

유산소운동이 관상동맥 우회술 환자의 심폐 운동능력에 미치는 영향

대한심장호흡물리치료학회지 제1권 제1호

■윤정호¹, 정영준²

■¹세종병원 물리치료팀, ²구미대학교 물리치료학과

The Effect of Aerobic Exercise on Cardiopulmonary Exercise capacity in patients undergoing coronary artery bypass graft

Jung-ho Youn, PhD¹, Young-june Jeong, MS²

¹Department of Physical Therapy, Sejong general hospital, ²Department of Physical Therapy, Gu-Mi university

Purpose The purpose of this study is to identify effects of aerobic exercise on cardiovascular exercise capacity in patients underwent coronary artery bypass graft. The subjects of this study were patients who underwent coronary artery bypass graft and were referred of exercise-based cardiac rehabilitation program immediately after discharge, divided into the experiment group who participated in exercise-based cardiac rehabilitation program(n=21) and the control group who did not(n=21). The experiment period was between the day of the first exercise loading test since the patients were referred to the cardiac rehabilitation program after discharge and the time after eight-week exercise. During the experiment period, subjects were educated consistent management of risk fact and counseling of the exercise, pulmonary ventilation gas test, graded exercise test, and echocardiography before and after the experiment period, in order to analyze changed heart rate, changes in Rate Pressure Product and Respiratory Exchange Ratio, and cardiopulmonary exercise ability after the experiment. In **conclusion**, the eight-week, exercise-based cardiac rehabilitation program on cardiovascular exercise capacity in patients underwent coronary artery bypass graft after discharge was significantly effective on reduction in rest heart rate, sub-Rate Pressure Product and sub-Respiratory Exchange Ratio, and enhancement in cardiopulmonary exercise ability

Key words Exercise Capacity, Coronary artery bypass graft, Rehabilitation, Aerobic exercise

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

관상동맥질환인 협심증과 심근경색 환자의 대부분은 약물치료와 관상동맥우회술과 경피적 관상동맥 시술과 같은 중재술로 성공적으로 치료되고 있다(1). 또한 심장재활은 운동능력(Funtional capacity)과 장기적인 예후의 증가(Mannheimer et al, 2002))와 함께 심근확산과 삶의 질 향상(DeJongste et al, 2004)을 위해 협심증 환자에게 적절한 치료로 권장되고 있다.

최근 미국심장 협회에서는 협심증환자, CABG 병력 환자, 심근경색과 경피적 관상동맥 시술환자, 그리고 심근병증을 가진 환자를 위한 심장재활과 감시된 운동훈련을 권고하고 있다

(Fletcher et al, 2001). 일련의 메타 분석에 의하면 운동중심 심장재활은 관상동맥 질환으로 프로그램에 참가한 대상자들에게서 비치명적인 심근경색의 위험, 혈관재형성(Taylor et al, 2004) 그리고 심근경색 후 재경색의 감소와 관련이 있는 것으로 보고되었다(Lawler et al, 2011. 또한 관상동맥질환 환자를 위한 운동중심 심장재활 훈련 효과에 관한 이전의 메타 분석에서는 일반적인 의료에 비해 운동 요법을 받는 환자군에서 총 사망률과 심장질환 사망률이 20~26%까지 통계적으로 유의한 감소가 있다고 보고하고 있다(Clark et al., 2005; Jolliffe et al., 2001; O'Connor et al., 1989; Oldridge et al., 1988). 일반적으로 중심 구성요소로 운동훈련을 가지고 있는 심장재활은 관상동맥우회술(CABG) 후 환자를 위해 적용된다(Vanhees

교신저자: 정영준

주소: 730-711 경상북도 구미시 야은로 37, 전화: 054-440-1244, E-mail: jy1011@hanmail.net

et al., 1994).

