

# Effects of Personalized Complex Aerobic Training Programs using Wearable Device on Cardiovascular and Respiratory Functions of Female Elderly

Jun-Young Song<sup>a</sup>, Sam-Ho Park<sup>a</sup>, Byeong-Soo Kim<sup>a</sup>  
 Tae-Won Ha<sup>a</sup>, Jin-Kyu Son<sup>a</sup>, Myung-Mo Lee<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University, Republic of Korea

<sup>b</sup>Department of Physical Therapy, Daejeon University, Republic of Korea

**Objective:** The purpose of this study was to examine the effect of personalized complex aerobic training programs using wearable device on cardiovascular and respiratory functions in community based female elderly.

**Design:** One group pre-post intervention study.

**Methods:** Twenty-one older female participants lived in ‘D’ city were included. The personalized complex aerobic training program using wearable devices was applied to all participants for 4 weeks, 3 times a week, 30 minutes for per session. The participants’ blood pressure, heart rate, oxygen saturation, respiration rate, submaximal exercise stress test, pulmonary function test and respiratory muscle strength test were evaluated before and after the complex training program.

**Results:** After intervention, resting diastolic blood pressure, resting systolic blood pressure and the systolic blood pressure after submaximal exercise stress test were significantly decreased over time ( $p < 0.05$ ), and the submaximal exercise stress test duration were significantly increased over time ( $p < 0.05$ ). The maximal inspiratory pressure (MIP) was significantly increased compare to before the intervention ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** This study showed that personalized complex training program using wearable device can provide personalized exercise intensity according to cardiopulmonary function that give feedback, and these interventions have a significant effect on improving the cardiovascular and respiratory system functions of the female elderly in the community dwelling.

**Key Words:** Aerobic exercise, Cardiovascular system, Respiratory function test, Wearable electronic devices

## 서론

현재 대한민국은 수십 년에 걸친 인구 구조의 변화와 생활의 개선, 그리고 의료기술 발달로 인해 평균 수명이 연장되어 노인 인구 수가 급격하게 증가하고 있는 추세이다[1]. 통계청 자료에 의하면 65세 이상 인구비율이 2014년도 12.7%에 비해 2019년도에는 14.9%로 ‘고령사회’로 진입하였으며, 2025년도에는 전체 인구 5명 중 1명이 노인인 ‘초고령 사회’에 도달할 것으로 전망하였다[1]. 이에 더하여 10대 사망원인 중 암에 이어 심혈관질환, 뇌혈관질환, 폐렴, 만성 하기도질환과 같은 심장, 호흡계통 질환

이 주요 사망원인으로 포함되어 있다고 하였다[2].

연령이 증가할수록 신체활동이 감소하며, 심혈관계의 해부적·생리적인 기능이 노화로 인하여 심혈관질환의 발병률이 증가한다[3]. 특히 여성노인의 경우, 폐경 이후 35% 가량의 혈청 중성지방이 증가하여 심혈관질환의 위험도가 급격히 증가한다[4]. 심혈관질환을 예방하기 위한 여러 방법 중 규칙적인 운동은 심혈관 기능을 향상시키고, 고혈압이나 당뇨와 같은 대사증후군 위험요인을 개선시켜 심혈관계 질환 위험을 낮출 수 있다[5]. 유산소 운동은 혈중 지단백의 농도와 혈압을 정상화하고 체중감소, 심폐기능과 근력의 유지 및 향상, 그리고 혈당 항상성 유지에 도

Received: Sep 23, 2021 Revised: Dec 6, 2021 Accepted: Dec 8, 2021

Corresponding author: Myung-Mo Lee (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2192-1701>)

Department of Physical Therapy, Daejeon University, 62, Daehak-ro, Dong-gu, Daejeon city, Republic of Korea, 34520

Tel:\*\*\*-\*\*\*\*-\*\*\*\* Fax: +82-42-280-4295 E-mail: mmlee@dju.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/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2021 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

음을 줌으로써 심혈관계 질환의 발생위험도를 낮출 수 있다[6-8].

노인의 운동실태를 조사했을 때, 주요 운동활동은 걷기가 71.7%로 단순활동이 대부분이며, 공설 및 민간 운동시설 등 전문적인 운동시설에서 운동을 하고 있는 자는 10% 미만으로 매우 낮은 것으로 나타났다[9]. 이를 개선하기 위하여 다양한 신체활동 프로그램 구성 및 개인별 맞춤 서비스, 제도적 개선 등 노인의 신체활동 활성화를 위한 장기적인 전략 및 방안이 여러 방면으로 추진되고 있다[10]. 현재 기존의 운동프로그램은 심폐 및 호흡기능 향상을 위한 중재 방법으로 주로 유산소 운동을 활용하고 있지만[11], 이 외에도 다양한 중재 방법을 활용하여 심폐 및 호흡기능을 향상시킨 여러 사례들이 최근 꾸준히 보고되고 있다[12, 13].

