 의하면 많은 노인들이 노화와 함께 근골격계의 변화를 보이고, 30세에 비해 80세의 하지근력은 40% 정도 감소한다고 하였다. 이러한 근육의 소실은 고유수용성 입력의 양적인 저하를 초래하게 된다. Thelen 등(1996)은 노화로 인한 특정 중추신경계의 기능부전은 특히 운동의 둔화와 길항근의 동시 수축을 유발한다고 하였고, 이러한 경우 운동 조절의 재교육은 더욱 필요하다고 할 수 있다.

노인들의 균형능력 증진을 위한 많은 연구들과 함께 최근에는 근골격계 통증환자에게 흔히 적용되는 불안정한 지지면에서의 감각-운동훈련이 노인들의 균형훈련에 적용되고 있다. 감각-운동훈련이 노인들의 균형훈련에 적용되고 있다. 감각-운동훈련은 이것이 단지 환자의 근육불균형만을 향상시키는 것이 아니라, 근력 및 관절가동범위 그리고 고유수용성각각 입력 증진 등을 통해 서는 것과 같은 일상 활동에서 가장 중요한 운동, 즉 자세와 균형 및 보행도 향상시킨다(Janda와 Vavrova, 1996).

감각-운동훈련은 운동학습의 두 단계 개념에 기초한다. 첫 번째 단계는 새로운 움직임 달성을 위한 운동 프로그래밍 하는 과정으로 대뇌피질이 관여한다. 이 과정은 여러 개의 신경 시냅스를 거치므로 속도가 느리고 쉽게 피로해지는 특징이 있다. 따라서 운동학습의 두 번째 단계로서 뇌는 경로를 최소화하고 조절회로를 단순화하기 위해 보다 더 자동적이고 덜 의식적인 사고과정을 요구하는 피질하영역에 운동패턴을 프로그래밍화

하게 된다. 노인들의 낙상이 특징적인 한 경우에만 일어나는 것이 아니라 여러 가지 복합적인 변수들에 의해서 일어나기 때문에 낙상을 예측하는 것은 어렵다. 따라서 낙상을 방지하기 위해서는 빠른 반사적 근수축이 필요하다. 운동학습의 두 번째 단계는 실제로 손상 예방에 결정적인 역할을 할 수 있는 이러한 빠른 반응을 가능하게 한다. Bullock-saxton 등(1993)은 고유수용감각과 균형감각을 증가시키는 운동을 통해 반사적 근수축을 두 배정도 증가시키는 것이 가능하다고 보고했다.

정상운동프로그램을 회복하기 위한 감각-운동훈련은 Wobble 보드와 Rocker 보드, 플라스틱 롤, 벨런스 슈즈, 트랩플린 등의 단순한 도구들을 사용한다. 나무가 수용기를 더 많이 자극하기 때문에 나무로 된 도구들이 플라스틱으로 만들어진 것보다 더 선호되지만, 65세 이상의 여성 노인들을 대상으로 한 본 연구에서는 독일 TOGU사에서 개발된 공기가 들어있는 비교적 안전한 에어쿠션인 Aerostep XL을 사용하였다.

Janda와 Vavrova(1996)는 최대의 구심성 정보입력을 보장하기 위해 발, 천장관절, 그리고 경추의 적절한 자세유지가 중요하다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 Aerostep XL위에서 감각-운동훈련 동안 Janda와 Vavrova(1996)의 방법에 따라 발의 길이를 짧게 하기위해 족궁을 높게 한 상태를 강조하였으며, 복횡근을 수축시켜 중추신경계로 요골반부의 정보를 보내는 기계수용기의 적절한 길이 장력관계를 도와주고, 턱을 가볍게 끌어당겨주어 경추의 중립자세 유지를 강조하였다.