심혈관 질환자가 아닌 건강한 젊은 남성은 지구력 운동 후 VO2 peak 증가에 의해 심장 이완기능이 개선되고(Forman et al., 1992), 운동선수의 경우 심박출량 증가와 유산소 능력 향상으로 심장 이완 시간이 늘어나고 충만량과 충만속도가 증가 되어(Palmieri et al., 2004; Vanoverschelde et al., 1993) 운동훈련이 이완기능에 대한 노화의 효과를 감소하는 것으로 보고되고 있다(Prasad et al., 2007). 운동 능력(Exercise capacity)은 건강한 개인과 심혈관 질환을 가지고 있는 환자 모두에서 생존의 최고 예측 인자로 밝혀졌다(Myers et al, 2002; Keteyian et al, 2008).

STEMI(Antman et al, 2004)과 NSTEMI/불안정성 협심증 환자(Anderson et al, 2007)에게 심장 재활프로그램에 참여하도록 권고하고 있음에도 불구하고, 이 프로그램에 참여하는 비율은 상당히 낮으며, 급성 심근경색에서 생존한 환자의 약 10~20%만이 운동중심 심장재활프로그램에 참여하고 있다(Suaya et al, 2007; Leon et al, 2005). 이렇게 심장재활센터는 증상이 안정되고 기간이 있음에도 불구하고 협심증과 복잡한 심혈관 병력을 가진 환자를 수용하기를 꺼려하고 있다(Lewin, 1999). 또한 운동훈련이 심장재활의 중요한 요소가 되어 있음에도 불구하고, 가장 바람직한 운동의 종류, 운동 량, 운동 빈도 그리고 운동강도에 대해서는 아직도 명확하지 않다(Moholdt et al, 2009).

따라서, 본 연구는 8주 동안 운동중심 심장재활 프로그램을 관상동맥 우회술 환자에게 적용함으로써 운동능력에 미치는 영향을 알아보고 적절한 치료선택이었는지 조사하기 위해 설계되었다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 연구대상자들은 2011년 2월부터 2013년 7월까지 경기도 소재 S병원에서 관상동맥질환(협심증, 심근경색)으로 흉부외과에서 관상동맥 우회술(CABG)을 받은 환자 가운데 심장재활센터에서 입원단계 심장재활을 받고 퇴원 직후 운동중심 재활에 참가한 환자 48명을 대상으로 실시하였다.

이들 연구대상자 중 심각한 부정맥(1명), 운동부하를 받기 어려운 만성폐쇄성 폐질환과 근골격계 질환(1명), 운동부하 검사 중 심혈관계 이상반응으로 검사를 중단한 경우(1명), 다리의 피로나 통증과 같은 국소적인 문제로 검사를 중단한 경우(1명), 운동프로그램을 중도 포기한 경우(2명)의 환자들은 연구대상에서 제외되었다. 최종적으로 본 연구의 연구대상자는

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

		실험군(n=21)	대조군(n=21)
성 (명)	남	18	20
	여	3	1
연 령(세)		56.80(±7.69)	58.00(±8.27)
	신장(cm)	167.33(±5.23)	165.35(±6.09)
신체특성	체중(kg)	73.99(±21.60)	69.16(±11.01)
	BMI (kg/m ²)	26.32(±3.63)	25.22(±21.60)
	고혈압	13	10
과거력	당뇨	6	8

(M±SD)

42명으로, 운동 중심재활에 참여한 실험군(n=21)과 동 재활에 참여하지 않는 대조군(n=21)으로 구분하여 각 집단 간의 비교 연구를 시행하였다.

연구 대상자의 신체적 특성은 표 1과 같다.

2. 연구방법

1) 퇴원 직후 운동중심 심장재활

퇴원 직후 운동중심 심장재활 프로그램은 심장재활 센터에서 무선 심전도 감시하에 주 3회씩, 8주 동안 총 24회를 시행하였다. 일회의 운동시간은 준비운동 10분, 본 운동 약 30~40분, 정리운동 10분으로 총 약 1시간 정도 실시하였다. 준비운동은 스트레칭과 빨리 걷기를 실시하였고, 본 운동은 트레드밀(스카이라이프 5300, 한국)과 고정용 자전거를 10분씩 교대로 시행하고 3분씩 휴식기를 가졌으며, 마무리 운동은 호흡조절과 스트레칭, 그리고 이완체조를 실시하였다.

