

무심폐기 관상동맥 우회술에 있어서 이식편의 대동맥부 근위부 문합 방법에 따른 수술 후 신경학적 합병증 발생의 비교: 하트스트링을 이용한 방법 대 고식적인 수기 문합술

조원철* · 김준범* · 김희중* · 김환욱* · 김윤석* · 정재승* · 주석중*

Comparison of the Neurologic Outcome according to the Method of Proximal Graft Anastomosis at the Aortic Side during Off-pump Coronary Artery Bypass Grafting: The Heartstring Sealing System versus Conventional Manual Anastomosis

Won-chul Cho, M.D.* · Joon Bum Kim, M.D.* · Hee Jung Kim, M.D.* · Hwan Wook Kim, M.D.* · Yun Seok Kim, M.D.* · Jae Seung Jung, M.D.* · Suk Jung Choo, M.D.*

Background: Side clamping of ascending aorta during proximal graft anastomosis in coronary bypassing surgery increases the risk of direct aortic injury as well as embolization of intimal atheroma. Heartstring proximal sealing system (Guidant Corporation, Santa Clara, Calif), developed to avoid aortic side clamping, may minimize risks of such complications. The aim of the current study is to compare the surgical outcomes of the two proximal anastomosis techniques, i.e., Heartstring system versus aortic side clamping in off pump coronary bypassing surgery (OPCAB).

Material and Method: From January 2003 to August 2008, 499 patients underwent OPCAB. Of them, proximal graft anastomosis was performed using Heartstring system in 182 patients (Group I) and conventional manual anastomosis in 317 patients (Group II). The two groups were compared for postoperative major complications and mortality. **Result:** Two groups showed similar characteristics in terms of preoperative demographic data, left ventricular ejection fraction, renal function and history of diabetes, hypertension and smoking. Although there was no inter-group difference in the history of cerebral ischemia ($p=0.48$), preoperative brain magnetic resonance angiography revealed greater incidence of severe carotid artery stenosis ($>75\%$ of lumen) in the Group I than in the Group II (44.5% in the Group I and 30.0% in the Group II, $p=0.003$). There were no inter-group differences in postoperative mortality ($p=0.40$) and complications ($p=0.47$) including neurologic events (3 in the Group I and 2 in the Group II, $p=0.258$). Whereas neurologic events all comprised transient ischemic attacks in the Group I, they comprised multiple embolic strokes in the Group II. One patient in the Group II experienced aortic dissection during proximal anastomosis which resulted in ascending aortic replacement. **Conclusion:** Although proximal anastomosis using Heartstring system did not show statistically significant benefit over aortic side clamping, the absence of embolic stroke may be a definite benefit which may be better defined through further studies over a larger cohort.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2009;42:441-446)

- Key words:**
1. Anastomosis
 2. Coronary artery bypass
 3. Cerebrovascular disease
 4. Clamp
 5. Device

*울산대학교 의과대학 서울아산병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

논문접수일 : 2009년 1월 18일, 논문수정일 : 2009년 2월 18일, 심사통과일 : 2009년 2월 20일

책임저자 : 주석중 (138-736) 서울시 송파구 풍납 2동 388-1, 울산대학교 서울아산병원 흉부외과

(Tel) 02-3010-3580, (Fax) 02-3010-6966, E-mail: sjchoo@amc.seoul.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지식소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서 론

관상동맥 우회술 후에 발생하는 신경학적 후유증은 수술에 따른 가장 치명적인 합병증 중의 하나로, 무심폐기 관상동맥 우회술은 대동맥의 삼판과 겹자 차단 등이 필요하지 않아 고령의 환자에서 수술 후 신경학적 합병증을 줄이는 것으로 제시되어 왔다[1,2]. 하지만 무심폐기 관상동맥 우회술을 시행한다 하더라도 이식편의 대동맥부 근위부 문합시에 여전히 대동맥의 부분 겹자가 필요하며, 이는 대동맥 내벽에 존재하는 죽상반의 색전에 의한 뇌졸중의 위험성을 높일 뿐 아니라, 겹자에 따른 직접적 대동맥 손상의 원인이 될 수 있다[3,4].

관상동맥 우회술 시 근위부 문합을 빠르고 쉽게 시행하기 위하여 여러가지 근위부 문합 기구들이 개발되어 왔는데, 이러한 기구들이 이용한 문합술은 상행 대동맥 부분 겹자를 피할 수 있어, 이에 따라 발생할 수 있는 잠재적 위험성을 회피할 수 있다는 장점을 가지고 있다[5-7].