최근 초연결사회로 발전함에 따라 스마트폰 등의 PDA(Personal digital assistant)와 웨어러블 디바이스, 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 등 스마트 디바이스(Smart device)의 대중화가 빠른 속도로 진행되면서 U-헬스케어 시대가 전개되고 있다[14]. 특히 실시간으로 개인의 신체 수준에 맞춘 운동처방이 가능하도록 하는 웨어러블 디바이스 산업은 의료서비스의 패러다임을 바꾸는 메가트렌드로 부상하였다[15]. 미국 스포츠 의학회(American College of Sports Medicine, ACSM)에서 보건의 피트니스 전문가들을 대상으로 한 ‘2020 피트니스 트렌드’ 설문에서도 웨어러블 테크놀로지(Wearable technology)가 2년 연속으로 가장 주목할만한 키워드 1위로 기록하였다[16].

이렇듯 웨어러블 디바이스 산업 분야에서 노인을 위한 웨어러블 디바이스가 개발 및 상용화되고 있으나[17], 이를 활용하기 위한 연구나 프로그램 등은 부족한 실정이다. 노인을 위한 맞춤형 웨어러블 장비에 대한 개발이 활발하게 이루어지고 있는 현 상황에서 노인을 위한 맞춤형 프로그램을 웨어러블 디바이스와 결합한다면, 맞춤형 프로그램에 대한 새로운 효과를 확인할 수도 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 지역사회 노인에게 웨어러블 디바이스를 활용하여 개인별 맞춤형 복합 유산소 운동프로그램을 제공하였을 때 심혈관계 및 호흡기능 향상에 미치는 영향을 비교분석하고자 한다.

## 연구방법

### 연구 대상자

본 연구는 D시 소재의 복지·요양 시설 프로그램에 참여하고 있는 65세 이상의 여성노인을 대상으로 하였다. 대상자의 선정기준으로는 노인성 대사질환인 당뇨, 고혈압, 고지혈증, 관절염 등이 있지만 약물로 조정 가능한 자,

관상동맥질환의 가족력이 있는 자, 30분 이상 보행이 가능한 자로 선정하였다. 제외기준은 빈맥성 부정맥이 있는 자 또는 서맥성 부정맥이 있는 자, 3개월 이내 병원에 입원 경험이 있는 자, 고위험 불안정성 협심증이 있는 자, 안정 시 심한 고혈압(수축기 혈압 200mmHg 이상, 확장기 혈압 110mmHg 이상)인 자, 조절되지 않는 심부전이 있는 자, 2일 이내 급성 심근경색증이 발현한 자[18], 운동 검사를 적절히 수행할 수 없는 정신적, 신체적 결손이 있는 자, 참여율이 70% 미만인 자로 하였다. 모든 대상자들에게 실험에 관한 충분한 설명을 하였으며, 대상자들의 이해를 바탕으로 실험 참여 동의와 최대한 운동부하검사에 대한 동의하에 연구를 시행하였다. 본 연구에 참여한 연구자는 모든 과정에서 헬싱키 선언의 원칙을 준수하여 연구를 진행하였다.

### 연구 절차

본 연구는 단일그룹 사전·사후 검사설계(One group pre-post test design)로, 복합적인 유산소 훈련이 심혈관 및 호흡기능 향상에 미치는 영향을 알아보기 위하여 65세 이상 노인 21명을 모집하였다. 모든 대상자들은 중재에 따른 심혈관계 및 호흡계의 효과를 알아보기 위하여 사전, 사후 활력징후 검사, 최대한 운동부하검사, 폐기능 검사 그리고 호흡 근력 검사를 실시하였다. 본 연구의 설계는 다음과 같다(Figure 1).

### 중재방법

본 연구에 이용한 맞춤형 복합 유산소 운동프로그램은 준비 운동(5분), 본 운동(20분), 마무리 운동(5분)으로 구성되었으며, 1회당 30분, 주 3회로 총 4주간 시행하였다. 준비 운동은 최대 심박수의 40% 미만 강도의 가벼운 동작으로 구성되어 있어 중재 시 체온을 상승시키고, 더 많은 산소가 활동 근육으로 공급될 수 있게 하여 부상을 방지하고자 실시하였다. 본 운동은 총 20가지 항목으로 구성되어 있으며, 대상자들의 흥미도가 저하되는 것을 방지하기 위하여 1~2주차와 3~4주차의 운동을 각기 다르게 실시하여 대상자들의 참여를 유도하였다(Table 1). 대상자들의 수행 수준을 고려하여 수준 별 운동프로그램을 영상으로 제작하였으며, 각 동작 당 40초간 운동 동작과, 20초간 휴식을 제공하는 방식으로 구성하였다. 영상에는 운동명칭, 남은 시간, 다음 동작 등을 표시함으로써 원활한 진행과 휴식을 유도하였다(Figure 2).

