



- 김희라
- 시니어캐슬 클라시온

Causality Analysis of Muscle Activation, Physical Strength and Daily Living Abilities Change among the Elderly due to a Health Promotion Exercise Program

Hee-Ra Kim, PT, PhD

Department of Medical Center, Classion Senior Town

**Purpose:** The purpose of this study was (1) to examine the effects of a Health Promotion Exercise Program (HPEP) on functional improvement, physical strength (PS) and muscle activation (MA), and the interactive influence with activities of daily living (ADL) and instrumental activities of daily living (IADL) in the elderly, and (2) to develop and provide a HPEP for the elderly in order to prevent declines and impairments in integrated nerve function and physical capacity.

**Methods:** Our study included relatively healthy elderly people aged 65 years or older. The experimental group, which was composed of 30 people, participated in a HPEP 50~60 minutes a day, 3 times a week, for a total of 12 weeks.

**Results:** Confirmatory factor analysis (CFA) validated the measurement models for MA, physical strength, ADL and IADL with a  $p < 0.01$ . This confirms (i) the beneficial effects of the ADFP on their MA and PS, and (ii) that their improvement in PS, in turn, can improve their IADL. The results of this study indicates that ADFP can help Korean seniors 65 years or older improve their MA, PS, ADL, and IADL, and do so synergistically.

**Conclusion:** An HPEP, when organized in such a way that the elderly can easily do it, and when exercise items and intensity can be programmed and reorganized accordingly to individual physical and physiological characteristics by presenting 5 categorized health domains of physical strength, may be useful, especially because it can be practiced irrespective of time and place.

**Keywords:** Health promotion exercise program (HPEP), Muscle activation, Daily living abilities (ADL and IADL), Physical strength

논문접수일: 2010년 3월 10일

수정접수일: 2010년 5월 22일

게재승인일: 2010년 6월 3일

교신저자: 김희라, rarahee@unitel.co.kr

## I. 서론

경제발전과 생활수준의 향상, 그리고 현대의학의 발전은 평균수명을 연장시켰으며, 그로 인한 노인인구 증가문제는 사회의 각 영역에서 큰 관심사로 대두되었다. 특히 노인의 건강문제는 두, 세 가지의 질환이 복합적으로 나타나는 것이 특징으로, 근골격계의 노화와 그로 인한 근력약화는 노인에게 있어서 가장 중요한 문제이며, 특히 하지 근력약화는 가동성과 직결되어 노인을

침상이나 휠체어에 머물게 하므로 매우 심각한 문제이다.<sup>1</sup> 노화 (senescence)란 성숙기 이후의 생체변화로 생리적 기능의 감소와 질병에 대한 감수성 증가 등 환경적 스트레스에 대한 적응능력 감소 현상이 동반되며 시간이 갈수록 비가역적으로 나빠진다.<sup>2</sup> 특히, 근력감퇴는 노화와 같은 내재적인 생물학적 과정이라기보다는 비 활동에 의한 것이라고 볼 수 있는데,<sup>3,4</sup> 노인의 침상안정, 비 활동 등에 의한 근육사용 감소는 체중부하, 근육수축활동 등의 저하를 가져와 결국, 골격근 위축을 야기시킨다.<sup>5</sup>

그러므로 적절한 신체활동과 규칙적인 운동으로 노화의 속도를 늦춰야 하며, 신체적 기능향상과 지각된 안녕감으로 정서적 기능에도 긍정적인 영향을 미쳐야 한다.<sup>6</sup> 또한 자세와 근력 강화운동, 그리고 균형, 유연성, 지구력운동 등을 통해 노인들의 활동성을 높여 자신의 일상생활기능을 잘 해결할 수 있게 해주고, 오랜 기간 활동적이고 독립적인 삶을 영위하게 해야 하며, 노인들의 삶의 질 향상에도 긍정적으로 기여해야 할 것이다.<sup>7</sup>

그러나 노인의 운동 수행능력과 골밀도가 상관성이 있고,<sup>8</sup> 규칙적인 운동이 골다공증을 예방하며,<sup>9-11</sup> 신체활동으로 인하여 신체적인 능력의 감소를 개선시켰다는 보고<sup>12</sup>와 체력과 운동능력 향상은 일상생활기능에 정적인 상관관계를 보이며, 정상적인 일상생활기능을 수행하기 위해서는 체력이 바탕이 되어야 한다.<sup>13,14</sup>는 운동효과에 대한 많은 선행연구에도 불구하고, 노인 건강증진을 위한 운동프로그램은 기구를 사용하거나 실행절차가 너무 복잡하여 전문가의 도움 없이는 노인들 스스로 실행하기에 어려운 측면이 있다. 또한 대부분의 선행연구들은 주로 기능평가만 이용하여 분석하였기 때문에 임상적 근거를 제시하는데 객관성이 부족하였으며,<sup>15</sup> 운동프로그램의 효과를 검증하기 위한 방법으로도 근활성도나 체력수준, 그리고 일상생활능력 등에 대한 운동 전후 비교나 그룹 간의 비교 등의 연구사례로 그쳤다.

따라서 노인들이 가정에서 쉽게 수행할 수 있고, 일상생활 중에서도 스스로 실행할 수 있는 운동 프로그램을 개발해야 하며, 다각적인 분석방법으로 운동의 효과에 대한 이론적 규명과 임상적 근거를 마련해야 할 것이다.

그러므로 본 연구에서는 문헌고찰을 통한 이론적 배경하에 근활성도와 체력을 독립변수로 하고, 일상생활활동(ADL)과 도구적 일상생활활동(IADL)을 종속변수로 하는 가설적모형을 설정, 근활성도와 체력요인 중 어떤 요인이 노인의 일상생활능력(ADL and IADL)과 밀접한 관련이 있는지 상관성과 구조적 관련성을 규명하여 본 운동프로그램에 대한 효과를 입증, 임상적 근거를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구기간 및 대상

본 연구대상은 서울지역의 'C실버타운'에 거주하는 65세 이상의 건강한 노인으로서 본 연구에 자발적으로 참여하기를 원하는 노인 60명을 대상으로 하였다. 선정된 대상자는 본 연구의 목적과 내용에 동의한 자들로 무작위로 두 군으로 나누었으며, 본 운동프로그램을 적용한 그룹을 훈련군(남자=14명, 여자=16명), 운동프로그램에 참여하지 않는 그룹을 대조군(남=15명, 여자

=15명)으로 하고 2009년 4월 1일부터 2009년 6월 31일(12주)까지 본 연구를 실시하였다.

