

[원저]

# 12주 운동이 비만 합병증 노인의 대사변인, 심혈관계 변인, 신체구성 및 근기능에 미치는 영향

지용석

한서대학교

## Effects of a 12 Week-Exercise Program on Metabolic Variables, Cardiovascular Variables, Body Composition and Muscular Function in the Elderly with Complications of Obesity

Yong-Seok Jee

Department of Exercise Physiology · Prescription, Hanseo University

<b>Background</b>	Obesity is associated with comorbidities including cardiovascular disease, hypertension, diabetes mellitus, orthopedic abnormalities, and some cancers. Treatment for weight reduction varies; however, ultimately a negative energy balance must be established if weight is to decrease. Weight loss in obese individuals will generally lead to reduced risk factors. The purpose of this study was to analyze the pure effects of exercise on metabolic variables, cardiovascular variables, body composition and muscular function in the elderly with complications of obesity.
<b>Methods</b>	To determine whether exercise, itself, is important in changing the risk profiles of obesity, four groups of elderly were studied: men-exercise program (Ex-M, n=19; age, 77.94±5.59years; percent fat, 28.18±3.24%), men-no exercise (Con-M, n=19; age, 79.31±7.27years; percent fat, 26.07±5.55%), women-exercise program (Ex-F, n=20; age, 78.70±5.23years; percent fat, 36.09±4.90%), and women-no exercise (Con-F, n=20; age, 76.45±6.41years; percent fat, 31.77±3.13%). After 12 weeks, the risk profiles were retested and analyzed.
<b>Results</b>	The levels of blood glucose and total cholesterol decreased to normal values in both the men and women exercise groups; and the levels for those not participating in an exercise program were higher than their baseline measures after 12 weeks. Also, the cardiovascular variables and body compositions of the exercise groups improved, almost all variables of muscular function showed significant interactions between groups and observation times( $P<0.05$ ). Such changes, including higher lean mass and improved muscular function, help the elderly delay disability.
<b>Conclusions</b>	A 12-week exercise program improves metabolic and cardiovascular variables, body composition and muscular function in the elderly with complications of obesity, which will most likely lead to a higher quality of life compared to those who are sedentary. These findings have important clinical implications if we are to prevent the frailty and morbidity associated with aging. (Korean J Health Promot Dis Prev 2009; 9(3):241-249)
<b>Key words</b>	complications of obesity, metabolic variables, cardiovascular variables, body composition, muscular function

### 서론

이 논문은 2008년도 한서대학교 교비학술연구지원 사업에 의하여 연구되었음

- 교신저자 : 지용석
- 주 소 : 충남 서산시 해미면 대곡리 360
- 전 화 : 010-3494-8876
- E-mail : jeeys@hanseo.ac.kr
- 접수일 : 2009년 1월 19일 • 채택일 : 2009년 8월 6일

성인병의 근본이 비만(obesity)이라고 하여도 과언이 아닐 것이다. 비만은 체내 지방이 남녀 각각 25%와 30%씩을 초과하거나, 신체질량지수가  $30\text{kg}/\text{m}^2$ 를 넘는 경우로 정의되며<sup>1,2)</sup>, 노

인이 될수록 이환율이 급증하는 것으로 보고되고 있다.

비만의 원인은 영양과다나 운동부족에 의해서만 생기는 것이 아니라, 유전적, 문화적, 인종적, 사회경제적, 계절적, 심리적 및 의학적 원인에 의해 발생하며, 이 질환으로 인하여 환자들의 심혈관계 변인과 신체구성 성분이 부정적으로 변화하고, 근기능이 저하되어 삶의 질을 떨어뜨리는 것으로 보고되고 있다.<sup>3,5)</sup> 특히, 비만은 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 심장질환, 신장염, 뇌혈관질환, 자궁내막암 및 유방암 등과 같은 합병증을 유발시키고<sup>4,7)</sup>, 생리적심리적 상태를 급격히 쇠퇴시켜 결국 수명을 단축시키는 것으로 보고되고 있다.<sup>5)</sup> 이처럼 건강을 위협하거나 수명을 단축시키는 비만은 나이가 들어감에 따라 그 비율이 더욱 높아지게 되며, 서구화된 식생활과 편안해진 생활습관 등에 의해 그 위험성은 배가된다.<sup>3)</sup> 여러 선행연구들이 보고한 결과에 의하면 미국에 거주하고 있는 60세 이상 노인들 중 신체질량지수가 30kg/m<sup>2</sup> 이상인 비만환자들은 1988-1994년 사이에 20%를 육박하였으나 1999-2000년 사이에는 32%로 증가하였고, 70세 이상 노인들에서는 1991년도에는 11.4%이었으나, 2000년도에는 15.5%로 증가하였다고 보고한 바 있으며, 이러한 추세는 한국을 포함한 다른 나라에서도 유사한 결과를 보이고 있는 것으로 언급하고 있다.<sup>23)</sup> 특히, 체중은 나이가 들면서 다양한 변화양상을 보이는데 구체적으로 50-60세까지는 체중이 꾸준히 증가하다가 그 이후가 되면 체중이 감소하는 것으로 보고하고 있다. 이와 관련된 한 횡단적 연구에 의하면 50-60세 이후에 평균체중의 감소현상은 비만한 노인들이 조기에 사망한 결과로 인해 초래된 것이라고 보고하였으나, 종단적인 연구에서도 나이가 들면 들수록 체중이 감소하는 것이 뚜렷한 변화인 것으로 보고하고 있다.<sup>4,8,23)</sup> 그러나 이와 같은 체중의 감소는 단순히 비만이 해소되었다는데 의미를 두어야 하는 것이 아니라 제지방량의 감소로 인해 체중이 감소한 것으로 나타난 결과이며, 비만으로 인한 합병증 등으로 인해 조기사망이 이루어진 것으로 생각해 볼 수 있다. 즉, 노인에 있어서는 제지방량을 유지하면서 체지방량을 감량할 수 있도록 해야 하며, 비만으로 인해 동반된 합병증 관리가 무엇보다 중요하다는 점을 시사하고 있는 것이다.