대상자는 스마트 밴드(Things smartband3, Shenzhen IWOWN Technology, China)를 착용한 후 매회 실시간 안정심박수를 확인하였다. 스마트밴드와 자체 제작한 스마트폰 어플리케이션을 연동시킨 후, 안정심박수와 함께

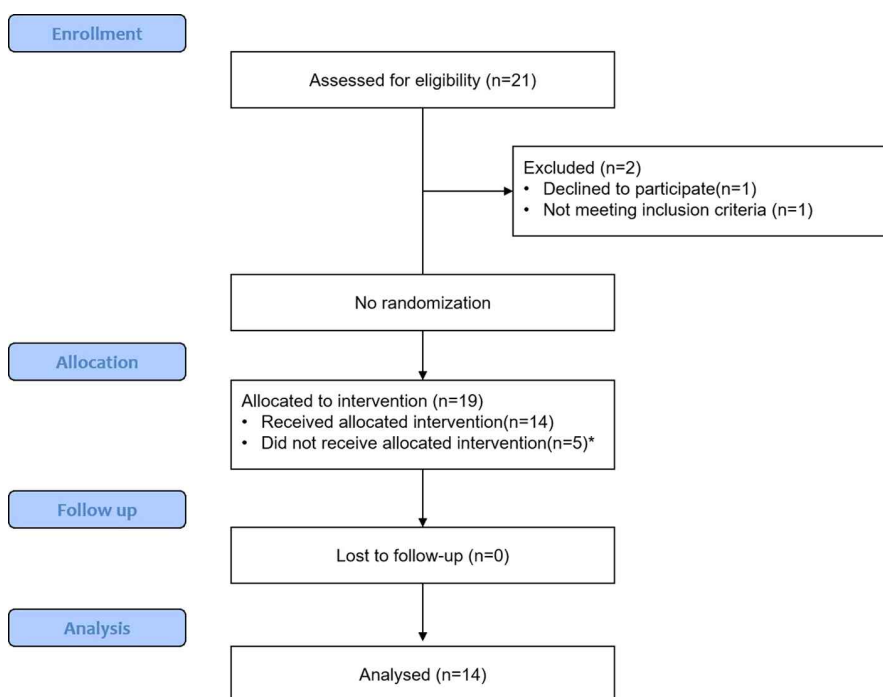


Figure 1. CONSORT (Consolidated Standards for Reporting of Trials) study flow diagram

Table 1. Consists of complex aerobic exercise program

Contents	Time	List	
Warm-up	5 min	Warm-up	
Main exercise	20 min	1~2 week exercise program	
		3~4 week exercise program	
		1. Running in place	1. Knee-kick with arm-waving
		2. Side step	2. Inside kick up
		3. Side step with arm lift	3. Outside kick up
		4. Knee kick with arm-waving	4. Combination kick up
		5. Side leg raise	5. Standing crunch
		6. Overhead squat	6. Kick & Jump
		7. Crossover lunge	7. Jumping jack with partner
		8. High-kick with arm-waving	8. Shoulder push with partner
		9. Skate lunge	9. Butt kicks
		10. Lunge with under clap	10. Slow burpee test
		11. Bird dog	11. Butterfly stretch
		12. Semi bicycle crunch	12. Side bending
		13. Side flank	13. Crunch
		14. Knee-kick with arm-waving	14. Bridge exercise
		15. Side leg raise	15. Knee-kick with arm-waving
		16. Overhead squat	16. Inside kick up
		17. Crossover lunge	17. Outside kick up
		18. High-kick with arm-waving	18. combination kick up
19. Skate lunge	19. Standing crunch		
20. Lunge with under clap	20. Kick & Jump		
Cool down	5 min	Cool down	



