

■ 이정재^{1*}

■¹명지병원 심장재활센터

Effects of Different Cardiac Rehabilitation Protocols (RPE 11-13 and RHR+20) on Oxygen Uptake Efficiency and Respiratory Function Improvement in acute CABG Patients: A Randomized Controlled Trial

Jeong-Jae Lee PT, MS^{1*}

¹Cardiac Rehabilitation center, Department of Physical Therapy, Myongji Hospital

Purpose: The RPE 11-13 and RHR+20 methods are used to set exercise intensity for cardiac rehabilitation programs, which are usually performed during a 1-week hospital stay after coronary artery bypass grafting (CABG); however, studies quantifying the actual changes in cardiopulmonary function and inter-subject variability for each approach are limited.

Methods: In this study, 50 patients (43 males and 7 females) with a mean age of 63.6 ± 8.8 years who participated in an inpatient cardiac rehabilitation program after CABG were eligible for inclusion. Of the 50 patients, 16 dropped out (six patients refused to exercise and 10 patients were discharged midway), and finally, 34 patients participated in this study. Cardiopulmonary function and handgrip strength were evaluated, and after 1 week of cardiac rehabilitation, the evaluation parameters were reevaluated at the outpatient visit. **Results:** Both the RHR+20 and RPE 11-13 groups showed a significant increase in the peak VO_2 and a large effect size after cardiac rehabilitation ($F[1,32]$; $p<.001$; $\eta^2=.52$), and overall, the RHR+20 group showed a higher peak VO_2 than the RPE 11-13 group ($F[1,32]$; $p=.037$; $\eta^2=.13$). The RHR+20 group showed significantly greater improvements in the peak VO_2 than the RPE 11-13 group and had a larger effect size ($F[1,32]$; $p=.001$; $\eta^2=.30$). **Conclusion:** Studies applying different exercise protocols to patients with acute CABG are insufficient. However, in this study, the RHR+20 exercise protocol has been shown to be stable and effective for cardiac rehabilitation in patients after CABG.

Key words: Cardiac Rehabilitation Exercise Protocol, Coronary Artery Bypass Graft, Resting Heart Rate+20, RPE 11-13

Received: October 18, 2022 / **Revised:** November 16, 2022 / **Accepted:** November 19, 2022

I. 서론

관상동맥 우회술(Coronary Artery Bypass Graft; CABG)은 협착성 관상동맥으로의 혈류를 회복시키기 위한 일반적인 수술 절차로 1960년대부터 널리 사용되어 왔다(Reenan, 2004). 수술을 받은 환자는 이식된 정맥의 죽상동맥 경화증으로 확장될 수 있는 후속 허혈성 사건의 위험이 여전히 있을 수 있다. CABG 후 심장 재활은 사망률 30% 이상 감소(Goel 등, 2011), 재입원률 감소(Heran 등, 2011; Thomas 등, 2019), 고혈압 고지혈증 흡연 등을 포함한 주요 심혈관 위험 요인 발현 감소(Kubilius 등, 2012), 부정적 심리 개선을 포함한 여러 가지 이점을 보여준다(Tokhmechian 등 2016; Niebauer, 2016).

심장 재활의 중요한 구성 요소는 환자의 상태에 따라 적절한

운동 유형, 기간, 빈도 및 강도를 정의하는 개별화된 운동 처방이다. 가장 중요한 구성 요소는 특히 안전성과 효능 측면에서 운동 강도일 것이다. 운동 강도는 운동 능력의 향상 정도와 운동 중 부작용의 위험 모두와 직결된다. 일반적으로 운동 강도는 훈련 효과를 유발하지만 비정상적인 임상 징후 및 증상을 유발하지 않는 수준으로 설정해야 한다.