균형은 크게 정적균형과 동적균형으로 나눌 수 있는데 정적균형은 자세 유지를 할 때 균형을 유지하는 능력을 말하는 것으로 지지 기저면 내에 중력 중심을 두어 신체가 움직이지 않게 자세를 유지하는 능력이고, 동적균형은 신체가 움직일 때 균형을 유지하는 것으로 신체가 움직이는 동안 중력 중심을 지지 기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력이다(Wade와 Jones 1997)

본 연구의 정적균형수행력을 나타내는 한발 들고 서기 결과를 살펴보면, 감각-운동훈련 후 견지면과 연지면 모두에서 눈을 뜬 상태에서 균형능력이 좋아졌으며, 반면 눈을 뜬 상태에서는 견지면과 연지면 둘 다에서 균형유지 시간은 향상되었으나 통계적으로 유의하

지는 않았다. 이는 8주 동안 균형훈련과 정적 및 동적 균형능력은 유의하게 증진되었지만, 폐안시는 정적 기립균형능력의 증가가 없었다고 보고한 Kwon 등(1998)의 연구 결과와 일치하였고, Kim(2001)도 가정운동 훈련프로그램을 실시한 후 한발 들고 서기의 경우 폐안시 보다는 개안시의 균형능력이 많이 향상되었음을 보고하였다. 그러나 Han 등(2002)은 65세 이상의 여성노인 10명을 대상으로 8주 동안의 수중운동을 실시한 결과 한발 들고 서기에서 개안시와 폐안시 모두에서 유의한 균형능력의 향상이 있었다고 보고하였다.

노인의 균형조절은 고유수용감각이 감소되면 시각에 의존한다. 눈을 뜬 상태에서만 균형능력이 유의하게 증가한 본 연구의 결과에 따라 고유수용감각의 감소로 시각에 많이 의존하는 노인의 균형수행에 8주간의 감각-운동훈련기간은 짧다는 것을 예측할 수 있다.

감각-운동훈련 후 동적균형능력에서는 TUGT와 FRT 둘 다에서 유의한 균형능력 증가가 나타났다.

O'sullivan과 Schmitz(2000)의 연구에 의하면 TUGT 측정값이 정상인은 10초 이하이며, 노인은 11~20초가 걸리고, 기능적인 운동성 손상을 지닌 사람은 20초 이상이 걸린다고 하였다. 본 연구의 결과는 감각-운동훈련 전은 11.66 ± 1.57 초에서 감각-운동훈련 후는 8.95 ± 1.88 초로 유의하게 감소하여 하였으며, O'Sullivan과 Schmitz(2000)의 연구에 따르면 본 연구에 참여한 대상자들의 TUGT 수행능력은 비교적 우수하다고 할 수 있다.

65세 이상의 노인을 대상으로 한 Weiner 등(1992)의 연구에서는 7인치 미만의 FRT값을 보인 노인들은 보행 속도가 느리고, 한발서기나 앞·뒤발 붙이며 걷기가 불가능하며, 일상생활동작의 제한을 보인다고 하였다. Duncan 등(1992)은 FRT가 그들이 균형을 요구하는 동안 자발적 움직임을 수행하는 대상들의 능력을 평가하기 위한 것이라고 설명하였으며, 70~87세 사이의 여성 노인들이 평균값은 10.5 ± 3.5 인치라고 하였으며, 6인치 이하로 도달한 노인은 10인치 이상 도달한 노인보다 낙상의 위험이 4배 정도나 된다고 하였다.

본 연구의 FRT 결과는 감각-운동훈련 전 25.32 ± 3.72 에서 감각-운동훈련 후 30.07 ± 5.14 cm로 유의하게 증

가하였으며, 훈련전의 FRT 값은 Duncan 등(1992)의 연구와 비슷하였다.

이상의 결과로 보아 불안정한 지지면에서의 감각-운동훈련이 여성노인의 균형능력 증진에 효과적임을 알 수 있었고, 나아가 낙상예방에도 도움이 될 것이라 생각된다. 하지만 본 연구는 8주간의 짧은 훈련기간으로 인해 결과를 해석하는데 다소 무리가 있으며, 대상자를 지역사회 노인으로 제한했기 때문에 결과를 일반화하기에는 어려움이 있다. 또한 감각-운동훈련이 균형에 영향을 미칠 수 있는 근육의 불균형과 신체정렬의 개선 및 근력에 미치는 영향은 검증되지 않았으며 추후 지속적인 연구가 필요하리라 여겨진다.