Figure 2. Exercise program video



Figure 3. Real time heart rate monitoring



Figure 4. Exercise stress test using treadmill



Figure 5. Pulmonary function test

사전검사 시 측정된 최대심박수를 이용하여 카르보넨 공식에 대입하여 노인의 적정 유산소 운동 강도인 최대 심박수의 60~80%[5]가 되었을 때 화면에 표시될 수 있도록 하였다. 대상자 5명당 1명의 연구 보조원 감독 하에 낙상 및 무리한 운동으로 인한 호흡곤란, 심장마비 등의 안전에 유의하며 실시하였다. 또한 연구 보조원은 운동 시 모바일 기기를 이용하여 실시간으로 심박수를 모니터링 하였다(Figure 3). 적정운동 강도의 심박수 60~80%에 미치지 못한 대상자에게는 큰 동작과 빠른 움직임을 유도하고 격려를 함으로써 적정 심박수에 도달할 수 있도록 유도하였고, 제시한 기준치 이상의 심박수를 보이는 대상자에게는 가벼운 동작유도와 함께 심호흡을 시키면서 적정 심박수로 낮출 수 있도록 하였다. 대상자는 중재기간동안 최소 14분 이상(60% 이상) 적정 심박수를 유지할 수 있도록 하였다. 마무리 운동은 서서히 강도를 줄여 운동 전 안정심박수로 돌아갈 수 있도록 스트레칭을 실시하였다.

측정방법 및 도구

활력징후 및 최대하 운동부하검사

최대하 운동부하검사에 앞서 대상자의 안정심박수,

혈압 등의 활력 징후를 측정하였다. 혈압은 대상자가 안정을 취한 상태에서 측정하였으며, 측정 사이 3분간의 휴식시간을 제공하였고, 두 번의 혈압을 측정한 평균값을 사용하였다. 운동강도에 따른 협심증, 부정맥, 심폐기능 등 심혈관 기능을 평가하고 운동 강도를 조절할 수 있는 운동 처방을 위해 최대하 운동부하검사를 실시하였다. 본 연구에서는 고위험요인 대상자에게 적용할 수 있도록 트레드밀을 이용하여 수정된 브루스 프로토콜 (Modified Bruce Protocol)에 따라 최대하 운동부하검사를 시행하였다. 운동 수행 간 심박수, ST분절 및 T파의 이상 유무, 조기 심실 수축 변화를 포함하여 심전도상 이상 리듬 관찰을 위해 무선심전도((SCH-U7, Solmitech, korea)장치를 왼쪽 가슴에 부착 후 최대하 운동부하검사를 실시하였다. 연구 보조원은 최대하 운동부하검사 중 대상자의 심전도 파형과 심박수를 블루투스 수신된 모바일 기기 및 모니터로 실시간 모니터링 하면서 통증의 유무, 피로감, 숨 가쁨 등의 증상 관찰을 위해 구간별 운동자각도를 3분마다 실시하였다(Figure 4). 대상자 스스로 수행이 어려운 시점에서 트레드밀을 정지하였으며 이 때의 심박수를 최대 심박수로 기록하였다. 동시에 최대하 운동부하검사 이전과 마찬가지로 활력 징후를 측정하였다.

## 폐기능 검사

전반적인 폐기능을 평가하기 위하여 폐활량 측정기 (HI-101, Chest M.I. Inc, Japan)를 사용하였다. 정확한 폐활량 측정을 위해서 연구 보조자는 대상자가 이해할 수 있도록 측정 방법에 대한 충분한 설명과 함께, 반복적인 심호흡 시 약간의 두통 및 어지러움이 발생할 수 있다는 주의사항 등을 고지하였다. 검사 전 연구 보조원이 먼저 시범을 보여줌으로써 대상자의 이해를 도왔으며, 대상자 앞에서 지속적으로 구두로 피드백을 주었다(Figure 5). 검사 과정에서의 피로를 줄이기 위해 측정 간 최소 5분 이상, 대상자가 원하는 만큼 충분한 휴식을 제공하였다. 검사 항목으로는 최대 흡기 후 강하고 빠르게 내릴 수 있는 공기량인 노력성 폐활량(Forced vital capacity, FVC), 1초 동안에 내릴 수 있는 최대 공기량인 1초간 노력성 호기량(Forced expiratory volume at 1sec, FEV1), 폐쇄성 폐질환의 유무를 판단할 수 있는 노력성 폐활량에 대한 1초간 노력성 호기량의 비율(Forced expiratory volume at 1sec/Forced vital capacity, FEV1/FVC), 주어진 시간 동안 가능한 빠르게 심호흡을 하여 이 시간 동안의 공기량을 측정할 수 있는 최대 환기량(Maximum voluntary ventilation, MVV)값을 측정하였다. 각 검사 항목에 대하여 1회 측정하였다.

