

## 국내 노인을 대상으로 한 낙상예방 운동프로그램이 근력증가에 미치는 효과: 메타분석

박소연  
전주대학교 대체의학대학 물리치료학과

신인수  
전주대학교 사범대학 교육학과

### Abstract

#### Muscle Strengthening Effects of Exercise Programs for Preventing Falls Among the Elderly in Korea: A Meta-Analysis

**So-yeon Park, Ph.D., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, College of Alternative Medicine, Jeonju University

**In-soo Shin, Ph.D.**

Dept. of Education, College of Education, Jeonju University

The aim of the study was to identify which fall-prevention program offered in community settings in Korea is the most effective in strengthening muscles. Muscle weakness is one of the major risk factors causing falls among the elderly. Randomized controlled trials and clinical controlled trials published between 1996 and February 2011 were included in this study. Seventeen of the 69 identified studies met the study's criteria and were included in this meta-analysis. The overall effect size of the program was .822 (95% confidence interval= .717~.927). The general strengthening exercise (1.608), dance sports training (1.538), Thera-band exercise for lower extremities (1.517), Seniorobic exercise (1.146), gait training (.959), balance training (.909), gradual resistive exercise (.888), and multifactorial fall prevention (.842) programs all show positive effects on muscle strengthening. Subgroup analyses found that more relative effects are seen in programs offered to the more elderly. In this study, the effect of increasing muscle strength on the prevention of falls can only be indirectly suggested; there are few available studies that report the frequency or history of falls in Korea. Further studies are needed to examine the direct effect of fall prevention exercise programs among the elderly.

**Key Words:** Effect size; Elderly; Fall prevention program; Meta-analysis.

### I. 서론

노인은 다른 연령층에 비해 넘어지기 쉽거나 이로 인한 손상이 발생할 위험이 크다(Campbell 등, 1990; Rubenstein와 Josephson, 2002). 지역사회에 거주하는 65세 이상 노인의 경우에는 매년 약 1/3이 낙상하는 것으로 알려져 있으며(Chang 등, 2004; King과 Tinetti, 1995), 연령이 증가할수록 낙상 발생 위험률은 증가하

여 80세 이상의 노인군에서는 매년 약 2/3 이상 낙상한다(O'Loughlin 등, 1993; Tinetti 등, 1988).

특히 노인군에서 넘어지게 되면 골절, 뇌손상 등 신체기능을 저하시키거나 낙상 후 불안 등 심리기능을 저하시켜 낙상 경험이 없는 노인군에 비해 조기에 노인요양시설로 입소할 가능성이 높을 뿐만 아니라 다른 질병으로 이환되거나 사망할 가능성도 높다(Brown, 1999; Rubenstein와 Josephson, 2002; Tinetti 등, 1988). 낙상으로 인한 사망은

전 세계에서는 매해 283,000명(2000년 기준)에 해당하는 것으로 추정하고 있으며, 40% 이상이 70세 이상의 노인군에서 발생하는 것으로 나타났다(Peden 등, 2002). 인구 10만명을 기준으로 낙상으로 인한 사망률은 60~69세에서는 9.1명, 70~79세에서는 21.7명, 80세 이상에서는 107.8명이었으며(Peden 등, 2002), 우리나라의 노인군의 경우에도 낙상 등을 포함한 추락사고로 인한 사망률은 50~59세에서는 7.8명이나, 60~69세에서는 12.5명, 70~79세에서는 28.2명, 80세 이상에서는 117.3명으로 나타나 연령군이 높아질수록 낙상으로 인한 사망률도 높아지는 경향을 보였다(통계청, 2008)

낙상이 발생하는 위험 요인은 크게 외재적 요인(조명의 조도, 실내외 바닥의 높낮이나 경사, 욕실 바닥 등의 주위 환경과 관련된 요인)과 내재적 요인(근력약화, 보행 장애 등의 신체적 요인, 약물 복용 등)으로 나누어 볼 수 있다(Hill-Westmoreland 등, 2002). 특히, 하지 및 상지근력 약화, 균형 및 보행 장애, 시력감소, 감각약화 등 노화로 인하여 이동능력이나 활동성 부족으로 낙상이 발생하거나 재발된다고 알려져왔다(Moreland 등, 2004; O'Loughlin 등, 1993; Tinetti 등, 1988). 이러한 위험요인을 줄인다면 노인 인구에서 흔히 발생하는 심혈관계나 호흡기계 질환과는 달리 예방할 수 있는 질환으로 인식되고 있다(Chou 등, 2006). 미국 노인협회(American Geriatric Society)와 영국 노인협회(British Geriatric Society)에서 발간한 노인의 낙상을 예방하기 위한 개정지침(2010)에 의하면, 위험요인을 줄일 수 있는 다각적 예방프로그램(multifactorial intervention)을 실시하도록 권장하고 있다. 각 요인에 대한 예방 프로그램으로는 어지러움을 발생시킬 수 있는 약물의 최소사용, 운동 프로그램 실시, 배내장 및 녹내장 등으로 인한 시력 저하에 대한 치료, 기립성저혈압 예방, 심박수조절, 비타민D 섭취, 음식조절과 적절한 신발 처방, 거주 환경 개선, 낙상에 대한 교육 등을 실시하도록 권장하고 있다. 낙상예방을 위한 다양한 프로그램의 효과에 대한 연구는 국외에서는 1990년경에 시작되었으며(Hill-Westmoreland 등, 2002), 우리나라에서는 1998년 이후부터 시작되었다(구미옥 등, 2005). 특히 물리치료 분야에서 접근하는 운동프로그램들은 주로 근력, 관절기동범위, 균형, 보행능력의 증가와 반응시간 감소 등과 관련된 낙상의 내재적 위험요인을 감소시키기 위한 효과를 기대하며 실시해왔으며(Carter 등, 2001), 메타분석을 이용하여 개별연구의 한계를 넘어선 체계적인 분석결과를 제시해왔다(Hill-Westmoreland 등, 2002; Moreland 등, 2004).

