

심폐기 사용여부에 따른 관상동맥우회술의 임상성과

조연희*, 김형선²

¹건강보험심사평가원, ²부천대학교 간호학과

Clinical outcome of coronary artery bypass surgery according to using cardiopulmonary bypass machine

Yeon-Hee Cho^{1*}, Hyung-Seon Kim²

¹Health Insurance Review & Assessment Service

²Division of Nursing, Bucheon University

요 약 본 연구는 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 받은 환자에서 심폐바이패스 여부에 따른 임상성과를 확인하고자 시행하였다. 연구대상은 2008년 7월부터 2012년 6월까지 4년 동안 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 받은 환자 전수이며, 총 10,981명이었다. 분석 자료는 건강보험심사평가원 청구명세서를 이용하여 후향적으로 수집하였다. 연구결과, 무심폐기 관상동맥우회술(Off Pump CABG, OPCAB) 환자 그룹이 고식적 관상동맥우회술(On Pump CABG, ONCAB) 환자 그룹에 서보다 평균 수술소요시간(280분 vs 357분, $p<.0001$) 및 기관 내 삽관 후 발관까지 평균 소요시간이 짧았고(약 24시간 vs 40시간, $p<.0001$), 수술 후 출혈 및 혈종 등으로 인한 재수술률이 낮았다(2.7% vs 8.3%, $p<.0001$). 위험요인 통제 하에 심폐기 사용 여부에 따른 30일내 사망률과 재원일수를 분석한 결과, 고식적 관상동맥우회술(ONCAB) 대비 무심폐기 관상동맥우회술(OPCAB)의 사망 위험비는 0.339(0.266-0.434)이고, 재원일수는 -0.29229로 감소하였다($p<.0001$). 이상의 결과 심폐기를 사용하지 않은 경우에서 30일내 사망률과 재수술률이 낮았고, 평균 수술소요시간, 기관 내 삽관 후 발관까지 소요시간, 재원 일수가 짧았음을 확인하였다.

Abstract This study was conducted to evaluate the clinical outcomes of coronary artery bypass surgery for ischemic heart disease according to use of a cardiopulmonary bypass machine. The subjects were 10,981 patients who underwent coronary artery bypass grafting for ischemic heart disease from July 2008 to June 2012. Analysis data were retrospectively collected using health insurance claims data. The results of the study showed that mean time to surgery (280 min vs 357 min, $p<.0001$) and intubation time (about 24 hours vs 40 hours, $p<.0001$) were significantly shorter in the Off-Pump CABG (OPCAB) group than in the On-Pump CABG (ONCAB) group. The rate of reoperation because of postoperative bleeding and hematoma was lower in the OPCAB group (2.7% vs 8.3%, $p<.0001$). The odds ratio of risk adjusted 30 days mortality rate was 0.339 (0.266-0.434) and the postoperative length of stay was decreased in the OPCAB ($p<.0001$). Overall, the 30 days mortality and reoperation rates were lower in the OPCAB, as was the resources use.

Keywords : Off-Pump Coronary Artery Bypass, Cardiopulmonary bypass, Coronary Artery Bypass Grafting, Treatment Outcome, On-Pump Coronary Artery Bypass

본 논문은 부천대학교 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Hyung-Seon Kim(Bucheon Univ.)

Tel: +82-32-610-8302 email: esther0701@bc.ac.kr

Received June 1, 2018

Revised June 28, 2018

Accepted September 7, 2018

Published September 30, 2018

1. 서론

1.1 연구의 필요성

관상동맥우회술(CABG: Coronary Artery Bypass Graft)은 다른 부위의 자기 혈관을 떼어서 막힌 심장의 혈관을 우회하여 새로운 통로를 만들어 주는 외과적인 수술 방법으로 허혈성심장질환자 중 광범위한 관상동맥 질환, 좌심실 기능이 저하된 경우 또는 좌주간지 관상동맥 협착의 경우 등에는 관상동맥우회술이 권장되고 있다. 관상동맥우회술은 심폐기를 이용하여 심장을 정지시킨 상태에서 관상동맥을 문합하는 방식인 고식적 관상동맥우회술(On Pump CABG, ONCAB)과 심폐기를 이용하지 않고 심장 고정장치를 이용하여 심장의 움직임을 최소화한 상태에서 체외순환 없이 문합을 실시하는 방식인 무심폐기 관상동맥우회술(Off Pump CABG, OPCAB)이 있다.

수술방식은 일반적으로 심폐기를 사용하여 심정지를 유도한 후 수술하는 고식적 관상동맥우회술이 안정된 수술 시야를 확보하여 미세한 문합 진행에 크게 도움이 되기 때문에 기존의 관상동맥 우회수술에서는 대부분 인공 심폐기를 사용하여 왔다. 그러나 1967년 러시아의 Kolessov가 좌측 내흉동맥을 좌전하행지에 연결하면서 체외순환을 하지 않고 심장박동 하에서 시행한 심폐기 가동 없는 관상동맥우회술을 최초로 보고한 이후 지속적으로 확산되기 시작하여 현재는 전 세계적으로 외과의들이 관심을 갖는 수술기법이 되었다[1]. 이론적으로 심폐기 가동 없는 관상동맥우회술은 심폐체외순환에 따르는 합병증을 피할 수 있고 대동맥의 손상을 적게 하여 신경학적 합병증을 줄일 수 있다는 장점이 있으나[2-4], 수술 수기의 어려움이나 혈관 개존율의 문제점이 있다는 보고도 있다[5-7]. 그러나, 심폐기 가동 여부에 따른 관상동맥우회술에서 두 수술 방식 간의 수술 결과(사망률, 합병증 발생률 등)를 비교한 연구들에서 그 차이는 분명하게 입증되지 않았다. 우리나라에서 두 방식의 성과를 비교한 연구들은 모두 단일 센터를 대상으로 100례 이하를 대상으로 한 것들이며, 2000년 후반 이후에는 비교 연구에 대한 보고가 거의 없었다[8-10]. 이에, 본 연구에서는 우리나라에서 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 받은 환자 전수를 대상으로 심폐기 가동 여부에 따른 임상 성과를 확인하고자 하였다.