V. 결론

본 연구는 불안정한 지지면에서의 감각-운동훈련이 균형능력 증진에 효과가 있는지를 알아보기 위하여 2013년 7월 1일부터 2013년 9월 30일 까지 창원시에 소재하는 노인 복지관을 이용 중인 65세 이상의 여성 노인을 대상으로 실시하였다. 8주 동안의 감각-운동훈련프로그램에 참여한 여성 노인 20명과 일상생활이 허용된 대조군 20명을 비교하여 감각-운동 훈련의 효과를 알아 본 결과는 다음과 같다.

실험군의 정적균형능력은 견지면과 연지면에서 눈 뜬 상태는 감각-운동훈련 후 모두 균형이 좋아졌으나 ($p<.05$), 견지면과 연지면에서 눈을 감은 상태의 균형능력은 감각-운동훈련 후 향상된 것 처럼 보이나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 대조군의 정적균형능력은 훈련 전후 차이가 없었다.

실험군의 동적균형능력은 TUGT와 FRT 모두에서 감각-운동훈련 후 균형능력이 향상되었으나($p<.05$), 대조군의 동적균형능력에는 차이가 없었다.

그룹 간의 균형능력 차이를 살펴보면, 훈련 후 실험군과 대조군의 정적균형능력은 견지면과 연지면에서 눈 뜬 상태의 균형능력($p<.05$)이 모두 실험군이 좋은 것으로 나타났으나, 견지면과 연지면에서 눈을 감은 상태에서의 정적균형능력은 실험군과 대조군 간의 유의한

차이가 없었다.

훈련 후 실험군과 대조군의 동적균형능력은 TUGT와 FRT 모두에서 실험군이 대조군에 비해 균형능력이 더 좋은 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보아 불안정한 지지면에서의 감각-운동훈련이 여성노인의 균형능력 증진에 효과적이라 생각된다.

Acknowledgements

이 논문은 2013년도 마산대학교 교내 연구비에 의해 수행되었음.

References

- Anniansson A, Hedberg M, Henning G. Musclemorpholgy, enzymatic activity and muscle strength in elderly men: a followup study. *Muscle Nerve* 1986;9:585-91.
- Beard DJ, Doddd CAF, Trundle HR et al. Proprioception enhancement for anterior cruciate ligament deficiency. A prospective randomized trail of two physiotherapy regimes. *J Bone Joint Surg. (Br)* 1996;76(4):654-59.
- Bullock-Saxton J, Janda V, Bullock M. Reflex activation of gluteal muscles in walking with balance shoes; an approach to restoration of function for chronic low back pain patients. *Spine* 1993;18(6):704-08.
- Campbell AJ. Randomized controlled trial of a general program of home base exercise to prevent falls in elderly women. *J Br Med*, 1997;315:1065-9.
- Cho MJ. Do unstable surface facilitate proprioception input? Somatosensory evoked potentials analysis study. Master's Thesis, Catholic University of Pusan, 2011.
- Choi TB. A study on the EMG signal analysis of rectus abdominis and oblique abdominal muscle depending on the stability of posture. Master's Thesis, University of seoul, 2011.

- Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther*, 1993;73(6);346-54.
- Colledge NR, Cantley P, Brash I et al. Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontol*. 1994;40;273-78.
- Duncan PW, Studenski S, Chandler J et al, Functional reach: redictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontd Med Sci*, 1992;47;93-7.
- Han DU, Park RJ, Kim SS, et al. The Effects of Aqua-Exercise on the balance of one leg stance in the Elderly Women. *The journal of Korean society of physical therapy* 2002;14(1);89-98.
- Harada N, Chiu V, Fowler E. Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals in residential care facilities. *Phys Ther*, 1995;75;462-69.
- Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults *Phys Ther*, 1987;67(12), 1881-5.
- Horak FB, Shuper C, Mirka A. Component of postural dyscontrol in the elderly. *Neurobiol Aging*, 1989;75;462-9.
- Ihara H, Nakayama A. Dynamic joint control training for knee ligament injuries *Amn J Sports Med*, 1986;14;309.
- Janda V, VaVrova M. Sensory motor stimulation; in Liebenscn C. (Ed), *Rehabilitation of the Spine*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996;319-28.
- Jung KS. Effects of weight shifting training on an unstable surface on onset latency of trunk muscles, balance performance, and proprioception for patients with chronic stroke. Master's Thesis, Sahmyook University, 2009a.
- Jung TG. The Effects of sensorimotor training on balance and muscle activation during gait in older adults. Master's Thesis, Eulji University, 2009b.
- Kang YB. A Study on the EMG signal analysis of elector spine muscle on unstable posture. Master's Thesis, University of Seoul, 2012.
- Keshner EA, Alum JH, Honegger F. Predictors of less stable postural responses to support surface rotations in healty human elderly. *J Vestib Res*, 1993;3;419-29.
- Kim HC. The effects of exercises to develop muscular strength legs of aged people to maintain the sense of balance. *The Korean society of sports science*, 2003;12(2);731-41.
- Kim HS. Effects of home exercise program on the improvement of muscle strength, balance and gait in the elderly. Doctoral Thesis, Keimyung University, 2001.
- Kim JJ, Koo S, Lee JJ Kim YS et al. The effects of virtual reality-based continuous slow exercise on factors for falls in the elderly. *The journal of Korean society of physical therapy* 2012;24(2) 90-7.
- Kim JH. Effects of Taijiquan training on ambulation and balance for the elderly women with balance disorder. Master's Thesis, Kookmin University, 2004.
- Kwon OY, Choi HS, Min GJ. Characteristics of fall incidence in an elderly community population and the effects of exercise training on strength and balance for elderly fallers. *The Korean public health association*. 1998;24(2);27-40.
- Lee SE. Effect of increasing ankle range of motion program on ambulation and balance for the elderly with balance disorder. Master's Thesis, Dankook University, 2002.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol*, 1991;46;69-76.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment*, 4th ed Philadelphia, FA Davis Co. 2000.
- Pavlu D, Novosadova K. Contribution to the objectivization of the method of sensorimotor training stimulation according to Janda and Vavrova with regard to evidenc based-practice, *Rehabil Phys Med*, 2001;8(4); 178-81
- Phil Page. Sensorimotor training: A 'global' approach for balance training. *J Bodywork and Movement Therapies*, 2006;10;77-84.
- Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly person. *J Am Geriatr soc*, 1991;39;142-8.

- Province MA, Hadley EC, Hombrook MC et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. *JAMA*, 1995;273(17):1341-7.
- Roberts BL. Effects of walking on balance among elders. *Nurs Res*, 1989;38(3):180-3.
- Seo HS. The effects of chronic stroke patients weight movement training according to supporting ground to proprioception of legs. Master's Thesis, Eulji University, 2012.
- Shumway-cook A, Woollacott MH. *Motor Control; Theory and practical applications*. Baltimore, Williams & Wilkin, 1995.
- Simmons V, Hansen PD. Effectiveness of water exercise on postural mobility in the elderly; An experimental study on balance enhancement. *Gerontol* 1996;51A(5):233-8.
- Sullivan D, Wall P, Barida J. et al. Progressive resistance muscle strength training of hospitalized frail elderly. *Am J Phys Med Rehabil*, 2001;80:503-9.
- Thelen DG, Schultz AB, Alexander NB et al. Effects of age on rapid ankle torque development. *J Gerontol Med Sci*, 1996;51A(5):226-32.
- Thompson DM. *Biomechanics of balance and postural control*. Lecture presented in management of orthopedic problems,(PHTH 3254). Oklahoma City. 1997.
- Umphred DA. *Neurological rehabilitation*, 3rd ed. St Louis; Mosby. 1995.
- Wade MG, Jones G The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Phys Ther*, 1997;77(6):619-28.
- Woollacott MH, Shumway-cook A, Nashner LM. Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging hum Dev*, 1986;23:97-114.
- Weiner DK, Duncan PW, Chandler J et al Functional reach: A maker of physical frailty. *J Am Geriatr Soc*, 1992;40:203-7.
- Winstein CH, Gardner ER, McNeal DR. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 1989;70:755-62.
- Wolfson L, Judge J, Whipple R. Strength is major factor in balance, gait the occurrence of falls, *J Gerontol*, 1995;50:64-7.