메타분석이란 양적연구들을 통합하여 분석하는데 사용되며 체계적이고 정확한 결론을 내릴 수 있는 효과적인

분석방법으로(Borenstein 등, 2009), 낙상예방과 같은 특정 주제와 관련된 여러 연구의 결과를 정보자료로 사용하여 수집된 자료들에서 발생하는 편견(bias)을 통제하여 모집단의 평가를 할 수 있는 장점을 내포하고 있는 과학적인 분석방법으로 의료분야에서도 다양한 치료의 과학적 근거를 제시하기 위해 사용되고 있다(오성삼, 2009; 이충휘, 2007). 낙상 예방프로그램의 효과와 관련하여 국내에서 출판된 연구들을 살펴보면 구미옥 등(2005)과 박승민(2010)이 노인을 위한 낙상예방 운동중재 효과에 대해 분석했지만 국내 연구가 충분하지 않다는 이유로 국외에서 실시된 실험연구를 대상으로 메타분석하였고, 김원옥(1998)은 노인들에서 발생하는 낙상 빈도와 위험요인, 프로그램의 운영에 대한 고찰연구를 발표하였지만 종설연구였으며, 정복자(2008)의 연구에서는 국내에서 실시된 연구를 대상으로 분석하였지만, 연구대상, 운동유형, 운동의 구성요소, 측정항목 등의 4가지 변인에 대해서 단순히 빈도와 백분율을 제시하여 과학적이며 체계적인 방법으로 분석하여 과학적 근거를 제시하였다고 보기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 실시된 낙상예방을 위한 운동프로그램의 효과를 과학적이며 체계적으로 분석하고자 하였다. 예방프로그램이 낙상관련 다양한 요인에 영향을 미치지만 미국 노인협회(2001)에서 기존연구를 바탕으로 낙상 위험요인과 상대적 위험도를 제시한 문헌에 근거하여, 근력약화, 낙상경험, 보행장애, 균형장애, 보조기구 사용, 시력장애, 관절염, 일상생활동작 장애, 우울증, 인지기능장애, 80세 이상의 순서로 나타나, 낙상발생에는 근력약화가 가장 큰 요인으로 작용한다고 알려져 있으므로 근력에 미치는 영향에 한정하여 분석하였다.

연구문제는 첫째, 낙상 예방프로그램이 근력증가에 미치는 전체 효과크기(effect sizes; ES)는 얼마인가? 둘째, 낙상 예방프로그램의 유형에 따른 효과크기는 얼마인가? 셋째, 범주형 변인(출판여부, 프로그램의 유형, 프로그램 운영결과 유형 등)에 따른 낙상예방 프로그램의 효과크기는 얼마인가? 넷째, 연속형 변인(대상군 노인의 연령, 처치기간, 주당처치회수, 회당처치시간)에 따른 낙상예방 프로그램의 효과크기는 얼마인가?로 선정하였다.

## II. 연구방법

### 1. 분석대상

낙상예방 프로그램의 효과와 관련된 국내 연구를 수

**표 1. 연도별 자료 수집한 학위논문과 학술지 논문의 수**

	1996~2000	2001~2005	2006~2011	합계
학위논문	0	10	38	48
학술지	1	5	15	21
합계	1	15	43	69

**표 2. 분석대상의 특징**

분석 대상	출판 유형	표본크기(명)		연령	낙상예방 프로그램	치치 기간	근력관련 평가결과	연구 설계
		실험군	대조군					
변영희 (2007)	학위 논문	22	22	65세이상	시니어로빅	12주	의자에서 앉았다가 일어서기	CCT <sup>a</sup>
전미양 (2001)	출판 논문	20	20	70세이상	복합낙상예방프로그램 (한국춤+발관리+예방교육)	8주	악력(grip), 하지근력(hip, knee, ankle)	RCT <sup>b</sup>
최상웅 (2005)	학위 논문	20	20	65세이상	전신밴드운동, 균형	10주	악력, 등근력	CCT
조계혁 (2003)	학위 논문	9	7	61~65세	등속운동	12주	하지 등속성근기능(hip, knee)	RCT
김선희 (2009)	학위 논문	16	17	65~85세	전신밴드운동, 균형	12주	악력, 의자에서 앉았다가 일어서기	CCT
배영실 (2011)	학위 논문	20	20	65세이상	복합낙상예방프로그램 (운동+예방교육)	8주	하지근력(hip, knee, ankle)	CCT
류명인과 소희영 (2008)	출판 논문	23	24	65세이상	타이치운동	12주	악력, 체간 및 배근력	CCT
방현석 (2008)	학위 논문	11	11	65~75세	단계적저항운동, 보행운동	12주	체간 및 하지의 등속성근기능	CCT
최정현 등 (2003)	출판 논문	29	30	60세이상	타이치운동	12주	하지근력(knee, ankle), 앉았다가 일어서기	CCT
이혜정 등 (2009)	출판 논문	18	13	65세이상	댄스스포츠트레이닝	9주	앉았다가 일어서기, 배근력, 하지 등속성근기능	RCT
김민정 (2001)	학위 논문	9	6	55세이상	발목근력강화		하지등속성근기능	CCT
최승욱과 이소은 (2008)	출판 논문	15	15	65세이상	전신근력강화	10주	상지근력(arm curl), 앉았다가 일어서기, 하지근력(hip, knee, ankle), 하지 등속성근기능	CCT
최명애 등 (2000)	출판 논문	18	18	65세이상	보행	12주	하지근력(knee, ankle)	CCT
유인영 (2009)	출판 논문	20	21	65세이상	복합낙상예방프로그램	8주	하지근력(hip, knee, ankle)	CCT
Song 등 (2003)	출판 논문	22	23	65세이상	복합낙상 예방프로그램	8주	하지근력(hip, knee, ankle)	RCT
성순창과 이만균 (2007)	출판 논문	17	18	65세이상	하지 밴드운동		하지 등속성근기능	RCT
구미옥 등 (2006)	출판 논문	29	39	65세이상	하지근력 강화, 균형	16주	하지근력(hip, knee, ankle), 앉았다가 일어서기, 발뒤꿈치 들기	CCT

<sup>a</sup>controlled clinical trials: 대조군이 있는 임상대조군 연구, <sup>b</sup>randomized controlled trials: 무작위 임상대조군 연구.