운동 강도는 퇴원 직후 운동중심 심장재활 프로그램을 실시하기 직전에 실시한 환기가스 분석기를 포함한 운동부하 검사를 통해 측정된 결과를 토대로 미국심폐 재활 협회의 지침에 기준하여 Karvonen(1957)의 공식을 이용하여 목표 심박수(target heart rate) 산출하였으며, 저강도에서 고강도까지(40~85%) 단계적으로 증가시키면서 진행하였다.

Karvonen의 목표 심박수 산출 공식 :

[목표 심박수 = (최대 심박수-안정시 심박수)×(백분율) + 안정시 심박수]

이에 반해 대조군은 초기 환기가스 분석기를 포함한 운동부하 검사 후 퇴원 직후 운동 중심 심장재활 프로그램에 참여하지 않고 흉부외과에서의 정기적인 약물 치료만을 받도록 했다.

표 2. Modified Bruce protocol

운동단계(3분간격)	속도(mph)	경사도 (%)
1단계	1.7	0
2단계	1.7	5
3단계	1.7	10
4단계	2.5	12
5단계	3.4	14
6단계	4.2	16
7단계	5.0	18
8단계	5.5	20

이 때 연구에 참여한 환자 및 가족에게 위험인자에 대한 약물요법, 영양상담, 금연교육, 비만교육을 시행하였다.

2) 환기가스를 포함한 운동부하검사

실험군 및 대조군 환자들은 각각 퇴원 직 후 운동중심 심장재활 프로그램 참여 전과 8주 후에 환기가스 검사를 포함한 운동부하 검사를 받았으며, 검사 프로토콜은 수정된 브루스 프로토콜(modified Bruce protocol)을 이용한 점진적 증상 제한 운동부하검사(symptom limited test)를 실시하였다(표 2.). 이를 위하여 12채널 실시간 운동부하 검사용 심전도 검사기 Q4500(Quinton, U.S.A.) 및 호흡가스분석기 Quinton Metabolic Cart(Quinton, U.S.A.), 자동 혈압 및 맥박 측정기(Model 412, Quinton, U.S.A.) 그리고 운동부하 검사용 트레드밀(MedTrack ST 55, Quinton, U.S.A.)을 사용하였다.

3) 측정 변인

운동능력의 평가를 위해 운동부하 검사시에 얻은 안정시 심박수, 최대심박수, 안정시 혈압과 최대혈압, 운동3단계에서의 최대하 심근부담률과 최대 하심근부담률, 운동3단계에서의 최대하 호흡교환비와 최대 호흡교환비, 무산소 역치 출현시의 신진대사량(MET)과 최대 MET, 운동지속시간과 최대산소 섭취량의 변화를 측정하였다.

3. 자료처리 방법

이 연구에서 얻어진 모든 자료들은 Window용 SPSS/PC 18.0 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 집단(실험군, 대조군)과 시점(운동 전, 운동 후)의 차이를 2×2 repeated-measured ANOVA를 사용하여 검증하였다. 유의한 차이가 발견될 경우 사후검증을 위해 Paired t-test를 사용하였다. 모든 통계의 유의 수준은 $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

본 연구의 결과는 표 3과 같다.

1. 안정시 심박수(rest heart rate; RHR)의 변화

퇴원 직 후 8주간의 운동 중심 심장재활 프로그램 참여에 따른 집단 간 안정시 심박수에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p < .01$)에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 집단 × 시기($p = .082$), 집단 간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p = .376$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 9.19회/분 유의하게 감소했으며($p < .01$), 대조군은 4.13회/분 유의하게 감소 한 것으로 나타났다($p < .05$).