일반적으로 산소 섭취 또는 심박수 기술을 사용하여 적절한 운동 처방을 설정하기 위해 심장재활 프로그램에 진입시 운동부하 심폐 기능 평가(CadioPulmonary Exercise Test; CPET)를 수행하는 것이 바람직하지만 이 접근 방식이 사용되지 못하는 상황이 종종 발생한다. CPET는 명백한 영향이 없기 때문에 심장 재활에 진입할 때 CPET가 필요하지 않다는 보고가 있다(McConnell 등, 1998). 이러한 경우 11에서 13 사이의 인지된

교신저자: 이정재

주소: 경기도 고양시 덕양구 화수로 14번길 55 명지병원 심장재활센터, E-mail: ptljj@mjh.or.kr

운동(Rating of Perceived Exertion; RPE 11-13) 또는 분당 20회 증가된 안정시 심박수(Resting Heart Rate; RHR+20)와 같은 주관적이고 임의적인 방법이 일반적으로 심장재활 참가자의 운동 강도를 처방하는 데 사용된다(ACSM, 2000).

CABG 후 보통 일주일 동안의 입원기간 동안 진행되는 심장재활 프로그램의 운동 강도 설정 방법은 RPE 11-13과 RHR+20이 있지만, 각 접근 방식에 대한 실제 심폐기능 변화와 피험자간 변동성을 정량화한 연구는 부족하다.

따라서, 본 연구의 목적은 RPE 11-13과 RHR+20의 심장재활 운동 방법이 급성기 CABG 환자의 심폐기능 및 장악력에 미치는 영향을 비교하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 관상동맥 우회술을 받은 후 입원 심장재활 프로그램에 참여한 환자 50명(43 males, 7 females, aged 63.6±8.8)을 대상으로 하였다. 16명은 탈락되어(운동 거부 6명, 중도 퇴원 10명) 최종 34명이 본 연구에 참여하였다. G-power(version 3.1)로 분석하였으며, 효과 크기 0.5, 유의 수준 0.05로 검정력은 0.8을 나타낸다(Faul 등, 2007).

모든 참가자는 서면 동의서를 제공 받았으며, 명지병원 연구윤리위원회의 승인을 받았다(MJH 2022-02-019).

본원에서 CABG 수술 후 심장재활로 협진 의뢰가 온 환자분 중 CPET가 가능하며, 평가시 resting HR 보다 peak HR가 20 이상 차이 나는 환자를 대상으로 하였다. 심각한 심부전이나 불안정 협심증 및 통제되지 않는 부정맥이 있을 경우, 치매를 포함한 주요 정신과 병력이 있는 경우, 트레드밀 또는 자전거 운동에 영향을 미치는 다른 중대한 동반 질환이 있는 경우, 급성 심근경색으로 재입원한 환자는 제외되었다. CABG 후 흔히 나타나는 심방 세동 및 저산소증(<85% 산소포화도)이 심장재활 운동 전 또는 운동 중에 나타나는 경우 담당 주치의와 협의 후 운동을

진행하였다. 대상자들의 일반적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 연구 방법

의료진이 환자의 회복을 면밀히 모니터링 할 수 있도록 CABG 수술을 받은 후 일반적으로 약 7일 동안 병원에 입원한다. 입원 기간 중 초기에는, 체액을 공급하고 혈액과 소변이 배출되도록 하는 다양한 튜브, 배액관들이 부착될 수 있고 진통제를 포함한 여러 가지 약물이 투여된다.

심장재활 의뢰를 받은 모든 참가자는 엑셀 프로그램을 이용한 무작위 방법으로 2개의 각 그룹에 배정되었고, 그 결과를 참가자는 알 수 없었다. 각 그룹에 배정된 후, 모든 참가자는 처음에 하지 ergometer를 이용한 5-15watt ramp protocol을 사용하여 증상이 제한된 CPET를 받았다. 체액 배출을 위한 경피적 농양 배액술(Percutaneous Cath Drainage; PCD) 및 약물 정맥 주사(Astrix Boryungbio cap. 100mg/C 아스피린 항혈소판제, Xarelto(소) tab. 2.5mg/T 항응고제, Norvasc(소) tab. 2.5mg/T 혈압강하제, Isoket retard(소) tab. 40mg/T 혈관확장제, Herben tab. 30mg/T 혈관확장제, Concor tab.(흰색) 2.5mg/T 강심제, Rosuzet tab. 10/20mg 고지혈증치료제, Zemiglo tab. 50mg/T 당뇨)로 treadmill을 이용한 평가는 진행하지 않았다. 각각의 운동 강도 방법에 따라 일주일간 30분-40분 하루에 2번 심장재활 진행 후 3주 뒤에 CPET를 시행하였다.

