

노인의 하지 근력강화운동이 기립균형에 미치는 영향

김택훈
한서대학교 물리치료학과
오동식
한서대학교 대학원 재활치료학과

Abstract

Effects of Exercise Training on Strength and Balance for the Elderly

Kim Tack-hoon, M.P.H., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Hanseo University

Oh Dong-sik, B.S., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Hanseo University

The purpose of this study is to determine the effects of exercise training on the strength and balance ability of the elderly. The results of this study are: 1) After 8 weeks exercise training, knee muscle strength showed a significant increment. 2) After exercise training, forward functional reach and balance index of KAT 2000 showed a significant increment. Results indicate that strengthening exercise can result in improved muscle strength and balance in the elderly. Further studies are required to show long-term effects of exercise training on the elderly.

Key Words: Balance; Elder; Strengthening exercise.

I. 서론

기립자세는 좁은 지지면에서 무게중심을 유지하는 복잡한 과제로 신경근육계의 섬세한 조절기전이 필요하다(Nashner 등, 1985). 균형을 유지하기 위해서는 전정기관, 시각, 고유수용성감각, 근골격계 기능 그리고 인지능력이 필요하다. 이러한 자세조절기전은 질병이나 노령화에 따라 저하되어 낙상(falling)의 위험이 증가된다(Baker 등, 1985).

Wolfson 등(1995)은 노인에서 하지의 근력이 보행능력, 균형능력과 높은 상관관계가 있다고 보고하였다. Chu 등(1999)은 병원에 입원해 있는 51명의 노인환자를 대상으로 낙상의 위험인자를 알아보았는데, 하지 근력이 약화되어 있고 앞·뒷발 붙여서 걷기(tandem walking)가 불안정한 사람에게서 낙상의 위험이 증가되었다. 특히 하지의 근육 중에서 슬관절과 발목관절이 균형유지능력에 미치는 영향을 알아보았는데, 발목의 배측굴곡근의

약화가 있을 때 균형능력이 떨어진다고 하였다(Whipple 등, 1987). 하지의 근력이 약화되면 보행속도, 균형과 계단 오르기 능력이 떨어지게 된다(Brown 등, 1995). Buchner 등(1997)은 68~85세의 노인 106명을 대상으로 주 3회 3개월 동안 운동훈련을 실시한 결과, 균형능력이 증진되었다고 보고하였다. 권오윤 등(1998)의 연구에서는 근력약화와 균형능력 저하로 증가되는 노인의 낙상은 근력강화운동을 통하여 증진시킬 수 있다고 하였다.

균형능력을 간단히 평가하는 방법으로는 한 발로 서기(one-foot standing), 앞·뒷발 붙이며 걷기(tandem walking)가 있으나, 이것은 건강한 노인도 정상적으로 수행하기가 매우 어렵다(Duncan 등, 1990). 동적 균형능력을 평가하는 검사방법으로는 Wolfson 등(1986)의 자세긴장검사(postural stress test: PST), 압력중심편위(center of pressure excursion: COPE), 플랫폼 자세 동요검사(platform perturbation test), 기능적 팔 뻗기 검사(functional reach test)가 있다. 위 방법 중에서 기능적 팔 뻗기 검사는 고가의 장비가 필요 없고 손쉽게 전·후 동적 균형을 측정할 수 있어 최근 많이 사용되고 있다(Robinson 등, 1999).

본 연구의 목적은 노인을 대상으로 하지의 근력강화운동을 실시하였을 때 기능적 팔 뻗기와 KAT 2000 (kinesthetic ability training balance platform)¹⁾을 이용하여 균형능력의 변화가 있는지를 알아보는 것이다.

본 연구의 가설은 다음과 같다.

1. 근력강화운동 전에 비하여 운동 후에는 기능적 팔 뻗기 수행능력이 증가할 것이다.
2. 근력강화운동 전에 비하여 운동 후에는 KAT 2000의 균형지수가 감소할 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 서산시의 노인정에 있는 60세 이상의 노인 16명을 대상으로 하였다. 대상자의 선정 조건은 다음과 같다.

가. 연구에 자발적으로 참여를 원하는 자
나. 근골격계나 신경근육계 장애가 없는 자
다. 하지의 관절가동범위에 제한이 없는 자
라. 보행시 보조도구를 이용하지 않는 자
마. 운동실시 전에 심한 고혈압 증세나 심장병 증세가 없는 자

2. 하지의 근력강화운동

근력강화운동은 Cybex Orthotron II에 내장되어 있는 프로그램을 이용하여 각각 60°/sec의 각속도에서 슬관절 근육에 대한 근력 증진훈련을 20~30분간, 주 3회 실시하였다. 근력강화운동은 8주동안 진행하였다.