### 2. 실험방법

본 연구를 위하여 Moffat과 Lewis<sup>16</sup>가 제시한 운동프로그램을 노인의 일상생활에 필요한 기초체력에 초점을 맞추어 재구성하였다. 운동은 12주 동안 1주 3회, 훈련군 30명에게 실내에서 실시하였으며, 대조군은 일상생활 외, 규칙적으로 특별한 운동이나 본 운동프로그램에 참여하지 않도록 하였다. 본 운동 프로그램의 세부적인 운동단계는 다음과 같다.

1단계 운동은 올바른 자세를 위한 운동과 스트레칭과 같은 유연성운동으로 긴장된 근육 등을 이완시켜주고, 관절과 근육의 가동성을 크게 해주며, 운동으로 인한 상해예방에 도움을 주기 위한 운동으로 구성하였다. 자세운동으로는 골반 경사와 축신전운동, 고관절 굴곡근 신장운동, 슬괵근 신장운동, 턱 당기기 운동, 등척성 팔꿈치 뒤로 밀기 운동, 흉근의 신장운동, 벽 당기기 운동, "W" 무릎 굽히고 "W" 스트레칭 운동 등이며, 유연성운동은 목 외측굴곡운동, 목/몸통굴곡과 고관절 굴곡/외전/외회전 운동, "W" 벽 신장법 운동, 혼합된 견부운동, 척추 굴곡과 고관절 굴곡, 그리고 신전운동, 척추와 목의 회전운동, 척추 신전운동, 다리 신장운동 등이다.

2단계 운동은 균형 및 근력, 지구력운동으로 기초적인 체력 훈련에 중점을 두어 나빠진 감각-운동신경 시스템을 활성화시키고자 하였다. 이는 근력운동으로 뼈의 밀도를 강화시켜주고, 걷기와 자전거타기 등의 유산소운동을 통해 체내에 산소를 공급하여 심장, 폐, 혈관 등 호흡 순환 기능을 강화시켜 몸 속에 산소를 집어넣는 능력을 향상시켜 주고자 함이다. 균형운동은 머리 회전운동, 앉았다 서기운동, 앞으로 뺏기 운동, 발뒤꿈차 발가락으로 걷기운동, 손가락으로 코 닿기 운동, 한 다리로 서기운동, 점 닿기 운동, 직렬걷기운동이고, 팔 근력운동은 머리 위로 들어올리기운동과 어깨관절 외전운동이며, 목과 체간의 근력운동은 몸통 굴곡운동, 몸통 굴곡과 회전운동, 몸통 신전운동이다. 그리고 다리의 근력을 위해 고관절 굴곡운동, 고관절 내전운동, 벽 활주운동으로 구성하였다. 지구력운동으로는 걷기, 자전거 타기, 계단운동으로 구성하였다.

3단계 운동은 자세, 근력, 균형, 유연성, 지구력운동을 혼합하여 반복 운동함으로 운동효과를 최대화시키고, 복합적인 전신운동으로 체력향상 및 건강증진 효과를 얻을 수 있도록 구성하였다. 운동 강도는 체력수준이 향상되는 정도에 맞추어 5-6주차에는 운동능력의 50%, 7~8주차에는 운동능력의 60%, 9~12주차에는 최대 심박수를 70%로 증진시켰다. 운동시간은 모든 단계에서 부상방지, 주 운동의 효율성 증대, 운동 후의 피로감소를 위해 준비운동 5분, 정리운동 5분을 실시하였으며, 본

운동은 1단계에서 40분, 2단계에는 45분, 마지막 단계는 50분으로 점차 증가시켰다.

운동은 본 운동 동작이 익숙해지도록 매회 2회 반복하게 한 후 수행하였으며, 운동을 할 때 힘들거나 어려움을 호소하는 대상자에게는 즉시 운동을 중단하도록 하였다.

### 3. 측정도구 및 측정방법

#### 1) 근활성도 측정도구

하지 근육 활성도는 Biopac사의 MP35 system (MP30B-CE, BIOPAC Systems, 42 Aero Camino, Goleta, CA, 미국)을 이용하여 측정하였다. 근활성도 검사 시, 전극을 부착하기 전 피부저항을 최소화하고 측정 오류를 최소화하기 위하여 측정부위의 털을 제거하였으며, 의료용 알코올로 피부를 깨끗이 닦아낸 후 표면전극을 부착, 중재 전과 중재 12주 후, 모든 연구 대상자를 측정하여 최대 수의수축(MVC)을 자료화하였다.

근활성도 측정은 보행과 관련된 앞정강근, 안쪽장딴지근, 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근의 우세측(dominant)을 대표적으로 측정하였다.

표면전극을 부착하는 부위는 앞정강근은 경골조면 아래의 4 손가락 지점과 경골능 외측 1 손가락 지점이 교차되는 부위, 안쪽장딴지근은 슬와 주름의 내측 아래 5 손가락 지점부위, 넙다리곧은근은 전상장골극과 슬개골의 상연 사이 중앙부위, 넙다리두갈래근은 좌골조면과 비골두 사이의 중앙부위 지점이다.<sup>17</sup> 전극배치는 지름이 20 mm 소형 표면전극을 각 근육의 중앙부인 근복(muscle belly)에 2 cm 간격으로 근 섬유주행방향과 평행하도록 배치하였다.<sup>17</sup>

각 근육의 최대 정적 수축 근전도 값을 측정하기 위한 자세 및 동작은 다음과 같다.