2. 혈압(Blood Pressure)의 변화

퇴원 직 후 8주간의 운동 중심 심장재활 프로그램 참여에 따른 집단 간 안정시 수축기혈압은 분석한 결과 측정 시기($p = .331$), 집단 × 시기($p = .056$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p = .861$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 7.81mmHg 유의하게 감소했으며($p < .05$), 대조군은 2.63mmHg 유의하지 않게 증가 한 것으로 나타났다($p = .453$). 그리고 집단 간 안정시 이완기혈압은 측정 시기($p = .990$), 집단 × 시기($p = .254$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고($p = .872$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 2.94mmHg 유의하지 않게 감소했으며($p = .434$), 대조군은 2.88mmHg 유의하지 않게 증가 한 것으로 나타났다($p = .412$).

또한, 집단 간 최대수축기 혈압은 측정 시기($p < .01$)에 유의한 차이가 있게 나타났으며, 집단 × 시기($p = .072$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고($p = .405$), 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 0.25mmHg 유의하지 않게 증가했으며($p = .961$), 대조군은 8.06mmHg 유의하지 않게 증가 한 것으로 나타났다($p = .245$). 이와 함께 집단 간 이완기 혈압의 경우 측정 시기($p = .900$), 집단 × 시기($p = .515$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($p = .873$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 2.13mmHg 유의하지 않게 감소했으며($p = .550$), 대조군은 1.44mmHg 유의하지 않게 증가 한 것으로 나타났다($p = .734$).

3. 심근부담률(Rate Pressure Product)의 변화

퇴원 직 후 8주간의 운동 중심 심장재활 프로그램 참여에 따른 집단 간 최대하 심근부담률에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p = .374$), 집단 × 시기($p = .108$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($p = .065$). 사후 검증결과 실험

군에서 측정 전 후간 2096.94 유의하게 감소했으며($p<.05$), 대조군은 619.37 유의하지 않게 증가 한 것으로 나타났다($p=.648$). 또한 집단 간 최대 심근부담에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p=.916$), 집단 \times 시기($p=.970$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고($p=.626$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 129.64 유의하지 않게 증가했으며($p=.919$), 대조군은 61.12 유의하지 않게 증가 한 것으로 나타났다($p=.963$).

4. 호흡교환비(Respiratory Exchange ratio)의 변화

퇴원 직 후 8주간의 운동 중심 심장재활 프로그램 참여에 따른 집단 간 최대 호흡교환비에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p<.01$), 집단 \times 시기($p<.01$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 나타났으며($p<.05$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 0.11 유의하게 감소했으며($p<.01$), 대조군은 0.01 유의하지 않게 감소한 것으로 나타났다($p=.439$). 또한 집단 간 최대 호흡교환비에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p=.529$), 집단 \times 시기($p=.664$), 집단 간에는 유의한 차이가 없

는 것으로 나타났고($p=.609$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 0.02 유의하지 않게 증가했으며($p=.240$), 대조군은 0.00 유의하지 않게 증가 한 것으로 나타났다($p=.914$).

5. 신진 대사량(metabolic equivalent of task ; MET)의 변화

퇴원 직 후 8주간의 운동 중심 심장재활 프로그램 참여에 따른 집단 간 무산소 역치 출현시의 신진대사량(AT-MET)에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p<.01$), 집단 \times 시기($p<.01$)에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 집단 간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고($p=.102$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 1.73MET 유의하게 증가했으며($p<.01$), 대조군은 0.82MET 유의하게 증가 한 것으로 나타났다($p<.01$). 또한 집단 간 최대 신진대사량(MET)에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p<.01$), 집단 \times 시기($p<.05$)에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 집단 간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고($p=.102$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 1.75MET 유의하게 증가했으며($p<.01$), 대조군은 1.2MET 유의하게 증