3. 평가방법 및 평가도구

운동 전과 운동 후의 하지 근력 검사는 Cybex Orthotron II²⁾를 이용하여 슬관절의 굴곡근과 신전근의 근력을 측정한다. 동적인 균형능력의 평가는 기능적 전방 팔 뻗기 검사를 이용하였다. 기능적 전방 팔 뻗기의 검사방법은 대상자가 다리를 어깨넓이만큼 벌리고 편하게 선 상태에서 어깨의 견봉높이에 줄자를 놓고 상지를 줄자높이와 평행하게 유지하여 주먹을 쥐고 전방으로 최대한 몸을 이동시킨 상태에서 5초간 유지할 수 있는 거리를 측정하였다.

또 다른 기립균형 측정은 KAT 2000을 이

1) BREG Inc., 1281 Liverty Way, Vista, CA 92082

2) Cybex, a division of Lumex, Inc.

용하였다. 이 균형측정기구는 발판 중앙 작은 축위에 원형발판이 있어 전후 좌우 다방면으로 기울어질 수 있게 되어 있다. 발판은 기구의 바닥과 발판사이에 있는 공기주머니안의 압력을 다르게 함으로 조절되어진다. 발판은 공간에서 정량화하는 2개의 축으로 된 경사 감지기로 제작되어 있다. 균형지수가 높을수록 균형능력 수준이 낮은 것을 의미한다.

4. 분석방법

운동 전·후의 하지 근력간에 차이가 있는지 알아보고 기능적 전방 팔 뻗기시 이동거리의 차이와 KAT 2000을 이용한 균형지수의 차이를 알아보기 위하여 각각 짝비교 t-검정을 실시하였다.

Ⅲ. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구의 대상은 충청남도 서산시에 거주

하는 노인 16명(남자 9명, 여자 7명)으로, 평균연령은 70.6세였으며, 최소 61세, 최대 80세였다. 신장은 평균 159.8 cm였으며, 체중은 평균 53.2 kg이었다(표 1).

2. 근력강화운동 전·후의 슬관절 굴곡근과 신전근의 근력의 변화

하지 근력강화운동 전의 우측 신전근의 근력은 39.63 ft·lb, 운동 후에는 52.31 ft·lb로 유의한 차이가 있었고, 운동 전 좌측 신전근의 근력은 41.13 ft·lb, 운동 후에는 53.00 ft·lb로 유의한 차이가 있었다. 운동 전의 우측 굴곡근의 근력은 27.25 ft·lb, 운동 후에는 35.31 ft·lb로 유의한 차이가 있었고, 운동 전 좌측 굴곡근의 근력은 27.87 ft·lb, 운동 후에는 36.37 ft·lb로 유의한 차이가 있었다(표 2).

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(N=16)

성별	연령(세)	신장(cm)	체중(kg)
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
남(N=9)	71.6±8.6	162.2±6.1	55.3±7.8
여(N=7)	69.4±6.8	156.7±1.6	50.6±3.8

표 2. 근력강화운동 전·후의 슬관절 굴곡근과 신전근의 근력의 변화

(단위: ft·lb)

슬관절 근육군	운동 전	운동 후	t
우측 신전근	39.63±18.07*	52.31±26.41	-4.746**
좌측 신전근	41.13±27.61	53.00±34.14	-4.728**
우측 굴곡근	27.25±15.44	35.31±19.68	-5.283**
좌측 굴곡근	27.87±12.26	36.37±21.47	-2.904**

* 평균±표준편차

** p<.05

3. 근력강화운동 전과 후의 기능적 팔 뻗기 거리와 KAT 2000의 균형지수 의 변화

하지 근력강화운동 전의 기능적 팔 뻗기

거리는 29.46 ± 6.52 cm, 운동 후의 거리는 29.98 ± 6.84 cm로 유의한 차이가 있었고, KAT 2000의 균형지수(balance index)는 운동 전 384.13 ± 189.41 cm에서 운동 후 301.68 ± 194.49 cm로 유의한 차이가 있었다(표 3).