앞정강근은 검사대에 앉아 하퇴를 고정시키고 족관절을 중립 자세한 후 족관절을 배측 굴곡하여 측정하였으며, 안쪽장딴지근은 앞정강근과 같은 자세에서 슬관절을 신전하고, 족관절을 저측 굴곡하여 측정하였다. 넙다리곧은근은 검사대에 앉은 자세에서 슬관절을 90° 굴곡하고, 슬관절을 신전하여 측정하였으며, 넙다리두갈래근도 넙다리곧은근과 같은 자세에서 슬관절을 굴곡하여 측정하였다.

근활성도를 측정하기 위한 샘플링 주파수는 1,000 Hz로 설정하였으며, 근활성도 자료 수집은 최대 수의적 수축 시, 각 근육에 대한 자료를 5초 동안 수집하고, 근수축 시작과 마지막에서의 오차를 줄이기 위해 수축 시작과 마지막 각 1초를 제외한 나머지 3초의 평균값을 구하였다. 주파수 영역대는 30~250 Hz의 구간필터를 사용하여 전파 정류하였으며, 이후 얻어진 RMS (Root Mean Square) 근전도 값을 MVIC값으로 각각 나누어 0~100%의 범위를 갖는 %MVIC값을 얻었다.

#### 2) 체력 측정

체력 측정은 Moffat과 Lewis<sup>16</sup>가 제시한 자세, 근력, 균형, 유연성, 지구력의 건강 체력영역 평가도구를 사용하였으며, 측정은 대상자들에게 간단한 준비운동을 실시하게 한 후 수행하였다.

- (1) 자세측정: 머리와 등을 벽에 기대어 서서, 목뒤에 손가락이 몇 개 들어가는지로 측정하였다.
- (2) 근력측정(단위: sec): 의자에 앉았다 일어서기 10회에 걸린 시간을 초 시계로 측정, 이때 양팔은 편안하게 내리고 가능한 하지 근육만을 사용하도록 하였다.
- (3) 균형측정(단위: sec): 양팔을 어깨높이에서 양 옆으로 벌리고, 한쪽 다리를 들고 서 있는 시간을 초 시계로 측정하였으며, 2회 반복하여 좋은 측정값을 선택하였다. 균형성을 측정하는 동안 노인인 점을 감안하여 눈을 뜨고 최대 서 있는 시간(One Leg Standing with Eyes opened)을 측정하였으며, 순간적으로 넘어질 것을 대비하여 단단한 의자를 가까운 곳에 두었다.
- (4) 유연성측정(단위: cm): 벽과 20 cm 거리를 두고 벽을 바라보고 바닥에 앉아, 허리를 구부려 발끝과 가운데 손가락 끝 사이의 거리를 측정하였다(Trunk flexion forward). 손가락 끝이 발끝에 닿았을 때를 기준(0)으로 더 나가면 (-)로, 닿지 못하면 (+)로 기록하였다.
- (5) 지구력측정(단위: km): 12분간 얼마만큼의 거리를 걷는지(Timed walk test) 트레드밀(Treadmill)을 이용하여 측정하였다. 자세와 근력, 유연성은 값이 작을수록 향상된 것을 의미하고, 균형, 지구력은 측정값이 클수록 향상된 것을 의미한다.

#### 3) 일상생활활동(ADL과 IADL) 평가

일상생활능력(ADL and IADL) 평가도구로는 국제 RAI연구회에서 개발한 MDS-HC 2.0 Version을 사용하였다.<sup>19,20</sup> 재가노인 기능상태 평가도구(RAI-HC)는 타당도 및 신뢰도가 검증된 도구로써,<sup>21</sup> 재가서비스 제공기관에서 사용하는 포괄적이고도 표준화된 도구이다.<sup>22</sup> 설문내용은 조사대상자의 일반적인 특성 6문항과 신체적 일상생활동작의 기능상태(ADL기능) 10문항, 도구적 일상생활동작의 수준(IADL기능) 5문항 등, 총 21문항으로 구성하였다. 각 문항은 0점 어려움이 없다, 1점 약간 어렵다, 2점 매우 어렵다로 최저 0점에서 최대 2점까지로 척도화하였으며, 점수가 낮을수록 일상생활능력(ADL and IADL)이 좋음을 의미한다.



#### 4. 분석방법

본 연구모형의 효과를 입증하기 위하여 수집된 자료는 SPSS/WIN 12.0 version을 이용하였고, 구성 개념간의 상호관계를 검증하기 위하여 공분산구조분석(Covariance Structure Analysis, CSM)은 AMOS/WIN 4.0 version을 이용하여 분석하였다.

먼저, 문헌고찰을 통하여 도출된 연구모형에서 제시된 개념, 즉 운동프로그램효과의 측정변인에 대한 각 해당 척도들의 구성개념 타당도를 검증하기 위하여 변수별 요인분석을 모형 증분적합도지수를 중심으로 검증하였다.

둘째, 연구모형에서 제시된 각 이론변수간의 구조적 인과관계를 알아보기 위하여 공분산구조분석을 실시하였으며, 경로계수를 이용하여 본 연구모형에서 설정한 가설에 대하여 검증하고 그 결과를 제시하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 훈련군 30명, 대조군 30명이었으며, 대상자의 평균연령은 실험군 75.0±6.6세, 대조군은 75.2±6.9세 이었다. 평균체중은 실험군이 56.4±6.0 Kg, 대조군이 56.4±6.2 Kg이었고 평균신장은 실험군 159.9±7.4 cm, 대조군 159.6±7.9 cm 이었으며 두 군은 차이가 없는 동일한 군으로 나타났다(Table 1).