1.2 연구의 목적

본 연구는 2008년 7월부터 2012년 6월까지 4년 동안 우리나라에서 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 받은 환자의 자료를 이용하여 심폐기 사용 여부에 따른 임상성과를 확인하고자 시행하였다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 관상동맥우회술 환자의 일반적인 특성을 파악한다.
- 2) 심폐기 사용 여부에 따른 관상동맥우회술 환자의 30일내 사망률과 재수술률을 비교한다.
- 3) 심폐기 사용 여부에 따른 관상동맥우회술 환자의 자원소모량을 비교한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

우리나라에서 2008년 7월부터 2012년 6월까지 4년 동안 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 실시한 환자 전수를 대상으로 하였다. 분석자료는 건강보험심사평가원 청구명세서를 이용하여 후향적으로 수집하였다. 최종 연구대상은 허혈성심장질환의 치료목적으로 관상동맥우회술을 받은 총 10,981명이었다. 이 중, 수술시작부터 수술종료시점까지 심폐기를 이용하지 않고 수술을 받은 경우를 무심폐기 관상동맥우회술(Off Pump CABG, OPCAB) 그룹으로, 수술시작부터 심폐기를 이용하여 수술한 경우 또는 심폐기 없이 수술을 시작했다가 심폐기 사용으로 전환한 경우를 고식적 관상동맥우회술(On Pump CABG, ONCAB) 그룹으로 정의하였다.

2.2 통계분석

수집된 자료는 SPSS 12.0 software package for window, SAS Enterprise Guide 4.3을 이용하여 인공심폐기 여부에 따른 관상동맥우회술을 환자의 일반적인 특성, 수술 후 30일내 사망률, 재수술률, 수술소요시간, 수술 후 발관까지 소요시간, 수술 후 재원일수의 차이를 분석하였다.

수술소요시간은 수술시작(수술부위 절개시작)부터 수술종료까지의 소요시간으로 T-test를 이용하여 두 그룹 간의 차이를 확인하였다. 재수술은 관상동맥우회술 종료 후 출혈 및 혈중, 또는 감염으로 인해 개흉술을 실시한 경우로 χ^2 -test를 이용하여 두 그룹 간의 차이를 확인하

였다. 수술 후 발관까지 소요시간은 관상동맥우회술 종료 후 기계적 호흡기를 제거한 시간까지의 소요시간으로 χ^2 -test를 이용하여 두 그룹 간의 차이를 확인하였다.

인공심폐기 사용 여부에 따른 관상동맥우회술 성과를 확인하기 위해 수술 후 30일내 사망률과 수술 후 재원일수를 분석하였다. 수술 후 30일내 사망은 수술종료일 다음날부터 30일내 사망으로 정의하였고, 다변량 로지스틱회귀분석을 이용하여 사망률에 영향을 미치는 요인을 보정하였으며 보정 변수는 연령, 성별, 심인성 쇼크 유무, 심박출률, 응급수술 여부, 대동맥내풍선펌프 사용 여부, 혈청 크레아티닌, 수술 전 경피적관상동맥성형술 실패 여부, 맥박, 심부전 과거력, 말초혈관질환 과거력이었다. 수술 후 재원일수는 수술종료일 다음날부터 퇴원일까지의 기간으로 정의하였고, 다변량 선형회귀분석을 이용하여 재원일수에 영향을 미치는 요인을 보정하였으며 보정 변수는 연령, 성별, 심인성 쇼크 유무, 심박출률, 응급수술 여부, 혈청 크레아티닌, 수술 전 경피적관상동맥성형술 실패 여부, 체질량지수, 이상지질혈증 유무, 최근 2개월 내 불안정성 협심증 유무, 만성폐쇄성폐질환 과거

력, 말초혈관질환 과거력, 심부전 과거력, 당뇨 과거력이었다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

2008년 7월부터 2012년 6월까지 4년 동안 우리나라에서 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 받은 총 10,981명 중 무심폐기 관상동맥우회술(OPCAB)을 받은 환자는 6,507명(59.3%)이고, 고식적 관상동맥우회술(ONCAB)을 받은 환자는 4,474명(40.7%) 이었다. OPCAB 그룹의 평균 연령은 64.9세, 남자가 70%였고, ONCAB 그룹은 64.5세, 남자가 73.3%였다. OPCAB 그룹이 ONCAB 그룹에 비해 이상지혈증, 심부전, 부정맥, 뇌혈관질환, 말초혈관질환이 많았다. ONCAB 그룹에서 응급수술 사례가 많았고, 심박출계수가 더 낮았다. 연구대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of the patients