노인에 있어서는 비만은 대부분의 연령층에서 시도하고 있는 비만관리 방법 즉, 과다한 칼로리 섭취나 지방 섭취를 줄이고, 규칙적이고 적극적인 운동 등을 포함한 건전한 생활습관을 지속할 경우 치료가 가능할 뿐만 아니라<sup>9-12)</sup>, 전술한 합병증 등을 개선시킬 수 있는 것으로 보고하고 있다.<sup>13,14)</sup> 그러나 이러한 조사와 연구는 단순히 비만만<sup>8-10)</sup>을 가지고 있거나, 특정 합병증만<sup>4)</sup>을 가지고 있는 노인들을 대상으로만 연구가 진행되었을 뿐, 비만과 여러 가지 합병증을 동반한 노인들을 대상으로 운동에 의한 효과를 검증한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 비만과 합병증을 동반한 노인들을 대상으로 12주간 운동프로그램을 적용하였을 때 성별에 따라 대사변인, 심혈관계 변인, 신체구성 및 근기능에 어떠한 차이와 변화가 있는가를 밝히는 것도 의미가 있는 것으로 생각되어 연구에 착수하였다.

## 방 법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 서울시 S타워에 거주하고 있는 65세 이상 노인들이었다. S타워에 거주하고 있는 노인들을 대상으로 한 이유는 식생활에 대한 통제가 가능하고 기타의 활동 등을 제한하기가 바람직하기 때문이었다. 식생활 통제는 아침 7-8시, 점심 12-1시, 저녁 6-7시로 하여 식사하도록 하였고, 일일 열량섭취는 2,100-2,500kcal로 섭취하도록 영양사가 직접 처방하였다. 본 연구의 대상자들은 비만으로 인한 합병증 중 동일한 합병증을 보유한 노인들을 선정하고자 합병증의 범위를 고혈압(systolic blood pressure, 이하 SBP), 고지혈증(total cholesterol, 이하 TC) 및 당뇨병(공복시 blood glucose, 이하 BG)을 가지고 있는 노인들만으로 구성하였고, 운동에 참여할 수 있는 정도가 되어야 하기 때문에 독립보행과 독립적 생활이 가능한 노인들로만 구성하였다.

한편, 최초 본 연구의 취지를 이해하고, 동의서 작성에 응한 노인들은 138명이었으나, 동일한 합병증 유무 및 운동 가능 여부 등으로 인해 본 연구에 참여한 피험자들은 모두 82명이었다. 이 피험자들은 운동에 참여하는 남자 운동군(Ex-M, n=22), 남자 비운동군(Con-M, n=19), 여자 운동군(Ex-F, n=21), 여자 비운동군(Con-F, n=20)으로 무선 배정하였으나 12주의 실험기간 동안에 남자 운동군에서 3명과 여자 운동군에서 1명이 건강상의 문제와 개인사정 등으로 인하여 실험에서 배제되었다. 이들의 신체적 특성은 표 1과 같다.

### 2. 실험절차 및 방법

#### 1) 실험절차

본 실험은 2008년 3월에 H대학교 연구윤리 및 IRB를 통과하여 실험에 임하였다. 실험은 12주간 운동프로그램을 적용하였을 때 운동이 노인들의 대사변인, 심혈관계 변인, 신체구성 및 근기능 변인에 어떠한 영향을 미치는 가를 조사하기 위함이며, 실험이 종료된 후에는 다시 재 변인을 실험전과 동일한 방법으로 검사하여 변인의 차이와 변화를 분석하였다.

**Table 1.** Physical characteristics of subjects

Group	Age (yrs.)	Height (cm)	Weight (kg)	Percent fat (%)	SBP (mmHg)	BG (mg/dl)	TC (mg/dl)
Ex-M <sup>†</sup> (n=19)	77.94±5.59	166.97±5.42	68.87±8.98	28.18±3.24	141.00±18.48	138.94±12.72	235.78±15.63
Con-M <sup>†</sup> (n=19)	79.31±7.27	164.18±6.90	64.49±8.28	26.07±5.55	139.57±17.32	136.42±7.46	233.26±9.09
Ex-F <sup>‡</sup> (n=20)	78.70±5.23	152.40±4.44	59.18±7.31	36.09±4.90	143.45±16.28	144.50±11.09	239.40±18.19
Con-F <sup>§</sup> (n=20)	76.45±6.41	152.33±5.15	53.01±8.64	31.77±3.13	142.15±10.58	142.15±14.26	226.80±19.96

All data are represented by mean± SD.

<sup>†</sup>: Ex-M(Exercise male group), <sup>‡</sup>: Con-M(Control male group), <sup>\*</sup>: Ex-F(Exercise female group), <sup>§</sup>: Con-F(Control female group)

**Table 2.** Exercise programs for Ex-M and Ex-F

Items	Exercise type	Exercise intensity	Exercise duration			Exercise frequency
			0~4 weeks	5~8 weeks	9~12 weeks	
Warm-up	stretching	mild discomfort	5-10 min	5-10 min	5-10 min	5 d/wk
Work-out	stationary cycle	VO <sub>2</sub> peak 60-70%	15 min	20 min	25 min	5 d/wk(Mon-Fri)
	treadmill walk	VO <sub>2</sub> peak 60-70%	15 min	20 min	25 min	5 d/wk(Mon-Fri)
	arm-ergometer	VO <sub>2</sub> peak 60-70%	5 min	5 min	5 min	5 d/wk(Mon-Fri)
	weight-training	1RM 50%	10reps 2sets	12reps 2sets	15reps 2sets	3 d/wk(Tue, Thu, Sat)
Cool-down	stretching	mild discomfort	10-15 min	10-15 min	10-15 min	5 d/wk