#### 2. 근활성도, 체력, ADL의 측정모형 검증 및 가설 검증

구조방정식 모형이란 “측정모형(Measurement Model)과 구조모형(Structural Model)을 통해서 모형간 인과관계를 파악하는 방정식 모형”을 의미하며, 측정모형은 확인적 요인분석으로, 구

Table 1. General characteristics for the two groups (N=60)

Group /Variables	Experimental Group (n1=30) Control Group (n2=30)	
	N (%)	N (%)
Sex	Male	14(46.7)
	Female	16(53.3)
Pearson Chi-Square Value=0.07(b), df=1, Asymp. Sig.(2-sided)=0.80		
Age (year)	M±SD	75.0±6.6
	Pearson Chi-Square Value=0.38(a), df=2, Asymp. Sig.(2-sided)=0.83	75.2±6.9
Weight (kg)	M±SD	56.4±6.0
	Pearson Chi-Square Value=0.08(a), df=2, Asymp. Sig.(2-sided)=0.96	56.4±6.2
Height (cm)	M±SD	159.9±7.4
	Pearson Chi-Square Value=0.00(a), df=3, Asymp. Sig.(2-sided)=1.00	159.6±7.9

조모형은 경로분석을 통하여 분석된다. 특히, 확인적 요인분석은 기존 연구의 이론이나 결과를 미리 알고 있어, 그 내용을 가설형식으로 모형화하기 위해 분석하는 방법이다.<sup>23</sup>

따라서 선행연구를 통해 이미 검증된 근활성도와 체력, 그리고 ADL의 유의성에 대한 결과를 바탕으로 체력과 근활성도를 외생잠재변수로, ADL을 내생잠재변수로 설정하고 체력과 근활성도, ADL과의 인과관계를 분석하였다.

추상적인 개념의 체력은 자세, 근력, 균형, 유연성, 그리고 지구력을 측정변수로 설정하여 설명하였으며, 근활성도는 앞정강근과 안쪽장딴지근, 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근을 측정변수로, ADL은 10개 항목의 측정변수로 설정하였다.

공분산구조분석을 통해 도출된 ADL 측정모형의 가설 검증결과는 측정모형의 최대우도 모수추정으로 경로계수, 즉 회귀계수(Estimate), 표준화 회귀계수(Standard regression weight, SRW), 표준오차(Standard error, SE), 기각률(Critical ratio, CR=t값), p-value로 나타내었다.

연구모형에서의 표준화된 경로계수 값은 각각 정(+)의 영향과 부(-)의 영향으로 나타났으며, p<0.01 수준에서 적합도지수는  $\chi^2=715.25$ 이고,  $\chi^2/df$ 값이 4.80, NFI=0.87, RFI=0.83, IFI=0.89, TLI=0.86, CFI=0.89 등으로, 전반적인 적합도지수가 수용 가능한 수준으로 나타났다.

노인운동프로그램에 대한 ADL측정모형을 확인적 요인분석으로 타당성 검증한 결과, 잠재변수와 측정변수 간, 그리고 잠재변수 간에 22개 경로의 최적구조모형을 도출하였으며(Figure 1), 18개 경로가 유의한 것으로 나타났다(p<0.01).

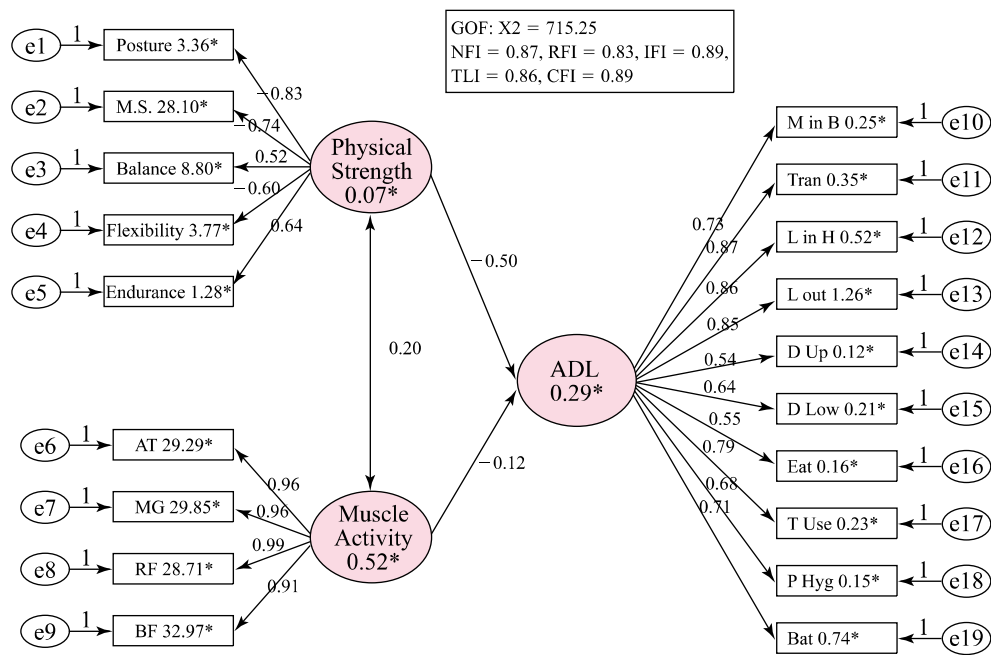
ADL 측정모형의 가설검정 결과(Table 2), 표준화된 경로계수(Std. Estimate)는 근활성도가 ADL에 -0.12, 체력이 ADL에 -0.50으로 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 체력은 근활성도에 0.20으로 상호 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

본 연구를 위해 도출한 측정모형의 경로들을 구체적으로 살펴보면(Figure 1), 체력은 자세, 근력, 유연성에 부(-)의 유의한 영향을 미치고 있으며, 균형과 지구력에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만 지구력 간에는 유의미성이 도출되지 않았다.

근활성도는 앞정강근, 안쪽장딴지근, 넙다리곧은근과 넙다리두갈래근에 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으나 넙다리두갈래근 간에는 유의미성이 도출되지 않았다.

ADL과 측정변수와의 경로를 살펴보면, ADL은 모든 항목에 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으나, 침상에서의 움직임 간에는 유의미성이 도출되지 않았다.

본 구조모형의 경로들을 표준화된 경로계수 값(Std. Estimate)으로 살펴보면 다음과 같다.



GOF: X2 = 715.25  
 NFI = 0.87, RFI = 0.83, IFI = 0.89,  
 TLI = 0.86, CFI = 0.89

Figure 1. Structural equation models of ADL.

