

# Influence of Home Based Exercise Intensity on the Aerobic Capacity and 1 Year Re-Hospitalization Rate in Patients with Chronic Heart Failure

Ho Youl Ryu<sup>1</sup>, Ki Song Kim<sup>2</sup>, In Cheol Jeon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cardiac Wellness Center, Severance Cardiovascular Hospital, Yonsei University Health System, Seoul; <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Life & Health Science, Hoseo University, Asan, Korea

**Purpose:** This study investigated the effects of home-based exercise intensity on the aerobic capacity and 1 year re-hospitalization rate in patients with chronic heart failure (CHF).

**Methods:** Forty seven patients with CHF (males 33, females 14, age  $61.3 \pm 9.8$  years) participated in this study. The patients were allocated randomly to 3 groups in accordance with home-based exercise intensity: no home based exercise (NHE, 40%, n = 19), moderate intensity home-based exercise (MIHE, 43%, n = 20), and high intensity home based exercise (HIHE, 17%, n = 8). All patients completed the symptom-limited cardiopulmonary exercise (CPX) test safely at the cardiac rehabilitation hospital.

**Results:** The NHE group significantly showed lower peak  $\text{VO}_2$  and a higher  $\text{VE}/\text{VCO}_2$  slope than the MIHE ( $p < 0.05$ ) and HIHE ( $p < 0.01$ ) groups. On the other hand, the NHE group did not show significant differences in the other hemodynamic responses, such as heart rate (HR) max, HR reserve, maximal systolic blood pressure (SBP), and SBP reserve. Nine out of 19 NHE patients (47%) were re-hospitalized related to heart disease and two out of 20 MIHE (10%) patients were re-hospitalized, but nobody in the HIHE group were re-hospitalized within 1 year from the CPX test.

**Conclusion:** In patients with CHF, home-based self-exercise is one of the important factors for reducing the re-hospitalization rate. In addition, improved aerobic capacity is strongly associated with a lower re-hospitalization rate. In particular, re-hospitalized CHF patients showed significant differences in respiratory parameters and hemodynamic parameters compared to the non-re-hospitalized patients.

**Keywords:** Heart failure, Aerobic capacity, Self-management

## 서론

심부전(heart failure)이란 심장의 구조적 혹은 기능적 이상으로 인한 원 심실의 혈액 박출 감소로 호흡곤란, 부종 등을 동반하는 임상 증후군이다.<sup>1,2</sup> 심부전은 크게 허혈성(ischemic) 심부전과 비허혈성(non-ischemic) 심부전으로 구분되는데,<sup>3</sup> 원인이 무엇이든 만성화되면 근육 감소,<sup>4</sup> 일상생활 중 피로도 증가, 불안, 우울, 삶의 질 하락, 재입원율 증가 등 악순환의 연결 고리에 빠지게 된다.<sup>5,6</sup>

현대 의학의 발달에도 불구하고 만성 심부전(chronic heart failure, CHF) 환자의 재입원율은 더욱 높아질 것으로 전망된다. 과거에는 사망할 수밖에 없었던 질환에 대한 수술이나 급성 심장 마비를 일으킬 수 있는 심실빈맥(ventricular tachycardia)과 같은 치명적인 부정맥을

예방해주는 삽입형 제세동기(implantable cardioverter defibrillator) 등의 발달로 인해 고령의 CHF 환자 수는 더욱 늘어날 것이기 때문이다.<sup>7</sup>

CHF 환자의 재입원율은 최대 유산소 운동능력이 높을수록 유의하게 낮은 특성이 있다.<sup>6</sup> 최대 유산소 운동 중 측정된 호흡가스 변인들 중 최고 산소 섭취량(peak  $\text{VO}_2$ ), 이산화탄소 환기당량 기울기( $\text{VE}/\text{VCO}_2$  slope, V slope) 등의 호흡가스 변인은 환자의 사망률이나 재입원율, 삶의 질을 예측하는데 있어 매우 중요한 지표 중 하나이다.<sup>8</sup>

CHF 환자의 예후에 영향을 미치는 최대 유산소 운동능력은 체계적인 운동 훈련을 통해 향상시킬 수 있다. 규칙적인 유산소 훈련을 통한 심폐 지구력 및 근 기능 향상은 CHF 환자의 사망률과 재입원율을 감소시키고 삶의 질을 향상시키는 효과가 있다.<sup>7</sup> 그러나 최근까지 보

Received Sep 17, 2018 Revised Oct 10, 2018

Accepted Oct 31, 2018

Corresponding author Ki Song Kim

E-mail [kskim68@hoseo.edu](mailto:kskim68@hoseo.edu)

Copyright ©2018 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute 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.