## 2) 운동 프로그램

본 연구에 참여한 운동집단(Ex-M, Ex-F)의 노인들은 운동처방센터에서 정밀검사를 받은 후 자신에게 알맞은 운동을 실시하였다. 이들은 운동 시작 전에 혈압, 혈당, 체중, 컨디션과 같은 기초적인 이학검사를 검사 받은 후 표 2의 운동프로그램에 참여하였다. 운동프로그램은 준비운동, 본 운동, 정리운동으로 구성하였으며, 운동프로그램은 운동기간별로 0-4주, 5-8주 및 9-12주로 나누어 실시하였고, 준비운동은 유연체조와 스트레칭을 5-10분간, 본 운동은 심혈관 변인과 근력 향상을 목적으로 주당 5일간 운동에 참여하도록 하였다.<sup>1,2)</sup> 본 운동 중 유산소성 운동종목인 암에르고미터는 주당 5일간 매일 5분씩 실시하도록 하고, 고정식 자전거와 트레드밀은 격일로 실시하게 하였다. 고정식자전거는 슬관절의 ROM을 120-150°로 조정하고 최고산소섭취량의 60-70%에 해당하는 강도에서 운동하도록 하였다. 이 강도는 트레드밀 운동에서도 동일하게 적용하여 첫 4주간은 15분, 5-8주간은 20분, 9-12주 동안에는 25분씩을 유지하도록 하였다. 한편, 웨이트트레이닝은 운동 전 수정형 1RM 검사 {공식: 100-(반복횟수×2) = %1RM}를 실시하여 첫 4주간은 10회×2세트, 5-8주간은 12회×2세트, 9-12주 동안에는 15회×2세트를 유지하도록 하였다. 수정형 1RM 산출방법의 예는 노인이 20kg의 체스트 프레스를 10회 반복하였다면, 공식에 반복횟수를 넣어 다음과 같이 산출한다[100-(10회×2)]=80(20kg이 1RM의 80%임, 즉, 20kg÷0.80 = 25kg이 1RM이 됨).<sup>3)</sup>

웨이트트레이닝은 상하지를 나누어 격일로 실시하도록 하였고, 종목은 대근육 운동을 중심으로 한 레그프레스(leg press),

레그익스텐션(leg extension), 레그컬(leg curl), 백익스텐션(back extension), 어브도미널컬(abdominal curl)의 순으로, 다음 날에는 체스트프레스(chest press), 랫풀다운(lat pull down), 바이셉컬(biceps curl), 트라이셉컬(triceps curl)의 순으로 진행하였다. 본 운동이 끝난 후 Ex-M과 Ex-F는 매트리스 위에 누워 정적동적 스트레칭을 통한 정리운동을 약 10-15분간 실시하였다.

## 3. 측정 방법

### 1) 이학검사

비만에 의한 합병증 중 고혈압은 의사에 의해 이미 진단을 받았거나 항고혈압 약물을 복용하고 있는 경우로 설정하였고, 혈압은 수은 혈압계를 이용하여 안정 상태에서 앉은 자세로 수축기, 이완기 혈압을 2회 측정하여 평균치를 구하였다. 혈당 수준은 2회 이상 공복시 혈당이 126mg/dl 이상인 경우로, 총 콜레스테롤은 200mg/dl 이상인 경우로 판정하였고, 저녁 8시 이후에 식사를 금지하고, 다음 날 아침 8시에 혈액을 채취하였다. 혈액은 10cc 주사기를 이용하여 주정맥(antecubital vein)에서 채혈하여 항응고처리(ethylene diamine tetraacetic acid, EDTA)된 튜브에 혈액을 담아 3,000rpm × 10분간 원심 분리한 후 혈장을 분리하여 다른 튜브에 담아 냉장 보관하였다. 혈당과 총콜레스테롤은 임상병리실에서 각 효소법(automatic chemistry analyser)에 의해 검출하였다.

### 2) 신체구성

신체구성에 대한 성분을 알아보기 위하여 생체전기 임피던

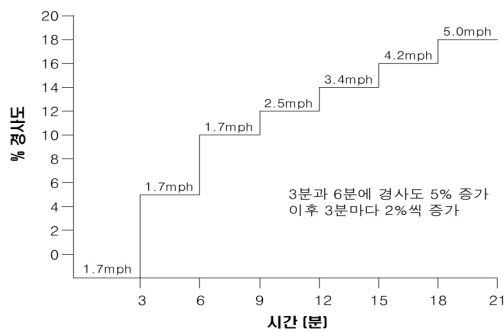


Figure 1. Modified Bruce protocol

스법(bioelectrical impedance analysis, BIA)을 이용하였다. 검사는 각각의 피험자가 받침대 위에 올라선 후 양손으로 손잡이를 잡고 있으면 신장, 체중, 근육량, 체지방률, 체지방량 및 복부지방량을 자동으로 측정하는 기기인 Inbody 3.0(Biospace, Korea, 1999)을 이용하였는데, 이 분석법은 약 3%의 오차가 있어, 검사 4시간 전 음식물 섭취를 금하였고, 검사 48시간 전 금주를 하게 하였으며, 검사 12시간 전에는 운동을 실시하지 못하도록 하였다. 또한 검사 30분전에는 배뇨를 하도록 하였다. 한편, 실험을 위한 신체구성의 변인으로는 체중, 체지방량, 체지방률, 복부지방량을 변인으로 채택하였다.

### 3) 심혈관계 변인

본 연구에서 유산소성 운동에 해당하는 운동종목의 운동강도를 처방하고 12주간의 변인별 변화를 관찰하기 위하여 트레드밀(Quinton, 4500)을 이용한 운동부하 검사를 실시하였다. 이 부하검사에 이용된 프로토콜은 Modified Bruce protocol<sup>15)</sup>이었으며, 이것을 사용한 이유는 본 연구의 대상이 노인들로 심혈관 질환의 위험성이 높을 것으로 예측하여 사용하였고, 심혈관계 변인 또한 일정한 산소섭취 능력이 이루어지지 않을 것으로 고려하여 최고산소섭취량을 산출하였다(Figure 1).

운동부하를 점진적으로 증가시켜 노인들의 자각 범위가 100%에 해당하는 탈진상태에 이르기까지 검사를 지속하도록 하였고, 검사시 Borg's scale에 의해 운동강도를 피검자가 주관적으로 파악하도록 하였으며, 혈압의 급상승이나 다른 이상이 있을 경우에는 즉시 중지하도록 하였다. 본 연구에서는 최고산소섭취량(이하,  $\text{VO}_2\text{peak}$ ), 안정시 심박수(rest heart rate, 이하 RHR), 안정시 수축기혈압(resting systolic blood pressure, 이하 RSBP), 안정시 이완기혈압(resting diastolic blood pressure, 이하 RDBP)을 심혈관계 변인으로 채택하였다.