표 3. 근력강화운동 전·후의 기능적 팔 뻗기 거리와 KAT 2000의 균형지수의 변화

균형능력평가	운동 전	운동 후	t
기능적 팔 뻗기 거리(cm)	$29.46 \pm 6.52^*$	29.98 ± 6.84	-2.238**
KAT 2000 균형지수	384.13 ± 189.41	301.68 ± 194.49	2.426**

* 평균±표준편차
p<.05

IV. 고찰

노인들에게는 불균형과 낙상이 빈번하게 발생한다. 적어도 매년 65세 이상 인구의 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 정도에서 낙상이 발생하고(Cho 등, 1995; Sattin 등, 1990), 이러한 낙상으로 인해 심한 손상을 입는다(Duthie, 1989). 또한 낙상은 무능력(disability), 손상(injury), 죽음(death)을 초래하는 원인이 된다. 전형적인 낙상을 경험한 노인들은 일상생활 동작 수행에 제한을 받게 되고, 나아가 신체적인 기능의 퇴화를 초래한다(Vellas 등, 1987). 연령의 증가와 함께 균형능력이 쇠퇴하면 낙상 발생률이 높아지며, 균형의 불안정성은 이차적으로 낙상에 대한 두려움과 자신감의 결여를 유발하여 신체적 활동을 떨어뜨리고, 독립적인 일상생활에 상당한 위축을 초래한다(Studenski 등, 1990).

Anniansson 등(1986)은 30대에 비해 80대 노인의 하지 근력이 40% 정도 감소함을 보고하였고, Lewis와 Bottomley(1990)는 노인들이 관절가동범위의 척수 유연성이 감소하여 균형능력이 저하된다고 하였다. Lord 등(1991)이 59~97세의 노인들을 대상으로 실시한 연구에 의하면 균형능력은 하지의 체성감각계 기능저하와 상관이 있었고, 체성감각계중에서

도 고유수용성감각과 균형유지 능력은 높은 상관성을 보였으나, 시각계와 전정계는 균형유지를 위한 보조적인 요인으로 나타났다. 또한 연령이 증가할수록 인지-운동반응(cognitive-motor response)이 떨어진다(Teasdale 등, 1991). Skelmach 등(1989)은 노화로 인한 균형능력 감소는 인지기능과 상관관계가 있다고 하였다.

Lord 등(1995)은 60~85세의 여자 노인 75명을 대상으로 12개월 동안 에어로빅 운동을 주 2회 1시간씩 실시한 결과, 슬관절 신전근에서 26.6%, 슬관절 굴곡근에서는 12.1%의 근력이 증가하였다고 보고하였다. Frontera 등(1988)은 60~72세 노인 12명을 대상으로 일반적인 운동을 12주간 실시한 결과, 슬관절 신전근과 굴곡근의 근력이 60°/sec에서 각각 10%, 18%가 증가하였고, 240°/sec에서는 17%, 15%가 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 61~80세 노인 16명을 대상으로 8주간 60°/sec로 슬관절 굴곡근과 신전근의 근력강화운동을 실시한 결과, 근력강화운동 전의 우측 신전근의 근력은 39.63 ft·lb에서 운동 후 52.31 ft·lb로, 운동 전 좌측 신전근의 근력은 41.13 ft·lb에서 운동 후 53.00 ft·lb로 유의하게 근력이 증가하였으며, 운동 전의 우측 굴곡근의 근력은 27.25 ft·lb에서

운동 후 35.31 ft·lb로, 운동 전 좌측 굴곡근의 근력은 27.87 ft·lb에서 운동 후는 36.37 ft·lb로 유의한 근력의 증가가 있었다.

Lord 등(1993)은 10주간 주 2회 에어로빅 운동훈련을 실시한 결과, 자세동요가 개안(eye open)시 11.2%, 폐안(eye closing)시 26.1% 감소했다고 보고하였고, Judge 등(1993)은 62~75세의 여자 노인 21명을 대상으로 주 3회 6개월간 슬관절 근력증진훈련과 빨리 걷기 운동, 자세조절 훈련을 병행한 군과 유연성 훈련만을 실시한 군의 균형능력 증진을 비교한 결과 병행훈련을 실시한 군에서는 한발 기립 균형능력이 18% 증가하였고, 유연성 운동훈련만을 실시한 군에서는 변화가 없었다고 보고하였다. 권오윤 등(1998)은 8주동안 균형훈련과 근력증진 훈련을 병행하여 실시한 결과 개안시 정적 및 동적 균형능력은 운동훈련 후 유의하게 증진 되었다고 하였다. Crilly 등(1989)도 72~82세의 노인 25명을 대상으로 12주 동안 운동훈련을 실시한 후 운동훈련 전후의 균형능력을 비교한 결과, 개안시나 폐안시 자세동요에는 유의한 차이가 없었다고 보고하면서, 노인에서의 자세동요는 신경계의 퇴화에 의한 비가역적 기능소실로 균형능력의 증진은 불가능할 것이라고 하였다.