Variables	OFF-PUMP CABG (n=6,507)	ON-PUMP CABG (n=4,474)	p-value
Age(mean±SD)	64.9±9.6	64.5±9.7	0.029
Sex			
Male	4,767 (70.0)	3,131 (73.3)	0.0002
Female	1,740 (30.0)	1,343 (26.7)	
Body Mass Index(mean±SD)	24.5±3.0	24.4±3.1	0.1176
Clinical history			
Never smoking	3,186 (49.0)	2,288 (51.1)	0.230
Dyslipidemia	1,966 (30.2)	989 (22.1)	<.0001
Hypertension	4,456 (68.5)	2,994 (66.9)	0.081
Diabetes Mellitus	2,990 (46.0)	2,065 (46.2)	0.845
Unstable Angina(within 2month)	2,362 (36.3)	1,690 (37.8)	0.058
Acute Myocardial Infarction	584 (9.0)	448 (10.0)	0.066
Heart Failure	274 (4.2)	269 (6.0)	<.0001
Arrhythmia	275 (4.2)	128 (2.9)	0.0002
Cerebral Vascular Disease	1,025 (15.8)	587 (13.1)	0.0001
Peripheral Vascular Disease	280 (4.3)	148 (3.3)	0.008
Chronic Obstructive Pulmonary Disease	106 (1.6)	66 (1.5)	0.5236
Chronic Renal Disease	456 (7.0)	273 (6.1)	0.061
PCI	1,230 (18.9)	772 (17.3)	0.0568
Eemergency Op.	477 (7.3)	680 (15.2)	<.0001
Serum creatinine(mean±SD)	1.2±1.3	1.3±1.4	0.20
Ejection Fraction(mean±SD)	56.2±12.9	52.9±14.3	<0.0001

3.2 심폐기 사용 여부에 따른 임상결과 비교
 평균 수술소요시간은 무심폐기 관상동맥우회술(OPCAB) 그룹이 280분(약 4.7시간), 고식적 관상동맥우회술(ONCAB) 그룹이 357분(약6.0시간)으로 Off Pump CABG 그룹에서 77분 정도 더 짧았고, 두 그룹 간에 유의한 차이가 있었다($p<.0001$). 수술 후 출혈 및 혈종, 감염으로 개흉술을 실시한 재수술은 OPCAB 그룹은 178명(2.7%), ONCAB 그룹은 371명(8.3%)으로 두 그룹 간에 유의한 차이가 있었다($p<.0001$). 기관 내 삽관 후 발관까지 평균 소요시간은 OPCAB 그룹에서 1,465분(약 24.4시간), ONCAB 그룹에서 2,397분(약 40시간)으로 OPCAB 그룹이 932분(15.5시간) 정도 더 짧았으며, 이는 통계적으로 유의하였다($p<.0001$). 관상동맥우회술 후 30일내 사망은 OPCAB 그룹은 107명(1.6%), ONCAB 그룹은 267명(6.0%)으로 두 그룹 간에 유의한 차이가 있었다($p<.0001$). 수술 후 평균 재원일수는 OPCAB 그룹은 14.5일, ONCAB 그룹은 20일로

OPCAB 그룹에서 5.5일 정도 더 짧았고, 두 그룹 간에 유의한 차이가 있었다($p<.0001$). 연구대상자의 수술 후 결과에 대한 단변량 분석결과는 Table 2와 같다.

3.3 위험도 보정 수술 후 30일내 사망률

환자 위험도 보정 사망률 분석결과, 연령이 높을수록, 심인성 쇼크가 있는 경우, 심박출률이 40% 미만인 경우, 응급수술인 경우, 대동맥내풍선펌프를 사용한 경우, 혈청 크레아티닌이 2.5mg/dL 이상인 경우, 수술 전 PTCA를 실패한 경우, 말초혈관 과거력이 있는 경우 사망위험이 높았다. 위험요인 통제 하에 분석한 인공심폐기 사용여부에 따른 사망률의 차이는 고식적 관상동맥우회술(ONCAB) 대비 무심폐기 관상동맥우회술(OPCAB)의 사망 위험비가 0.339(95% CI, 0.266-0.434; $p<.0001$)로 나타났다. 관상동맥우회술 환자의 수술 후 30일내 사망에 대한 다변량 로지스틱 회귀분석 결과는 Table 3과 같다.

Table 2. Operative variables

Variables	Off-Pump CABG (n=6,507)	On-Pump CABG (n=4,474)	p-value
Postoperative 30days mortality(N, %)	107 (1.6)	267 (6.0)	<.0001
Re-operation(N, %)	178 (2.7)	371 (8.3)	<.0001
Resource uses			
Postoperative length of stay(days)	14.5	20.0	<.0001
Operation time(min)	280	357	<.0001
Intubation time(min)	1,465	2,397	<.0001

Table 3. Risk adjusted post-op 30 days mortality

Variables		Odds ratio (95% CI)	p-value
Age		1.072 (1.058- 1.087)	<.0001
Sex	Male	1	
	Female	1.148 (0.902- 1.460)	0.2627
Cardiogenic shock	No	1	
	Yes	3.147 (2.216- 4.468)	<.0001
Ejection fraction	≥40	1	
	<40	1.665 (1.276- 2.172)	0.0002
Emergency Op. and intubation	No	1	
	Yes	2.679 (2.003- 3.583)	<.0001
IABP ¹⁾	No	1	
	Yes	1.788 (1.264- 2.528)	0.001
Serum creatinine	<2.5	1	
	≥2.5	1.817 (1.233- 2.679)	0.0026

Pre-op PTCA ²⁾ failure	No	1		
	Yes	1.969	(1.423- 2.725)	<.0001
Pulse rate	<60	1		
	60-100	1.221	(0.797- 1.870)	
	>100	1.712	(1.029- 2.846)	0.0681
Heart Failure(history)	No	1		
	Yes	1.398	(0.957- 2.042)	0.0832
Peripheral Vascular Disease(history)	No	1		
	Yes	2.226	(1.452- 3.412)	0.0002
Off Pump	No	1		
	Yes	0.339	(0.266- 0.434)	<.0001

