

유산소운동프로그램이 심장질환자의 심폐기능과 신체조성에 미치는 영향

대한심장호흡물리치료학회지 제2권 제1호, 2014, PP.21-29

■ 윤호민¹, 남사웅², 김호봉³

■ ¹제주대학교병원 재활의학과 물리치료실, ²제주대학교 체육학과, ³제주한라대학교 물리치료과

The Impact of Center and Home Based Aerobic Exercise Programs on Cardiopulmonary Function and Body Composition for Cardiac Patients

Ho-Min Yoon¹, Sa-Woong Nam², Ho-Bong Kim³

¹Dept. of Physical Therapy, Rehabilitation Medicine, Jeju National University Hospital

²Dept. of Physical Education, Jeju National University

³Dept. of Physical Therapy, Cheju Halla University

Purpose : This study is to evaluate that the impact of center and home based aerobic exercise programs on cardiopulmonary function and body composition for cardiac patients during 6 week. **Methods** : Total number of subjects were 24, they were divided into 2 groups(11-center based group, 14-home based group) by non-randomized controlled trial. Both exercise programs were consisted with 30 minute, 3 times a week for 6 weeks and after aerobic exercise programs, we analysed effects and changes on cardiopulmonary capacity and body composition. Analyses were performed using PASW ver. 18.0 and results were reported as mean \pm standard deviation(S.D.). To investigate within-group comparisons and to evaluate on effects of exercise, we did paired t test and repeated measured ANOVA test. Significance was set at $p < .05$. **Results** : At the maximal exertion level, oxygen consumption was significantly increase in both group but heart rate, duration of cardiopulmonary exercise test and minute ventilation was significantly increase in center based aerobic exercise group. At the ventilation threshold level, oxygen consumption, minute ventilation, minute respiratory frequency and occurrence time of ventilation threshold was significantly increase in center based aerobic exercise group. There was no significant results in body composition variables. After considering all the factors, center and home based aerobic exercise programs increased oxygen consumption at maximal exertion level but no significant changes in body composition. **Conclusion** : So home based aerobic exercise program with self monitoring diaries will help cardiac patients for regular and effective exercise according to the exercise prescription and it will improve the aerobic exercise program compliance as well as it will give another option for cardiac patients who can't participate in center based aerobic exercise program.

Keywords : Body composition, Cardiopulmonary function, Home based aerobic exercise programs

I. 서 론

1. 연구의 필요성

우리나라 3대 사망원인은 암, 뇌혈관질환, 심장질환으로 전체 사망자의 47.4%를 차지하고 있으며, 그 중 순환기계통 질환인 뇌혈관질환 사망률은 10만 명당 50.7명으로 2001년 대비 31.2% 감소하였으나, 심장질환 사망률은 10만 명당 49.8명으로 2001년에 비해 46.6% 증가하는 추세를 보이고 있다

(통계청, 2012). 또한 진단 및 중재 술의 발달로 심혈관질환(cardiovascular disease)에 기인한 합병증(complications)이 늘어나고 있어 심장질환 발생 후 합병증을 예방하기 위해 보다 적극적인 관리가 요구되고 있다(Dalal 등, 2010). Suaya 등(2009)이 시행한 심장재활(Cardiac rehabilitation) 참여군과 비참여군의 5년간 사망률비교 연구에서 심장재활 참여군의 사망률이 21% 줄어든 것으로 나타났고, Myers 등(2002)은 건강한 남성과 심장질환을 갖고 있는 남성들의 최대운동능력

교신저자: 윤호민

주소: 690-767 제주특별자치도 제주시 아란13길 15 제주대학교병원 재활의학과 전화: 064-717-1675, E-mail: yhomin@hanmail.net

(maximal exercise capacity)이 운동 중에 나타나는 ST분절 하강, 최대 심박수, 부정맥, 고혈압, 흡연, 당뇨와 같은 임상적 요소보다 사망률 예측에 더 중요한 지표라고 밝혔으며, Kavanagh 등(2003)도 최대산소섭취량(maximal oxygen consumption)이 관상동맥질환을 갖고 있는 여성의 예후에 밀접한 연관이 있는 예측 인자라고 보고하여, 사망률 예측지표로 최대산소섭취량의 중요성이 지속적으로 강조되어 왔다.

또한 Lavie 등(2009)은 심혈관질환을 발생시키는 원인으로 낮은 활동성과 심폐체력 수준의 저하가 주요한 원인이 되고, 정기적인 신체활동(physical activity)과 심근 허혈 발생 비율은 역의 상관관계에 놓여있다고 하였다. 선행연구들에 의하면 심폐체력이 1 MET (Metabolic equivalent of task) 향상될 때마다 심혈관질환의 발생률이 남성과 여성에서 모두 25%씩 감소하는 것으로 나타났으며(Roger 등, 1998), Myers 등(2002)도 심폐체력이 1 MET가 향상되면 생존율이 16% 증가한다고 보고하여 심폐능력 향상이 심혈관질환 발생률을 줄이고 생존율을 높이는 데 중요한 부분을 차지한다고 볼 수 있다.