## 호흡근력 검사

호흡근력의 간접적인 측정을 위해 호흡압력계(MicroRPM, Vyair Medical, Inc., U.S.A)를 이용하였다. 검사항목으로는 숨을 들이마실 때 가장 중요한 근육인 횡격막의 근력을 나타내는 최대흡기압(Maximal Inspiratory Pressure, MIP)과 내뿔을 때 중요한 복부근육의 근력을 나타내는 최대 호기압(Maximal Expiratory Pressure, MEP)을 측정하였다. 연구 보조자는 대상자에게 “시작”이라는 구두 지시 후 대상자가 최소 3초 이상 자세를 유지할 수 있도록 하였고 “그만”이라는 구두 지시로 종료 시점을 알렸다. 측정 간 최소 30초 이상, 대상자가 원하는 만큼 충분한 휴식을 제공하였으며, 각 검사 항목에 대하여 각각 3회 측정 후 최대 값을 구하였다.

## 자료분석

본 연구의 모든 자료는 SPSS ver. 25.0(IBM, Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 평균과 표준편차로 표현하였으며, 정규분포를 확인하기 위하여 Kolmogorov Smirnov 검정을 실시하였다. 모든 연속형 범주에 대하여 중재 전·후에 따른 측정 결과의 비교를 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 통계적 유의수준( $p$ )는 .05로 설정하였다.

## 연구결과

모집된 대상자 21명을 대상으로 선별검사에서 2명이 제외되었으며, 중재 참여율 70% 미만인 자( $n=5$ )가 제외되어 총 14명의 데이터가 수집되었다. 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 2).

대상자들의 체중과 안정 시 수축이완 혈압, 그리고 최대하부하검사 후 수축혈압이 통계학적으로 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ). 대상자들의 최대하부하검사 지속시간은 중재 전에 비해 중재 후 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ) (Table 3). 대상자들의 폐 기능에서는 유의한 차이가 없었으며, 최대흡기압에서 유의한 향상이 나타났다( $p<0.05$ ) (Table 4).

## 고찰

본 연구는 지역사회 여성 노인에게 적용한 복합적인 맞춤형 유산소 운동프로그램이 심혈관 및 호흡기능에 미치는 영향을 확인하기 위해 실시하였다. 그 결과로는 체중과 안정 시 수축이완 혈압, 최대하 운동부하검사 지속시간, 최대하 운동부하검사 후 수축혈압, 그리고 최대흡기압에서 유의한 향상이라는 결과를 확인할 수 있었다.

본 연구에서 중재 적용 후 대상자들의 안정시 수축기 혈압은 평균적으로 11.43mmHg가 감소하였으며, 이완 혈압은 평균 7.07mmHg만큼 감소하였다. Lemos E 등 [19]의 연구에서 역시 노인을 대상으로 규칙적인 유산소 운동을 적용한 이후 수축기 혈압, 평균동맥압 및 안정심박수가 감소된 것을 확인할 수 있으며, 이는 심혈관 기능의 향상되어 심근의 부담이 감소하였음을 의미한다. 본 연구 결과로써 심혈관 기능에 대해 긍정적인 효과가 나타난 점은 선행 연구의 결과를 뒷받침할 수 있다.

연령이 증가하면 혈중지질 농도가 증가하고, 혈관 내 콜레스테롤의 축적되어 혈관의 직경을 감소시킨다. 또한 혈관 탄성이 떨어져 혈관의 저항을 증가시켜 혈압이 상승하고, 관상동맥을 협착시켜 심혈관질환의 원인이 될 수

**Table 2.** General characteristics

General characteristic	Participants (n=14)
Age (year)	71.36 (4.90)
Height (cm)	154.57 (5.39)
Weight (kg)	55.98 (5.36)
BMI*(kg/m <sup>2</sup> )	23.51 (2.88)

Values are presented as mean (SD)

\* : body mass index

**Table 3.** differences of vital sign and exercise stress test factor between pretest and posttest (n=14)

	Pre	Post	Diff	t	p
Weight (kg)	55.98 (5.36)	54.59 (5.67)	1.39 (1.26)	4.137	0.001*
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.52 (2.88)	22.93 (2.89)	0.59 (0.53)	4.162	0.001*
Resting heart rate (bpm)	79.07 (5.62)	76.5 (7.42)	2.57 (6.26)	1.537	0.145
Resting systolic blood pressure (mmHg)	142.00 (18.60)	130.57 (10.93)	11.43 (15.36)	2.785	0.015*
Resting diastolic blood pressure (mmHg)	83.71 (7.69)	76.64 (6.23)	7.07 (6.93)	3.816	0.002*
Exercise stress test duration (sec)	637.86 (156.11)	688.64 (121.55)	-50.79 (83.58)	-2.273	0.041*
Maximal heart rate during exercise stress test (bpm)	157.86 (21.57)	151.07 (18.89)	6.79 (16.52)	1.537	0.148
Systolic blood pressure after exercise stress test (mmHg)	185.14 (16.82)	178.57 (14.92)	6.57 (10.60)	2.319	0.037*
Diastolic blood pressure after exercise stress test (mmHg)	91.07 (9.74)	87.79 (11.50)	3.29 (10.51)	1.169	0.263
Ratings of perceived exertion	15.14 (0.48)	15.14 (0.28)	0.00 (1.66)	0.000	1.000