GOF: Goodness-of-fit, NFI: Normed fit index, RFI: Relative fit Index, IFI: Incremental fit index  
 TLI: Tucker-lewis index, CFI: Comparative fit index

\*in the square: Mean value of measurement variable

\*in the circle: The explanatory power comment a measurement item (that is, R<sup>2</sup> of the Regression Analysis)

Ⓧ: Error term of measurement variable

The number on the arrow: Std. Estimate

AT: Anterior tibialis, MG: Medial gastrocnemius, RF: Rectus femoris, BF: Biceps femoris,  
 M.S.: Muscle strength, M in B: Mobility in bed, Tran: Transfer, L in H: Locomotion in home,  
 L out: Locomotion outside, D Up: Dressing up, D Low: Dressing low, Eat: Eating,  
 T Use: Toilet use, P Hyg: Personal hygiene, Bat: Bathing

외생잠재변수들 간의 상관성을 통제하기 위하여 체력과 근활성도 간의 상관성을 계산한 결과 체력은 근활성도와 0.20으로 유의한 정(+)의 상관성을 보였다(β=0.20). 또한 체력은 ADL에 -0.50으로 부(-)의 유의한 영향으로 나타났으며, 근활성도는 ADL에 -0.12로 부(-)의 영향으로 나타났다.

본 모형에서의 근활성도와 체력, 그리고 ADL에 미치는 인과관계를 살펴보면, 체력이 ADL에 미치는 직접효과는 -0.50이

고, 근활성도가 ADL에 미치는 직접효과는 -0.12으로, 체력이 ADL에 더 큰 영향을 미치고, 근활성도는 다른 변수의 효과에 비해 상대적으로 작다고 볼 수 있다.

### 3. 근활성도, 체력, IADL의 측정모형 검정 및 가설 검정

앞에서와 같이 선행연구를 통해 이미 검증된 근활성도와 체력, 그리고 IADL의 유의성에 대한 결과를 바탕으로 외생잠재변수

Table 2. A hypothesis test of ADL measurement models

Path	Estimate	Std. Estimate	SE	CR	p
Muscle activity → ADL	-0.00	-0.12	0.00	-1.40	0.16
Physical strength → ADL	-0.46	-0.50	0.11	-4.22	0.00***
Physical strength ↔ Muscle activity	0.39	0.20	0.21	1.85	0.06*
GOF · χ <sup>2</sup> = 715.25, NFI=0.87, RFI=0.83, IFI=0.89, TLI=0.86, CFI=0.89					

\*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.10

Std. Estimate: Estimate of standardized regression weight  
 SE: Standard error, CR: Critical ratio (that is, t-Value), GOF: Goodness-of-fit  
 NFI: Normed fit index  
 RFI: Relative fit Index  
 IFI: Incremental fit index  
 TLI: Tucker-lewis index  
 CFI: Comparative fit index

로는 체력과 근활성도, 내생잠재변수로 IADL을 설정하여 체력과 근활성도, 그리고 IADL과의 인과관계를 분석하였다.

본 연구를 위해 도출한 측정모형의 경로들을 구체적으로 살펴보면, 체력과 근활성도의 측정변수 경로는 앞에서 설명한 ADL의 측정모형과 같으며, 잠재변수인 IADL과 5개의 측정변수와의 경로는 모두 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 하지만 식사준비 간에는 유의미성이 도출되지 않았다(Figure 2).

표준화된 경로계수 값(Std. Estimate)으로 본 구조모형의 경로들을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

노인운동프로그램에 대한 IADL 측정모형을 확인적 요인분석으로 타당성 검증한 결과, 잠재변수인 근활성도, 체력, IADL의 측정변수 간, 그리고 3개의 잠재변수 간에 17개 경로의 최적구조모형을 도출하였으며(Figure 2), 13개 경로가 유의한 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 연구모형에서의 표준화된 경로계수 값은 각각 정(+)의 영향과 부(-)의 영향으로 나타났으며,  $p < 0.01$  수준에서 적합도지수는  $\chi^2 = 259.51$ 으로 높게 나타났다.

하지만  $\chi^2/df$ 값이 3.51로 4이하이며, NFI=0.94, RFI=0.92, IFI=0.96, TLI=0.94, CFI=0.96 등 모두 권장지수 0.9 이상으로 나타나, 전반적인 적합도지수가 수용 가능한 수준으로 볼 수

있으며, 예측변수와 개념 사이에 설정된 관계를 입증하고 있어 본 측정은 타당성이 있는 것으로 나타났다(Table 3).

외생잠재변수들 간의 상관성을 통제하기 위하여 체력과 근활성도 간의 상관성을 계산한 결과, 체력은 근활성도와 0.21로 유의한 정(+)의 상관성을 보였다( $\beta = 0.21$ ).

또한 체력은 IADL에 -0.52으로 부(-)의 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 근활성도는 IADL에 -0.11로 부(-)의 영향으로 나타났으나 유의한 영향을 미치지 않았다.

본 모형에서의 근활성도와 체력, 그리고 IADL에 미치는 인과관계를 살펴보면, 체력이 IADL에 미치는 직접효과는 -0.52이고, 근활성도가 IADL에 미치는 직접효과는 -0.11로, 체력이 IADL에 더 큰 영향을 미치고, 근활성도는 다른 변수의 효과에 비해 상대적으로 작다고 볼 수 있다.

#### IV. 고찰

노년기에는 노화과정과 활동부족으로 하지 근력이 약화되고, 순발력과 지구력 감퇴, 보행 등의 문제가 야기되거나 낙상을 유발시킬 수 있다. 특히 하지 근력 약화는 가동성과 직결되어 노