고된 CHF 환자의 최대 유산소 운동능력과 재입원을 등에 대한 연구는 대부분 해외 연구 결과를 바탕으로 하고 있으며, 한국 사회 CHF 환자를 대상으로 최대 유산소 운동능력이나 운동훈련 정도가 재입원에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 한국 사회에서 CHF 환자를 대상으로 최대 유산소 운동능력 및 가정 중심 운동 훈련 여부와 훈련 강도가 1년 내 재입원에 어떤 영향을 미치는지 분석하고자 하였다.

본 연구의 가설은 다음과 같다. 한국 사회 CHF 환자의 최대 유산소 운동능력과 가정 중심 운동 훈련 여부 및 훈련 강도는 1년 내 재입원에 영향을 미칠 것이다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 Y의료원 심장 웰니스 센터에서 2016년 1월부터 12월까지 12개월 동안 운동부하 심폐기능(cardiopulmonary exercise, CPX) 검사

를 실시한 CHF 환자 47명을 대상으로 평소 규칙적인 가정중심 운동 훈련 여부를 조사한 후 국제 신체활동 설문지(international physical activity questionnaire)를 이용하여 운동훈련 강도를 조사하여 규칙적인 운동을 전혀 실시하지 않는 환자(no home based exercise, NHE) 그룹, 중강도 가정중심 운동훈련(moderate intensity home based exercise, MIHE) 그룹, 그리고 고강도 가정중심 운동훈련(high intensity home based exercise, HIHE) 그룹으로 분류하였다. CPX 검사 실시 및 설문 조사를 완료한 후 12개월 동안 추적 조사하여 심장 질환 관련 재입원 여부를 조사하였다. 각 그룹 별 연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1 과 같다. 모든 대상자에게 검사 과정에 대해서 실험 진행 전에 충분히 설명하였고, 자발적 동의여부 확인을 위해 모든 대상자에게 서면 동의서를 획득하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 실험절차

CHF 환자의 최대 유산소 운동 능력 측정을 위한 운동장비는 트레드

Table 1. General characteristics of patients

	NHE (n=19, 40%)	MIHE (n=20, 43%)	HIHE (n=8, 17%)	p-value
Male (%)	68%	65%	87%	
Age (yr)	59.89±11.31	62.80±9.62	61.12±5.89	>0.05
Height (cm)	162.50±7.72	162.31±9.86	168.81±8.25	>0.05
Weight (kg)	64.94±11.32	62.16±8.75	70.82±7.49	>0.05
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.45±2.98	23.63±2.88	24.95±2.07	>0.05
Rest HR (bpm)	75.89±13.41	68.40±16.02	78.75±9.82	>0.05
Rest SBP (mmHg)	108.47±15.85	110.30±12.97	109.50±21.31	>0.05
LVEF (%)	30.47±8.50	32.85±9.01	33.87±8.18	>0.05

NHE: no home based exercise, MIHE: moderate intensity home based exercise, HIHE: high intensity exercise, BMI: body mass index, HR: heart rate, SBP: systolic blood pressure, LVEF: left ventricular ejection fraction.

\*p<0.05 between MIHE and HIHE group mean±SD.



Figure 1. 12-lead EKG for CPX test.

밀을 이용하였고 점증 부하 프로토콜은 Bruce ramp protocol을 이용하였다. 운동 중 측정된 분당 산소 섭취량, 이산화탄소 발생량, 환기량 등의 호흡가스 변인은 매 2초마다 측정된 자료를 20초 평균값으로 나누어(filtering) 분석하였다.<sup>9</sup> CPX 검사 중 발생할 위험을 감시하기 위해 실시간 12-lead 심전도를 감시하였으며 매 3분마다 혈압 등 혈역학적 변인 등을 측정하였다. CPX 검사 종료 후 설문지를 통해 가정중심 운동훈련 여부 및 강도에 따라 세 그룹으로 분류한 후 12개월 동안 심장 관련 재입원 여부를 추적조사하여 재입원에 영향을 미치는 요소에 대해 분석하였다.