The values are presented mean (SD)

\* :  $p < 0.05$

**Table 4.** differences of pulmonary function test and respiratory muscle test factor between pretest and posttest (n=14)

	Pre	Post	Diff	t	p
FVC (L)	2.15 (0.57)	2.15 (0.37)	-0.01 (0.25)	-0.075	0.941
FEV1.0 (L)	1.74 (0.45)	1.72 (0.43)	0.02 (0.12)	0.500	0.625
FVC / FEV1.0 (%)	80.98 (11.61)	79.69 (13.37)	1.29 (7.30)	0.662	0.520
MVV (L/min)	61.99 (23.10)	61.47 (20.29)	0.51 (7.66)	0.251	0.806
MIP (% mmH <sub>2</sub> O)	51.79 (11.28)	62.86 (17.51)	-11.07 (11.74)	-3.527	0.004*
MEP (% mmH <sub>2</sub> O)	52.21 (16.98)	51.43 (16.67)	0.79 (6.02)	0.489	0.633

The values are presented mean (SD) \* :  $p < 0.05$

FVC : Forced vital capacity, FEV : Forced expiratory volume, MVV : Maximum voluntary ventilation, MIP : Maximal inspiratory pressure, MEP : Maximal expiratory pressure

있다[20]. 이러한 심혈관 요인을 개선하기 위한 방법으로 규칙적인 운동이 심장질환의 예방과 개선에 효과가 있음이 선행 연구를 통해 밝혀지고 있다[21, 22]. 유산소운동이 혈압을 낮추는 기전에 대해서 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았지만, 교감신경계의 활성 감소, 혈관내피세포에서의 이완물질의 유리 증가, 대동맥의 탄성력 증가, 혈관직경의 변화 등 여러 복합적인 원인으로 인해 혈압 상승을 억제시킬 것이라 보고되고 있다[21]. 고혈압 환자에게 8~12주간 트레드밀 운동 프로그램을 적용한 후에 혈압이 유의하게 감소하였다는 보고가 있었으며[23], 또한 65세 이상의 여성노인을 대상으로 1년간 유산소 운동을 포함한 복합운동이 수축기 및 이완기 혈압 감소에 유의한 효과가

있다는 보고가 있었다[24]. 이러한 선행연구의 결과를 볼 때 본 연구의 복합적인 유산소성 운동 후 최대하 운동부하검사에서의 긍정적인 변화는 혈관 탄성도의 증가와 혈중지질농도 감소가 본 연구결과에 영향을 미쳤다고 사료된다.

일반적으로 호흡기능은 노화가 진행됨에 따라 점차적으로 감소한다[25]. 하지만 유산소운동을 통해 이러한 호흡기능의 저하를 방지할 수 있다[26, 27]. 본 연구에서는 폐기능 검사시 FVC, FEV, FVC/FEV 및 MVV에서 유의한 값을 찾을 수는 없었다.

일반적으로 호흡기능은 노화가 진행됨에 따라 점차적으로 감소한다[25]. 하지만 유산소 운동을 통해 이러한 호

흡기능의 저하를 방지할 수 있다[26, 27]. 선순창[28]의 연구에서 12주간 순환운동을 노인여성에게 적용하였을 때, 전반적인 폐기능이 향상된 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서는 본 연구에서는 폐기능 검사 시 FVC, FEV, FVC/FEV 및 MVV에서 유의한 변화가 없었다. 이에 대하여 본 연구에서 다음과 같은 결과가 도출된 원인으로, 선행연구와 비교하였을 때, 폐기능의 향상을 이끌어내기 위한 중재기간이 다소 짧았으며, 폐기능의 향상을 이끌어내기 위해선 장기간의 중재기간이 필요한 것으로 사료된다.