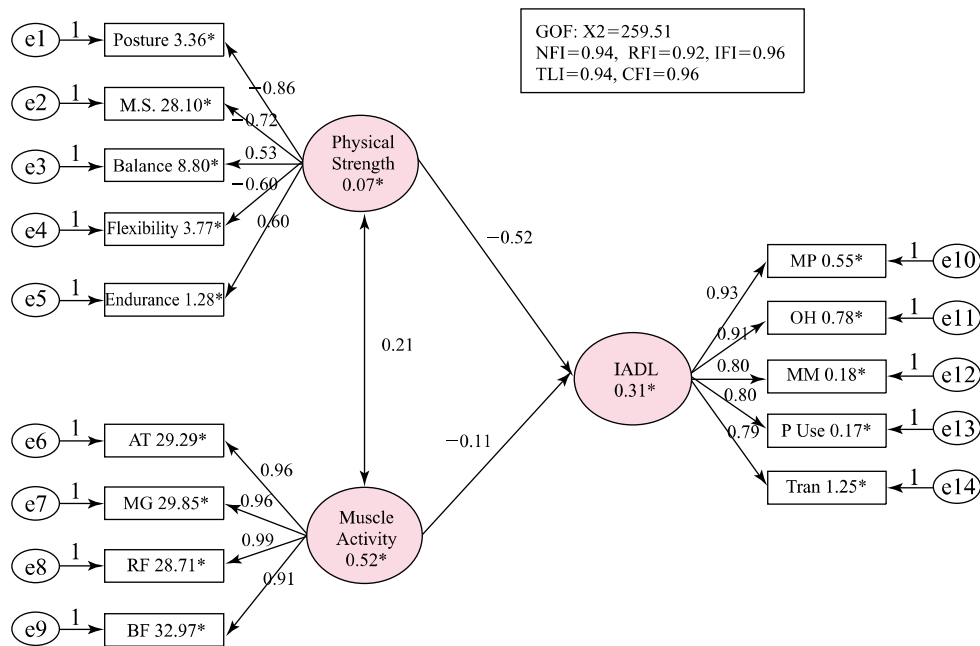


Figure 2. Structural equation models of IADL.

GOF: Goodness-of-fit, NFI: Normed fit index, RFI: Relative fit index, IFI: Incremental fit index

TLI: Tucker-lewis index, CFI: Comparative fit index

\*in the square: Mean value of measurement variable

\*in the circle: The explanatory power comment a measurement item (that is, R2 of the Regression Analysis)

(e): Error term of measurement variable

The number on the arrow: Std. Estimate

AT: Anterior tibialis, MG: Medial gastrocnemius, RF: Rectus femoris, BF: Biceps femoris,

M.S.: Muscle strength, MM: Managing medication, Tran: Transportation, MP: Meal preparation, OH: Ordinary housework, P Use: Phone use

Table 3. A hypothesis test of IADL measurement models

Path	Estimate	Std. Estimate	SE	CR	p
Muscle activity → ADL	-0.00	-0.11	0.00	-1.25	0.21
Physical strength → ADL	-1.09	-0.52	0.24	-4.56	0.00***
Physical strength ↔ Muscle activity	0.39	0.21	0.20	1.95	0.05*

GOF ·  $\chi^2$  = 259.51, NFI=0.94, RFI=0.92, IFI=0.96, TLI=0.94, CFI=0.96

\*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.10

Std. Estimate: Estimate of standardized regression weight  
 SE: Standard error, CR: Critical ratio (that is, t-Value), GOF: Goodness-of-fit  
 NFI: Normed fit index  
 RFI: Relative fit Index  
 IFI: Incremental fit index  
 TLI: Tucker-lewis index  
 CFI: Comparative fit index

인을 침상이나 휠체어에 머물게 하고, 노인들의 지속적인 활동 수행능력을 제한시키는 요인이 되기도 한다.<sup>1</sup> 따라서 본 연구는 비교적 건강한 노인들을 대상으로 노인건강증진 운동프로그램을 적용 후, 노인의 근활성도, 체력 및 일상생활능력(ADL and IADL)간 상호 미치는 영향을 규명함으로써 노인건강증진운동 프로그램의 효과를 입증하고자 하였다.

본 연구결과, 체력이 자세, 근력, 유연성에 부(-)의 유의한 영향을 미치고, 균형과 지구력에는 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 본 연구의 측정방법에 있어 자세, 근력, 유연성의 측정에 있어 측정값이 낮아질수록 향상된 것을 의미하고, 균형과 지구력 측정값은 높아질수록 향상된 것을 의미함으로써 결과적으로는 체력의 향상에 자세, 근력, 유연성의 향상이 영향을 미치고, 균형과 지구력의 향상 또한 체력의 향상에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

근활성도는 앞정강근, 안쪽장딴지근, 넙다리골은근과 넙다리두갈래근에 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났는데, 이는 근활성도가 증가할수록 각 근육의 근활성도 측정값 역시 증가함으로써, 결과적으로는 근활성도의 향상에 앞정강근, 안쪽장딴지근, 넙다리골은근과 넙다리두갈래근의 향상이 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

ADL은 모든 항목에 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났는데, 이는 침상에서의 움직임, 이동, 집안이동, 집밖으로의 이동, 상의 옷 입기, 하의 옷 입기, 식사하기, 화장실 이용, 개인위생, 목욕하기의 향상이 결국 ADL의 향상으로 이어지는 것을 알 수 있다.

본 구조모형의 경로에서 체력은 근활성도와 0.20으로 유의한 정(+)의 상관성을 보여 상관관계의 정도는 매우 약한 것으로 나타났다. 하지만 이는 체력과 근활성도 간에 상호 영향을 미치는 것으로 체력의 향상에 근활성도의 향상이 기여하고, 근활성도의 향상에 체력의 향상이 기여하는 것으로 추정된다.

또한 체력과 근활성도는 ADL에 부(-)의 영향으로 나타났는데, 근활성도와 ADL간에는 통계적으로 유의성은 미치지 못하

였다. 여기서 근활성도가 ADL에 유의한 영향을 미치지 못한 이유는 12주간의 운동프로그램으로 인한 근활성도의 증진이 ADL을 변화시킬 만큼의 목표치가 되지 못했기 때문으로 생각된다. 즉, 신체적 일상생활동작이란 상·하지의 모든 신체적 활동력을 요구하는 반면, 본 연구에서는 보행과 관련된 많은 하지 근육 중 단지 4가지 하지 근육의 근활성도만을 대표적으로 추출하여 측정하였으므로, 이것만으로는 신체적 일상생활동작의 향상을 기대한다는 것에 무리가 있는 것으로 이해되며, 또한 사례수가 적기 때문으로 이해된다. 그러므로 좀 더 긴 기간의 운동프로그램에 의한 근활성도의 측정과 상·하지 즉, 신체 전반적인 근육의 근활성도와 ADL과의 인과관계 검증이 필요하다. 또한 자료의 스케일을 좀 더 확보하는 등, 좀 더 보완하고 좀 더 정밀한 접근을 통해 이러한 결과의 도출이유를 분석해 볼 필요성이 있어 후속 연구로 남겨두고자 한다.