최대산소섭취량은 운동을 통해 향상시킬 수 있으며, 이는 심혈관계를 통해 산소를 근육에 전달하는 능력과 근육에서 혈관을 통해 공급된 산소를 사용하는 능력의 향상을 통해 나타난다(Fletcher 등, 2001). Lawler 등(2011)의 메타연구에서 운동에 기초한 심장재활 프로그램은 재 경색률과 사망률을 감소시키고 짧은 기간(1-3개월)에도 효과가 있는 것으로 나타났으며, 최근 심장재활은 급성 심근경색, 만성 심부전, 경피적 관상동맥 중재술, 관상동맥 우회술, 심장 판막수술, 심장이식 수술을 받은 환자에게 건강증진 효과가 보고되었고, 그 적용범위를 더 확대해야 할 필요성이 제기되었다(Williams 등, 2006).

이러한 이점에도 불구하고 급성 심근경색 후 13.9%, 관상동맥 우회술 후 31%만이 심장재활 프로그램에 참여하며(Suaya 등, 2007), 이러한 이유에는 심장재활에 대한 교육 부족, 심장재활 프로그램이 진행되는 의료기관의 편중성, 거리, 비용 등의 문제가 있는 것으로 나타나(Allen 등, 2004; Giannuzzi 등, 2003)이에 대한 대처방안이 필요한 실정이다.

환자가 집에서 스스로 운동을 수행하는 자택 심장재활 프로그램(home-based cardiac rehabilitation)은 1980년대 초기에 처음 보고되었으며(Jolly 등, 2005), 심장재활이 활성화된 외국의 경우에는 병원 혹은 운동센터에서 시행하는 심장재활 프로그램의 대안으로 꼽히고 있고(Talor 등, 2007), 심장질환자들에게 심장재활 프로그램에 대한 접근과 참여, 선택의 기회를 다양하게 제공함으로써 운동프로그램 참여율과 수행률을 높이는 것으로 보고되고 있다(Dalal 등, 2010).

하지만 제주도는 지역적인 특성에 따라 심장재활 프로그램을 운영하는 기관의 수가 적고, 이로 인해 심장재활 프로그램을

참여를 위한 이동거리가 길어 도 내 심장재활 프로그램 참여율을 높이기 위해 자택에서 환자가 스스로 운동 상태를 점검하면서 운동을 수행할 수 있는 자택 유산소 운동프로그램이 도입되어야 할 것으로 보인다. 하지만 외국에서 시행되는 자택 유산소 운동프로그램은 대부분 물리치료사와 간호사, 운동전문가 등이 정기적으로 환자의 집에 방문하거나 전화 상담을 통해 지속적으로 프로그램 관리를 하기 때문에 이를 우리나라 병원시스템에서 바로 적용하여 시행하기에는 다소 현실적이지 못한 측면이 있어, 최소한의 자택 유산소 운동프로그램을 충족시키기 위해 환자가 본인 스스로 운동프로그램 진행상황을 감시할 수 있는 자가 감시 수첩(self-monitoring diaries)을 이용한(Dalal 등, 2010; Jolly 등, 2005) 연구가 필요한 것으로 보인다.

따라서 본 연구는 제주도에 거주하며 심장재활 프로그램 참여자를 대상으로 6주간 병원 유산소 운동 프로그램과 자가 감시 운동수첩을 제공한 자택 유산소 운동프로그램이 심장질환자의 심폐기능 및 신체조성에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

J대학교 병원 재활의학과 심장재활 프로그램에 의뢰되고 본 연구 참여에 동의한 환자를 대상으로, 미국심장학회(the American College of Cardiology; ACC)와 미국심장협회(American Heart Association; AHA)에서 제시한 운동부하 검사 금기증에 해당하지 않는 환자(Gibbons 등, 1997) 24명을 선정하였다. 병원 유산소 운동프로그램과 자택 유산소 운동프로그램에 참여한 대상자 총 24명에 대한 특성은 Table 1과 같고, 두 그룹 간의 동질성을 검증하기 위하여 독립표본 T-검정을 실시한 결과 두 그룹 간에 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>.05$).

2. 연구 설계

본 연구의 절차는 J도 내 심장질환이 있는 환자들의 유산소 운동프로그램에 따른 심폐기능과 신체조성 변화와 그룹 간 차이를 알아보기 위해 대상자 24명을 비확률 표집방법을 통해 병원 및 자택 유산소 운동프로그램 군으로 각각 나누었다.