표 3. 각 변인에 대한 집단별 변화량 결과

		실험군		대조군	
		사전	사후	사전	사후
심박수 (Heart Rate)	안정 심박수(RHR)	84.05(± 16.72)	75.33(± 12.49)*	76.76(± 12.24)	73.05(± 10.35)
	최대 심박수(MHR)	139.43(± 16.45)	148.48(± 12.84)*	139.52(± 20.07)	141.81(± 13.54)
	안정시 수축기 혈압	121.52(± 17.43)	115.14(± 13.10)*	114.48(± 16.57)	118.14(± 14.59)
혈압 (Blood Pressure)	안정시 이완기 혈압	77.00(± 12.68)	75.71(± 8.51)	75.38(± 11.88)	77.90(± 12.45)
	최대 수축기 혈압	158.48(± 32.28)	160.67(± 25.26)*	149.19(± 28.23)	157.19(± 21.53)
	최대 이완기 혈압	74.52(± 13.21)	74.38(± 10.50)	74.24(± 14.16)	74.10(± 12.08)
심근부담률 (Rate Pressure Product)		15234.86	13569.76*	14139.24	14708.76
	최대하 심근부담률	(± 4861.66)	(± 3483.73)	(± 3375.98)	(± 4052.34)
	최대 심근부담률	20490.29	19752.33	19265.38	20000.90
호흡교환비(Respiratory Exchange Ratio)		(± 6396.83)	(± 6551.96)	(± 4856.42)	($\pm 4.38.80$)
	최대하 호흡교환비	0.98(± 0.05)	0.87(± 0.04)*	0.96(± 0.07)	0.95(± 0.04)†
	최대 호흡교환비	1.13(± 0.09)	1.15(± 0.06)	1.14(± 0.10)	1.15(± 0.11)
신진대사량 (MET)	무산소역치시의 신 진대사량	4.63(± 0.51)	6.26(± 0.77)*	4.67(± 1.01)	5.58(± 0.97)*
	최대 신진대사량	6.22(± 0.95)	7.97(± 1.11)*	6.07(± 1.26)	7.30(± 1.42)*
	운동지속시간(Exercise Duration)	789.48(± 128.12)	917.62(± 91.38)*	770.38(± 126.77)	834.19(± 103.27)*
최대 산소섭취량(VO2max)		22.20(± 3.54)	27.71(± 3.57)*	21.76(± 5.06)	25.82(± 4.87)*†

(M \pm SD)

*** $p<.001$, pre vs post, ** $p<.01$, pre vs post, * $p<.05$, pre vs post,

† $p<.05$ Ex. group vs Non-Ex. group

가 한 것으로 나타났다($p<.05$).

6. 운동지속시간(Exercise Duration)의 변화

퇴원 직 후 8주간의 운동 중심 심장재활 프로그램 참여에 따른 집단 간 운동지속시간에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p<.01$)에 따라 유의한 차이가 나타났으며, 집단 \times 시기($p=.060$), 집단 간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p=.187$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 134.81sec 유의하게 증가했으며($p<.01$), 대조군은 Exercise Duration이 66.69sec 유의하게 증가 한 것으로 나타났다($p<.05$).

7. 최대 산소섭취량($VO_2\max$)의 변화

퇴원 직후 8주간의 운동 중심 심장재활 프로그램 참여에 따른 집단 간 최대산소섭취량에 미치는 효과를 분석한 결과 측정 시기($p<.01$), 집단 \times 시기($p<.01$), 그리고 집단 간에 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 사후 검증결과 실험 군에서 측정 전 후간 6.38ml/kg/min 유의하게 증가했으며($p<.01$), 대조군은 $VO_2\max$ 이 3.27ml/kg/min 유의하게 증가 한 것으로 나타났다($p<.05$).

IV. 논 의

본 연구에서는 관상동맥 우회술을 받은 환자에게 적용된 퇴원 직 후 8주간의 운동중심 심장재활 프로그램이 관상동맥 우회술 환자에게 운동능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 연구되었다.