집하기 위해 한국학술정보(Korean studies information; KSI)의 학회지 원문서비스(Korean studies information service system; KISS)와 한국교육학술정보원(Korea education & research information service; KERIS)의 검색엔진(RISS)을 이용하여 석·박사 학위논문과 학술지 발표 논문을 검색하였다. 주제는 ‘노인’, ‘낙상’, ‘예방’, ‘운동’이었다. 검색 결과(2011년 2월 10일 기준), 학술지 논문은 총 21편, 학위논문은 48편으로, 학술지 및 연도별 분석 대상 논문 수는 표 1과 같다. 검색된 논문 중 골관절염이나 골다공증, 뇌졸중 등 특정 질환을 대상으로 실시한 연구나 대조군을 제시하지 않은 연구는 제외하였다. 최종적으로 낙상관련 요인 중 근력에 미치는 효과를 제시한 17편을 대상으로 분석하였다(표 1).

## 2. 메타분석에 포함된 연구들의 특성과 자료 코딩

이 연구에서는 학술지 게재 여부, 독립변수인 낙상예방 프로그램(처치) 유형, 처치의 측정결과(outcome) 유형 등을 중요 범주형 변수로 간주하여 코딩하였다. 코딩 절차로는 코딩지를 개발하여 제1저자와 대학원생 1인이 코딩을 실시하는 과정에서 차이가 나타나는 경우에는 협의를 통해서 해결하였으며, 두 코딩자의 의견이 불일치하는 경우에는 제2저자의 의견을 반영 후 코딩하여 불일치 문제를 해소하였다. 세 사람이 협의한 후에도 불일치하는 항목은 없었다. 따라서 코딩자간의 신뢰도나 일치도는 따로 계산하지 않았다. 프로그램의 특징이 미치는 효과를 알아보기 위해 독립변수의 유형, 출판오차(publication bias)가 있는지를 살펴보기 위해 학술지 게재 여부를 코딩하였고, 낙상예방 프로그램의 효과를 알아보기 위해 연속변수인 대상 노인의 평균 연령, 운동프로그램의 처치기간과 회당 처치시간, 주(週)당 처치회수에 대해 코딩을 실시하였다. 이 연구의 분석대상인 논문 17편의 저자, 출판년도, 출판유형, 낙상예방을 위해 실시한 운동프로그램, 연구설계, 평가결과 등에 대한 정보는 표 2에 제시하였다.

## 3. 효과크기의 계산

효과크기의 계산을 위해서, 이 연구에서는 실험군과 대조군의 사전-사후 검사(pre-post test) 결과를 사용해서 ‘표준화된 평균차 변화(standardized mean change difference)’의 효과크기를 계산하였다(Becker, 1988; Morris와 DeShon, 2002; Netz 등, 2005; Roberts 등,

2006). 실험군과 대조군을 대상으로 낙상예방 프로그램 실시하기 전과 후의 차이에 대한 표준화된 평균차이를 계산하여 낙상예방 프로그램의 효과성을 측정하고자 하였다. 실험군 및 대조군의 사전-사후 효과크기 계산은 일반적인 효과크기(d)를 계산하는 방법과는 차이가 있으며, 사전-사후 효과크기는 처치집단인 실험군 및 대조군 각각의 사전평균( $X_{trt}$ ,  $Y_{trt}$ )과 사후평균( $X_{crt}$ ,  $Y_{crt}$ )의 차이를 사전평균의 표준편차로 나눈 것이다.

실험군 및 대조군의 사전-사후 효과크기를 계산한 공식은 다음과 같다.

$$g^{trt} = \frac{Y_{trt} - X_{trt}}{S_x}, g^{crt} = \frac{Y_{crt} - X_{crt}}{S_x}$$

$Y^{trt}$ 는 실험군의 사후평균값을 의미하고,  $X^{trt}$ 는 실험군의 사전평균값을 의미하고,  $Y^{crt}$ 는 대조군의 사후평균값을 의미하고,  $X^{crt}$ 는 대조군의 사전평균값을 의미한다.  $S_x$ 는 실험군과 대조군의 사전검사 평균값의 표준편차를 나타낸다.

여기서 효과크기는 실험과 대조군의 사전-사후 평균값의 차이에 의해 다음과 같은 공식  $\Delta = g^{trt} - g^{crt}$ 에 의해 측정되고, 측정된 효과크기의 분산은 다음과 같은 공식에 의해 유도된다.

$$Var(g^{trt}) = \frac{4(1 - r^{trt}) + (g^{trt})^2}{2n^{trt}} \text{ 와,}$$

$$Var(g^{crt}) = \frac{4(1 - r^{crt}) + (g^{crt})^2}{2n^{crt}}$$

$r$ 는 실험군과 대조군에서의 사전-사후 검사 점수의 상관관계수이다. 측정된 효과크기의 표준오차는 분산의 제곱근으로 구할 수 있다.

$$SE_d = \sqrt{V_d}$$

연구대상의 사례수의 크기에 따른 가중치를 부여하기 위해서 Hedge와 Olkin(1985)의 방법을 활용하였다. 결과의 분석을 위해서는 고정효과 모형(fixed-effects model), 랜덤효과 모형(random-effects model), 고정효과 범주분석(fixed-effects categorical analysis) 등의 3가지 방법을 활용할 수 있으며, 전체적인 효과크기를 측정하기 위하여 먼저 동질성 검사를 통해 각 연구에서

추출된 효과크기들이 같은 모집단에서 추출된 것으로 볼 수 있는지에 대한 동질성 평가를 실시하였다. 동질성 평가는 분석 모형을 선택하거나, 만약 이질적이라면 그 원인 규명을 위해서 연구들의 특징(moderator variable)에 따라 효과크기를 측정하는데 매우 중요한 전제가 된다. 이 연구에서는 표준화된 평균차 효과크기를 계산하기 위하여 SAS 9.0 프로그램을 이용하였다.