CPET는 표준 12-리드 연속 심전도 모니터 CASE T2100(GE Healthcare, Chicago, IL)를 사용하여 오전 10시에서 오후 3시 사이에 환경 조건(21-23°C 및 40-60% 상대 습도)이 제어된 방에서 프로그래밍 가능한 하지 ergometer를 사용한 CPET를 받았다. 상완 동맥 혈압 및 RPE는 2분 마다 측정하였다. 환기량, 산소 섭취량, 이산화탄소 배출량 및 기타 심폐 변수는 Quark gas analysis system(COSMED Omnia 1.6.7; Rome, Italy)을 사용하여 호흡으로 기록되었다. 안정시 산소 소모량은 휴식기 마지막 30초의 평균으로 계산하였고, 최대노력산소 소모량은 소진 전 마지막 30초 노력의 평균값으로 계산하였다. 호흡 교환 비율은 프로토콜의 각 단계에서 얻은 샘플의 평균으로 기록되었다. 최대하 운동 테스트는 회복 단계에서 정맥 풀링을 방지하기 위해 20watt 의 강도로 3분간 시행 되었다. CPET의 신뢰성과 유효성은 이미 확립되어 있으며 구체적인 표준화 절차가 잘 문서화되어 있다(Nieman 등, 2013).

2가지 운동 강도 방법 모두 하지 ergometer를 이용한 interval training 으로 진행하였다. RPE 11-13 방법은 2분 간격으로 RPE13 에 도달하는 운동 강도로 운동하였고, resting HR+20 방법은 운동 전 심박수 측정 후, 2분 간격으로 심박수 20을 올리는 강도로 하였다(그림 1).

폐기능 검사 절차는 미국 흉부 학회/유럽 호흡기 학회 지침에



그림 1. ergometer를 이용한 심장 재활

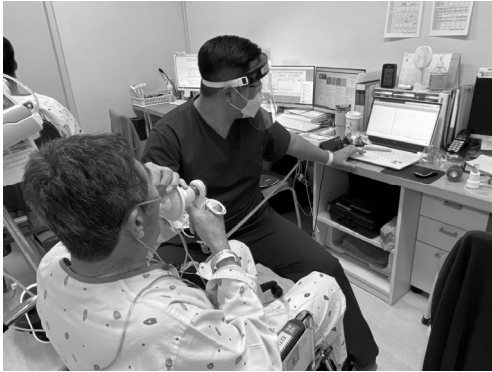


그림 2. 폐기능 검사

따라 수행되었다. Forced Vital Capacity; FVC, Forced Expiratory Volume in the first second; FEV₁, Maximal Voluntary Ventilation; MVV를 측정하였으며(COSMED Pony FX, Omnia 1.6.7, Rome, Italy), FVC와 FEV₁은 세 번의 시도 중 가장 높은 값이 선택되었다. MVV는 자발적인 노력으로 1분 동안 실 수 있는 최대 공기량으로 정의된다. 피험자들에게 12-15초 동안 최대한 빠르고 깊게 호흡하도록 지시하고, 환기량을 기록하고, 연속 12-15초 동안 달성한 최대 호흡량을 분당 리터로 표시한다(그림 2)(Alaparthi 등, 2016).

Handgrip strength 는 Hydraulic-type dynamometer (JAMAR, Sammons Preston Rolyan, IL, USA)를 사용하여 한 손에 교대로 세 번 평가되었다. 세 번의 시도 중 가장 높은 값이 분석에 사용되었다. 신뢰도와 타당도는 여러 연구에서 증명되었다(Harkonen 등, 1993; Mathiowetz 등 1984; Niebuhr 등 1994).

CPET, PFT, 그리고 handgrip strength 는 환자가 심장재활에 의뢰된 후 심장 재활 첫째 날에서 셋째날 사이, 그리고 수술 후 한달 되는 날 외래 방문시에 평가 되었다(그림 3).