## 2) 측정도구

CHF 환자의 최대 유산소 운동능력 측정 중 발생할 수 있는 심실빈맥(ventricular tachycardia) 등의 급성 심장사고 예방을 위해 실시간 12-리드 심전도(electrocardiogram, EKG)를 부착하였다. CPX 검사 중 발생할 수 있는 EKG 잡음을 최소화하기 위하여 표면 전극 부착 전 피부 표면의 잔털을 제거하고 알코올로 소독하였으며, 흉부 코르셋(corset)을 착용하였다(Figure 1).

최대 유산소 운동능력 검사는 트레드밀 운동부하 검사 시스템(treadmill exercise testing system, CASE T2100, GE, USA)을 이용하였으며, 최대 운동 중 호흡가스 변인 측정은 Quark gas analyze system (COSMED, Chicago, IL, USA)를 이용하였다(Figure 2). 안정 시 및 최대 운동 중 혈역학적 변인 측정을 위해 매 3분마다 수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP), 이완기 혈압(diastolic blood pressure, DBP), 심박수(heart rate, HR)등을 기록하였다. 최대 운동 및 회복기 5분의 혈역학적 변인도 측정하여 통계 분석에 이용하였다.

최대 운동 중 호흡가스 변인은 체중 1 kg 당 최고 산소섭취량(peak  $VO_2/kg$ ), 이산화탄소 발생량( $VCO_2$ ), 분당 환기량(minute ventilation, VE), 호흡 교환율( $VCO_2/VO_2$ ) 등을 측정하였다. 운동 검사 중 매 2초

마다 측정된 호흡(breath by breath) 가스 자료를 20초 평균값으로 표준화하여(filtering) 통계 분석에 이용하였다.<sup>9</sup>

## 3. 가정 중심 운동수행 강도에 따른 대상자 분류

CHF 환자를 대상으로 CPX 검사를 마친 후 가정 중심 운동수행 강도에 대한 설문조사를 실시하였다. 가정 중심 운동을 전혀 실시하지 않는다고 응답한 대상자에 대해서는 NHE 그룹으로 분류하였으며, 운동의 중요성에 대한 교육을 실시하였다. 가정 중심 운동을 실시한다고 응답한 대상자에 대해서는 국제 신체활동 설문지(international physical activity questionnaire, IPAQ)를 이용하여 1회 최소 10분, 하루 30분, 주 5일 이상 걷기 등 중간 정도의 신체활동을 실시한다고 응답한 환자를 MIHE 그룹으로 분류하였으며 1회 최소 10분, 하루 20분, 주 3일 이상 조깅이나 경사 걷기 등 숨이 찰 정도의 격렬한 신체활동을 수행한다고 응답한 환자에 대해서는 HIHE 그룹으로 분류하였다. CPX 검사 중 수축기 혈압이 안정 시 보다 10 mmHg 이상 낮아진 경우나 심전도상 ST분절이 1 mm 이상 하락하면서 흉통 등 자각 증상을 동반한 경우, 또는 심실빈맥 등 응급 상황이 발생한 CHF 환자는 연구 대상자에서 제외하였다.

## 4. 통계분석

본 연구의 측정 자료는 SPSS ver. 23.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자들의 일반적 특성을 알아보기 위해 기술 통계를 이용하였다. 세 그룹의 일반적 특성 및 CPX 중 측정된 호흡가스 및 혈역학적 특성에 대한 그룹 간 차이는 일원배치 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 이용하였다. 12개월 이내 재입원 그룹과 입원하지 않은 그룹의 호흡가스 및 혈역학적 특성에 대한 그룹 간 차이는 독립표본 t-검정을 이용하였다. 통계학적 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 정하였다.



Figure 2. Treadmill exercise test system & Quark gas analysis system.

결 과

1. 가정중심 운동훈련 여부 및 강도에 따른 호흡가스 및 혈 역학적 특성과 재입원을

본 연구에 참여한 47명의 CHF 환자의 가정중심 운동훈련 여부 및 강도를 조사한 결과 NHE 그룹이 19명(40%), MIHE 그룹이 20명(43%), HIHE 그룹이 8명(17%)으로 조사 되었다. 각 그룹의 CPX 검사에서 측정된 호흡가스 및 혈 역학적 특성, 그리고 1년 내 심장 관련 재입원을에 대한 결과는 Table 2와 같다.