본 연구의 결과는 하지 근력강화운동 전의 기능적 팔 뻗기 거리는 29.46 ± 6.52 cm, 운동 후에는 29.98 ± 6.84 cm로 유의한 증가가 있었고, KAT 2000의 균형지수(balance index)는 운동 전 384.13 ± 189.41 cm에서 운동 후 301.68 ± 194.49 cm로 유의한 차이가 있었다.

V. 결론

본 연구의 목적은 노인에게 하지 근력강화 운동을 실시하였을 때 균형능력의 변화를 알아보고자 하였다. 충청남도 서산시에 거주하는 노인 16명을 대상으로 하였으며 하지 근력강화 운동은 Cybex Orthotron II를 이용하였고, 하지 근력강화운동 전과 후의 균형능력의 평가

는 기능적 팔 뻗기와 불안정 발판에서 균형지수를 측정하는 KAT 2000을 이용하였다.

1. 하지 근력강화운동을 실시한 결과 운동 전·후의 하지 슬관절 근육의 근력의 증가가 있었다($p < .05$).

2. 하지 근력강화운동 전과 후의 기능적 팔 뻗기 거리($p < .05$)와 KAT 2000의 균형지수는 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

인용문헌

- 권오윤, 최홍식, 민경진. 지역사회 노인의 전도발생 특성과 운동훈련이 전도노인의 근력과 균형에 미치는 영향. 대한보건협회학술지. 1998;24:27-40.
- 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; 9:585-191.
- Baker SP, Harvey SH. Fall injury in the elderly. Clin Geriatr Med. 1985;1:501-507.
- Brown M, Sinacore DR, Host HH. The relationship of strength to function in the older adult. J Gerontol. 1995;50:55-59.
- Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, et al. A comparison of the effects of three types of endurance training on balance and other fall risk factors in older adults. Aging. 1997;9(1):112-119.
- Cho CY, Kamen G, Holt K. Using Accelerometry for Assessing Balance Performance in Normal Elderly and Frequent Fallers. World Confederation of Physical Therapy Conference, Washington, D.C., 1995.
- Chu LW, Pei CK, Chiu A, et al. Risk factors for falls in hospitalized older medical patients. J Gerontol. 1999;54:38-43.
- Crilly RG, Willems DA, Trenholm K. Effects

- of exercise on postural sway in the elderly. *Gerontology*. 1989;35:137-143.
- Duncan PW, Weiner DW, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol*. 1990;45:192-197.
- Duthie EH. Falls. *Med Clin North Am*. 1989;73:1321-1336.
- Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP. Strength conditioning in older men: Skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*. 1988;64:1038-1044.
- Judge JO, Lindsey C, Underood M, et al. Balance improvement in older women: Effects of exercise training. *Phys. Ther*. 1993;73(4):253-262.
- 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, Castell, S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 1994; 75(6):648-652
- Lord SR, Clark RD, Webser IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol*. 1991;46:M69-M76.
- Lord SR, Ward JA, Williams P, et al. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 1995;43:1198-1206.
- Nashner LM, McCollum G. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci*. 1985;8:135-172.
- Robinson MW, Krebs DE, Gioretti MM. Functional reach: Does it really measure dynamic balance? *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80:262-269.
- Sattin RW, Lambert-Hubber DA, Devito CA, et al. The incidence of fall injury events among the elderly in a defined population. *Am J Epidemiol*. 1990;131:1028-1037.
- Skelmach GE, Phillips J, Di Fabio RP, et al. Age, functional postural reflexes and voluntary sway. *J Gerontol*. 1989;44:100-106.
- Studenski S, Duncan P, Weiner D, Chandler J. The role of instability in falls among older persons, In Duncan PW, editor: *Balance*. Proceedings of the American Physical Therapy Association Forum. Alexandria, Va, APTA Publications. 1990;57-60
- 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.
- Vellas B, Cayla F, Bocquet H, et al. Prospective study of restriction of activity in old people after falls. *Age Ageing*. 1987; 16:189-193.
- Whipple RH, Wolfson LI, Amerson PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home resident: An isokinetic study. *J Am Geriatr Soc*. 1987; 35(1):13-20.
- Wolfson L, Judge J, Whipple R, et al. Strengthening is a major factor in balance, gait and the occurrence of falls. *J Gerontol*. 1995;50:64-67.
- Wolfson L, Whipple R, Amerman P, et al. Stressing the postural response: A quantitative method for teaching balance. *J Am Geriatr Soc*. 1986;34:845-850.