표 3에서 제시한 동질성 검사 결과, 선행연구들에서 추출된 효과크기는 서로 이질적인 것으로 나타나서 (Q=928.8, 표준오차=.024, p<.001), 이 연구에서는 랜덤 효과 모형을 이용해서 전체적인 효과크기를 측정하고, 연구의 특성을 반영한 범주형 변수들을 이용하여 각 효과크기를 비교하였다.

### III. 결과

#### 1. 낙상예방 프로그램의 전체 효과크기

랜덤효과 모형으로 측정된 낙상예방 프로그램이 노인들의 근력에 미치는 효과크기는 .822로 나타났으며, 전체 효과크기에 대한 95%의 신뢰구간은 .717~.927이었다(표 4). 효과크기가 .8 이상으로 나타나 낙상예방 프로그램이 근력에 미치는 효과가 크다고 해석할 수 있다(Cohen, 1988).

#### 2. 고정효과 모형을 활용한 범주형 변수별 분석

기존의 개별연구들에서 낙상예방 프로그램 효과의 차

이를 가져오는 변수가 무엇인지를 알아보기 위해 선행연구에서 포함하고 있는 주요 범주형 변수에 따라 효과크기를 분석(fixed-effects categorical analysis)하였다.

#### 가. 학술지 게재 여부에 따른 효과크기

학술지 게재 여부에 따른 효과크기 측정 결과, 게재된 연구 보고서의 효과크기(.827)가 게재되지 않은 연구물의 효과크기(.575)보다 크게 나타났다(표 5).

#### 나. 낙상예방 프로그램 유형에 따른 효과크기

낙상예방 프로그램의 유형에 따른 효과크기를 분석 결과, 전신근력강화(1.608), 댄스스포츠트레이닝(1.538), 하지밴드운동(1.517), 시니어로빅(1.146), 보행(.959), 균형(.909), 단계적저항운동(.888), 복합적 낙상예방프로그램(.842), 하지근력강화운동(.700), 전신밴드운동(.591), 타이치운동(.351), 등속운동(.271)순으로 효과가 있는 것으로 나타났다(표 6).

다. 낙상예방 프로그램이 근력에 미치는 효과를 알아보기 위한 평가결과(outcome) 유형에 따른 효과크기

낙상예방 프로그램이 근력증가에 미친 효과를 유형별로 범주화한 결과 체간(.912), 하지(.696), 상지(.257) 순으로 효과가 있는 것으로 나타났다(표 7).

라. 낙상예방 프로그램의 연구설계(research design)에 따른 효과크기

낙상예방 프로그램 연구의 연구설계 방법 유형별로

표 3. 표본 추출의 동질성 검정 결과

K <sup>a</sup>	Q <sup>b</sup>	p <sup>c</sup>	효과크기	95% 신뢰구간	표준오차
205	928.8	<.001	.685	.637~.732	.024

<sup>a</sup>효과크기 수, <sup>b</sup>동질성 검정 통계량, <sup>c</sup>동질성 검정 통계량에 대한 유의수준 값.

표 4. 랜덤효과 모형에 의한 효과크기 측정

K <sup>a</sup>	Q <sup>b</sup>	p <sup>c</sup>	효과크기	95% 신뢰구간	표준오차
205	311.1	<.05	.822	.717~.927	.054

<sup>a</sup>효과크기 수, <sup>b</sup>동질성 검정 통계량, <sup>c</sup>동질성 검정 통계량에 대한 유의수준 값.

표 5. 학술지 게재 여부에 따른 효과크기 분석 결과

게재여부	K <sup>a</sup>	Q <sup>b</sup>	p <sup>c</sup>	효과크기	95% 신뢰구간	표준오차
미게재	120	238.9	<.05	.575	.508~.643	.034
게재	62	263.6	<.05	.827	.750~.904	.039

<sup>a</sup>효과크기 수, <sup>b</sup>동질성 검정 통계량, <sup>c</sup>동질성 검정 통계량에 대한 유의수준 값.

**표 6. 낙상예방 프로그램 유형에 따라 근력증가에 준 효과크기 분석 결과**

프로그램 유형	K <sup>a</sup>	Q <sup>b</sup>	p <sup>c</sup>	효과크기	95% 신뢰구간	표준오차
균형	8	30.3	<.05	.909	.575~1.242	.170
단계적저항운동	19	22.2	>.05	.888	.719~1.056	.086
댄스스포츠트레이닝	6	12.7	>.05	1.538	1.231~1.845	.157
등속운동	68	65.4	>.05	.271	.177~.365	.048
보행	26	108.8	<.05	.959	.811~1.108	.076
복합낙상예방프로그램	26	48.2	<.05	.842	.740~.944	.052
시니어로빅	1	-	-	1.146	.630~1.663	.264
진신근력강화	7	17.8	<.05	1.608	1.261~1.955	.177
진신밴드운동	4	12.8	<.05	.591	.318~.865	.139
타이치운동	6	16.6	<.05	.351	.181~.521	.087
하지근력강화	7	8.3	>.05	.700	.486~.915	.109
하지밴드운동	8	22.0	<.05	1.517	1.122~1.912	.202

<sup>a</sup>효과크기 수, <sup>b</sup>동질성 검정 통계량, <sup>c</sup>동질성 검정 통계량에 대한 유의수준 값.

**표 7. 낙상예방 프로그램의 평가결과(outcome) 유형에 따른 근력증가에 미치는 효과크기**

측정유형	K <sup>a</sup>	Q <sup>b</sup>	p <sup>c</sup>	효과크기	95% 신뢰구간	표준오차
상지	6	12.4	>.05	.257	.060~.455	.101
체간	11	36.5	<.05	.912	.716~1.109	.100
하지	167	462.8	<.05	.696	.642~.750	.027

<sup>a</sup>효과크기 수, <sup>b</sup>동질성 검정 통계량, <sup>c</sup>동질성 검정 통계량에 대한 유의수준 값.

**표 8. 낙상예방 프로그램의 연구설계에 따른 효과크기 분석 결과**

연구설계	K <sup>a</sup>	Q <sup>b</sup>	p <sup>c</sup>	효과크기	95% 신뢰구간	표준오차
CCT <sup>d</sup>	81	275.7	<.05	.824	.753~.895	.036
RCT <sup>e</sup>	103	228.3	<.05	.538	.467~.610	.036

<sup>a</sup>효과크기 수, <sup>b</sup>동질성 검정 통계량, <sup>c</sup>동질성 검정 통계량에 대한 유의수준 값, <sup>d</sup>controlled clinical trials(대조군이 있는 임상대조군 연구), <sup>e</sup>randomized controlled trials(무작위 임상대조군 연구).