3. 분석 방법

참가자의 기준선 차이를 비교하기 위해 카이제곱 검정과 독립 t-검정을 사용했으며, 기술통계에는 평균 \pm 표준편차로 표현하였다. 각 변수들의 정규분포를 확인하기 위해 K-S 검정을 사용하였다. 연구에서 측정된 모든 데이터는 SPSS ver. 26.0 프로그램을 이용하였으며, 두 그룹간의 주효과와 상호작용을 확인하기 위해 이방향 반복측정 분산분석 방법을 사용하였다. 유의 수준은 $p < .05$ 로 정하였다.

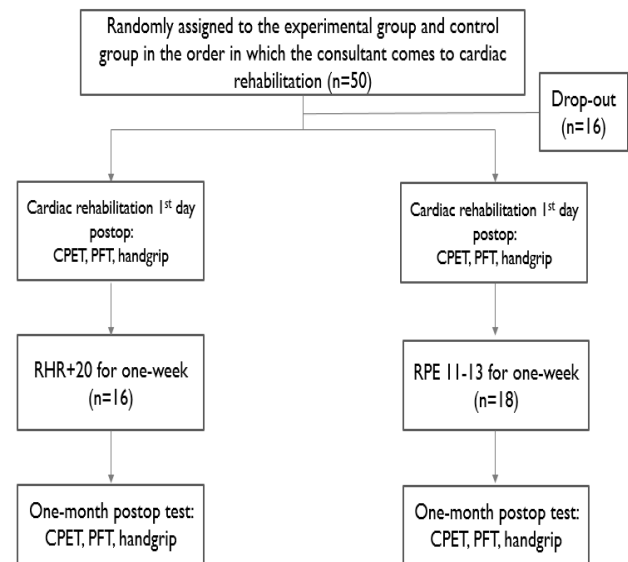


그림 3. Flow chart

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자는 CABG 수술 후 입원 기간 동안 심장재활에 의뢰된 환자였다. RHR+20 집단(16명, 남성15, 여성1)의 평균 나이는 63.9 ± 9.8 세, BMI는 25.9 ± 2.6 이었으며, RPE 11-13 집단(18명, 남성15, 여성3)의 평균 나이는 63.6 ± 8.4 세, BMI는 25.9 ± 3.4 로 두 집단 간 기준선 차이를 비교한 결과 유의한 차이는 없었다(표 1).

2. RHR+20 집단과 RPE 11-13 집단 간의 CPET와 hand grip strength 변인 차이

RHR+20 집단과 RPE 11-13 집단의 CPET와 장악력 변인의 결과는 <표 2>와 같다.

두 집단의 모든 변수(peak VO₂, VE/VCO₂ slope, handgrip strength, FVC, FEV₁, MVV)는 K-S 검정으로 정규성이 충족됨을 확인하였다. 효과 크기는 부분 에타 제곱을 사용하여 확인하였다.

이방향 반복측정 분산분석 결과 peak VO₂ 변수의 시간, 그룹, 그리고 시간과 그룹간의 상호작용 모두에서 유의한 변화를 보였다. RHR+20 및 RPE 11-13 그룹 모두 심장 재활 후 peak VO₂가 유의하게 증가함과 큰 효과크기를 보였으며($F[1,32]$, $p < .001$, $\eta^2 = .52$), RHR+20 그룹이 RPE 11-13 그룹보다 전반적으로 높은 peak VO₂와 중간 효과크기를 보였다($F[1,32]$, $p = .037$, $\eta^2 = .13$). 또한 심장 재활 후 peak VO₂ 증가량은 RHR+20 그룹이 RPE 11-13 그룹보다 통계학적으로 유의미하게 높았고

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성 (n=34)