하지만 체력은 ADL에 -0.50로 유의한 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나 체력이 신체적 일상생활동작에 긍정적으로 작용했음을 알 수 있다. 이는 본 연구에서의 ADL은 측정값이 낮아질수록 향상되는 것을 의미함으로써 자세, 근력, 균형, 유연성, 지구력 등의 체력향상은 전반적인 신체 활동에 영향을 미치고, 결국 신체적 일상생활동작의 향상에 작용하는 것으로 추정된다.

본 모형에서의 근활성도와 체력, 그리고 ADL에 미치는 인과관계에서는 체력이 ADL에 더 큰 영향을 미치고, 근활성도는 다른 변수의 효과에 비해 상대적으로 작다고 결론지을 수 있다. 근활성도와 체력, 그리고 도구적 일상생활동작(IADL)과의 상호관계에 있어서는 IADL과 5개의 측정변수와의 경로가 모두 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나, 이는 식사준비, 가사일, 투약, 전화사용, 교통수단 이용하기의 향상이 결국 IADL의 향상으로 이어지는 것을 알 수 있었다.

또한 체력은 IADL에 부(-)의 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으나, 근활성도와 IADL간에는 통계적으로 유의성은 미치지 못하였다. 여기서 근활성도가 IADL에 유의한 영



향을 미치지 못한 이유는 체력, 근활성도, ADL모형에서와 같이 12주간의 운동프로그램으로 인한 근활성도의 증진이 IADL을 변화시킬 만큼의 목표치가 되지 못했기 때문으로 생각된다. 즉, 도구적 일상생활동작이란 독립적인 생활을 하는 데 있어 보다 높은 차원의 상·하지의 모든 기능을 요구하는 반면, 본 연구에서는 보행과 관련된 많은 하지 근육 중 단지 4가지 하지 근육의 근활성도만을 대표적으로 추출하여 측정하였으므로 이것만으로는 도구적 일상생활동작이 향상되기는 어렵다고 이해된다. 또한 사례수가 적기 때문으로 보인다. 그러므로 좀 더 긴 기간의 운동프로그램에 의한 근활성도의 측정과 상·하지, 즉 신체 전반적인 근육의 근활성도와 IADL과의 인과관계 검증이 필요하다고 생각되어 이는 후속 연구로 남겨두고자 한다.

하지만 체력은 IADL에 -0.52로 유의한 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나 체력이 도구적 일상생활동작에 긍정적으로 작용했음을 알 수 있다. 이는 IADL의 측정값이 낮아질수록 향상되는 것을 의미하고 있으므로 체력향상은 보다 높은 차원의 도구적 활동에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다. 결국 체력의 향상은 독립적인 생활을 하는데 있어 보다 높은 차원의 활동뿐만 아니라 여가활동이나 탐구적인 활동 등 기능적인 일상생활 활동의 향상에 직접적으로 도움이 되는 것으로 추정된다.

본 모형에서의 근활성도와 체력, 그리고 IADL에 미치는 인과관계는 체력이 IADL에 더 큰 직접적인 영향을 미치고, 근활성도는 다른 변수의 효과에 비해 상대적으로 작다고 결론지을 수 있다.

하지만 신체적 일상생활동작과 도구적 일상생활동작을 향상시키는 요인들은 신체적 일상생활동작에 미치는 요인과 같이 흥미, 동기부여, 감각 및 지각능력, 교육과 인지기능, 심리적 요인, 정서적 요인, 환경 등 다양할 것으로 생각되어 이와 같은 다양한 요인들을 배제한 상태에서 체력의 향상만이 곧 신체적 일상생활동작을 향상시킨다는 결론을 도출하기엔 무리가 있다. 따라서 이 또한 추후에 좀 더 연구해야 할 과제라고 생각한다. 또한 많은 선행연구에서도 주장하였듯이 노인운동이 건강증진에 효과적이기 위해서는 노인의 건강상태와 운동능력을 고려해 노인 개개인에 맞는 운동을 선택하는 것이 필요하며,<sup>24</sup> 규칙적이고 꾸준히 운동하기 위해서는 무엇보다도 운동의 필요성을 느끼고 그것을 적극적인 행동으로 옮길 수 있는 동기부여가 중요하다고 생각된다.

본 연구를 실시함에 있어 제한 점은 첫째, 선행연구에서와 같이 연구기간이 12주로 짧거나 연구대상수가 제한적이므로 그 효과를 확실하게 증명하는 데 어려움이 있었다. 따라서 앞으로는 더 많은 사례 수와 규칙적이고 장기적인 훈련후의 효과에 대한 검증연구가 계속되어야 할 것이다. 또한 근활성도와 체력,

그리고 ADL과 IADL 간의 상호 인과관계를 통한 운동프로그램의 효과 검증 비교 대상이 없어, 특정한 표본에 의존하여 단 한번의 실증연구 결과로 모든 것을 단정 지을 수는 없다고 생각한다. 따라서 운동이 인간에게 활력을 주고 건강하게 해준다는 기존의 연구를 토대로 건강의 요인들 간의 상호 인과관계를 입증하는 좀 더 다양한 방법과 많은 데이터를 이용한 더 많은 후속 연구가 계속되길 소원하며, 다른 운동들과의 비교연구가 후속연구로 계속되어야 할 것이다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 비교적 건강한 노인들에게 자세, 근력, 균형, 유연성, 지구력 운동 등을 재구성한 노인 건강증진운동프로그램을 적용하여 노인들의 근활성도와 체력, 그리고 일상생활능력(ADL and IADL) 간의 상호 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 그동안 노인건강증진을 위한 운동프로그램 연구가 계속되어 왔으나 노인들 스스로 실행하기에 어려운 면이 있고, 임상적 근거를 제시하는데 객관성이 부족하였기에, 이 연구를 통해 노인들이 따라 하기 쉽고, 시간과 장소에 구애를 받지 않고 수행할 수 있는 운동프로그램의 개발연구에 근거자료로 도움이 될 수 있으리라 생각한다. 특히, 운동효과 검증에 있어 기존의 연구분석방법과는 달리 구조방정식 모형으로 분석 검증한 결과, 구성개념 간의 이론적인 인과관계 및 상관성의 측정지표를 통한 경험적 인과관계를 분석할 수 있어 기존의 운동 효과에 대한 이론 외 근활성도와 체력의 향상이 일상생활수행능력의 향상에 영향을 미치고 있음을 입증하였다.