1) 최고 산소섭취량(peak VO<sub>2</sub>, mL/kg/min)

NHE 그룹의 peak VO<sub>2</sub>는 17.92±4.01로 측정되었으며 MIHE 그룹의 peak VO<sub>2</sub>는 22.65±5.53으로 측정되어 두 그룹 간 유의한 차이(p<0.05)가 있었다. HIHE 그룹의 peak VO<sub>2</sub>는 25.34±3.32로 측정되어 NHE (p<0.05)그룹에 비해 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 그러나 MIHE 그룹과 HIHE 그룹에서는 유의한 차이가 없었다.

2) 운동지속 시간(초)

NHE 그룹의 운동지속 시간은 515±184.16초로 측정되었으며 MIHE 그룹의 운동지속 시간은 655.65±204.45초로 측정되어 MIHE 그룹에

서 운동지속 시간이 높은 경향(p>0.05)을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. HIHE 그룹의 운동지속 시간은 732.37±93.71초로 측정되어 NHE 그룹(p<0.05)에 비해 통계적으로 유의하게 높았으나 MIHE 그룹과는 유의한 차이가 없었다.

3) 12개월 내 심장관련 재입원율(%)

NHE 그룹에서는 총 19명 중 9명(47%)이 1년 이내 심장 관련 질환으로 재입원하였으며, MIHE 그룹에서는 총 20명 중 2명(10%)이 1년 이내 심장 관련 질환으로 재입원한 것으로 조사되었다. 그러나 HIHE 그룹에서는 총 8명 중 단 한 명도 재입원한 환자가 없었다.

2. 재입원 여부에 따른 그룹간 일반적, 최대 운동 중 특성

본 연구에 참여한 47명의 CHF 환자 중 1년 이내 심장 관련 질환으로 재입원한 환자는 총 47명 중 11명(23%)으로 조사되었다. 재입원 그룹과 재입원하지 않은 그룹의 CPX 검사 중 호흡가스 및 혈 역학적 특성들에 대한 분석 결과는 Table 3과 같다.

1) 연령(age, year)

재입원 그룹(60.64±10.46)과 재입원하지 않은 그룹(61.56±9.71) 사이에 유의한 차이(p>0.05)는 없었다.

Table 2. Cardiorespiratory parameters among three heart failure groups

	NHE (n=19, 40%)	MIHE (n=20, 43%)	HIHE (n=8, 17%)	p-value
Peak VO <sub>2</sub> (mL/kg/min)	17.92±4.01	22.65±5.53*	25.34±3.32†	0.001
Exercise time (sec)	515.00±184.16	655.65±204.45	732.37±93.71†	0.021
RER	1.12±0.07	1.13±0.11	1.08±0.09	0.519
VE/VCO <sub>2</sub> slope	37.89±8.42	32.31±4.63*	32.17±3.02†	0.026
HR max	132.63±18.70	139.30±30.02	142.87±24.10	0.556
HR reserve	56.84±19.61	70.90±24.33	64.12±17.25	0.136
SBP max	158.37±39.98	163.95±24.89	160.37±18.06	0.854
SBP reserve	49.89±30.03	53.65±24.95	50.87±23.37	0.906
Re-hospitalization members within 12 months (%)	9 (47%)	2 (10%)	0 (0%)	

NHE: no home based exercise, MIHE: moderate intensity home based exercise, HIHE: high intensity exercise, VO<sub>2</sub>: minute oxygen consumption, RER: respiratory exchange ratio, VE/VCO<sub>2</sub>: minute ventilation/CO<sub>2</sub> production, HR: heart rate, SBP: systolic blood pressure.

\*p<0.05 between NHE and MIHE group; †p<0.05 between NHE and HIHE, M±SD.

Table 3. Cardiorespiratory parameters between no-rehospitalization and rehospitalization

	Re-hospitalization (n=11, 23%)	No re-hospitalization (n=36, 77%)	p-value
Age (yrs)	60.64±10.46	61.56±9.71	0.788
LVEF(%)	27.54±7.90	33.44±8.42*	0.045
Peak VO <sub>2</sub> (mL/kg/min)	15.78±3.01	22.85±4.84**	<0.001
Exercise time (sec)	397.36±170.77	677.39±155.55**	<0.001
VE/VCO <sub>2</sub> slope	41.19±9.78	32.46±3.75**	<0.001
HR max	119.54±18.31	142.61±24.14*	0.006
SBP max	132.64±20.22	169.78±27.99**	<0.001

LVEF: left ventricular ejection fraction, VO<sub>2</sub>: minute oxygen consumption, VE/VCO<sub>2</sub>: minute ventilation/CO<sub>2</sub> production, HR: heart rate, \*SBP: systolic blood pressure.