	RHR+20 (n=16)	RPE 11-13 (n=18)	p
Gender (male/female)	15/1	15/3	.604
Age (years)	63.9±9.8	63.6±8.4	.464
BMI (kg/m ²)	25.9±2.6	25.9±3.4	.328
LVEF (%)	54.6±9.2	53.3±9.5	.988
Past history			
Hypertension	7(44%)	8(44%)	
Diabetes mellitus	6(38%)	5(28%)	
Smoking			
Current-smoker	3(19%)	3(17%)	
Non-smoker	1(6%)	7(39%)	
Ex-smoker	12(75%)	8(44%)	
Diagnosis			
NSTEMI	4(25%)	2(11%)	
STEMI	5(31%)	2(11%)	
Stable angina	1(6%)	3(17%)	
Unstable angina	5(31%)	7(39%)	
Heart failure	1(6%)	4(22%)	

*p<.05, **p<.001, mean±standard deviation

BMI; body mass index, LVEF; left ventricular ejection fraction, NSTEMI; Non-ST elevation myocardial infarction, RHR; resting heart rate, RPE; rate of perceived exertion, STEMI; ST elevation myocardial infarction.

표 2. RHR+20 집단과 RPE 11-13 집단 간의 심폐운동부하검사 및 장악력 변인 비교

	RHR+20		RPE 11-13		Time effect	p	
	pretest	posttest	pretest	posttest		Time × Group	Between Groups
VO ₂ peak	949.5±321.7	1300.6±380.1	891.7±202.1	961.3±313.3	<.001**	.001*	.037*
VE/VCO ₂ slope	36.2±5.6	31.6±5.1	38.3±8.7	34.7±7.7	<.001**	.815	.184
handgrip strength	34.4±7.2	35.8±7.2	33.6±8.9	34.6±8.6	.004*	.587	.682

RHR; resting heart rate, RPE; rate of perceived exertion, VO₂; oxygen uptake per minute, VE; ventilation per minute, VCO₂; carbon dioxide production per minute

*p<.05, **p<.001, mean±standard deviation.

표 3. RHR+20 집단과 RPE 11-13 집단 간의 호흡기능검사 변인 비교

	RHR+20		RPE 11-13		Time effect	p	
	pretest	posttest	pretest	posttest		Time × Group	Between Groups
FVC	1.8±0.6	2.6±0.8	1.7±0.6	2.3±0.8	<.001**	.170	.265
FEV ₁	1.3±0.4	1.9±0.6	1.4±0.4	1.8±0.7	<.001**	.284	.822
MVV	54.2±18.6	79.8±28.9	53.9±20.0	71.6±34.2	<.001**	.198	.418

RHR; resting heart rate, RPE; rate of perceived exertion, FVC; forced vital capacity, FEV₁; forced expiratory volume in the first second, MVV; maximal voluntary ventilation.

*p<.05, **p<.001, mean±standard deviation

큰 효과크기를 보였다(F[1,32], p=.001, $\eta^2=.30$).VE/VCO₂ slope 및 hand grip strength는 모두 시간의 주요

인에서만 유의한 차이를 보이고 큰 효과크기를 보였으며

(F[1,32], p<.001, $\eta^2=.51$), (F[1,32], p=.004, $\eta^2=.23$), 그룹

간 차이 및 상호작용 효과는 확인할 수 없었다.

3. RHR+20 집단과 RPE 11-13 집단 간의 호흡기능검사 변인 차이

RHR+20 집단과 RPE 11-13 집단의 호흡기능검사 변인의 결과는 <표 3>과 같다.

FVC, FEV₁ 그리고 MVV 모두 시간의 주요인에서만 유의한 차이와 큰 효과크기를 보였다(F[1, 32], $p<.001$, $\eta^2=.66$), (F[1, 32], $p<.001$, $\eta^2=.61$), (F[1, 32], $p<.001$, $\eta^2=.57$). 그룹 간 차이 및 시간과 그룹의 상호작용에서는 유의한 차이가 없었다.

연구에 참여한 모든 환자는 연구기간 동안 행해지는 평가 및 심장재활 운동 중에 어떠한 심각한 심부전이나 불안정 협심증 및 통제되지 않는 부정맥은 관찰되지 않았다.

IV. 고 찰

본 연구는 RPE 11-13 과 RHR+20 의 심장재활 운동 방법이 급성기 CABG 환자의 심폐기능 및 장악력에 미치는 영향을 비교하는 것이었다. 두 운동방법 간에 환자의 유산소 능력 또는 호흡 기능에 차이가 있을 것이라 생각하였다.