병원 유산소 운동프로그램은 물리치료사 감시하에 주당 3회 운동프로그램을 수행하며, 퇴원 전 심장질환 관련 교육, 금연교육, 식이교육을 시행하였다. 자택 유산소 운동프로그램 대상자에게 자가 감시 운동수첩을 배부하여 지속적으로 자신의 운동 스케줄과 운동 강도, 운동 시간을 확인하도록 하였으며, 주 3

Table 1. Baseline characteristics of subjects

Variable	Group	Total (n=24)	Center (n=11)	Home (n=13)	p
Gender(Female)		11(46%)	6(55%)	5(38%)	.743
Age(yrs)		59.50±9.95	58.63±10.31	60.23±9.99	.705
Height(cm)		161.00±9.13	163.18±10.38	159.15±7.87	.292
Weight(Kg)		68.47±12.92	68.43±15.03	68.52±11.48	.987
LVEF(%)		56.85±14.75	51.42±17.9	61.38±10.21	.117
VO _{2peak} (ml/kg/min)		22.33±6.46	20.95±6.92	23.50±6.06	.345
BMI(kg/m ²)		26.14±3.90	25.26±3.68	26.82±4.08	.354
Body fat(kg)		21.71±6.95	20.13±7.18	22.93±6.79	.350

Center: Center based aerobic exercise group, Home: Home based aerobic exercise group, LVEF: Left ventricular ejection fraction, VO_{2peak}: Oxygen consumption at peak, BMI: Body mass index

회 운동 실시 내역을 운동처방에 맞게 시행하였는지를 꼼꼼히 기록하도록 하였고, 대상자가 도움이 필요할 때마다 전화상담을 실시하였다. 병원 유산소 운동프로그램 군과 마찬가지로 퇴원 전 심장질환 관련 교육, 금연교육, 식이교육을 시행하였다.

두 그룹 모두 6주 간 유산소 운동프로그램 시행 전·후 호흡가스 운동부하 검사와 신체조성 검사를 시행하여 각 지표들의 그룹 내, 그룹 간 변화량을 알아보았다.

유산소 운동프로그램의 운동 강도는 초기 호흡가스 운동부하검사 수행 후 미국심혈관 및 호흡재활학회에서 제시한 심장질환 환자를 위한 위험분류기준에 준거하여 심장질환 위험군을 분류하고 Kavonen 공식에 기초하여 Shephard와 Balady(1999), Williams(2001)가 제시한 예비 심박수(Heart Rate Reserve; HRR) 40%~85%에 해당하는 목표 심박수를 산출하였고 운동 자각도 11~13(보통-약간 힘들다)에 해당하는 강도로 운동 처방을 하였으며, 준비운동과 마무리운동을 각각 10분씩, 본 운동인 유산소 운동을 30분간 수행하도록 유산소 운동프로그램을 구성하였다.

3. 측정 방법

1) 호흡가스 운동부하 검사

증상 제한적 점진적 호흡가스 운동부하 검사를 이용하여 심폐 기능을 평가하였다. 호흡가스 운동부하 검사는 호흡가스분석기 Quark CPET (Cosmed, Rome, 이탈리아), 12채널 실시간 운동부하 검사용 심전도 검사기 CH2000 (Cambridge heart, 미국), 자동 혈압 및 맥박 측정기 Tango+(Suntech, 미국), 운동부하 검사용 트레드밀 T-2100 (GE, 미국)을 이용하여 검사하였다. 운동부하 검사프로토콜은 Ramp protocol을 이용

하여 평가하였다. 운동부하 검사 도중 측정 중단은 미국심장협회와 미국심장학회 가이드라인(Gibbons 등, 1997)을 따랐다. 호흡 대 호흡방법을 통해 호흡가스를 측정하고, 검사결과는 15초 간격으로 평균을 내어 산출하였다. 운동부하 검사 중 최대 노력수준은 Howley 등(1995)이 제시한 기준을 사용하였다.

2) 신체조성

신체조성은 신장계(G-tech, 한국)와 체성분분석기(Inbody 520, Biospace, 한국)를 이용하여 측정하였다. 측정대상자는 시계나 반지를 뺀 간편한 복장차림으로 측정하고 신체조성 측정은 신장, 체중, 체지방량, 체지방량지수를 측정하였다.

4. 통계처리

본 연구를 위해 측정된 자료는 PASW (Statistical Package for Predictive Analytics Soft Ware) 18.0 version 통계프로그램을 사용하여 집단의 기술통계분석을 통한 평균(mean) 및 표준편차(standard deviation)를 산출하였다.

프로그램 참여 전 병원 및 자택 유산소 운동프로그램 군의 기본특성을 비교하기 위해 Independent t-test 방법을 사용하였고, 두 그룹의 프로그램 참여 전·후 심폐기능, 신체조성 변화를 비교하기 위해 Paired t-test 방법을 사용하였으며, 운동의 효과를 검증하기 위해 반복분산측정(repeated measure ANOVA) 방법을 사용하였다. 가설 검증을 위한 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 최대 노력 수준에서 심폐기능의 변화

6주간 병원 유산소 운동프로그램과 자택 유산소 운동프로그램에 대한 증상 제한적 운동부하 검사 후 최대 노력 수준에서 심폐기능의 변화는 Table 2와 같다. 병원 유산소 운동프로그램 군은 산소섭취량, 심박수, 분당 환기량, 운동부하 검사 측정시간 항목에서 통계학적으로 의미 있게 증가하였고, 자택 유산소 운동프로그램 참여 군은 산소섭취량 항목에 대해서만 통계학적으로 의미 있는 결과가 나타났으며, 유산소 운동프로그램에 따라 산소섭취량의 변화 차이가 나타났다.