호흡근력 검사에서 MIP는 증가하여 긍정적인 효과가 나타났으나, MEP는 유의한 효과가 나타나지 않았다. 이는 8주간 윗몸일으키기와 왕복달리기를 통한 호흡근 운동이 MIP와 MEP에 미치는 영향에서 MIP에선 유의한 차이를 보인 반면 MEP에서는 유의하지 않았다는 결과와 상응한다[29]. 폐기능이 크게 변화하지 않은 상태에서 MIP가 상승한 것은 가슴횡과근의 용적이 변화하지 않은 상태에서 횡과근의 흡기압력이 증가하였다는 것을 의미한다[30]. 반면 MEP의 효과가 나타나지 않은 것은 유산소 운동프로그램 구성과정에서 강제 호기근의 작용을 유도할만큼의 강도에 도달하지 않아 MIP에 비해 상대적으로 호기근 향상을 가져오지 못해 MEP값이 유의하지 않았다고 사료된다. 본 연구는 여성노인을 대상으로 심폐기능 향상에 초점을 맞춘 연구들이 부족한 상황에서 운동강도 별 복합적인 유산소 운동프로그램을 실시하여 대상자들의 신체적인 변화와 더불어 심폐 지구력에서 긍정적인 연구결과를 확인하였다. 향후 여성노인을 대상으로한 운동강도에 따른 복합적인 유산소운동 중재의 지속적인 효과 여부에 대한 자료를 제공할 수 있다는 점에서 임상적 의의가 있다고 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 4주간의 짧은 중재 기간으로 인해 충분한 심혈관 및 호흡 근력 향상 기간을 이끌어내지 못했다는 점이 있지만, 김태왕 등[31]의 연구에 따르면 4주라는 비교적 단기간의 복합운동을 통해서도 일부 체력 및 심혈관계 개선 효과가 있다는 것으로 나타나고 있다. 향후 연구에서 좀 더 객관적인 결과를 도출하기 위해선 장기간 적용할 수 있는 맞춤형 유산소운동프로그램을 제안한다. 둘째, 최초 대상자가 21명에서 사전평가 및 중재, 사후평가 과정에서 탈락함으로 인해 14명으로 탈락자가 발생하였으며, 이로 인해 표본의 크기가 충분하지 못하였다는 점이었다. 이는 연구 대상자 모집 기간을 충분한 시간을 두고 노인 인구가 밀집한 지역 및 일상생활을 제외한 특별한 활동이 없는 자를 모집하여 탈락변수를 최대한 줄이는 것을 추천한다. 셋째, 본 운동프로그램에 대한 효과를 검증하기 위한 비교대상을 포함시킬만큼 충분한 대상자를 연구에 포함시키지 못하였다는 점이었다.

본 연구에서는 대상자 선정 과정에서 선정기관 내 프로그램 대상자가 다른 운동프로그램을 진행하고 있기 때문에 동일한 대조군을 설정하는 것이 어려우며, 향후 연구에서는 운동프로그램에 대한 효과를 확인하기 위해 운동프로그램 중재를 가하지 않는 대조군을 포함시킬 것을 추천한다. 이러한 제한점에도 불구하고 대상자의 운동강도를 맞춤형으로 적용할 수 있으며, 이를 통해 향후 연구에서 지역사회 노인의 심장호흡 기능을 증진하기 위한 방법으로 제안할 수 있을 것이다.

## 결론

본 연구에서는 복지관 프로그램에 참여하고 있는 65세 이상 여성노인 14명을 대상으로 4주간의 운동강도별 복합적인 유산소 운동프로그램이 심혈관 및 호흡기능 향상에 미치는 영향을 알아보고자 시행하였다. 그 결과로는 심혈관과 관련된 부분에서 체중, BMI, 안정 시 수축기 및 이완기 혈압, 최대하 운동부하의 지속시간과 최대하 운동부하 후 수축기 혈압, 그리고 MIP의 유의한 변화를 보였다. 이를 통해 폐 기능의 향상은 미미하였으나, 심폐 기능과 호흡 기능이 향상된 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과를 통해 지역사회 여성노인의 맞춤형 복합 유산소 운동프로그램이 임상적 및 후행 연구의 지표로 유용하게 적용될 것이라 사료된다.

## 이해 충돌

본 연구의 저자들은 연구, 저작권 및 출판과 관련하여 잠재적인 이해충돌이 없음을 선언합니다.