\*p<0.05 between re-hospitalization and no re-hospitalization group; \*\*p<0.001 between re-hospitalization and no re-hospitalization group, mean±SD.

## 2) 왼 심실 박출률(LVEF, %)

재입원 그룹의 LVEF는  $27.54 \pm 7.9\%$ 였으며, 재입원 하지 않은 그룹의 LVEF는  $33.44 \pm 8.42\%$ 로 측정되어 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이 ( $p < 0.05$ )를 보였다.

3) 최고 산소섭취량(peak  $VO_2$ , mL/kg/min)

재입원 그룹의 peak  $VO_2$ 는  $15.78 \pm 3.01$ 이었으며, 재입원 하지 않은 그룹의 peak  $VO_2$ 는  $22.85 \pm 4.84$ 로 측정되어 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이( $p < 0.001$ )를 보였다.

## 4) 운동지속 시간(exercise time, sec)

재입원 그룹의 운동지속 시간은  $397.36 \pm 170.77$ 이었으며, 재입원 하지 않은 그룹의 운동지속 시간은  $677.39 \pm 155.55$ 로 측정되어 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이( $p < 0.001$ )를 보였다.

5) 이산화탄소 환기당량 기울기( $VE/VCO_2$  slope, V-slope)

재입원 그룹의 V-slope는  $41.19 \pm 9.78$ 이었으며, 재입원 하지 않은 그룹의 V-slope는  $32.46 \pm 3.75$ 로 측정되어 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이( $p < 0.001$ )를 보였다.

## 고 찰

본 연구는 한국사회 만성 심부전 환자의 최대 유산소 운동능력 및 가정중심 운동훈련 여부와 운동강도에 따른 운동부하 심폐기능 검사 중 호흡가스 및 혈 역학적 특성을 분석하였으며, 검사 후 12개월 동안 추적 조사하여 1년 내 심장 질환 관련 재입원율을 조사하였다. 또한 재입원한 만성 심부전 환자를 대상으로 재입원 하지 않은 환자에 비해 최대 운동 중 호흡가스 및 혈 역학적 특성에 어떠한 차이가 있는지 분석하였다.

본 연구 결과 총 47명의 심부전 환자 중 가정중심 운동훈련을 실시하지 않는 환자는 19명(47%)이었으며, 이 들 중 9명(47%)이 1년 내에 심장질환 악화로 재입원하는 것으로 조사 되었다. Burns 등<sup>10</sup>의 연구 결과를 살펴보면, 미국사회에서 심부전을 최초 진단 받고 입원 치료 후 퇴원한 65세 이상(남성 205명, 여성 314명) 환자를 대상으로 1년 동안 추적 조사한 결과, 약 46%의 환자가 1년 내 심장질환 악화로 인해 재입원 했다고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 반면, 본 연구에 참여한 심부전 환자 중 중강도 운동훈련을 수행하는 20명의 환자에서는 2명(10%)이 1년 내 심장 질환 관련 재입원한 것으로 조사되었으며, 고강도 운동훈련 그룹에서는 1년 내 재입원한 환자가 한 명도 없는 것으로 나타나 규칙적인 신체활동 여부가 심부전 환자의 재입원율에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. Sagar 등이 유럽사회 만성 심부전 환

자 4,740명을 대상으로 실시한 연구에서는 병원 중심 운동훈련에 참여한 심부전 환자 그룹이 일반적 치료만 실시한 그룹에 비해 심장 질환 관련 재입원율이 약 25% (95% 신뢰구간, 8-38%) 감소하였으며, 삶의 질도 유의하게 증가한다고 하였다. 또한 Kim 등<sup>11</sup>이 한국사회 심부전 환자 82명을 대상으로 실시한 연구를 살펴보면, 최고 산소섭취량의 60% 운동강도로 36회 병원중심 운동훈련을 실시한 그룹 30명 중 2명(6.7%)이 1년 내 심장 질환 악화로 재입원 하였으며, 가정중심 운동훈련 그룹에서는 52명 중 5명(10%)이 1년 내 심장 질환으로 재입원했다고 보고하였다. 선행 연구들과 본 연구 결과를 종합해볼 때, 가정중심 운동훈련 여부가 심부전 환자의 퇴원 후 1년 내 심장 질환 관련 재입원율을 감소에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각된다.