1) IABP : Intra Aortic Balloon Pumping

2) PTCA : Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty

Table 4. Risk adjusted post-op length of stay

Variable		estimate	SE	p-value
Age		0.00549	0.0006168	<.0001
Sex	male	1		
	female	0.06255	0.01304	<.0001
Cardiogenic shock	No	1		
	Yes	0.00687	0.03584	0.848
Ejection fraction	≥40	1		
	<40	0.15309	0.01708	<.0001
Emergency Op. and intubation	No	1		
	Yes	0.09963	0.0203	<.0001
Serum creatinine	<2.5	1		
	≤2.5	0.36852	0.0263	<.0001
Pre-op PTCA failure	No	1		
	Yes	-0.0328	0.02618	0.2103
Body Mass Index	<18.5	1		
	<25	-0.09226	0.03469	0.0078
	<30	-0.11819	0.03535	0.0008
	≥30	-0.04539	0.0438	0.3000
Dyslipidemia	No	1		
	Yes	0.0398	0.01162	0.0006
Unstable Angina(within 2month)	No	1		
	Yes	0.0001311	0.01181	0.9911
Chronic Obstructive Pulmonary Disease(history)	No	1		
	Yes	0.19223	0.04592	<.0001
Peripheral Vascular Disease(history)	No	1		
	Yes	0.13983	0.02951	<.0001
Heart Failure(history)	No	1		
	Yes	0.07389	0.02731	0.0068
Diabetes Mellitus(history)	No	1		
	Yes	0.07724	0.01163	<.0001
Off Pump CABG	No	1		
	Yes	-0.29229	0.01171	<.0001

3.4 위험도 보정 수술 후 재원일수

환자 위험도를 보정한 수술 후 재원일수 분석 결과, 무심폐기 관상동맥우회술(OPCAB) 그룹은 14.5일이고, 고식적 관상동맥우회술(ONCAB) 그룹은 20.0일로 나타났다. 연령이 높을수록, 여성인 경우, 심박출률이 40% 미만인 경우, 응급수술인 경우, 혈청 크레아티닌이 2.5 mg/dl 이상인 경우, 체질량지수가 18.5 미만인 경우, 이상지질혈증이 있는 경우, 패한 경우, 만성폐쇄성 폐질환 과거력이 있는 경우, 말초혈관 과거력이 있는 경우, 심부전 과거력이 있는 경우, 당뇨 과거력이 있는 경우 재원일수가 길어졌다. 위험요인 통제 하에 분석한 인공심폐기 사용여부에 따른 재원일수의 차이는 ONCAB 그룹 대비 OPCAB 그룹의 재원일수가 $-0.29229(p<.0001)$ 로 감소하는 것으로 나타났다. 환자 위험도 보정 수술 후 재원일수에 대한 다변량 선형회귀분석 결과는 Table 4와 같다.

4. 논의

본 연구는 우리나라에서 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 받은 환자를 대상으로 심폐기 사용여부에 따른 성과를 확인하고자 시도한 후향적 조사연구이다. 2008년 7월부터 2012년 6월까지 4년 동안 우리나라에서 허혈성심장질환으로 관상동맥우회술을 받은 환자는 총 10,981명이었고, 이 중 심폐기를 이용한 체외순환 없이 시행한 관상동맥우회술(OPCAB) 환자가 6,507명(59.3%), 심폐기를 이용한 고식적 관상동맥우회술(ONCAB) 환자가 4,474명(40.7%)이었다.

OPCAB 그룹의 평균 연령은 64.9세, 남자가 70%였고, ONCAB 그룹은 64.5세, 남자가 73.3%였다. OPCAB 그룹이 ONCAB 그룹에 비해 이상지질증, 심부전, 부정맥, 뇌혈관질환, 말초혈관질환이 많았다. ONCAB 그룹에서 응급수술 사례가 많았고, 심박출계수가 더 낮았다. 이는 심폐기를 이용한 체외순환 없이 행하는 관상동맥우회술은 수술 후 회복이 빠르다는 점 이외에도, 뇌혈관 질환이나 신부전과 같은 위험인자들로 인하여 수술을 시행하는 것이 급기시 되어왔던 경우에도 비교적 안전하게 시행할 수 있다[11]는 점에서 해당 동반질환이 있는 경우 체외순환을 하지 않는 수술법을 택한 것으로 보인다. 한편, ONCAB 그룹에서 응급수술 사례가 많았던 것은 본 연구에서 체외순환 없이 수술을 하던 도중 심폐기 사

용으로 전환한 건의 경우 고식적 관상동맥우회술 건으로 구분한 바, 이러한 전환 건의 영향인 것으로 사료되며, 심박출계수가 낮아 상대적으로 고위험 환자인 경우 선택적으로 심폐기를 사용했기 때문인 것으로 판단된다.

무심폐기 관상동맥우회술은 체외순환 중에 발생할 수 있는 염증성 반응이나 심정지에 의하여 불가피하게 초래되는 심근허혈에 따른 문제점을 극복할 수 있으며 수술 후 환자의 회복이 빠르다는 장점이 있다[11]. 이에 체외순환 없는 관상동맥우회술 시행이 확산되면서 성과가 보고되고 있으며 고식적 관상동맥우회술과의 비교연구도 활발히 진행되고 있으나, 그 차이에 대해서는 이견이 있다.