심장 재활이란 “급성 또는 만성 심혈관 질환 이후 환자가 자신의 노력에 의해 사회에서 최적의 기능을 유지하거나 재개할 수 있도록, 또한 생활 습관 개선을 통해 질병을 지연시키거나 가역화 될 수 있도록, 최고의 신체적, 심리적, 사회적 상태를 보장하기 위해 필요한 복합적 중재”라고 정의되고 있다(Fletcher et al, 2001). 이것은 운동, 위험요인 교육, 행동 수정, 심리적 지지, 전통적 심장 혈관 질환 위험 요인 관리를 목표로 한 전략 등을 포함하는 다양한 치료와 관련된 복합적 중재를 의미한다.

많은 연구들은 심장재활 운동이 관상동맥질환자에게 운동능력, 지질수치, 비만지수, 심리적, 사회적 개선 및 치명적 심근경색, 재입원 감소로 인한 의료비 절감, 관상동맥으로 인한 사망률 감소 등 많은 유익성을 갖는다(Lavie et al., 1993; Lawler et al, 2011; Milani et al., 1993)고 하였으며, 이 중에서 운동훈련은 심장재활의 가장 중요한 구성요소로서 유산소

운동은 최대산소소모량을 증가시키고, 최대하 심박수 및 심근부담률을 감소시킴으로써 활동적인 일상생활중의 심근산소요구량을 줄여준다(김 철 등, 2000; Krus et al, 2002). 이러한 유익성에서 가장 많은 영향을 미치는 요인은 심폐체력 향상 요인들이다. 선행연구에 의하면 3~6개월간 감독하에 시행한 심장재활 운동은 체력이 저하된 환자의 운동능력을 향상시키며 최대 산소소비량을 11~36%나 증가시킨다고 하였다(Ades, 2001)

심박수와 관련한 선행연구를 살펴보면 Moldover 등(1994)은 유산소운동 후 안정시 및 최대하 운동시 심박수는 감소하나 최대 심박수에는 변화가 없었다고 보고하였고, Foss 등(1998)은 최대 심박수는 유산소운동 후에 변화가 없거나 약간 감소된다고 보고하였다. 또한 Cornelissen과 Fagard(2005)는 72개의 선행연구를 메타 분석한 결과 규칙적인 운동은 분당 7회의 안정시 심박수를 감소시켜 준다고 보고하였다. 본 연구 결과, 안정시 심박수가 운동을 실시한 실험군과 운동을 실시하지 않은 대조군에서 모두 감소하였으나 실험군에서 Cornelissen과 Fagard(2005)의 결과와 일치하였다.

일반적으로 심폐의 기능적 능력은 트레드밀 운동부하검사로 평가되어지며, 이 때 측정된 최대산소섭취량($VO_{2\max}$)은 운동능력(MET: metabolic equivalent)으로 나타낼 수도 있다(Bardsley & Mavkin, 1987). 즉 안정시 VO_2 는 3.5ml/kg/min이며, 이는 1 MET의 운동 강도로 표기한다. 최대산소섭취량에서의 1 MET 증가는 건강인과 비건강인에서 관상동맥 사망위험의 감소와 연관이 있다. 이전연구에서 위험요인들이 있는 사람과 없는 사람에서 1 MET 증가는 치명적 심장사에서 28~51%, 비치명적 심장사에서 17~29% 감소를 보여 심장사건의 강력한 위험예후 인자로 보고하였다(Laukkanen 등 (2004)).

본 연구 결과 대조군에서도 변화는 있었지만 실험군에서는 유의하게 증가하여 퇴원직 후 8주간의 운동중심 심장재활 프로그램 참여가 관상동맥우회술 환자의 생존율을 증가시키고 삶의 질을 향상시키는데 중요한 요소가 됨을 알 수 있었다. 또한 본 연구에서의 심폐체력 향상은 운동 내성을 향상시켜 운동지속시간을 증가시켰으며 동일한 절대 강도에서의 최대하 운동에서 심근부담률과 호흡교환비 역시 개선시킨 것으로 나타났다.