### 4) 근기능

근기능은 등속성근력기(Cybex 6000, USA)를 이용하여 슬관절의 우측과 좌측의 신근과 굴근을 측정하였다. 측정방법

으로 피험자들을 측정기기 의자에 앉게 한 후 슬관절과 동력기 축이 일치하도록 하였으며, 측정시 몸통과 다리의 흔들림을 방지하기 위하여 대퇴부위와 복부를 UBXT로 고정시킨 후 피험자의 운동범위(슬관절 각도  $90^\circ$ )를 결정하였다.

근기능 검사 프로토콜은 각속도  $60^\circ/\text{s}$ 에서 각각 3회 연습을 실시한 후 4회 실제 측정을 하였다. 실제측정시 검사자는 모든 피험자들이 최대능력을 발휘할 수 있도록 큰 목소리로 Oral encouragement를 하였고, 세트 중간에는 20초의 휴식을 취하도록 하였다.<sup>16)</sup> 한편, 실험을 위한 근기능의 변인으로는 좌우측 슬관절의 신근력(extensor)과 굴근력(flexor)에서 도출된 피크토크를 변인으로 하였다.

## 4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS 12.0을 이용하여 모든 자료에 대한 평균과 표준편차를 산출하였고, 남녀집단을 분리하여 운동에 참여한 실험 집단과 운동에 참여하지 않은 통제 집단의 대사변인, 심혈관계 변인, 신체구성 및 근기능에 대해 이원변량( $2 \times 2$ ) 반복측정 분산분석을 유의도  $P < .05$ 에서 분석하였다. 한편, 각 집단에서의 사전(pre)과 사후(post)의 증감률은  $\Delta\% = [(post-pre)/pre \times 100]$ 을 이용하여 표시하였다.

## 결 과

### 1. 대사 변인의 차이와 변화

실험 전과 종료 후 본 연구에서 관찰하고자 한 남녀 노인별 대사변인의 변화는 (표 3)과 같다. (표 3)에서 실험 종료 후 남자 노인들의 BG는 Ex-M의 경우 12.84% 감소한 반면, Con-M의 경우는 4.40% 증가하여 집단( $F=13.979$ ,  $P=0.001$ )과 시간( $F=9.743$ ,  $P=0.004$ )에 있어 유의한 차이를 보였고, 상호작용( $F=39.494$ ,  $P=0.001$ )도 있는 것으로 나타났다. 여자 노인들의 BG도 Ex-F의 경우 13.67% 감소한 반면, Con-F의 경우는 5.17% 증가하여 남자 집단의 결과와 유사하게 나타났다. 한편, TC 수준은 Ex-M의 경우 15.74% 감소한 반면, Con-M의 경우는 5.26% 증가하여 집단( $F=63.448$ ,  $P=0.001$ )과 시간( $F=11.001$ ,  $P=0.002$ )에 있어 유의한 차이를 보였고, 상호작용( $F=43.446$ ,  $P=0.001$ )도 있는 것으로 나타났다. 여자 노인들의 TC는 Ex-F의 경우 7.04% 감소하고, Con-F의 경우는 8.44% 증가하여 집단( $F=1.838$ ,  $P=0.183$ )과 시간( $F=0.128$ ,  $P=0.722$ )에 있어서는 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 상호작용( $F=31.410$ ,  $P=0.001$ )은 있는 것으로 나타났다.

즉, 12주간의 운동프로그램을 통해 운동에 참여한 노인들

**Table 3.** Differences and changes of blood glucose (BG) and total cholesterol (TC) levels in four groups after 12 weeks

Items	Times Group	Pre	Post	$\Delta\%$	Two-way(2×2) repeated ANOVA		
					Groups	Times	Group×Times
BG (mg/dℓ)	Ex-M	138.94±12.72	121.10±7.70	-12.84	13.979(0.001)	9.743(0.004)	39.494(0.001)
	Con-M	136.42±7.46	142.42±9.98	4.40			
	Ex-F	144.50±11.09	124.75±6.79	-13.67	13.609(0.001)	9.121(0.005)	43.563(0.001)
	Con-F	142.15±14.26	149.50±12.82	5.17			
TC (mg/dℓ)	Ex-M	235.78±15.63	198.68±19.09	-15.74	63.448(0.001)	11.001(0.002)	43.446(0.001)
	Con-M	233.26±9.09	245.52±11.62	5.26			
	Ex-F	239.40±18.19	222.55±9.50	-7.04	1.838(0.183)	0.128(0.722)	31.410(0.001)
	Con-F	226.80±19.96	245.95±15.07	8.44			

All values are expressed as mean± standard deviation.

Results of two-way repeated ANOVA represent *F* and (*P*) values, respectively.

**Table 4.** Differences and changes of cardiovascular variables in four groups after 12 weeks.

Items	Times Group	Pre	Post	$\Delta\%$	Two-way(2×2) repeated ANOVA		
					Groups	Times	Groups×Times
VO <sub>2</sub> peak (ml/kg/min)	Ex-M	24.83±7.27	27.78±6.62	11.88	2.234(0.144)	1.444(0.237)	14.060(0.001)
	Con-M	23.99±6.62	22.47±5.78	-6.34			
	Ex-F	21.48±5.01	25.23±5.07	17.46	0.196(0.660)	2.432(0.127)	36.903(0.001)
	Con-F	25.08±4.19	22.86±4.26	-8.85			
RHR (beats/min)	Ex-M	74.73±12.65	70.52±8.92	-5.63	1.425(0.240)	0.054(0.817)	15.267(0.001)
	Con-M	67.63±6.05	71.36±4.93	5.52			
	Ex-F	73.45±8.84	67.95±7.66	-7.49	5.492(0.024)	0.585(0.449)	9.356(0.004)
	Con-F	74.70±9.14	78.00±9.73	4.42			
RSBP (mmHg)	Ex-M	141.00±18.48	129.73±21.13	-7.99	0.928(0.342)	1.564(0.219)	3.465(0.071)
	Con-M	139.57±17.32	141.78±23.79	1.58			
	Ex-F	143.45±16.28	130.60±16.33	-8.96	4.023(0.052)	3.315(0.077)	13.106(0.001)
	Con-F	142.15±10.58	146.40±10.09	2.99			
RDBP (mmHg)	Ex-M	74.57±10.86	68.94±8.21	-7.69	0.001(0.982)	0.041(0.840)	8.421(0.006)
	Con-M	69.26±7.98	74.15±8.38	7.06			
	Ex-F	75.75±13.09	71.45±14.42	-5.68	1.398(0.244)	0.558(0.460)	1.244(0.272)
	Con-F	68.60±16.39	69.45±12.81	1.24			

All values are expressed as mean ± standard deviation.