2. 환기역치 수준에서 심폐기능의 변화

6주간 병원 유산소 운동프로그램과 자택 유산소 운동프로그램에 대한 증상 제한적 운동부하 검사 후 환기역치 수준에서 심폐기능의 변화는 Table 3과 같다. 병원 유산소 운동프로그램 군은 산소섭취량 및 분당 환기량의 증가, 분당 호흡횟수의 감소, 환기역치 발생 시간 지연 항목에서 통계학적으로 의미 있게 나타났고, 자택 유산소 운동프로그램 군에서는 통계학적으로 의미 있는 값이 도출되지 않았다.

3. 안정 시 수준에서 심폐기능의 변화

6주간 병원 유산소 운동프로그램과 자택 유산소 운동프로그램에 대한 증상 제한적 운동부하 검사 후 안정 시 나타난 심폐기능의 변화는 Table 4와 같다. 검사결과 두 그룹에서 심박수, 수축기 혈압, 분당 환기량, 호흡횟수 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4. 신체조성의 변화

6주간 병원 유산소 운동프로그램과 자택 유산소 운동프로그램에 대한 신체조성의 변화는 Table 5와 같다. 검사 결과 두 그룹에서 체중, 체질량지수, 체지방량에 대해 통계학적으로 유의한 차이를 나타나지 않았다.

Ⅳ. 논 의

산소섭취량은 신체 조건과 산소 활용 수준에 따라 대기 중의 산소를 신체 조직으로 전달하는 심폐 기능의 한계를 측정하는 타당성 있는 지표로서(Hawkins 등, 2007), 심폐기능을 평가하는 데 금본위제(gold standard)로 여겨진다(Gaskill 등, 2001). 산소섭취량은 일반적으로 나이, 성별에 의해 좌우되고, 신체활

Table 2. Changes of cardiopulmonary capacity variables in both groups at maximal exertion level

Variable	Group	Center (n=11)	p	Home (n=13)	p	p		
						g × t	time	group
VO _{2peak} (ml/kg/min)	pre	20.94±6.92	.003	23.50±6.06	.025	.024	<.001	.635
	post	25.13±5.62		24.91±5.68				
HR _{peak} (beat/min)	pre	119.63±28.86	.025	121.66±20.88	.069	.309	.003	.923
	post	132±26.11		128.16±15.48				
SBP _{peak} (mmHg)	pre	163.30±20.20	.943	162.58±31.30	.481	.541	.593	.796
	post	162.90±23.83		168.68±23.16				
RPP _{peak} (mmHg/min)	pre	18169.36±8984.28	.090	20108.33±6405.54	.249	.514	.037	.625
	post	21078.27±6110.38		21683.00±4213.21				
VE _{peak} (l/min)	pre	53.85±31.06	.010	59.03±21.32	.439	.105	.010	.904
	post	64.22±32.69		61.60±18.40				
Rf _{peak} (breath/min)	pre	35.99±6.58	.170	36.53±5.98	.814	.560	.339	.968
	post	37.68±7.11		36.95±4.71				
CPETD (sec)	pre	587.54±271.76	.003	667.30±274.84	.260	.137	.003	.762
	post	750.90±178.78		727.00±206.26				

VO_{2peak}: Oxygen consumption at peak, HR_{peak}: Heart rate at peak, SBP_{peak}: Systolic blood pressure at peak, RPP_{peak}: Rate pressure product at peak, VE_{peak}: Ventilation at peak, Rf_{peak}: Respiratory frequency at peak, CPETD: Duration of cardiopulmonary exercise test

Table 3. Changes of cardiopulmonary capacity variables in both groups at ventilatory threshold

Variable	Group	Center (n=11)	p	Home (n=13)	p	p		
						g × t	time	group
VT (ml/kg/min)	pre	15.03±5.67	.003	17.66±4.61	.079	.153	<.001	.372
	post	17.95±5.27		19.05±5.16				
HR _{VT} (beat/min)	pre	99.63±20.29	.802	102.33±11.91	.619	.886	.599	.617
	post	100.63±17.97		104.08±11.64				
SBP _{VT} (mmHg)	pre	139.27±29.01	.103	144.50±30.68	.380	.882	.108	.579
	post	131.09±25.86		137.66±23.04				
RPP _{VT} (mmHg/min)	pre	14072.00±4949.78	.307	14927.50±4222.43	.554	.831	.256	.523
	post	13199.27±3616.68		14331.41±2870.22				
VE _{VT} (l/min)	pre	32.45±15.95	.012	35.00±8.07	.739	.192	.072	.852
	post	36.20±17.05		35.63±10.85				
Rf _{VT} (breath/min)	pre	27.38±4.02	.038	27.71±3.42	.099	.715	.008	.670
	post	25.00±4.60		25.86±3.30				
OTVT (sec)	pre	443.18±341.02	.006	528.48±263.82	.080	.123	.001	.697
	post	582.27±290.45		587.30±249.93				