다른 연구에서 여러 심혈관 질환 및 기타 동반 질환을 가지고 있는 11명의 환자를 대상으로 RHR+20 과 RPE 11-13의 운동 방법 효과를 VO₂R(oxygen uptake reserve) 값으로 평가하였는데, RHR+20 그룹은 41.8±12.3%, RPE 11-13 그룹은 71.0±15.3%으로 RPE 11-13 그룹이 더 높은 VO₂R 값을 보였다. 또한 변동성 부분에서 RHR+20의 운동방법이 RPE 11-13 보다 더 낮아 환자에게 안전하나, RHR+20이 더 높은 강도로 운동할 수 있는 환자에게 적절한 생리학적 자극을 생성하지 못할 수도 있다고 하였다(Joo 등, 2004).

본 연구와의 가장 큰 차이점은 급성기 CABG 환자의 peak VO₂ 값은 RHR+20 집단이 RPE 11-13 집단보다 유의하게 높았으며, 큰 효과크기를 보였다. 그의 연구는 11명의 대상자가 여러 다른 질환을 가지고 있었으며, 섭취하는 약물 또한 달랐으나, 본 연구는 급성기 CABG 환자만을 대상으로 하였고, 섭취하는 약물 또한 복용량에 약간의 차이는 있었지만 종류는 같았다. RHR+20 의 운동 방법이 충분한 자극을 줄 수 없을지도 모른다고 하였지만, 급성기 CABG 환자에게서는 RPE 11-13 운동방법 보다 더 나은 유산소 개선 능력을 보였다. 또한 본 연구에서도 평가 및 운동 중 심전도를 확인하였고, 환자의 안전을 위협할 문제는 발생하지 않았으므로, RHR+20 운동의 안정성은 다시 한번 확인되었다. 따라서, 급성기 CABG 환자에게 일주일간의 심장재활 프로

그램에서 RHR+20 의 운동 방법이 유산소 기능 개선에서 효율적이라고 보여 진다.

CABG 후 환자의 36.67%가 심각한 불안을 겪었고 40%는 심각한 우울증을 겪는다고 보고되었다 (Chaudhury 등, 2006). CABG 수술 후 겪을 수 있는 합병증들과 불안들이 환자가 느끼는 운동 강도에 대한 자각을 더 어렵게 받아들이 수 있다. 의료진은 환자에게 심장 재활이 여러 합병증을 줄일 수 있다는 효과와 안정성에 대해 잘 설명하여, 환자의 불안을 낮추고, 재활 참여도를 높일 수 있도록 해야 한다.

VE/VCO₂ slope, handgrip strength, FVC, FEV₁, MVV에서 모두 운동 전후 유의한 차이를 보였지만, RHR+20 집단과 RPE 11-13 집단 간에 유의한 차이는 보이지 않았다. 위의 모든 변수들은 그 크기는 틀리지만, 모두 peak VO₂와 상관관계를 보이는 인자들이다(VE/VCO₂ slope, $r=-.56$, 류호열 등, 2022; handgrip strength, $r=.40$, Masamitsu 등, 2018; FVC, $r=.69$, FEV₁, $r=.71$, Pastre 등, 2014). 그러나 본 연구에서 모두 시간 상의 차이는 있었지만 peak VO₂와 달리 두 그룹 간에 차이는 없었다. peak VO₂에 비해 다른 변수들이 변동성이 크지 않아, 유의한 차이가 날 만큼 대상자가 충분하지 못했던 것이 원인이라 생각된다.

본 연구의 제한점은 초기 CPET 및 PFT 후 일주일간의 입원 기간 동안 조절된 운동 강도로 재활을 받았지만 다음 평가 사이 기간인 3주 간은 자가에서 생활하여 통제하기 어려웠다. 또한, 입원 기간 동안 환자의 심박수나 자각증상에 영향을 줄 수 있는 투여되는 약에 대한 통제는 사실상 어려웠다. 마지막으로, 연구 대상자의 수가 적었으며, 남성 비율이 높아 여성 CABG 환자에게 적용되는지 알 수 없다.