**표 9. 메타회귀분석에 의한 연속변수와 낙상예방 프로그램 효과와의 관계**

연속변수명	변수	기울기추정치	표준오차	t-값	p
나이	intercept	-.822	.495	-1.66	>.05
	회귀계수(나이)	.021	.007	2.98	<.05
처치기간	intercept	1.464	.239	6.14	<.05
	회귀계수(처치기간)	-.073	.021	-3.14	<.05
주별	intercept	.610	.181	3.37	<.05
	회귀계수(회기)	.018	.057	.31	>.05
회별	intercept	1.332	.312	4.27	<.05
	회귀계수(회기)	-.010	.006	-1.62	>.05

분석해 본 결과 대조군이 있는 임상대조군 연구는 .824, 무작위 임상대조군 연구는 .538로 나타나서, 무작위 임

상대조군 연구에 비해 대조군이 있는 임상대조군 연구에서 효과크기가 큰 것으로 나타났다(표 8).

### 3. 연속변수에 대한 회귀분석 결과

낙상예방 프로그램에서 변수 중 대상군의 평균연령, 처치기간(duration), 1주 처치회수, 1회 처치시간의 연속 변수 증가에 따른 낙상예방 프로그램의 효과에 대한 메타회귀분석을 실시하였다(표 9). 메타회귀분석결과 대상군의 평균연령이 높을수록, 1주에 실시된 처치횟수가 많아질수록 근력이 증가되었으나, 처치기간과 1회 처치시간이 증가할수록 근력이 증가되지는 않았다. 또한, 나이와 처치기간은 통계학적으로 유의한 결과를 보였다.

## IV. 고찰

넘어짐(fall)이란 마비나 외력으로 인하여 넘어지는 경우를 제외한 본인의 의사와는 달리 낮은 위치나 바닥으로 떨어지는 것을 말한다(Fuller, 2000). 노인인구가 증가함에 따라 노인관련 의료비의 지출이 상승하고 있으며, 노인군에서 발생하는 낙상은 사망에 이르지 않는더라도 장기요양서비스를 받아야 하는 상황에 이르게 되는 경우가 많다. 낙상은 예방이 가능하므로 낙상으로 인한 의료비용을 줄이기 위한 다양한 예방프로그램을 시도하고 이에 대한 체계적 효과를 검증하기 위한 시도가 계속되고 있다(Sattin, 1992). 본 연구는 국내에서 실시된 다양한 낙상예방프로그램의 효과를 메타분석을 통하여 종합함으로써 한국 실정에서 가장 효과적인 프로그램을 제시하고자하는데 의의가 있다.

메타분석이란 개별 양적연구를 종합하는 수단으로 사용되는 분석방법으로, 한 연구를 시행하는데 있어서 표본수, 대상자의 한계, 연구 시행과정 등에서 발생할 수 있는 한계들로 인하여 그 연구 결과만으로는 근거(evidence)가 충분하다고 보기 어렵지만, 같은 목적을 가지고 시행한 여러 연구들의 결과를 종합함으로써 강력한 증거를 제시할 수 있는 장점을 가지고 있어서 그 적용빈도가 증가되고 있다(오성삼, 2009). 그러나, 물리치료 분야 특히 국내에서는 적용된 사례는 심재훈(2009)의 강직성 척추염 환자에게 운동치료를 적용했을 때 신체기능에 어떠한 효과를 보였는지에 대한 연구 외에는 적용 사례를 찾기 어렵다. 메타분석이 필요한 이유는 기존의 연구에서 의학적정보를 다듬고 축약하여 과학적으로 증명된 효과에 대해서 다른 연구자들이 불필요하게 연구하지 않도록 하며, 최신의 연구결과를 빠른 시일 내에 임상에서 적용될 수 있도록 하며, 단일 연구에서 나타날 수밖에

없는 표본수의 한계를 극복하여 많은 환자들에게 일반화할 수 있는 장점이 있기 때문이다(이중휘, 2007).

본 연구에서는 분석하는데 적합한 대상 논문을 수집후 개별연구들에서 측정된 효과크기가 동일한 모집단에서 추출된 것인지를 알아보기 위해서 동질성 검정을 시행하였다. 동질성이 확보된 경우에는 연구내 변동량(within-study variation)을 고려한 고정효과 모형을 사용하지만, 본 연구에서는 표 2에서 제시한 바와 같이 이질적인 것으로 나타나 낙상예방 프로그램의 전체 효과크기를 추정하기 위해서 랜덤효과 모형을 사용하였다(Borenstein 등, 2009). 이 랜덤효과 모형에 의한 전체 효과크기는 .822(표 3)로 나타나, 낙상예방을 위한 다양한 운동프로그램이 근력을 증가시키는데 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Rubenstein(2006)이 제시한 내용과 일치하는 것을 볼 수 있으며, 2010년 개정된 미국 노인협회와 영국 노인협회에서 제시한 노인의 낙상을 예방하기 위한 지침에서는 지역사회에 거주하는 노인의 낙상을 예방하기 위해서는 균형, 보행, 근력을 복합적으로 증진시킬 수 있는 타이치운동 또는 그룹운동 및 가정운동 등을 권장하였으며, 지구력과 유연성 훈련만을 증진시키기 위한 프로그램은 적절하지 않다고 하였다(Panel on Prevention of Falls in Older Persons, 2011). 효과크기가 크게 나타난 이유는 분석대상으로 포함된 예방프로그램의 대부분이 권고 지침에 해당하는 전신을 이용한 근력 및 균형을 복합적으로 증진시키기 위한 운동을 실시하였기 때문이라 생각된다.