VT: Ventilatory threshold, HR_{VT}: Heart rate at ventilatory threshold, SBP_{VT}: Systolic blood pressure at ventilatory threshold, RPP_{VT}: Rate of pressure product at ventilatory threshold, VE_{VT}: Ventilation at ventilatory threshold, Rf_{VT}: Respiratory frequency at ventilatory threshold, OTVT: Occurrence time of ventilation threshold

Table 4. Changes of cardiopulmonary capacity variables in both groups at resting level

Variable	Group	Center (n=11)	p	Home (n=13)	p	p		
						g × t	time	group
HR _{rest} (beat/min)	pre	74.54±10.86	.117	75.41±7.19	.564	.430	.140	.424
	post	69.72±10.60		73.91±6.52				
SBP _{rest} (mmHg)	pre	131.7±26.11	.157	113.33±20.69	.968	.324	.294	.086
	post	122.90±25.76		113.08±17.47				
VE _{rest} (l/min)	pre	14.56±4.71	.847	12.89±3.28	.222	.524	.345	.522
	post	14.82±5.87		14.21±4.49				
Rf _{rest} (breath/min)	pre	21.60±4.23	.812	21.94±3.41	.562	.825	.566	.932
	post	21.24±3.23		21.13±4.87				

HR_{rest}: Heart rate at rest, SBP_{rest}: Systolic blood pressure at rest, VE_{rest}: Ventilation at rest, Rf_{rest}: Respiratory frequency at rest

Table 5. Changes of body composition variables in both groups

Variable	Group	Center (n=11)	p	Home (n=13)	p	p		
						g × t	time	group
Weight (kg)	pre	67.39±15.42	.184	68.64±11.98	.759	.447	.237	.794
	post	66.79±14.45		68.50±10.91				
BMI (kg/m ²)	pre	25.17±3.89	.183	26.87±4.26	.670	.390	.169	.320
	post	24.93±3.64		26.81±3.99				
Body fat (kg)	pre	20.75±7.33	.329	22.94±7.09	.612	.552	.237	.452
	post	20.23±7.12		22.78±6.61				

Center: Center based aerobic exercise group, Home: Home based aerobic exercise group, BMI: Body mass index

동 수준, 몸의 크기에 영향을 받는다(Mezzani 등, 2009). 최대산소섭취량에 대한 운동과학 관점과 임상의학 관점은 다르지만 일반적으로 산소섭취량은 운동 강도가 높아질수록 증가하며, 개인이 수행할 수 있는 최대에너지 생산이나 신체 능력을 결정하는 데 중요한 역할을 한다(Brooks 등, 2004). Sandercock 등(2011)이 시행한 메타연구에서 심장재활은 건강에 긍정적인 영향을 주고 체력을 증진시키는 데 효과적인 수단이라고 보고하였으며, 국내에서도 김철 등(2000)의 연구에서 심장질환자를 대상으로 시행한 6주간의 유산소 운동 후 최대 노력 수준에서 산소섭취량이 23.6 ± 5.04 ml/kg/min에서 31.8 ± 8.87 ml/kg/min으로 향상된 것을 보고하여 유산소 운동프로그램은 일반인에서와 마찬가지로 심장질환자의 심폐능력을 향상시킬 수 있음을 보여주고 있다.

본 연구에서 6주간 병원 및 자택 유산소 운동프로그램 수행 후 최대 노력 수준에서 두 그룹의 산소섭취량이 유의하게 증가한 것은 자택 유산소운동 프로그램이 병원 유산소운동 프로그램과 마찬가지로 운동능력을 향상시키는 것으로 볼 수 있으며, 이는 Oerkild 등(2010)이 보고한 운동능력을 증가시키기 위한 자택 심장재활은 병원 심장재활과 비슷한 효과를 보인다는 연구결과와 일치하였다. 하지만 국내 김철 등(2011)의 연구에서 6개월간 심장재활 프로그램 시행 후 자가 운동 및 병원 운동 프로그램에 따른 최대 노력 수준에서 두 그룹의 산소섭취량은 증가하였으나 증가율에 대해서는 병원 운동프로그램 그룹이 높게 나타난 결과를 보고하였고, 이는 본 연구의 결과와도 일치하였다. 이러한 이유로는 본 연구의 병원 유산소 운동프로그램 군에서 상대적으로 운동처방이나 프로그램에 대한 통제가 잘 이루어져 6주간 유산소 운동프로그램 후 운동수준이 더욱 향상된 것으로 보인다. 운동부하 검사 측정시간에 대해서도 두 그룹에서 모두 증가하는 경향을 보여 최대 노력 수준에서 유산소 운동 지구력이 향상된 것으로 나타났지만, 병원 유산소 운동프로그램 군에서 통계학적으로 유의한 결과 값이 나타나 상대적으로 병원 유산소 운동프로그램이 심장질환자의 최대 노력 수준에서 운동지구력을 향상시킨 것으로 보인다.