Results of two-way repeated ANOVA represent *F* and (*P*) values, respectively.

의 혈당수준이 감소하여 정상수준으로 개선되는 반면, 운동에 참여하지 않았던 노인들의 혈당수준은 모두 증가하여 대사기능이 쇠퇴함을 시사하고 있는 것이다.

## 2. 심혈관계 변인의 차이와 변화

실험 전과 종료 후 본 연구에서 관찰하고자 한 남녀 노인별 심혈관계 변인의 변화는 표 4와 같다. 표 4에서 실험 종료 후 남자 노인들의 VO<sub>2</sub> peak는 Ex-M의 경우 11.88% 증가하고, Con-M의 경우 6.34% 감소하여 상호작용( $F=14.060$ ,  $P=0.001$ )이 있는 것으로 나타났고, 여자 노인들의 VO<sub>2</sub> peak도 Ex-F의 경우 17.46% 증가하고, Con-F의 경우는 8.85% 감소하여 상호작용( $F=36.903$ ,  $P=0.001$ )이 있는 것으로 나타났다. RHR은 Ex-M의 경우 5.63%

감소한 반면, Con-M의 경우는 5.52% 증가하여 상호작용( $F=15.267$ ,  $P=0.001$ )이 있는 것으로 나타났고, 여자 노인들의 RHR도 Ex-F의 경우 7.49% 감소하고, Con-F의 경우는 4.42% 증가하여 집단( $F=5.492$ ,  $P=0.024$ )에 있어 유의한 차이가 있었으며, 상호작용( $F=9.356$ ,  $P=0.004$ )도 있는 것으로 나타났다. RSBP는 남자 노인에서 운동에 참여한 Ex-M이 7.99% 감소하고, Con-M이 1.58% 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이와 변화를 보이지 않은 반면, 여자 노인의 경우는 Ex-F가 8.96% 감소하고, Con-F는 2.99% 증가하여 상호작용( $F=13.106$ ,  $P=0.001$ )이 있는 것으로 나타났다. RDBP는 Ex-M이 7.69% 감소하고, Con-M이 7.06% 증가하여 상호작용( $F=8.421$ ,  $P=0.006$ )이 있는 것으로 나타난 반면, 여자 노인의 경우는 Ex-F가 5.68% 감소하고, Con-F가 1.24% 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이와 변화를 보이지 않았다.

**Table 5.** Differences and changes in body composition in the four groups after 12 weeks

Items	Times Group	Pre	Post	$\Delta\%$	Two-way(2×2) repeated ANOVA		
					Group	Times	Group×Times
Body weight (kg)	Ex-M	68.87±8.98	68.57±8.27	-0.44	1.728(0.197)	1.887(0.178)	4.537(0.040)
	Con-M	64.49±8.28	65.88±7.92	2.16			
	Ex-F	59.18±7.31	59.01±7.26	-0.29	5.311(0.027)	1.243(0.272)	2.220(0.144)
	Con-F	53.01±8.64	54.19±7.41	2.23			
Lean mass (kg)	Ex-M	47.53±5.31	48.89±4.51	2.86	2.857(0.100)	0.130(0.720)	7.415(0.010)
	Con-M	46.05±5.28	45.01±5.11	-2.26			
	Ex-F	36.27±3.87	37.17±3.89	2.48	1.122(0.296)	3.607(0.065)	20.152(0.001)
	Con-F	36.48±4.72	34.26±4.13	-6.09			
Percent fat (%)	Ex-M	28.18±3.24	24.94±4.32	-11.50	0.009(0.925)	3.516(0.069)	18.071(0.001)
	Con-M	26.07±5.55	27.33±5.21	4.83			
	Ex-F	36.09±4.90	33.18±4.70	-8.06	3.709(0.062)	4.512(0.040)	15.848(0.001)
	Con-F	31.77±3.13	32.65±4.04	2.77			
Waist hip Ratios	Ex-M	0.94±0.06	0.93±0.03	-1.06	0.409(0.527)	0.021(0.885)	1.882(0.179)
	Con-M	0.94±0.06	0.95±0.04	1.06			
	Ex-F	0.99±0.16	0.94±0.04	-5.05	7.622(0.009)	0.401(0.531)	6.704(0.014)
	Con-F	0.88±0.05	0.92±0.05	4.55			

All values are expressed as mean± standard deviation.

Results of two-way repeated ANOVA represent *F* and (*P*) values, respectively.

### 3. 신체구성의 차이와 변화

실험 전과 종료 후 본 연구에서 관찰하고자 한 남녀 노인별 신체구성의 변화는 표 5와 같다. 표 5에서 실험 종료 후 남자 노인들의 체중은 Ex-M의 경우 0.44% 감소한 반면, Con-M의 경우는 2.16% 증가하여 상호작용( $F=4.537$ ,  $P=0.040$ )이 있는 것으로 나타났고, 여자 노인들의 체중은 Ex-F의 경우 0.29% 감소하고, Con-F의 경우는 2.23% 증가하여 집단( $F=5.311$ ,  $P=0.027$ )에 있어 유의한 차이를 나타내었다. 체지방량은 Ex-M의 경우 2.86% 증가한 반면, Con-M의 경우는 2.26% 감소하여 상호작용( $F=7.415$ ,  $P=0.010$ )이 있는 것으로 나타났고, 여자 노인의 체지방량도 Ex-F의 경우 2.48% 증가하고, Con-F의 경우는 6.09% 감소하여 상호작용( $F=20.152$ ,  $P=0.001$ )이 있는 것으로 나타났다. 한편, 체지방률은 Ex-M의 경우 11.5% 감소한 반면, Con-M의 경우는 4.83% 증가하여 상호작용( $F=18.071$ ,  $P=0.001$ )이 있는 것으로 나타났고, 여자 노인들은 Ex-F의 경우 8.06% 감소하고, Con-F의 경우는 2.77% 증가하여 시간( $F=4.512$ ,  $P=0.040$ )에 있어 유의한 차이를 보였고, 상호작용( $F=15.848$ ,  $P=0.001$ )도 있는 것으로 나타났다. WHR은 Ex-M의 경우 1.06% 감소하고, Con-M의 경우 1.06% 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이와 변화가 없었던 반면, 여자 노인들의 WHR은 Ex-F의 경우 5.05% 감소하고, Con-F의 경우는 4.55% 증가하여 집단( $F=7.622$ ,  $P=0.009$ )에 있어 유의한 차이를 보였고, 상호작용( $F=6.704$ ,  $P=0.014$ )도 있는 것으로 나타났다.