낙상예방 프로그램 연구들의 특징을 이해하고, 매개변인의 효과를 알아보기 위해 범주형 변수별 분석을 시도해 보았다. 첫째, 학술지 게재 여부에 따른 효과크기를 비교해 본 결과 학술지에 게재된 연구 보고서의 효과크기가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 연구결과가 긍정적이거나 중요한 결과만이 보고되는 경향이 있다는 출판오류가 있다고 할 수 있다(이중휘, 2007). 둘째, 낙상예방 프로그램 유형에 따른 효과크기를 비교해 본 결과, 전신근력강화, 댄스스포츠트레이닝, 하지밴드운동, 시니어로빅은 효과크기가 1 이상이었고, 보행, 균형, 단계적저항운동, 복합적 낙상예방프로그램도 모두 .8 이상의 효과크기를 나타내서 근력증가에 큰 효과를 보이는 것으로 나타났다. 그 외 하지근력강화운동과 전신밴드운동은 보통정도의 효과크기를 보였던 반면, 타이치운동(.351)과 등속운동(.271)은 효과크기가 적게 나타났다. 특히 타이치운동은 다수의 논문에서 노인군 및 골관절염환자군의 낙상예방 및 증상완화를 위해 효과적이라고 알려져 있지만(송라운 등, 2009; 이혜영

과 이금재, 2008; 조경숙 등, 2007), Logghe 등(2010)의 연구에 의하면 노인군에서 낙상의 발생빈도와 두려움을 줄이고 정적균형을 높이는 효과를 주었다는 과학적 근거는 제시했지만, 직접적으로 근력증가가 발생했다는 검증은 찾아보기 어려워서 낙상예방의 효과가 근력증가로 인한 영향보다는 그 외 요인의 효과로 인한 것이라 생각할 수 있다. 셋째, 낙상예방 프로그램이 근력증가에 미친 효과를 근력 유형(부위)별로 범주화한 결과 체간, 하지, 상지 순으로 효과를 주는 것으로 나타났다. 본 연구의 대상이 된 전신근력강화와 댄스스포츠트레이닝, 시니어로빅 등 높은 효과크기를 보인 운동들은 대부분 전신 근육 중 체간과 하지를 이용한 운동들이었기 때문에 이러한 결과가 나왔을 가능성이 있으며, 노인군에서 일상생활활동 중 상지는 지속적으로 사용하는데 비해 낙상에 대한 두려움이나 하지근력 약화로 인해 앉은 자세에서 일어서거나 보행하는 등의 체간과 하지근력을 유지할 수 있는 활동을 평소에 하지 않다가 운동프로그램을 통하여 강화되었을 가능성이 있다. 또한, 하지근력에 비해 체간근력 증가에 큰 효과를 주었다는 결과는 낙상이라는 요인에는 하지근력 약화만이 아닌 체간근력 약화에도 초점을 맞출 필요가 있다는 결론을 내릴 수 있다. Moreland 등(2004)의 메타분석 연구에서도 나이와 성별, 근육별로 차이를 보이긴 하지만 하지뿐만 아니라 상지근력 약화가 낙상의 위험요인으로 작용한다고 밝혔다. 넷째, 낙상예방 프로그램 연구 설계방법 유형별로 분석해 본 결과 대조군이 있는 임상대조군 연구설계(CCT)에서의 효과크기가 무작위 임상대조군 연구설계(RCT)에서보다 큰 것으로 나타났다. 과학적인 순수실험설계를 위해서는 외생변수를 통제(control)하고, 표본을 무작위로 추출하며(randomization), 처치를 조작화(manipulation)하는 조건을 만족시켜야 하지만(이충휘, 2007), 낙상예방 프로그램에 관한 국내논문을 수집하였을 때 무작위 임상대조군 연구설계를 적용한 논문은 5편에 지나지 않았으며, 대조군이 없는 연구도 상당수에 달했다. 이는 지역사회에 거주하는 노인들을 대상으로 예방프로그램을 실시할 때, 프로그램에 참여하기를 원하는 대상자들을 배제하고 실험군과 대조군으로 무작위로 할당하기가 현실적으로 어렵고, 원하는 참가자를 실험군에 포함시키는 경우에 대상자들의 참여도가 높은 경우가 많았을 가능성을 예상해 볼 수 있다.

낙상예방 프로그램의 특징 변수 중 연속변수에 대한 메타회귀분석 결과, 대상군 노인의 평균연령이 높을수록 그리고 일주일당 처치횟수(빈도)가 많을수록 근력

이 증가되어 낙상예방 프로그램의 효과가 증가하는 것으로 나타났으며, 대상 노인의 평균연령은 통계적으로도 유의하였다. 그러나, 처치시간과 1회당 처치시간이 증가할수록 근력이 증가하지는 않는 것으로 나타나 Sherrington 등(2008)이 제안한 연구결과와 동일하게 노인들에게는 1회당 처치시간을 증가시키기 보다는 1주당 처치 횟수를 늘리는 것이 효과적일 수 있다.

낙상예방의 효과를 알아보기 위한 대부분의 연구에서는 최근 1년 동안의 낙상 유무나 횟수를 통해서 프로그램의 효과를 알아보거나(Chang 등, 2004; Hill-Westmoreland 등, 2002; Sherrington 등, 2008), 낙상위험요인을 평가하기 위한 정확하며 객관적이라고 검증된 St. Thomas's Risk Assessment Tool(STRAFIFY)나 Morse Fall Scale(MFS) 등을 사용하여 결과를 제시해야 하지만(Harrington 등, 2010), 국내에서 실시된 낙상예방 프로그램의 효과를 분석한 논문에서는 객관적인 평가도구의 결과로 제시하기 보다는 근력, 균형, 근지구력, 유연성, 보행, 일상생활활동정도, 관절가동범위, 낙상효능감, 우울척도 등으로 다양한 유형으로 제시하였을 뿐만 아니라 수집한 32편의 논문 중 6편에서만 낙상횟수를 제시하였기 때문에 이 연구들만을 대상으로 낙상예방 프로그램의 효과를 분석하기에는 제한적이라 사려되어 근력에 미치는 효과에 대한 분석을 실시하였다. 이는 Moreland 등(2004)의 연구에서 낙상예방을 위한 근력을 증진시키기 위한 각 운동프로그램의 효과를 분석해 볼 필요가 있다는 제안과 낙상예방을 위한 가장 효과적인 방법으로 제시한 방법이 근력증진이었기 때문이다(윤성진, 2006). 따라서, 대상 연구들에서 실시한 예방프로그램이 직접적으로 낙상의 빈도를 줄이는데 영향을 주었는가에 대해서는 직접적인 효과를 제시할 수 없는 제한점이 있다. 또한, 메타분석을 위해서는 일반적으로 순수실험설계를 만족하는 연구를 대상으로 선정해야 하지만 조사된 국내 논문 중 5편에서만 이러한 조건을 만족하여 대조군이 있는 임상대조군 연구설계(12편)도 포함하여 분석하였기 때문에 다양한 운동프로그램 방법의 효과를 알아볼 수는 있었지만 과학적 근거를 제시하기에는 한계가 있을 가능성이 있다. 이 연구는 국내에서 실시된 낙상예방 프로그램의 효과를 통계적으로 종합해 보는데 의미가 있으나, 프로그램 유형이 다양하고, 낙상의 유무나 1년 내의 낙상의 빈도 등은 제시하지 않고 위험인자들에 미치는 영향들을 측정하는 결과들이 많았으며, 과학적 연구설계를 만족하는 연구가 부족하여 낙상예방 운동프