Gaskill 등(2001)이 보고한 연구에서 환기역치 발생시점의 결정은 운동 시 VE/VCO_2 가 일정한 상태를 유지하고 VE/VO_2 가 처음 증가하는 시점을 기준으로 한 Ventilatory equivalent 방법, VO_2 보다 VCO_2 가 증가하는 지점을 기준으로 한 V-slope 방법, 평형상태에서 과도하게 생성되는 이산화탄소를 계산하는 $ExCO_2$ 방법을 혼용하여 판단하는 것이 신뢰성이 높다고 보고하였으며, 또한 젖산역치와 마찬가지로 지속가능한 최대하의

수준에서 수행되는 일이나 지구력에 대해 최대산소섭취량보다 더 나은 지표를 제공한다고 보고하였다. 심부전환자에서도 환기역치는 최대하 운동지구력을 나타내는 유용한 지표이자 장기적인 운동중재효과를 나타내는 역할을 한다고 보고되었다(Sullivan 등, 1989). Coast 등(1992)과 Hambrecht 등(1995)은 심부전 환자를 대상으로 수행한 연구에서 환기역치에 해당하는 산소섭취량의 증가와 환기역치 발생시간이 지연되는 결과를 보고하였고, 이는 심장질환자들이 유산소 운동훈련 후 최대하 수준에서 수행되는 활동을 이전보다 더 편하고 지속적으로 수행하게 되었음을 의미한다. 그리고 기능적인 용량의 증가는 심근 허혈이 발생하는 활동 역치를 향상시키고 심장질환의 증상 발생을 감소시켜 사회생활과 여가생활로 복귀를 가능하게 한다(Wenger, 2008). 본 연구에서 나타난 환기역치 수준에 해당하는 산소섭취량의 증가와 환기역치 발생시간의 지연이 두 그룹에서 모두 나타나 최대하 수준에서 운동지구력이 향상된 것으로 보이지만 병원 유산소운동 군에서만 유의한 결과 값이 나타나 최대하 운동지구력이 상대적으로 병원 유산소 운동프로그램 군에서 더 향상된 것으로 나타났다.

분당 환기량과 일회호흡량은 운동이 시작되면 잔여 호기량과 흡기량이 감소하면서 나타나고 운동 강도와 환기량이 증가하면 잔여 호기량이 한정되고 잔여 흡기량이 감소하면서 분당 호흡횟수가 증가한다(Brooks 등, 2004). 즉, 중등도 운동에서는 분당 환기량이 증가하고 격렬한 운동 중에는 호흡횟수가 더욱 증가하게 된다(Ehrman 등, 2010). 만성심부전환자는 호흡곤란이 운동 지구력을 제한하는 주된 요인이며, 흡기근의 근력과 지구력이 감소하기 때문에 분당 환기량을 증가시키기 위해 환기량보다는 호흡횟수를 증가시키는데(Thow, 2009), 유산소 운동훈련 후 만성 심부전 환자의 최대하 운동수준에서 분당 호흡횟수가 감소하는 것이 보고되었다(Sullivan 등, 1989). 본 연구에서 최대 노력 수준에서 두 그룹의 분당 환기량과 분당 호흡횟수가 증가하는 결과가 나타났지만 병원 유산소 운동프로그램 군에서만 유의한 결과 값을 가져 자택 유산소 운동프로그램 군보다 최대 노력 수준에서 더 나은 폐 환기량의 향상을 보였다. 또한 환기역치 수준에서도 두 그룹의 분당 호흡횟수가 감소하고 분당 환기량이 증가하는 것으로 나타나 유산소 운동프로그램 시행 후 환기역치 수준에서 이전보다 더 나은 환기능력의 향상을 보였지만 병원 유산소 운동프로그램 군에서만 유의한 결과 값이 나타나 상대적으로 병원 유산소 운동프로그램 군이 최대하 운동 수준에서 환기 능력이 더욱 향상된 것으로 보인다.

심근 산소요구량은 심박수, 심근의 수축성, 심실벽의 긴장도에 의해 결정되는데 지속적인 유산소 운동은 미주신경을 통해 동방결절로 가는 부교감신경을 활성화시켜 최대하 운동 중 심박수와 혈압을 낮추고 심장 용적과 수축력을 증가시켜 심박출량의 증가를 가져오며(Brooks 등, 2004), 심근부담률은 낮춰 일상생활 중에 발생할 수 있는 중등도, 고강도 활동 시 심근의 산소요구량을 감소시킨다(Leon 등, 2005). 더욱이 장기적인 유산소 운동은 관상동맥과 혈류저항이 강한 혈관의 내막 기능을 향상시켜 혈관확장에 도움을 주고 관상동맥의 여유 혈류량을 증가시켜 운동 중 심근 산소요구량이 높아져도 심근의 허혈성 스트레스를 감소시키는 역할을 한다(Hambracht 등, 2000). 또한 유산소운동은 심근경색환자의 혈류역학적인 측면에서 효과를 가져와 어떠한 수준의 신체활동에서도 이전보다 심박수와 혈압을 낮춰주어 심근부담률을 저하시킨다(Wenger, 2008). 본 연구에서는 통계학적으로 유의한 결과가 도출되지 않았지만 안정 시 두 그룹의 심박수의 감소와 환기역치 수준에서 심근부담률이 감소하는 경향을 보여, 안정 시와 환기역치 수준에서 심근산소 요구량이 감소하는 것으로 볼 수 있다.