### 4. 근기능의 차이와 변화

실험 전과 종료 후 본 연구에서 관찰하고자 한 남녀 노인별 등속성 근기능 변인의 변화는 표 6과 같다. 표 6에서 실험 종료 후 남자 노인들의 우측 굴근력은 Ex-M의 경우 2.47% 증가하고, Con-M의 경우는 5.20% 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이와 변화를 보이지 않은 반면, 여자 노인의 우측 굴근력은 Ex-F의 경우 8.89% 증가하고, Con-F의 경우는 11.06% 감소하여 상호작용( $F=4.412$ ,  $P=0.042$ )이 있는 것으로 나타났다. 우측 신근력은 Ex-M의 경우 10.89% 증가한 반면, Con-M의 경우는 7.2% 감소하여 상호작용( $F=6.388$ ,  $P=0.016$ )의 효과가 있었고, 여자 노인의 우측 신근력도 Ex-F의 경우 9.33% 증가하고, Con-F의 경우 8.62% 감소하여 상호작용( $F=4.561$ ,  $P=0.039$ )의 효과가 있는 것으로 나타났다. 한편, 좌측 굴근력은 Ex-M과 Con-M이 각각 2.85% 증가하고, 0.46% 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이와 변화를 보이지 않은 반면, Ex-F와 Con-F는 각각 8.51% 증가하고, 11.64% 감소하여 상호작용( $F=4.702$ ,  $P=0.036$ )의 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 좌측 신근력에서도 유사하게 나타났다. 즉, Ex-M과 Con-M이 각각 5.93% 증가하고, 4.31% 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이와 변화를 보이지 않은 반면, Ex-F와 Con-F는 각각 6.7% 증가하고, 8.53% 감소하여 상호작용( $F=4.929$ ,  $P=0.032$ )의 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다.

**Table 6.** Differences and changes in isokinetic muscular functions in the four groups after 12 weeks

Items	Times Group	Pre	Post	$\Delta\%$	Two-way(2*2) repeated ANOVA		
					Group	Times	Group×Times
Right flexor (Nm)	Ex-M	57.47±23.31	58.89±25.49	2.47	1.787(0.190)	0.096(0.758)	1.078(0.306)
	Con-M	50.57±19.75	47.94±15.90	-5.20			
	Ex-F	34.30±8.00	37.35±10.86	8.89	0.460(0.502)	0.073(0.789)	4.412(0.042)
	Con-F	35.70±12.69	31.75±12.29	-11.06			
Right extensor (Nm)	Ex-M	100.42±34.30	111.36±31.22	10.89	2.491(0.123)	0.351(0.557)	6.388(0.016)
	Con-M	94.36±29.25	87.57±29.26	-7.20			
	Ex-F	63.75±16.51	69.70±22.02	9.33	0.915(0.345)	0.006(0.941)	4.561(0.039)
	Con-F	64.40±20.55	58.85±15.68	-8.62			
Left flexor (Nm)	Ex-M	55.42±22.88	57.00±25.46	2.85	2.631(0.114)	0.149(0.702)	0.617(0.617)
	Con-M	45.31±20.36	45.10±16.72	-0.46			
	Ex-F	32.30±8.69	35.05±12.45	8.51	0.853(0.361)	0.121(0.730)	4.702(0.036)
	Con-F	32.65±11.82	28.85±11.02	-11.64			
Left extensor (Nm)	Ex-M	101.21±34.08	107.21±32.11	5.93	1.264(0.268)	0.091(0.765)	2.583(0.117)
	Con-M	95.47±31.16	91.36±26.65	-4.31			
	Ex-F	70.10±17.86	74.80±20.48	6.70	3.199(0.082)	0.030(0.863)	4.929(0.032)
	Con-F	64.45±22.66	58.95±20.09	-8.53			

All values are expressed as mean±standard deviation.

Results of two-way repeated ANOVA represent *F* and (*P*) values, respectively.

## 고 찰

본 연구는 동일한 거주 장소에서 식사와 운동 등을 함께 할 수 있는 유료양로원의 노인들 중 비만이면서 당뇨병, 고지혈증 및 고혈압의 세 가지 합병증을 가진 노인들을 대상으로 12주간 운동프로그램의 효과를 검증하고자 연구에 임한 결과, 실험 종료 후 대사 변인인 혈당 수준과 총콜레스테롤 수준은 남녀 구분 없이 매우 바람직한 변화를 보였다. 구체적으로 운동 전 혈당은 남자 운동군에서 138.94±12.72mg/dl이었던 수준이 실험 종료 후 121.10±7.70mg/dl로 12.84% 감소하여 정상 공복시 혈당(126mg/dl) 이하로 떨어졌고, 여자 운동군에서도 13.67% 감소하여 비슷한 양상을 보였다. 한편, 실험 종료 후 총콜레스테롤 수준은 남자 운동군에서 235.78±15.63 mg/dl이었던 것이 실험 종료 후 198.68±19.09mg/dl로 15.74% 감소하여 정상 TC수준(200mg/dl 이하)으로 떨어진 반면, 여자 운동군에서는 7.04% 감소하였으나 TC의 정상수준으로는 개선되지 못하였다. 그러나 남녀 각각 통제군과 비교하여 상호작용의 효과가 유의하게 나타나 12주간의 운동이 혈당 수준과 콜레스테롤 수준을 개선시킬 수 있음을 알 수가 있었다. 이러한 결과는 비만과 합병증을 동반한 여성(54±9세)을 대상으로 18개월 동안 지속적인 유산소 운동을 적용시킨 후 혈당과 총콜레스테롤 수준이 감소하는 경향을 보였다는 Donnelly 등<sup>17)</sup>의 결과와 유사하였다. 물론 전술한 연구의 결과는 본 연구에서 관찰한 혈당, 총콜레스테롤 수준과 비교하여 실험 중

료 후 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았는데, 그 이유는 운동 강도는 유사하였더라도 일일 30분의 속보를 주당 3일간만 실시하도록 하고, 근육량이나 근기능에 초점을 맞춘 운동프로그램이 없었기 때문에 본 연구의 결과와 차이가 있었던 것으로 사료된다.