그럼에도 불구하고, 급성기 CABG 환자만을 대상으로 다른 운동법을 적용한 연구는 많지 않으며, RHR+20 운동 방법이 급성기 CABG 환자의 심장재활에 안정적이며 효과적임을 보여주었으므로 임상적으로 의미가 있다고 생각한다.

V. 결론

본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. CABG 수술 후 RHR+20과 RPE 11-13 운동 방법은 모두 환자의 심폐 기능을 개선시킨다.
2. CABG 수술 후 급성기 심장재활 중 RHR+20 운동 방법이 RPE 11-13 운동 방법보다 더 나은 peak VO₂ 변화량을 보였다.

참고문헌

- 류호열, 송중섭, 최경욱. 남성 심부전 환자의 넙다리 네갈래근 근력이 최대 유산소 능력과 재입원에 미치는 영향. 대한 심장 호흡 물리치료 학회지, 10(1);7-12, 2022.
- Alaparthi GK, Augustine AJ, Anand R, et al. Comparison of diaphragmatic breathing exercise, volume and flow incentive spirometry, on diaphragm excursion and pulmonary function in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomized controlled trial. Minimally invasive surgery, 2016.
- American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed. Philadelphia. Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
- Chaudhury S, Sharma S, Pawar AA, et al. Psychological correlates of outcome after coronary artery bypass graft. Medical Journal Armed Forces India, 62(3);220-223, 2006.
- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, et al. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behavior research methods, 39(2);175-191, 2007.
- Goel K, Lennon RJ, Tilbury RT, et al. Impact of cardiac rehabilitation on mortality and cardiovascular events after percutaneous coronary intervention in the community. Circulation, 123(21);2344-2352, 2011.
- Härkönen R, Harju R, Alaranta H. Accuracy of the Jamar dynamometer. J Hand Ther, 6(4);259-262, 1993.
- Heran BS, Chen JMH, Ebrahim S, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. Cochrane Database Syst Rev, CD001800, 2011.
- Joo KC, Brubaker PH, Macdougall A, et al. Exercise prescription using resting heart rate plus 20 or perceived exertion in cardiac rehabilitation, 24(3); 178-184, 2004.
- Kubilius R, Jasiukevi ciene L, Grizas V, et al. The impact of complex cardiac rehabilitation on manifestation of risk factors in patients with coronary heart disease. Medicina (Kaunas), 48(3);24, 2012.
- Mathiowetz V, Weber K, Volland G, et al. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. J Hand Surg Am, 9(2);222-226, 1984.
- McConnell TR, Klinger TA, Gardner JK, et al. Cardiac rehabilitation without exercise tests for postmyocardial infarction and postbypass surgery patients. J Cardiopulm Rehabil, 18(6);458-463, 1998.
- Niebauer J. Is there a role for cardiac rehabilitation after coronary artery bypass grafting? Treatment after coronary artery bypass surgery remains incomplete without rehabilitation. Circulation, 133(24);2529-2537, 2016.
- Niebuhr BR, Marion R, Fike ML. Reliability of grip strength assessment with the computerized Jamar dynamometer. Occup Ther J Res, 14(1);3-18, 1994.
- Nieman DC, Austin MD, Dew D, et al. Validity of COSMED's Quark CPET mixing chamber system in evaluating energy metabolism during aerobic exercise in healthy male adults. Res Sports Med, 21(2);136-145, 2013.
- Pastré J, Prévotat A, Tardif C, et al. Determinants of exercise capacity in cystic fibrosis patients with mild-to-moderate lung disease. BMC pulmonary medicine, 14(1);1-8, 2014.
- Reenan J. Indications for bypass surgery. AMA J Ethics, 6(2);78-81, 2004.
- Thomas E, Lotfaliany M, Grace SL, et al. Effect of cardiac rehabilitation on 24-month all-cause hospital readmissions: a prospective cohort study. Eur J Cardiovasc Nurs, 18(3);234-244, 2019.
- Tokhmechian L, Nader ND. The psychological effects of cardiac rehabilitation after coronary revascularization. Turk Kardiyol Dern Ars, 44(3);228-236, 2016.