가정중심 운동훈련 여부 및 강도에 따른 그룹 별 호흡가스 및 혈 역학적 특성 분석 결과, 운동을 하지 않는 그룹의 최고 산소섭취량(peak  $VO_2$ )은 중강도 및 고강도 운동훈련 그룹에 비해 각각 21%, 30% 정도 낮게 나타났으며, 이산화탄소 환기당량 기울기( $VE/VCO_2$  slope)는 운동을 하지 않는 그룹이 운동훈련 그룹에 비해 약 18% 정도 높게 나타났다. Kim 등은 한국사회 심부전 환자(82명)를 대상으로 최고 산소섭취량의 60% 강도로 36회 병원중심 운동훈련 후 최고 산소섭취량이 훈련 전에 비해 평균 약 10% 정도 개선( $p < 0.01$ )되었으며, 가정중심 운동그룹에 비해서도 그룹 간 유의한 차이( $p < 0.05$ )를 보인다고 하며, 심부전 환자의 예후 개선과 유산소 운동능력 향상을 위한 병원중심 운동치료의 필요성을 보고하였다. 지금까지 이루어진 해외 연구 결과에서도 최고 산소섭취량은 높을수록, 그리고 이산화탄소 환기당량 기울기는 낮을수록 심부전 환자의 예후가 좋은 것으로 보고되었기 때문에 본 연구의 결과에는 이론의 여지가 없을 것으로 생각된다.<sup>6-8</sup> 한편, 호흡 교환율(respiratory exchange ratio)은 세 그룹 모두에서 유의한 차이가 없었다. 호흡 교환율은 운동부하 심폐기능 검사에서 피험자가 얼마만큼의 노력을 했는지를 평가할 수 있는 지표로서 세 그룹 간 유의한 차이가 없을 경우, 최대 운동 중 측정된 호흡가스 및 혈 역학적 변인들의 신뢰성이 더욱 높아지게 된다.

운동부하 심폐기능 검사 후 12개월 동안 심장 질환 관련 재입원 여부를 추적 조사하여 재입원 그룹과 재입원 하지않은 두 그룹으로 나누어 분석한 결과, 두 그룹의 평균 연령에서는 유의한 차이가 없었으나, 왼 심실 박출률(left ventricular ejection fraction)은 재입원 그룹에서 유의하게 낮게 나타났다. 이로 미루어 볼 때, 왼 심실 박출률이 낮은 환자에서 재입원율이 높음을 알 수 있었다. 최대운동 중 최고 산소섭취량은 재입원 그룹이 평균 31% 정도 유의하게 낮았으며, 이산화탄소 환기당량 기울기는 재입원 그룹에서 평균 약 27% 정도 유의하게 높게 나타났다. 이로 미루어 볼 때, 최고 산소섭취량과 이산화탄소 환기당량 기울기는 한국사회 만성 심부전 환자에서도 재입원율에 유의한 영향을 미치는 요인임을 확인할 수 있었다.