본 연구 결과, 심폐기 사용 여부에 따른 각 수술의 단기 성과(30일내 사망률, 재수술률)와 자원소모량(수술 시간, 재원일수, 인공호흡기 시간)은 두 그룹 간 유의한 차이가 있었다. 관상동맥우회술 후 30일내 사망은 OPCAB 그룹이 107명(1.6%), ONCAB 그룹이 267명(6.0%)으로 심폐기를 사용하지 않은 경우 사망률이 낮았다($p<.0001$). 그러나, 무작위대조연구를 시행한 Diegeler 등[12]과 Lamy 등[13]은 단기 성과인 수술 후 30일내 사망률에 관해서 두 군 간에 차이가 없다고 하였는데, 무작위대조 연구와 달리 후향적 조사였던 본 연구에서 체외순환 없이 수술을 하던 도중 심폐기 사용으로 전환한 건의 경우 고식적 관상동맥우회술로 구분한 점, ONCAB 그룹이 심박출계수가 낮았던 점 등이 영향을 미친 것으로 판단된다. 하지만, 고위험군환자에게 시행한 관상동맥우회술의 성과 비교에서 Al-Ruzzeh 등[14]은 OPCAB 그룹(3.5%)의 30일내 사망률이 ONCAB 그룹(7%) 보다 낮았음을 보고하였으나, Dhurandhar 등[15]과 Shroyer[16]는 30일내 사망률에 차이가 없음을 보고하여 이들 간 단기 사망률의 차이를 단정할 수는 없었다. 이에 위험도를 보정한 사망률 확인 결과 OPCAB 그룹에서 사망 위험비가 0.339로 더 낮았다. Cleveland 등[17]은 STS(The Society of Thoracic Surgeons) National Database를 이용하여 126기관에서 2년간 실시된 10만 건 이상의 관상동맥우회술을 분석하여 OPCAB 그룹에서의 위험도 보정 사망률과 이환율이 ONCAB 그룹보다 더 낮다고 하였다. 위험도를 보정한 상태에서의 수술 성과 비교는 Plomondon 등[18], Hernandez[19]와 Al-Ruzzeh 등[20]에 의해서도 시도되었고 모두 OPCAB 그룹에서의 사망률이 더 낮았음을 보고한 바 있어 본 연구결과와 유사함을 확인하였다.

관상동맥우회술 후 출혈 및 혈중, 감염으로 개흉술을 실시한 재수술률은 OPCAB 그룹이 2.7%, ONCAB 그룹이 8.3%로 심폐기를 사용하지 않은 경우 더 낮았다 ($p<.0001$). 국내에서 두 수술방법의 성과를 보고한 바에 의하면, 임청 등[11]이 체외순환 없이 시행하는 관상동맥우회술의 경제성을 분석하면서 OPCAB 그룹에서의 재수술률이 낮았으나 유의한 차이는 없었다. Legare 등[21]은 수술 후 약 4년간 환자를 추적하여 심폐기를 사용한 경우와 그렇지 않은 경우에 있어 생존율과 재수술률이 유의한 차이가 없다고 하였으며, Karolak 등[22]이 두 그룹으로 나누어 비교한 보고에서도 어느 쪽이 더 낫다는 결과를 얻을 수 없다고 하였다. 그러나, Kaushish[23]은 출혈에 의한 재수술률이 OPCAB 2.5%, ONCAB 6%로 OPCAB 그룹에서 더 낮았다고 하였다. 반면 미국[17][24], 영국[20], 호주[15]에서 실시한 대규모 다기관 국가자료 연구에서는 OPCAB 그룹과 ONCAB 그룹 간 명확한 차이를 확인할 수 없었다.

이상의 결과는 단기간의 성과를 확인한 것들이었는데, Shroyer[16]가 보고한 바에 의하면, 장기성과 비교 시 OPCAB 그룹에서 사망률과 합병증 이환율이 높았다. Filardo 등[25]의 연구에서도 ONCAB으로 전환한 그룹에 비해 OPCAB 그룹에서 장기 사망의 위험이 유의하게 높았다. 반면, 무작위대조연구를 시행한 Fudulu 등[26]은 OPCAB 그룹과 ONCAB 그룹 간의 초기 사망률 및 후기 사망률이 유사하다고 하였으며, Dhurandhar 등[15]은 고위험 환자에게 시행한 OPCAB 에서 10년 생존율 개선에 효과가 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 30일내 사망률을 확인하였는데, 향후 국내에서의 장기생존율에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

심폐기 사용여부에 따른 자원소모량 확인 결과, 평균 수술소요시간은 OPCAB 그룹이 280분, ONCAB 그룹이 357분으로 심폐기를 사용하지 않은 경우 더 짧았다 ($<.0001$). 기관 내 삽관 후 발관까지 평균 소요시간도 OPCAB 그룹에서 1,465분(약 24시간), ONCAB 그룹에서 2,397분(약 40시간)으로 OPCAB 그룹이 더 짧았다. 환자 위험요인을 보정하여 수술 후 입원일수를 비교한 결과 심폐기를 사용하지 않고 수술한 그룹에서 더 짧았다. 이러한 결과는 우리나라 관상동맥우회술 환자에서 체외순환 여부에 따른 임상적 성과를 비교 고찰한 몇 연구[2][10][27] 에서도 확인되며, 체외순환에 의한 염증 반응 및 이로 인한 폐 기능의 저하가 적기 때문인 것으

로 사료된다. 임청[11]은 OPCAB 그룹이 ONCAB 그룹에 비해 집중치료실 체류기간과 호흡기 보조시간 뿐 아니라 총 진료비도 더 적었다고 하였다.