V. 결 론

관상동맥우회술 환자에 대한 퇴원직 후 8주간의 운동중심 심장재활 프로그램 참여 여부가 운동능력에 미치는 영향을 규명하기 위해 실시한 본 연구에서 다음과 같은 결과를 얻었다. 심폐

운동능력 검사에서 안정시 심박수, 안정 수축기 혈압, 최대하심근부담률, 최대하 호흡교환비, 운동지속시간, 그리고 최대산소섭취량은 대조군보다 실험군에서 각각의 유의한 개선을 보였다($p<.05$, $p<.01$, $p<.001$)

이상의 결과로 미루어 볼 때 관상동맥우회술 환자를 대상으로 한 퇴원 직 후 8주간의 운동중심 심장재활 프로그램은 심폐운동 능력 향상의 개선에 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 김 철, 임사웅, 이성민, 안재기: 심장질환 환자에서의 유산소운동의 효과. 대한재활의학회지. 2000;24:1155-1160
2. Ades, P. A.(2001). Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *New Engl J Med.* 345: 892-902.
3. Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction-executive summary: a report of the American College of cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients With Acute Myocardial Infarction). *Circulation* 2004;110:588-636.
4. Anderson JL, Adams CD, Antman EM, et al. ACC/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/ non ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2002 Guidelines for the Management of Patients With Unstable Angina/ Non ST-Elevation Myocardial Infarction): developed in collaboration with the American College of Emergency Physicians, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society of Thoracic Surgeons: endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Society for Academic Emergency Medicine. *Circulation* 2007;116: e148-304.
5. Bardsley, W. T., Mavkin, H, T.(1987). Exercise testing. In: Brandenburg RD, Fuster V, Giuliani ER, et al., editors. *Cardiology fundamentals and practice*. Chicago: Year Book; p. 369-402.
6. Clark, A. M., Hartling, L., Vandermeer, B., McAlister, F. A.(2005). Meta analysis: secondary prevention programs for patients with coronary artery disease. *Annals of Internal Medicine.* 143(9):659-672.
7. Cornelissen, V. A., Fagard, R. H.(2005). Effects endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms and cardiovascular risk factors. *Hypertension.* 46:667-675.
8. DeJongste MJ, Tio RA, Foreman RD: Chronic therapeutically refractory angina pectoris. *Heart* 2004; 90: 225-230.
9. Elizabeth A. Asbury a, b Carolyn M. Webb :Cardiac Rehabilitation to Improve Physical Functioning in Refractory Angina: A Pilot Study. *Cardiology* 2012;122: 170-177
10. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al: Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694-1740.
11. Forman, D. E., Manning, W. J., Hauser, R., Gervino, E. V., Evans, W. J., Wei, J. Y.(1992). Enhanced left ventricular diastolic filling associated with long-term endurance training. *J Gerontol.* 47:M56-58
12. Foss, M. L., Keteyian, S. J.(1998). Fox's physiological basis for exercise and sport. 6th ed. New York: WCB McGraw-Hill. p.294-336.
13. Jolliffe, J., Rees, K., Taylor, R. R. S., Thompson, D. R., Oldridge, N., Ebrahim, S.(2001). Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 1.Keteyian SJ, Brawner CA, Savage PD, et al. Peak aerobic capacity predicts prognosis in patients with coronary heart disease. *Am Heart J*.2008;156:292-300.
14. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Bales CW, Henes S, Samsa GP, Otvos JD, Kulkarni KR, Slentz CA: Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Eng J Med* 2002; 347: 1483-1492
15. Laukkanen, J. A., Kurl, S., Salonen, R., Rauramaa, F., & Salonen, J. T.(2004). The predictive value of cardiorespiratory fitness for cardiovascular events in men with various risk profiles : A prospective population-based cohort study. *Eur Heart J. Aug.* 25(16) : 1428-37.Lavie, C. J, Milani, R. V, Littman, A. B.(1993). Benefits of cardiac rehabilitation and exercise training in secondary coronary prevention in the elderly. *J Am Coll Cardiol.*