한편, 본 연구에서 관찰한 대사 변인 이외에도 심혈관계 변인들 또한 12주간 운동에 의해 긍정적인 변화를 보였다. 특징적으로 안정시 이완기 혈압(RDBP)을 제외하고는 최고산소섭취량( $VO_{2peak}$ )과 안정시 심박수(RHR) 및 안정시 수축기 혈압(RSBP)에서 남녀 모두 통계적으로 유의한 상호작용의 효과를 보였으며, 여성 운동군이 남성 운동군에 비해 두드러진 효과를 보였다. 이러한 결과는 12주 운동이 심폐기능의 개선(최고 산소섭취량의 증가와 심박수의 감소)과 혈류역학적 부하(본 연구에서는 SBP와 DBP)의 감소를 통해 노인들의 삶의 질을 향상시켰다고 할 수 있다. 즉, 이러한 결과는 비만 합병증 여성들을 대상으로 장기간 유산소 운동을 적용하였을 때  $V O_{2max}$ 가 23.6±2.8ml/kg/min에서 25.6±3.4ml/kg/min로 증가하고, 안정시 심박수가 78.8±8bpm에서 71±10bpm으로 유의하게 감소하여 심폐기능이 개선되었다고 보고한 연구의 결과<sup>17)</sup>와 유사한 것으로 생각되며, 또 Dvorak 등<sup>18)</sup>이 117명의 노인들을 대상으로  $VO_{2max}$  수준과 심혈관계 질환의 위험 요인과의 관계를 분석한 결과, 높은 수준의  $VO_{2max}$  수준이 심혈관계 질환의 위험 요인을 낮출 수 있다고 보고한 결과와 Erikssen 등<sup>19)</sup>이  $VO_{2max}$ 를 조금만 향상시킨다 하더라도 사망률의 위

험을 낮출 수 있다고 보고 한 연구들의 결과와도 유사한 것으로 생각된다.

본 연구에서 관찰한 신체구성 변인들과 근기능의 변인들 또한 12주 운동 후 긍정적인 변화를 보였는데, 표 5에서 체지방률은 남자 운동군이 11.5% 감소하고, 여자 운동군의 경우는 8.06% 감소하여 여러 선행 연구들의 결과와 유사하였다. 특징적으로 체지방량은 적지만 남녀 운동군에 있어 각각 2.86%와 2.48%씩 증가하여 노인의 기능수행 장애 정도를 줄이는 것이 중요하다고 보고한 홍승연<sup>20)</sup>의 연구결과와도 유사하였는데, 본 연구에서는 체지방량 이외에도 등속성 근기능을 측정한 결과, 하지 굴근의 증가율 보다도 신근의 증가율이 남녀 운동군에서 두드러지게 나타났다. 구체적으로 우측 굴근력은 남자 운동군이 2.47%, 여자 운동군이 8.89% 증가하였고, 우측 신근력은 남자 운동군이 10.89%, 여자 운동군이 9.33% 증가한 반면, 통계군들의 경우는 굴근력은 5-11% 감소하였고, 신근력은 7-9% 감소하였다. 이러한 결과는 좌측 굴근과 신근에서도 유사하게 나타났다.

사실, 노인에 있어 체지방량의 보존과 근기능의 유지는 운동뿐만 아니라, 일상생활을 영위해 나가는 데에도 매우 중요한 요인이다. 이와 관련된 선행연구들 중 8년간 5,036명의 65세 이상 노인들을 조사한 Janssen<sup>21)</sup>의 연구에 의하면 정상적으로 근육량을 가지고 있는 집단에 비해 심하게 근위축이 있는 집단의 장애발생률은 27%나 높다고 하였고, 또 Janssen 등<sup>22)</sup>은 심한 근위축 상태를 가진 노인들의 경우 기능적 손상이나 장래일 확률이 정상군에 비해 2-5배나 높았다고 보고한 바 있다. 다시 말해, 고령자에게 있어 체중이 아닌 근위축비만과 체지방률 증가가 노후의 신체기능에 부정적인 영향을 미친다고 할 수 있으며, 이와 관련된 질환의 발현과 그 결과로 인한 활동저하로 노화현상은 가속화된다는 홍승연<sup>20)</sup>의 연구결과는 시사하는 바가 매우 크다.

비만은 연령의 증가와 함께 발생하기 쉬우며, 이 질환으로 인해 합병증이 초래되어 삶의 질 저하 및 수명단축을 가중시키기 쉽다. 사실, 비만은 식생활의 변화만으로도 어느 정도 개선이 가능하나, 운동이 병행되어야만 그 효과를 배가시킬 수 있고, 노인들에게 비과학적인 단식 등을 강요했을 경우에는 오히려 체력저하 등의 부작용만을 유발시킬 수가 있다. 이와 같은 식생활의 변화는 언제나 가능하며 그 위험성 등이 잘 보고되고 있으나, 운동에 의한 비만 및 합병증의 감소 여부와 체력요소 등의 증가에 대한 연구보고는 많지 않은 것이 현 실정이다. 특히 노인에 있어 운동은 체지방량의 증가를 가져와 골다공증의 지연, 근기능의 활성화 및 심혈관계 기능의 증가를 맞이하게 할 수 있으나, 노인의 특성상 성인병을 적게는 세 가지 이상 보유하고 있으므로 이에 대한 운동양식의 효과는 명확히 제시되고

있지 못한 실정이다.

그러므로 위에서 제시된 몇 가지 문제점들을 보충하고자 시작한 본 연구는 비만과 합병증을 동반한 노인들을 대상으로 순수하게 운동만을 적용하더라도 대사변인이나 심혈관계 변인, 신체구성과 근기능에도 바람직한 변화를 제공하여 삶의 질 등을 개선하는데 도움이 된다고 할 수 있으며, 노인들에게 운동의 필요성을 강조하는 것이 무엇보다 중요한 것으로 생각된다.