로그래의 효과를 직접적이며 과학적으로 제시하기 어려웠다. Borenstein 등(2009)에 따르면 개별연구에서와 마찬가지로 충분한 연구의 수가 있을 때 의미있는 분석이 가능하므로, 본 연구의 결과를 해석할 때 이점을 유의하여야 하고, 향후 관련 연속변인에 대한 개별연구가 충분히 축적된다면 메타회귀분석과 그 결과에 대한 좀 더 의미있는 해석이 가능할 것이다. 이후에는 개별 프로그램 유형별 연구와 동일한 평가도구(결과)에 대한 효과들이 축적된 이후에 연구결과를 일반화하는 재분석이 필요하리라 생각된다.

## V. 결론

이 연구는 국내에서 실시된 낙상예방 프로그램 중 운동프로그램의 효과를 메타분석을 통하여 종합해보고자 본 연구를 실시하였다. 전반적인 낙상예방 프로그램이 근력증가에 미치는 효과크기는 .822로 나타나서 큰 효과를 보이는 것으로 판단할 수 있었으며, 유형별로는 전신근력강화, 댄스스포츠트레이닝, 하지밴드운동, 시니어로빅, 보행, 균형, 단계적저항운동, 복합적 낙상예방프로그램, 하지근력강화운동, 전신밴드운동, 타이치운동과 등속운동순으로 나타났다. 대상군의 나이와 처치 빈도 등과 관련한 연속변수에 관한 메타회귀분석의 결과에서는 나이가 증가할수록, 1주당 처치빈도가 증가할수록 근력증가에 미치는 효과가 좋은 것으로 나타났으며, 처치시간과 1회 처치시간은 크게 영향을 주지 않는 것으로 판단되어 노인들을 대상으로 근력증가 프로그램을 실시할 때에는 1회 처치시간보다는 주당 횟수를 증가하여 프로그램을 제공할 필요가 있다고 결론내릴 수 있다. 그러나, 우리나라에서 실시된 연구들에서는 낙상 유무나 낙상 빈도 등은 제시하지 않고 위험인자들에 미치는 영향들을 다양하게 측정하였고, 과학적 연구설계를 만족하는 연구가 부족하였기 때문에 이후에는 낙상예방의 효과를 직접적으로 설명할 수 있는 연구가 필요하리라 생각한다.

## 인용문헌

구미옥, 전미양, 김희자 등. 노인 낙상예방 운동중재 문헌분석 연구. 대한간호학회지. 2005;35(6):1101-1112.  
구미옥, 전미양, 은영. 노인 낙상예방 맞춤형운동의 개발

및 효과. 대한간호학회지. 2006;36(2):341-352.  
김민정. 발목 근력강화 운동이 노인의 낙상예방에 미치는 효과. 한국체육대학교 사회체육대학원, 석사학위 논문, 2001.  
김선희. 재가노인을 대상으로 한 낙상예방운동프로그램 적용효과. 아주대학교 대학원, 석사학위 논문, 2009.  
김원옥. 노인의 낙상에 관한 고찰. 재활간호학회지. 1998;1(1):43-50.  
류명인, 소희영. 타이치 운동프로그램이 시설노인의 체력, 낙상관련 지각 및 건강상태에 미치는 효과. 대한간호학회지. 2008;38(4):620-628.  
박승민. 외국의 노인 낙상 예방 프로그램 메타 분석: 70대와 80대 고령자 집단의 비교. 한국노년학. 2010;30(1):49-63.  
방현석. 단계적 저항운동과 걷기 및 운동중지가 여성노인의 낙상관련 체력과 등속성 근기능에 미치는 영향. 창원대학교 대학원, 박사학위 논문, 2008.  
배영실. 낙상예방운동이 시설여성노인의 하지근력과 균형에 미치는 효과. 부산가톨릭대학교 간호대학원, 석사학위 논문, 2011.  
변영희. 시니어로빅 프로그램이 노인의 신체적기능과 낙상에 미치는 효과. 중앙대학교 대학원, 박사학위 논문, 2007.  
성순창, 이만균. 탄력저항성 운동과 평형성 운동 트레이닝이 여성 노인의 등속성 근기능, 균형 능력 및 균형 자신감에 미치는 영향. 체육과학연구. 2007;18:21-33.  
송라운, 엄애용, 이은옥 등. 골관절염 여성에게 적용한 타이치 운동과 자조관리 프로그램의 관절염증상 및 낙상공포감에 대한 효과비교. 근관절건강학회지. 2009;16(1):46-54.  
심재훈. 강직성 척추염 환자의 신체기능에 대한 운동치료의 효과: 체계적 고찰과 메타분석. 한국전문물리치료학회지. 2009;16(3):50-59.  
오성삼. 메타분석의 이론과 실제. 서울, 건국대학교 출판부, 2009.  
유인영. HSEP를 적용한 낙상예방프로그램이 재가노인의 신체균형과 보행, 하지근력, 낙상공포 및 낙상효능감에 미치는 효과. 한국노인학. 2009;29(1):259-273.  
윤성진. 노인 낙상예방을 위한 근력운동. 스포츠과학. 2006;88-95.  
이혜영, 이금재. 슬골관절염 노인환자의 타이치운동 효과. 대한간호학회지. 2008;38(1):11-18.  
이혜정, 이만균, 홍광석. 9주간의 댄스스포츠 트레이닝이 여성 노인의 낙상관련 변인에 미치는 영향. 체육과학연구. 2009;20(4):778-790.