가정중심 운동훈련 여부 및 강도에 따른 최대운동 중 혈역학적 변인은 세 그룹 사이에 유의한 차이가 없었지만, 재입원 그룹과 재입원하지 않은 그룹에서는 최대 심박수와 최대 수축기 혈압에서 두 그룹 간 유의한 차이를 보였다. 최대 운동 중 비정상적인 혈역학적 반응은 심장 질환의 유무 및 질환의 중등도와 연관이 있다고 보고된 바 있다. Gibbons 등<sup>12</sup>이 미국사회 793명의 심장 환자를 대상으로 사이클 에르고미터에서 점증부하 운동검사를 실시하며 검사 중 수축기 혈압이 안정 시 수축기 혈압보다 감소한 환자 23명을 대상으로 심초음파, 관상동맥 조영술 등 다양한 정밀검사를 실시한 결과, 22명에서 관상동맥 폐색이 발견되었으며, 관상동맥 폐색이 없었던 1명의 환자는 왼심실 박출률이 14%로 낮은 중증의 심부전 환자였다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 가정 중심 운동훈련 여부 및 강도에 따른 분석에서는 최대 운동 중 혈역학적 반응에 그룹 간 차이가 없었으나 재입원군과 재입원하지 않은 그룹에서는 그룹 간 유의한 차이가 있었다. 이는 가정중심 운동훈련 여부 및 강도에 따른 운동지속 시간의 그룹 간 차이(NHE 515.00 ± 184.16 vs. MIHE 655.65 ± 204.45 vs. HIHE 732.37 ± 93.71, p=0.021)에 비해 1년 내 재입원 그룹과 재입원하지 않은 그룹의 운동지속 시간의 그룹 간 차이(397.36 ± 170.77 vs. 677.39 ± 155.55, p<0.001)가 더욱 컸기 때문인 것으로 생각된다. 재입원 그룹과 재입원하지 않은 그룹의 운동지속 시간의 큰 차이가 심장기능 관련 요인에 의한 것인지, 하지 근력이나 말초혈액 순환과 같은 말초기능 관련 요인에 의한 것인지 본 연구에서는 알 수 없었다. 향후의 연구에서는 최대 유산소 운동능력뿐만 아니라 하지 근 적성(muscular fitness)이 심부전 환자의 재입원율에 어떠한 영향을 미치는 지 분석할 필요가 있다. 본 연구는 연구 대상자의 수가 많지 않았으며, 1년 내 심장질환 관련 재입원율에 하지 근 적성이 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 분석이 포함되지 않은 제한점이 있었다. 향후의 연구에서는 이를 보완한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 본 연구는 한국사회에서 심부전을 최초 진단받고 입원 치료 후 퇴원한 환자 47명을 대상으로 가정중심 운동훈련 여부 및 강도가 최대 유산소 운동능력과 1년 내 심장질환 관련 재입원에 어떠한 영향을 미치는 지에 대해 분석하였다. 선행 연구와 본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 한국사회 심부전 환자의 가정중심 운동훈련이 만성 심부전 환자의 재입원율을 감소시키고 최대 유산소 운동능력을 향상시킨다는 것을 확인하였다. 그러므로 한국사회 심부전 환자의 재입원율 감소 및 삶의 질 향상 등 예후 개선을 위한 체계적인 운동치료 프로그램의 개발과 전문 물리치료사 양성을 통해 지역사회

및 가정중심 운동치료 프로그램으로의 보급 확대가 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008: the task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 of the European society of cardiology. Developed in collaboration with the heart failure association of the ESC (HFA) and endorsed by the European society of intensive care medicine (ESICM). *Eur J Heart Fail.* 2008;10(10):933-89.
- Chase P, Arena R, Myers J et al. Prognostic usefulness of dyspnea versus fatigue as reason for exercise test termination in patients with heart failure. *Am J Cardiol.* 2008;102(7):879-82.
- Kang HJ, Kim EJ, Yoon JC et al. KSHF guideline for the management of chronic heart failure. KSHF 2016.
- Mancini DM, Coyle E, Coggan A et al. Contribution of intrinsic skeletal muscle changes to 31P NMR skeletal muscle metabolic abnormalities in patients with chronic heart failure. *Circulation.* 1989;80(5):1338-46.
- Cesari M, Leeuwenburgh C, Lauretani F et al. Frailty syndrome and skeletal muscle: results from the Invecchiare in Chianti study. *Am J Clin Nutr.* 2006;83(5):1142-8.
- Keteyian SJ, Patel M, Kraus WE et al. Variables measured during cardiopulmonary exercise testing as predictors of mortality in chronic systolic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2016;67(7):780-9.
- Sagar VA, Davies EJ, Briscoe S et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure: systematic review and meta-analysis. *Open Heart.* 2015; 2(1):e000163.
- Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American heart association. *Circulation.* 2013;128(8):873-934.
- Youn JC, Lee HS, Choi SW et al. Post-exercise heart rate recovery independently predicts clinical outcome in patients with acute decompensated heart failure. *PLoS One.* 2016;11(5):e0154534.
- Burns RB, McCarthy EP, Moskowitz MA et al. Outcomes for older men and women with congestive heart failure. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45(3): 276-80.
- Kim M, Kim MS, Lim SJ et al. Comparison of supervised hospital based versus educated home based exercise training in Korean heart failure patients. *Korean Circ J.* 2017;47(5):742-51.
- Gibbons RJ, Hu DC, Clements IP et al. Anatomic and functional significance of a hypotensive response during supine exercise radionuclide ventriculography. *Am J Cardiol.* 1987;60(1):1-4.