본 연구에 있어 요인분석을 이용한 근활성도, 체력, ADL의 인과관계와 근활성도, 체력, IADL의 인과관계를 알아보기 위하여 공분산구조분석을 수행한 결과, 근활성도, 체력, ADL 및 IADL 측정모형은 전반적인 적합도지수가 수용 가능한 수준으로 나타났다. 본 구조모형을 분석결과, 근활성도와 체력은 상호 정(+)의 상관성을 보였으며, 체력은 ADL과 IADL에 부(-)의 유의한 영향을 미쳐, 결과적으로 체력의 향상은 신체적 일상생활동작과 도구적 일상생활동작의 향상에 직접적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만 근활성도는 ADL 및 IADL에 부(-)의 영향으로 나타났으나 유의한 영향을 미치지 않았다. 결론적으로 본 운동프로그램은 근활성도 및 체력에 영향을 미치며, 그로 인해 향상된 체력은 ADL과 IADL 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 근활성도는 일상생활수행능력에 직접적인 영향을 미치지 않았다.

이상의 연구 결과는 노인건강증진 운동프로그램이 노인들의 근활성화, 체력수준, ADL능력 및 IADL능력을 향상시킬 수 있



으며, 노인들의 근활성화와 체력향상은 상호간에 영향을 미치고, 더 나아가 체력의 향상은 일상생활능력도 향상시키는 시너지 효과를 얻을 수 있음을 시사하였다.

### Author Contributions

Research design: Kim HR

Acquisition of data: Kim HR

Analysis and interpretation of data: Kim HR

Drafting of the manuscript: Kim HR

Research supervision: Kim HR

### Acknowledgements

본 논문은 김희라의 박사학위 논문 일부를 출판하였음.

### 참고문헌

- Um KM. Effects of the old women's muscular strength, flexibility and IADL by exercise therapy. Konkuk University. Dissertation of Doctorate Degree. 1998.
- Troen BR. The biology of aging. Mt Sinai J Med. 2003;70(1):3-22.
- Bortz WM. Disuse and aging. JAMA. 1982;248(10):1203-8.
- Moore SR. Walking for health: a nurse-managed activity. J Gerontol Nurs. 1989;15(7):26-8.
- Kwon OY. Characteristics of fall incidence in an elderly community population and the effects of exercise training on strength and balance for elderly fallers. Keimyung University. Dissertation of Doctorate Degree. 1997.
- Greig CA, Young A, Skelton DA et al. Exercise studies with elderly volunteers. Age Ageing. 1994;23(3):185-9.
- Song GY, Kim YI, Lee G. 1989 National Health Survey - contraction of a disease and medical use. Korea Institute for Health Social Affairs. 1990.
- Shin HK, Cho KH. Association between physical performance and bone mineral density in elderly women. J Kor Soc Phys Ther. 2009;21(4):37-42.
- Karkkainen M, Rikkonen T, Kroger H et al. Physical tests for patient selection for bone mineral density measurements in postmenopausal women. Bone. 2009;44(4):660-5.
- Daly RM, Ahlborg HG, Ringsberg K et al. Association between changes in habitual physical activity and changes in bone density, muscle strength, and functional performance in elderly men and women. J Am Geriatr Soc. 2008;56(12):2252-60.
- Bergstrom I, Brinck J, Saaf M. Effects of physical training on bone mineral density in fertile women with idiopathic osteoporosis. Clin Rheumatol. 2008;27(8):1035-8.
- Kang JS. The effect of 24-week exercise program on muscle fitness, flexibility, balance and proprioceptive function in the elderly women. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2008.
- Emery CF, Gatz M. Psychological and cognitive effects of an exercise program for community-residing older adults. Gerontologist. 1990;30(2):184-8.
- Roos NP, Havens B. Predictors of successful aging: a twelve-year study of Manitoba elderly. Am J Public Health. 1991;81(1):63-8.
- Kim G, Kim SH, Seo SK et al. Effects of elastic band resistance exercise on improving the balance ability in the elderly. J Kor Soc Phys Ther. 2008;20(2):1-10.
- Moffat M, Lewis CB. Age-defying fitness: making the most of your body for the rest of your life. Georgia, Peachtree Publishers, 2006.
- DeLagi EF, Perotto AO. Anatomic guide for the electromyographer: the limbs. 2nd ed. Springfield, Charles C Thomas, 1991.
- Park SH. Comparative analysis of physical fitness, gait parameter, and lower extremity muscle activity in stroke patients by exercise types. Changwon University. Dissertation of Master's Degree. 2007.
- Morris JN, Fries BE, Bernabei R et al. RAI-home care (RAI-HC) assessment manual for version 2.0. Marblehead, MA: Opus Communications, 2000.
- Kim CY, Kim SM. RAI-HC assessment manual version 2.0 in Korean by inter RAI. Seoul, Korea Medical Consulting Co, 2000.
- Yi GM, Kim HJ. Depression and anxiety in community - dwelling older persons of Korea. Journal of the Korean Gerontological Society. 2000;20(2):109-21.
- Chonnam National University Medical School. A model development for program coordinating health and welfare services for the rural elderly: based on interdisciplinary case management team approach. Korea, Ministry for Health, Welfare and Family Affairs, 2003.
- Kim GS. AMOS structural equation modeling analysis. Seoul, SPSS ACADEMY, 2004.
- Kligman EW, Pepin E. Prescribing physical activity for older patients. Geriatrics. 1992;47(8):33-47.