Takai 등[28]에 의하면 심폐기를 사용하지 않은 경우에서 호흡기 보조시간, 집중치료실 체류기간, 입원기간 등이 감소한 것으로 나타났다. 그러나, 다기관에서 시행한 수술 건에 대해 대규모 무작위 대조연구를 시행한 Shroyer 등[16]이 보고한 바에 따르면 수술시간, 수술 후 집중치료실 체류기간, 수술 후 재원일수, 호흡기 보조시간 모두 OPCAB 그룹에서 짧았으나, 유의하지는 않았다. 삼중혈관질환 및 심실비대가 있는 고위험군 환자를 대상으로 한 Tianxiang[29]에 의하면 OPCAB 그룹에서 호흡기 적용시간, 집중치료실 체류기간, 수술 후 재원일수가 모두 짧았고, Al-Ruzzeh[14] 역시 OPCAB 그룹의 집중치료실 체류기간이 더 짧았다. 그러나, Dhurandhar 등[15]은 고위험군 환자에게 시행한 OPCAB 에서 오히려 집중치료실 체류기간이 길었다.

심폐기를 사용한 체외순환 없이 시행하는 관상동맥우회술이 소개된 이래 그간 고식적으로 해 오던 관상동맥우회술과 비교할만한 초기 임상결과를 이루어낸다는 결과들이 보고되었으나, 두 수술방법 중 특정 방법의 우월성에 대한 결정적인 증거는 없었다. 단일기관 또는 일부 지역에서의 소규모 연구 결과의 한계성을 극복할 수 있는 다기관 시행 대규모 조사연구에서도 크게 다르지 않았다. 이에 대해 Van Dijk[30]는 윤리적인 고려 때문에 수술의 위험도가 비교적 낮은 대상자에게 체외순환 없는 수술을 시행하기 때문일 수 있다고 보았는데, 이는 무작위 대조연구[16][26] 에서도 마찬가지였다. 따라서, 심폐기를 사용하지 않는 관상동맥우회술 방법은 고식적인 수술 방법과의 경쟁적인 기술이 아니며[31], 관상동맥우회술에 있어서 심폐기 사용여부는 안전하고 성공적인 수술을 하기 위한 선택적인 방향을 지향해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 우리나라에서 4년 동안 관상동맥우회술을 받은 전체 환자를 대상으로 심폐기 사용여부에 따른 관상동맥우회술을 비교한 결과 OPCAB 방법에서의 임상결과가 ONCAB 보다 나은 성과를 보였음을 확인할 수 있었다. 그러나 본 연구결과는 다음과 같은 한계점을 가지므로 이의 판단에 신중을 기해야 한다.

관상동맥우회술은 수술의 복잡성 및 난이도가 있는 수술이고, 특히 심폐기 없이 시행하는 수술은 의사의 개

인적인 성향, 경험 및 숙련도 등에 따라 수술 결과에 많은 영향을 미친다. 또한, 수술기관의 인적·물적 인프라도 영향을 미친다. 그러나, 본 연구에서는 의사의 수술 경험 및 숙련도 등 개인적인 특성과 수술기관의 인프라에 대한 특성이 반영되지 못하였다. 또한 본 연구는 후향적 조사연구로 제한점이 있을 수 있다. 그럼에도 본 연구는 우리나라 관상동맥우회술 전체 환자를 대상으로 한 대규모 조사연구라는 점에서 의의가 있다. 또한, 후향적 조사자료의 한계점을 극복하고자 전이암, 심장이식, 폐이식, 관막수술이나 좌심실 절제술 등 동반수술을 시행한 환자 등을 연구대상에서 제외하여 환자구성을 동질하게 유지하고자 하였다.

5. 결론

본 연구는 우리나라 전체 관상동맥우회술 환자를 대상으로 심폐기 사용 여부에 따른 수술 성과의 차이를 확인하고자 시도되었다. 연구 결과, 심폐기를 사용하지 않은 경우에서 30일내 사망률과 재수술률이 낮았고, 자원 소모량이 적었음을 확인하였다. 본 연구는 후향적 조사연구로 제한점이 있을 수 있을 수 있으나, 우리나라 관상동맥우회술 전체 환자를 대상으로 한 대규모 조사연구라는 점에서 의의가 있다. 우리는 체외순환 여부에 따른 관상동맥우회술의 심층적인 비교를 위해서는 단기 성과뿐 아니라 수술 후 이환율, 장기 생존율과 혈관 개통률 등에 대한 추후 연구가 필요함을 제안한다.

Reference

[1] Y. T. Lee, K. H. Park, "Concise Coronary Artery Bypass Grafting", Korea Med Books Publishing Company, Korea, 2008.

[2] K. J. Yoo, S. H. Lim, S. W. Song, C. Y. Kim, Y. S. Hong, B. C. Chang, "The comparison of Clinical Study of Off Pump and On Pump CABG", *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, Vol.35, No.4, pp.261-266, 2002.