## 참고문헌

1. 2019 Statistics on the Aged [press release]. 2019.
2. Rodgers JL, Jones J, Bolleddu SI, Vanthenapalli S, Rodgers LE, Shah K, et al. Cardiovascular Risks Associated with Gender and Aging. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2019;6(2).
3. Korea S. 2016 Cause of death statistics. In: Korea S, editor. 2017.
4. Hokanson JE, Austin MA. Plasma triglyceride level is a risk factor for cardiovascular disease independent of high-density lipoprotein cholesterol level: a meta-analysis of population-based prospective studies. *Journal of cardiovascular risk.* 1996;3(2):213-9.
5. Sanders M, Medicine ACoS. ACSM's health/fitness facility standards and guidelines: Human Kinetics;

- 2018.
6. Rauramaa R, Leon AS. Physical activity and risk of cardiovascular disease in middle-aged individuals. *Sports Medicine*. 1996;22(2):65-9.
  7. Koller A. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*. 2000;101(14):e164-e.
  8. Wannamethee SG, Shaper AG. Physical activity in the prevention of cardiovascular disease. *Sports medicine*. 2001;31(2):101-14.
  9. Chung K. 2017 National Survey of Older Koreans: Findings and Implications. Ministry of Health and Welfare; 2018.
  10. Yoon MR. 2019 Physical activity of integrated community health promotion project guide (physical activity). In: Welfare MoHa, editor. Health Promotion Division 2019.
  11. Chae YR, Kim J-I, Lim KC. Relationship between physical activity and cardiovascular outcomes in the Korean elderly: Review of experimental studies. *Korean Journal of Women Health Nursing*. 2014; 20(4):309-17.
  12. Kim BS, Kim JH, Park SH, Seo HS, Lee HS, Lee MM. Effect of a respiratory training program using wind instruments on cardiopulmonary function, endurance, and quality of life of elderly women. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*. 2018; 24:5271.
  13. Alvarenga GMd, Charkovski SA, Santos LKd, Silva MABd, Tomaz GO, Gamba HR. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. *Clinics*. 2018;73.
  14. Park SY, Lee JH. An exploratory study on smart wearable and game service design for u-silver generation: U-Hospital solution for the induction of interest to carry out personalized exercise prescription. *Science of Emotion and Sensibility*. 2019;22(1): 23-34.
  15. Jung K. Trend and prospect of healthcare wearable device. Cheongju, Korea: Korea Health Industry Development Institute. 2013.
  16. Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2020. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 2019; 23(6):10-8.
  17. Park IM, No JH, Choe BG, Sin MJ. 헬스케어용 웨어러블 디바이스의 개발 및 응용 현황. *ICROS*. 2016; 22(4):27-34.
  18. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;128(8):873-934.
  19. Teixeira de Lemos E, Oliveira J, Páscoa Pinheiro J, Reis F. Regular physical exercise as a strategy to improve antioxidant and anti-inflammatory status: benefits in type 2 diabetes mellitus. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2012;2012.
  20. North BJ, Sinclair DA. The intersection between aging and cardiovascular disease. *Circulation research*. 2012;110(8):1097-108.
  21. Myers J. Exercise and cardiovascular health. *Circulation*. 2003;107(1):e2-e5.
  22. Igarashi Y, Akazawa N, Maeda S. Regular aerobic exercise and blood pressure in East Asians: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical and Experimental Hypertension*. 2018;40(4): 378-89.
  23. Pagonas N, Dimeo F, Bauer F, Seibert F, Kiziler F, Zidek W, et al. The impact of aerobic exercise on blood pressure variability. *Journal of human hypertension*. 2014;28(6):367-71.
  24. Han G, Lee Y, Ko W, Cho B. Effect of exercise therapy on elasticity of the blood vessels. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(5):401-3.
  25. Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clinical interventions in aging*. 2006;1(3):253.
  26. Hollmann W, Strüder HK, Tagarakis CV, King G. Physical activity and the elderly. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2007;14(6):730-9.
  27. Vigorito C, Giallauria F. Effects of exercise on cardiovascular performance in the elderly. *Frontiers in physiology*. 2014;5:51.
  28. 성순창. 순환운동이 비만 노인 여성의 신체구성 및 폐 기능에 미치는 영향. *한국스포츠학회지*. 2018;16(2): 541-9.
  29. Kim DS, Jeon BH. Effects of 8 Weeks of Inspiratory Muscle Training on Pulmonary Function and Maximum Inspiratory Pressure and Skill-related Physical Fitness in Women. *The Asian Journal of Kinesiology*. 2018;20(1):27-33.
  30. Jung H, Lee D. Impact of concurrent inspiratory



muscle and aerobic exercise training on pulmonary function and cardiopulmonary responses. *Exercise Science*. 2012;21(3):373-84.

31. 김태왕, 양점홍, 정선태. 발육, 발달학: 여성 고령자에 대한 복합운동 프로그램이 생활체력에 미치는 영향 프로그램 실시기간별 비교. *한국체육학회지*. 2004;43(6): 951-8.