- 이충휘. 물리치료사와 작업치료사를 위한 연구방법론. 3판. 서울, 계축문화사. 2007.
- 전미양. 낙상 예방 프로그램이 양로원 여성 노인의 보행, 균형 및 근력에 미치는 효과. 서울대학교 대학원, 박사학위 논문, 2001.
- 정복자. 노인의 낙상예방을 위한 운동프로그램 개발에 관한 연구. 한국유산소운동과학회지. 2008;12(1):1-9.
- 조경숙, 강현숙, 김종임 등. 골관절염 환자를 위한 타이치, 타이치-자조관리 및 자조관리과정의 효과 비교. 근관절건강학회지. 2007;14(1):77-85.
- 조재혁. Isokinetic 운동이 노인 여성의 낙상관련 체력요인에 미치는 영향. 고려대학교 대학원, 박사학위 논문, 2003.
- 최명애, 전미양, 최정안. 걷기 훈련이 재택 노인의 낙상 방지 체력에 미치는 영향. 대한간호학회지. 2000;30(5):1318-1332.
- 최상용. 저항성 운동 및 평형성 운동이 낙상경험 여성 노인의 보행형태에 미치는 영향. 국민대학교 스포츠산업대학원, 석사학위 논문, 2005.
- 최승욱, 이소은. 노인 여성을 위한 낙상예방 운동프로그램 개발 연구. 한국체육과학회지. 2008;17(2):669-678.
- 최정현, 문정순, 송경애. 태극운동이 낙상 위험 노인의 신체적, 심리적 기능 및 낙상발생에 미치는 효과. 류마티스건강학회지. 2003;10(1):62-76.
- 통계청. 2007년 사망 및 사망원인통계결과. 통계청. 2008.
- American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention: Guideline for the prevention of falls in older persons. J Am Geriatr Soc. 2001;49(5):664-672.
- Becker BJ. Synthesizing standardized mean-change measures. Br J Math Stat Psychol. 1988;41:257-278.
- Borenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, et al. Introduction to Meta-Analysis. UK, John Wiley & Sons, Ltd., 2009.
- Brown AP. Reducing falls in elderly people: A review of exercise interventions. Physiother Theory and Pract. 1999;15:59-68.
- Campbell AJ, Spears GF, Borrie MJ. Examination by logistic regression modelling of the variables which increase the relative risk of elderly women falling compared to elderly men. J Clin Epidemiol. 1990;43(12):1415-1420.
- Carter ND, Kannus P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people: A systematic literature review examining the rationale and the evidence. Sports Med. 2001;31(6):427-438.
- Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, et al. Interventions for the prevention of falls in older adults: Systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. BMJ. 2004;328(7441):680.
- Chou WC, Tinetti ME, King MB, et al. Perceptions of physicians on the barriers and facilitators to integrating fall risk evaluation and management into practice. J Gen Intern Med. 2006;21(2):117-122.
- Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd eds. Hillsdale, NJ, Routledge Academic. 1988.
- Fuller GF. Falls in the elderly. Am Fam Physician. 2000;61(7):2159-2168.
- Harrington L, Luquire R, Vish N, et al. Meta-analysis of fall-risk tools in hospitalized adults. J Nurs Adm. 2010;40(11):483-488.
- Hedge LV, Olkin I. Statistical Methods for Meta-analysis. San Diego, CA, Academic Press. 1985.
- Hill-Westmoreland EE, Soeken K, Spellbring AM. A meta-analysis of fall prevention programs for the elderly: How effective are they? Nurs Res. 2002;51(1):1-8.
- King MB, Tinetti ME. Falls in community-dwelling older persons. J Am Geriatr Soc. 1995;43(10):1146-1154.
- Logghe IH, Verhagen AP, Rademaker AC, et al. The effects of Tai Chi on fall prevention, fear of falling and balance in older people: A meta-analysis. Prev Med. 2010;51(3-4):222-227.
- Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, et al. Muscle weakness and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc. 2004;52(7):1121-1129.
- Morris SB, DeShon RP. Combining effect size estimates in meta-analysis with repeated measures and independent-groups designs. Psychol Methods. 2002;7(1):105-125.
- Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, et al. Physical activity and psychological well-being in advanced age: A meta-analysis of intervention studies. Psychol Aging. 2005;20(2):272-284.

- O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, et al. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. *Am J Epidemiol.* 1993;137(3):342-354.
- Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59(1):148-157.
- Peden M, McGee K, Sharma G. *The Injury Chart Book: A graphical overview of the global burden of injuries.* Geneva, World Health Organization. 2002.
- Roberts BW, Walton KE, Viechtbauer W. Patterns of mean-level change in personality traits across the life course: A meta-analysis of longitudinal studies. *Psychol Bull.* 2006;132(1):1-25.
- Rubenstein LZ. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing.* 2006;35(Suppl 2):ii37-ii41.
- Rubenstein LZ, Josephson KR. The epidemiology of falls and syncope. *Clin Geriatr Med.* 2002;18(2):141-158.
- Sattin RW. Falls among older persons: A public health perspective. *Annu Rev Public Health.* 1992;13:489-508.
- Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, et al. Effective exercise for the prevention of falls: A systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56(12):2234-2243.
- Song KY, Moon JS, Song H, et al. Fall prevention exercise program for fall risk factor reduction of the community-dwelling elderly in Korea. *Yonsei Med J.* 2003;44(5):883-891.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988;319(26):1701-1707.

---

논문접수일	2011년 5월 28일
논문게재승인일	2011년 6월 24일