[3] G. M. Mckhann, W. A. Goldsborough, L. M. Borowicz, E. D. Mellits, R. Brookmeyer, S. A. Quaskey, W. A. Baumgartner, D. E. Cameron, R. S. Stuart, T. J. Gardner, "Predictors of Stroke Risk in Coronary Artery Bypass Patients", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.63, No.2, pp.516-521, 1997.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(97\)83384-X](https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(97)83384-X)

[4] V. Zamvar, D. Williams, J. Hall, N. Payne, C. Cann, K. Young, S. Karthikeyan, J. Dunne, "Assessment of neurocognitive impairment after off-pump and on-pump techniques for coronary artery bypass graft surgery: prospective randomized controlled trial" *BMJ*, Vol.325, No.7375, pp.1268-1272, 2002.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1136/bmj.325.7375.1268>

[5] A. M. Calafiore, G. Teodori, G. Di Giammarco, G. Vitolla, N. Maddestra, L. Paloscia, M. Zimarino, V. Mazzei, "Multiple arterial conduits without cardiopulmonary bypass: early angiographic results", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.67, No.2, pp.450-456, 1999.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(98\)01194-1](https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(98)01194-1)

[6] Subramanian VA, Less invasive arterial CABG on a beating heart. *Ann Thorac Surg* 1997;63:S67-S71.

[7] K. J. Zehr, N. Handa, L. F. Bonilla, M. D. Abel, D. R. Holmes Jr., "Pitfalls and results of immediate angiography after off-pump coronary artery bypass grafting", *Herat Surg Forum*, Vol.3, No.4, pp.293-299, 2000.

[8] K. B. Kim, H. G. Lim, J. H. Huh, H. Ahn, B. M. Ham, "Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting", *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, Vol.33, No.1, pp.38-44, 2000.

[9] Y. N. Youn, K. J. Yoo, K. J. Lee, M. K. Bae, Y. H. Shim, "The comparison study of early and midterm clinical outcome of Off Pump versus On Pump CABG in patients with Severe Left Ventricular Dysfunction(LVEF ≤35%)", *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, Vol.39, No.3, pp.184-193, 2006.

[10] J. K. Shin, J. W. Kim, J. P. Jung, C. R. Park, S. E. Park, "Clinical Outcome of Off Pump Coronary Artery Bypass Grafting", *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, Vol.41, No.1, pp.34-40, 2008.

[11] C. Lim, W. I. Chang, K. B. Kim, Y. Kim, "Financial Impact of Off-Pump Coronary Artery Bypass", *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, Vol.35, No.5, pp.365-368, 2002.

[12] A. Diegeler, J. Börgermann, U. Kappert, M. Breuer, A. Böning, A. Ursulescu, A. Rastan, D. Holzhey, H. Treede, F. C. Rieß, P. Veeckmann, A. Asfor, W. Reents, M. Zacher, M. Hilker, "Off-pump versus on-pump coronary-artery bypass grafting in elderly patients", *New England Journal of Medicine*, Vol.368, No.13, pp.1189-1198, 2013.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1211666>

[13] A. Lamy, P. J. Devereaux, D. Prabhakaran, D. P. Taggart, S. Hu, E. Paolasso, Z. Straka, L. S. Piegas, A. R. Akar, A. R. Jain, N. Noiseux, C. Padmanabhan, J. C. Bahamondes, R. J. Novick, P. Vajjyanath, S. Reddy, L. Tao, P. A. Olavegogeochea, B. Airan, T. A. Sulling, R. P. Whitlock, Y. Ou, J. Ng, S. Chrolavicius, S. Yusuf, "Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days", *New England Journal of Medicine*, Vol.366, No.16, pp.1489-1497, 2012.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1200388>

[14] S. Al-Ruzzeh, K. Nakamura, T. Athanasiou, T. Modine, S. George, M. Yacoub, C. Ilsley, M. Amrani, "Does off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery improve the outcome in high-risk patients?: a comparative study of 1398 high-risk patients", *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, Vol.23, No.1, pp.50-55, 2003.

- DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940\(02\)00654-1](https://dx.doi.org/10.1016/S1010-7940(02)00654-1)
- [15] V. Dhurandhar, A. Saxena, R. Parikh, M. P. Valley, M. K. Wilson, J. K. Butcher, D. A. Black, L. Tran, C. M. Reid, P. G. Bannon, "Outcomes of On-Pump versus Off-Pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery in the High Risk(AusSCORE > 5)", *Heart, Lung and Circulation*, Vol.24, No.12, pp.1216-1224, 2015.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.hlc.2015.02.009>
- [16] A. L. Shroyer, F. L. Grover, B. Hattler, J. F. Collins, G. O. McDonald, E. Kozora, J. C. Lucke, J. H. Baltz, D. Novitzky, "On-Pump versus Off-Pump Coronary-Artery Bypass Surgery", *New England Journal of Medicine*, Vol.361, No.19, pp.1829-1837, 2009.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa0902905>
- [17] J. C. Cleveland Jr., A. L. Shroyer, A. Y. Chen, E. Peterson, F. L. Grover, "Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality, and morbidity", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.72, No.4, pp.1282-1289, 2001.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)03006-5](https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(01)03006-5)
- [18] M. E. Plomondon, J. C. Cleveland Jr., S. T. Ludwig, G. K. Grunwald, C. I. Kiefe, F. L. Grover, A. L. Shroyer, "Off-pump coronary artery bypass is associated with improved risk adjusted outcomes", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.72, No.1, pp.114-119, 2001.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)02670-4](https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(01)02670-4)
- [19] F. Hernandez, W. E. Cohn, Y. R. Baribeau, J. F. Tryzelaar, D. C. Charlesworth, R. A. Clough, J. D. Klemperer, J. R. Morton, B. M. Westbrook, E. M. Olmstead, G. T. O'Connor, "In-hospital outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass procedures: a multicenter experience", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.72, No.5, pp.1528-1534, 2001.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)03202-7](https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(01)03202-7)
- [20] S. Al-Ruzzeh, G. Ambler, G. Asimakopoulos, R. Z. Omar, R. Hasan, B. Fabri, A. El-Gamel, A. DeSouza, V. Zamvar, S. Griffin, D. Keenan, U. Trivedi, M. Pullan, A. Cale, M. Cowen, K. Taylor, M. Amrani, "Off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery reduces risk stratified morbidity and mortality: a United Kingdom multicenter comparative analysis of early clinical outcome", *Circulation*, Vol.108, No.10(Suppl 1), pp.II1-8, 2003.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1161/01.cir.0000087440.59920.a1>
- [21] J. F. Legare, K. J. Buth, S. King, J. Wood, J. A. Sullivan, F. C. Hancock, J. Lee, K. Stewart, G. M. Hirsch, "Coronary Bypass Surgery Performed off Pump Does Not Result in Lower In-Hospital Morbidity Than Coronary Artery Bypass Grafting Performed on Pump", *Circulation*, Vol.109, No.7, pp.887-892, 2004.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.0000115943.41814.7D>
- [22] W. Karolak, G. Hirsch, K. Buth, J. F. Legare, "Medium-term outcomes of coronary artery bypass graft surgery on pump versus off pump: Results from a randomized controlled trial", *American Heart Journal*, Vol.153, No.4, pp.689-695, 2007.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2007.01.033>
- [23] R. Kaushish, M. K. Unni, M. Luthra, "Beating Heart versus Conventional Coronary Bypass Surgery : Our Experience", *Medical Journal Armed Forces India*, Vol.66, No.4, pp.357-361, 2010.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0377-1237\(10\)80018-8](https://dx.doi.org/10.1016/S0377-1237(10)80018-8)
- [24] M. J. Magee, K. A. Jablonski, S. C. Stamou, A. J. Pfister, T. M. Dewey, M. Dullum, J. R. Edgerton, S. L. Prince, T. E. Acuff, P. J. Corso, M. J. Mack, "Elimination of cardiopulmonary bypass improves early survival for multivessel coronary artery bypass patients", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.73, No.4, pp.1196-1203, 2002.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)03587-1](https://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(01)03587-1)
- [25] G. Filardo, P. A. Grayburn, C. Hamilton, R. F. Hebel Jr., W. B. Cooksey, B. Hamman, "Comparing Long-Term Survival Between Patients Undergoing Off-Pump and On-Pump Coronary Artery Bypass Graft Operations", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.92, No.2, pp.571-578, 2011.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.03.100>
- [26] D. Fudulu, U. Benedetto, G. G. Pecchinenda, P. Chivasso, V. D. Bruno, F. Rapetto, A. Bryan, G. D. Angelini, "Current outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting: evidence from randomized controlled trials", *Journal of Thoracic Disease*, Vol.8, No.S10, pp.S758-S771, 2016.
DOI: <https://dx.doi.org/10.21037/jtd.2016.10.80>
- [27] T. H. Won, S. Y. Choi, I. S. Yang, "Early Result of Off-Pump Coronary Artery Bypass", *The Ewha Medical Journal*, Vol.25, No.1, pp.27-32, 2005.
DOI: <https://dx.doi.org/10.12771/emj.2005.28.1.27>
- [28] H. Takagi, T. Tanabashi, N. Kawai, T. Kato, T. Umemoto, "Off-pump coronary artery bypass graft patency: meta-analysis of randomized trials", *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, Vol.133, No.1, pp.e2-e3, 2007.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.08.062>
- [29] L. Yu, T. Gu, E. Shi, C. Wang, Q. Fang, Y. Yu, X. Zhao, C. Qian, "Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery in patients with triple-vessel disease and enlarged ventricles", *Annals of Saudi Medicine*, Vol.34, No.3, pp.222-228, 2014.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5144/0256-4947.2014.222>
- [30] D. van Dijk, A. P. Nierich, F. D. Eefting, E. Buskens, H. M. Nathoe, E. W. Jansen, C. Borst, J. T. Knappe, J. J. Bredée, E. O. Robles de Medina, D. E. Grobbee, J. C. Diephuis, P. P. de Jaegere, "The Octopus Study: Rationale and Design of Two Randomized Trials on Medical Effectiveness, Safety, and Cost-Effectiveness of Bypass Surgery on the Beating Heart", *Controlled Clinical Trials*, Vol.21, No.6, pp.595-609, 2000.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0197-2456\(00\)00103-3](https://dx.doi.org/10.1016/S0197-2456(00)00103-3)
- [31] J. M. Brown, R. S. Poston, J. S. Gammie, M. G. Cardarelli, K. Schwartz, A. H. Sikora, S. Yi, R. N. Pierson, B. P. Griffith, "Off-Pump Versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in Consecutive Patients: Decision-Making Algorithm and Outcomes", *The Annals of Thoracic Surgery*, Vol.81, No.2, pp.555-561, 2006.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.06.081>

조 연 희(Yeon-Hee Cho)

[정회원]



- 2000년 2월 : 조선대학교 간호학과 (간호학사)
- 2007년 8월 : 연세대학교 보건대학원 역학통계전공 졸업 (보건학석사)
- 2006년 5월 ~ 현재 : 건강보험심사평가원 과장

<관심분야>

보건통계, 빅데이터

김 형 선(Hyung-Seon Kim)

[정회원]



- 2001년 2월 : 가톨릭대학교 대학원 간호학과 (간호학석사)
- 2012년 8월 : 이화여자대학교 대학원 예방의학전공 (보건학박사)
- 2013년 10월 ~ 현재 : 부천대학교 간호학과 교수

<관심분야>

지역사회 건강증진, 질 관리