## 요 약

### 연구배경

본 연구는 비만과 합병증을 동반한 노인들을 대상으로 순수한 운동의 효과만을 관찰하고자 12주간 운동프로그램을 적용하여 대사변인, 심혈관계 변인, 신체구성 성분 및 근기능에 대한 차이와 변화를 분석하였다.

### 방 법

대상은 65세 이상 노인들로, 비만으로 인한 동일한 합병증을 보유한 노인들을 선정하고자 범위를 고혈압, 고지혈증 및 당뇨병을 가지고 있는 노인들로 구성하였다. 피험자들은 운동에 참여하는 남자 운동군(n=19)과 비운동군(n=19), 여자 운동군(n=20)과 비운동군(n=20)으로 무선 배정하였고, 실험전과 12주 후 제 변인의 차이와 변화를 분석하였다.

### 결 과

실험 후 운동에 참여했던 노인들의 대사변인 중 혈당(BG)과 총콜레스테롤(TC)이 감소하여 정상수준으로 개선된 반면, 운동에 참여하지 않았던 노인들의 BG와 TC는 증가하여 대사기능이 쇠퇴함을 알 수 있었다. 심혈관계 변인들과 신체구성 성분 또한 운동에 참여한 집단에서 바람직한 변화를 보였고, 근기능 변인들에서 상호작용 효과가 유의하게 나타나 12주간의 운동이 노인들의 장애정도를 낮출 수 있는 것으로 분석되었다.

### 결 론

비만과 합병증을 동반한 노인들을 대상으로 순수하게 운동만을 적용하더라도 대사변인이나 심혈관계 변인, 신체구성과



근기능에 바람직한 변화를 제공하여 삶의 질 등을 개선하는데 도움이 된다고 할 수 있다.

## 중심단어

비만합병증, 대사변인, 심혈관계 변인, 신체구성, 근기능

## 참고문헌

1. Franklin BA. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription(6th Eds). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2000.(p214-6 and 140-50).
2. Swain DP, Leutholtz BC. Exercise Prescription. Champaign, IL: Human Kinetics. 2002.(p65-75).
3. Stewart AL, King AC, Haskell WL. An intervention to increase participation of seniors in class-based exercise. *Gerontologist* 1993;33:322.
4. Bo S, Rosato R, Ciccone G, Gambino R, Durazzo M, Gentile L, Cassader M, Cavallo-Perin P, Pagano G. What predicts the occurrence of the metabolic syndrome in a population-based cohort of adult healthy subjects? *Diabetes Metab Res Rev* 2009;25(1):76-82.
5. Yong-Seok, Jee. Mechanisms of clinical exercise prescription. Seoul in Korea: 21C Publishing Company. 2006.(p217-25).
6. Jiang Y, Hesser JE. Using item response theory to analyze the relationship between health-related quality of life and health risk factors. *Prev Chronic Dis* 2009;6(1):A30.
7. Andres R. Mortality and obesity: The rationale for age-specific height-weight tables. In W. R. Hazzard, E. L. Bierman, J. P. Blass, W. E. Ettinger, and J. B. Halter(Eds.), *Principles of geriatric medicine and gerontology*. New York: McGraw-Hill. 1994.(p847-53).
8. Shepard RJ. Aging, Physical Activity, and Health. Champaign, IL: Human Kinetics. 1997.(p9-12).
9. Hagberg RD. Exercise fitness and hypertension. In C Bouchard, RJ Shephard, T Stephens, JR Sutton, BD McPherson(Eds.), *Exercise, fitness and health : A consensus of current knowledge*. Champaign, IL: Human Kinetics. 1989.(p455-66).
10. Tipton CM. Exercise, training, and hypertension : An update. *Exerc Sport Sci Rev* 1991;19: 447-506.
11. Pollock ML. Exercise prescription for the elderly. In WW Spirduso, HM Eckert(Eds.), *Physical activity and aging*. Academy Papers No 22, Champaign, IL: Human Kinetics. 1989.(p163-74).
12. Pescatello LS, DiPietro L, Fargo AE. The impact of physical activity and physical fitness on health indicators among older adults. *J Aging Phys Act* 1994;2:2-13.
13. Duncan K, Harris S, Ardies CM. Running exercise may reduce risk for lung and liver cancer by inducing activity of antioxidant and phase II enzymes. *Cancer Lett* 1997;116:151-8.
14. Ueno T, Sugawara H, Sujaku K, Hashimoto O, Tsuji R, Tamaki S, Torimura T, Inuzuka S, Sata M, Tanikawa K. Therapeutic effects of restricted diet and exercise in obese patients with fatty liver. *J Hepatol* 1997;27:103-7.
15. Lermen J, Bruce RA, Sivarajan E, Pettet G, Trimble S. Low-level dynamic exercises for earlier cardiac rehabilitation: Aerobic and hemodynamic responses. *Arch Phys Med Rehab* 1976;57:335-60.
16. Perrin DH. Isokinetic exercise and assessment. *Human Kinetics*, 1993.(p48-51).
17. Donnelly JE, Jacobsen D. J., Snyder Heelan, K., Seip, R., and Smith, S. The effects of 18 months of intermittent vs continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition, and metabolic fitness in previously sedentary, moderately obese females. *Int J Obes* 2000;24:566-72.
18. Dvorak RV, Tchernof A, Starling RD, Ades PA, DiPietro L, Poehlman ET. Respiratory fitness, free living physical activity, and cardiovascular disease risk in older individuals: a doubly labeled water study. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85:957-63.
19. Erikssen G, Liestl K, Bjørholt J, Thaulow E, Sandvik L, Erikssen J. Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet* 1998;352:759-62.
20. Seung-youn Hong. The effects of obesity and sarcopenic obesity on physical function in Korean older adults. *Korean J Health Promot Dis Prev* 2008;8(4):256-64.
21. Janssen I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: The cardiovascular health study. *J Am Geriatr Soc* 2006;54(1):56-62.
22. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(5):889-96.
23. Chapman, IM. Obesity in old age. *Obesity and Metabolism* 2008;36:97-99.