비만은 심혈관질환의 독립적인 위험요인이며, 과체중 및 비만은 심혈관계에 영향을 주어 심혈관질환, 만성 심부전, 급작스러운 사망에 이르기까지 다양한 심장질환 합병증과 관련이 있고, 총 혈액량 및 일회 심박출량을 증가시켜 신체활동 수행 시 심장의 부담률을 높이고(Poirier 등, 2006), 과체중과 비만이 있는 여성은 정상 체질량지수를 갖는 여성보다 심부전에 대한 위험성이 각각 50%, 100%가량 높은 것으로 보고되었다(Kenchaianh 등, 2002). Lavie 등(2009)에 의하면 체지방을 줄이는 것이 체질량지수나 체중을 감량하는 것보다 낮은 사망률을 보였으며, 심장재활과 운동을 통해 대사증후군의 유병률을 37% 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서 체중, 체질량지수, 체지방률이 감소하는 경향을 보였으나 통계학적으로 유의한 결과가 도출되지 않았다. 이는 심장질환자의 체중감소는 체력수준과 심장질환 예후에 밀접한 연관이 있는데(Lavie 등, 2009b), 본 연구의 참여 대상자들의 체력수준이 낮아 유산소 운동프로그램 후 신체조성에 대한 편차가 나타난 것으로 보인다.

이상의 결과를 통해 6주간 시행된 병원 및 자택 유산소 운동프로그램은 모두 최대 노력 수준에 해당하는 산소섭취량을 향상시켜 심장질환자의 심폐기능을 향상시켰지만 기본적인 체력수준이 낮아 신체조성에는 큰 영향을 미치지 않았다. 따라서 자가 감시 운동수첩을 제공한 자택 유산소 운동프로그램은 운동처방에 따라 운동을 보다 규칙적이고 효과적으로 수행할 수 있게 도와주어 심폐기능을 향상시키고, 심장질환자에게 운동프

로그램에 대한 선택의 폭을 넓혀 주어 운동프로그램 참여율 향상에 도움을 줄 것으로 보인다. 하지만 병원 유산소 운동프로그램에서 최대 노력 수준과 환기역치 수준에서 유산소운동 시행 전·후의 심폐기능 변수에 대해 전반적으로 유의한 결과 값이 더 많이 도출되어 자택 유산소 운동프로그램보다 심폐기능 향상에 더욱 효과적임을 알 수 있다.

따라서 병원 유산소 운동프로그램에 참여하기 힘든 심장질환자들을 대상으로 자택 유산소 운동프로그램을 시행하여 심장재활 참여율을 높이고 심폐기능을 향상시킬 수 있는 것으로 보이나 자택 유산소 운동프로그램의 효율성을 제고를 위해서 자가 감시 운동수첩 뿐 아니라 좀 더 적극적인 환자 및 운동 프로그램관리가 이루어진다면 더 나은 유산소 운동훈련의 효과가 나타날 것으로 보인다.

V. 결 론

본 연구는 6주간 병원 및 자택 유산소 운동프로그램이 심장질환자의 심폐기능 및 신체조성에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 최대 노력 수준에서 두 그룹 모두 산소섭취량이 증가하였지만 병원 유산소 운동프로그램 군에서만 심박수, 검사시간, 분당 환기량 항목에서 유의한 차이가 나타났다.
2. 환기역치 수준에서 두 그룹에서 모두 긍정적인 변화가 나타났으나, 병원 유산소 운동프로그램 군에서만 산소섭취량, 분당 환기량, 분당 호흡횟수, 환기역치 발생지연에 대한 항목에서 유의한 차이가 나타났다.
3. 최대 노력 수준에서 유산소 운동프로그램에 따른 산소섭취량 변화율에 대해 유의한 차이가 나타났다.
4. 체중, 체질량지수, 체지방률 변화에는 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

참고문헌

- 김철, 임시웅, 이성민 등. 심장질환 환자에서의 유산소 운동의 효과. 대한재활의학학회지, 2000;24(6): 1156-1161.
- 통계청. 2011년 사망원인 통계 결과. 2000.
- Allen JK, Scott LB, Stewart KJ et al. Disparities in women's referral to and enrollment in outpatient cardiac rehabilitation, Journal of General Internal Medicine, 2004;19:747-753.