- 22:678-683.
16. Lawler PR, Filion KB, Eisenberg MJ, et al. Efficacy of exercise-based cardiac rehabilitation post-myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am Heart J* 2011;162:571-584.e2
 17. Leon AS, Franklin BA, Costa F, et al. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity), in collaboration with the American association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation* 2005;111:369-76.
 18. Lewin RJ: Improving quality of life in patients with angina. *Heart* 1999; 82: 654-655.
 19. Mannheimer C, Camici P, Chester MR, et al: The problem of chronic refractory angina; report from the ESC Joint Study Group on the Treatment of Refractory Angina. *Eur Heart J* 2002; 23: 355-370.
 20. Milani, R. V, Littman, A. B, Lavie, C. J.(1993). Psychological adaptation to cardiovascular disease. In: *Cardiovascular Diseases in the Elderly*, 3rd ed. Norwell, MA: Kluwer, 401-412
 21. Moldover, J.,R., Stein, J.. Cardiopulmonary physiology. In: Dowey, J. A., Myers, S. J., Gonzale, E. G., Lieberman, J. S.(1994). *The physiologic basis of rehabilitation medicine*, 2nd ed, Stonhem : Butterworth-Heinemann; p. 134-135
 22. Moholdt TT, Amundsen BH, Rustad LA, et al: Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: A randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J*. 2009;158:1031-7.
 23. Myers J, Prakash M, Froelicher V, et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002;346:793-801.
 24. O'Connor, G. T., Buring, J. E., Yusuf, S., Goldhaber, S. Z., Olmstead, E. M., Paffenbarger, R. S.(1989). An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation*. 80:234-244.
 25. Oldridge, N. B, Guyatt, G. H, Fischer, M. E, Rimm, A. A.(1988). Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA*. 260:945-950.
 26. Palmieri, V., Palmieri, E. A., Arezzi, E., Innelli, P., Sabatella, M., Ferrara, L. A.(2004). Peak exercise oxygen uptake and left ventricular systolic and diastolic function and arterial mechanics in healthy young men. *Eur J Appl Physiol*. 91:664-8.
 27. Prasad, A., Popovic, Z. B., Arbab-Zadeh, A., Fu, Q., Palmer, D., Dijk, E.(2007). The effects of aging and physical activity on Doppler measures of diastolic function. *Am J Cardiol*. 99:1629-36.
 28. Reid RD, Dafoe WA, Morrin L, et al. Impact of program duration and contact frequency on efficacy and cost of cardiac rehabilitation: results of a randomized trial. *Am Heart J* 2005;149:862-8.
 29. Suaya JA, Shepard DS, Normand SL, et al. Use of cardiac rehabilitation by Medicare beneficiaries after myocardial infarction or coronary bypass surgery. *Circulation* 2007;116:1653-62.
 30. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, et al: exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2004; 116: 682-692.
 31. Thompson DR, Clark AM. Cardiac rehabilitation: into the future. *Heart* 2009;95:1897-900.
 32. Vanhees, L., Fagard, R., Thijs, L., Staessen, J., Amery, A.(1994). Prognostic significance of peak exercise capacity in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 23:358-63.
 33. Vanoverschelde, J. J., Essamri, B., Vanbutsele, R., d'Hond, A., Cosyns, J. R., Detry, J. R.(1993). Contribution of left ventricular diastolic function to exercise capacity in normal subjects. *J Appl Physiol*. 74:2225-33.
 34. Vivekananthan DP, Blackstone EH, Pothier CE, et al. Heart rate recovery after exercise is a predictor of mortality, independent of the angiographic severity of coronary disease. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:831-8.