- Brooks GA, Fahey TD, Baldwin KM. Exercise physiology: Human bioenergetics and its applicatoin. New york: McGraw-Hill. 2004.
- Coast AJS, Adamopoulos S, Radealli A et al. Controlled trial of physical training in chronic heart failure. *Circulation*, 1992;82:2119-2131.
- Dalal H., Zawada A, Jolly K et al. Home based versus centre based cardiac rehabilitation : Cochrane systematic review and meta-analysis. *British Medical Journal*, 2010;340:b5631.
- Ehrman JK, Dejong A, Sanderson B et al. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Baltimore, Philadelphia: Wolters kluwer/ Lippincott Wlliams & Wilkins. 2010.
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA et al. Exercise standards for testing and training. *Circulation*, 2001;104:1694-1740.
- Gaskill SE, Ruby BC, Walker AJ et al. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *American College of Sports Medicine*, 2001;11:1841-1848.
- Giannezzi P, Saner H, Björnstad H et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation. *European Heart Journal*, 2003;24:1273-1278.
- Gibbons RJ, Bakady GJ, Beasley JW et al. ACC/AHA guidelines for exercise testing. *American College of Cardiology and the American Heart Association*, 1997;30:260-315.
- Hambrecht R, Niebauer J, Fiehn E et al. Physical training in patients with stable chronic heart failure: Effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. *Journal of American College of Cardiology*, 1995;25:1239-1249.
- Hambrecht R, Wolf A, Gielen S et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *The New England Journal of Medicine*, 2000;342: 454-460.
- Hawkins MN, Raven PB, Snell PG et al. Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. *The American College of sports Medicine*, 2007;1:103-107.
- Howley ET, Bassett DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995;29:292-1301.
- Jolly K, Taylor RS, Lip GY et al. Home-based cardiac rehabilitation compared with centre-based rehabilitation and usual care : A systemic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 2005;343-351.
- Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF et al. Peak oxygen intake and cardiac mortality in women referred for cardiac rehabilitation. *Journal of the American College of Cardiology*, 2003;42:2139-2143.
- Kenchaianh S, Evans JC, Levy D et al. Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med*, 2002;374: 305-313.
- Kim, C., Youn, J. E., & Choi, H. E. The effect of a self exercise program in cardiac rehabilitation for patients with coronary artery disease. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 2011;35(3):381-387.
- Lavie CJ, Thomas RJ, Squires RW et al, Exercise training and cardiac rehabilitation in primary and secondary prevention of coronary heart disease. *Mayo Clinic Proceedings*, 2009a;84(4):373-383.
- Lavie CJ, Milani RV, Ventura HO. Obesity and cardiovascular disease. *J Am Col Cardiol*, 2009b;53: 1925-1932.
- Lawler PR, Filion KB, Eisenberg MJ. Efficacy of exercise-based cardiac rehabilitation post-myocardial infarction: A systemic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *American heart journal*, 2011;162: 571-584.
- Leon AS, Franklin BA, Balady G J et al. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *Circulation*, 2005;111:369-376.
- Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report form the exercise physiology section of the european association for cardiovascular prevention and rehabilitation. *European Journal of Cardiovasculr Prevention & Rehabilitation*, 2009;16:249-267
- Myers J, Prakash M, Froelicher V et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*, 2002;346:N11.
- Oerkild B, Frederiksen M, Hansen JF et al. home-based cardiac rehabilitation is as effective as centre-based cardiac rehabilitation among elderly with coronary heart disease : results from a randomized clinical trial. *Age and Ageing*, 2010;40:78-85.
- Poirier P, Giles TD, Bray GA et al. Obesity and Cardiovascular

- disease: Pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss. *Circulation*, 2006;113: 898-918.
- Roger V L, Jacobse S J, Pellikka P A et al. Prognostic value of treadmill exercise testing: a Population-based study in Olmsted County, Minnesota. *Circulation*, 1998;98: 2836-2841.
- Sandercock G, Hurtado V, Cardoso F. Changes in cardiorespiratory fitness in cardiac rehabilitation patients: A meta-analysis, *International Journal of cardiology*. 2011;11:68-77.
- Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*, 1999;99:963-972.
- Suaya JA, Shepard DS, Normand ST et al. Use of cardiac rehabilitation by medicare beneficiaries after myocardial infarction or coronary bypass surgery. *Circulation*, 2007;116:1653-1662.
- Suaya JA, Stason WB, Ades PA et al. Cardiac rehabilitation and survival in older coronary patients. *Journal of the American College of Cardiology*, 2009;54:25-33
- Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR. (1989). Exercise training in patients with chronic heart failure delays ventilatory anaerobic threshold and improves submaximal exercise performance. *Circulation*, 1989; 79:324-329.
- Taylor RS, Watt A, Dalal H. M et al. Home-based cardiac rehabilitation versus hospital-based rehabilitation : A cost effectiveness analysis. *International Journal of Cardiology*, 2007;119:196-201.
- Thow MK. Exercise leadership in cardiac rehabilitation for high risk groups: An evidence-based approach. Chichester, John Willy & sons. 2009.
- Wenger NK. Current status of cardiac rehabilitation. *J Am Coll Cardiol*, 2008;51:1619-1631.
- Williams MA. Exercise Testing in cardiac rehabilitation exercise prescription and beyond. *Cardiology clinics*. 2001.
- Williams MA, Ades PA, Hamm LF, Keteyian SJ et al. Clinical evidence for a health benefit from cardiac rehabilitation: an update. *AM heart Journal*, 2006;152:835-841.