이 연구는 관상동맥 우회술의 근위부 문합에 있어서 근위부 문합 기구 중의 하나인 Heartstring proximal sealing system (Guidant Corporation, Santa Clara, Calif)을 이용한 문합술과 대동맥 부분 겹자를 통한 고식적 수기 문합술 간의 수술 후 신경학적 합병증에 미치는 영향을 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

2003년 1월부터 2008년 7월까지 무심폐기 관상동맥 우회술을 받은 연속적인 499명의 환자들을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 대동맥 근위부 문합 시에 Heartstring device를 사용한 182명의 환자들을 I군으로, 대동맥의 부분적 겹자 차단을 통해 수기 문합술을 시행받은 317명의 환자들을 II군으로 구분하였다. 이 두 군간의 수술 후 급성 신경학적 장애를 비롯한 주요 합병증 및 사망의 발생 비율을 비교하였다. 수술 전 뇌허혈 합병의 위험도 평가는 환자의 과거력 및 수술 전 시행한 뇌와 뇌혈관 magnetic resonance imaging (MRI)을 통해 시행하였다. 수술 후의 신경학적 합병증에 대한 평가는 수술 후 입원 기간 동안 발생한 새로운 신경학적 이상으로 판단하여 컴퓨터 단층 전산화 촬영 또는 MRI로 확진하였다.

1) 수술적 기술

모든 환자들은 정중흉골 절개를 통해서 무심폐기 관상

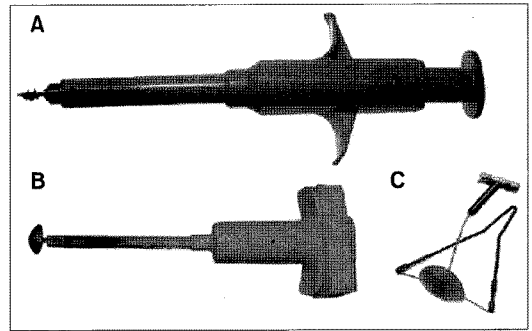


Fig. 1. The components of the Heartstring proximal seal system. (A) Aortic punch, (B) Delivery device with partial deployed seal, (C) Deployed seal with stem and tension spring.

동맥 우회술을 시행받았다. 정중 흉골 절개술 후 한 개 또는 두 개의 내흉동맥을 채취하였고, 동시에 요골동맥과 복재정맥 또는 두 이식편 모두를 채취하였다. 헤파린을 투여 후, stabilizer (Octopus; Medtronic, Inc, Minneapolis, Minn; or Guidant, Guidant Corporation)를 이용하여 심장을 고정시킨 상태에서 관상동맥 원위부 문합을 시행하였다. 원위부 문합을 마친 후, 상행 대동맥의 주의깊은 촉진에 의해 대동맥에 내막 병변이 없다고 판단되는 부위를 근위부 연결 부분으로 결정하여, 이 부위에 요골동맥 또는 복재정맥을 문합하였다.

2) 대동맥 부분 차단을 통한 근위부의 고식적 수기 문합

상행 대동맥의 촉진 상 대동맥에 내막 병변이 없다고 판단되는 부위를 겹자로 부분 차단하였다. 겹자에 의한 대동맥의 차단부위 넓이는 최소 2.5×2.5 cm² 정도 되었다. 겹자된 부위에 5 mm 정도의 작은 구멍을 낸 후 이식편을 6-0 폴리프로필렌(Prolene; Ethicon, Inc, Somerville, NJ)으로 연속적으로 문합하였다. 문합이 완료된 후 겹자를 풀었다.

3) 하트스트링(Heartstring device)을 이용한 근위부 문합

하트스트링은 seal, delivery device, aortic punch 등의 3가지 구성 요소로 이루어져 있다(Fig. 1). 대동맥의 촉진상 정상 부분에 aortic punch를 이용하여 동그란 구멍을 낸 후 출혈이 되지 않도록 손가락으로 구멍을 막는다. 다시 그 구멍을 통해서 대동맥 안쪽에 seal을 집어넣은 후 seal이 완전히 퍼지기 전까지 구멍을 손가락으로 막는다. 구멍을

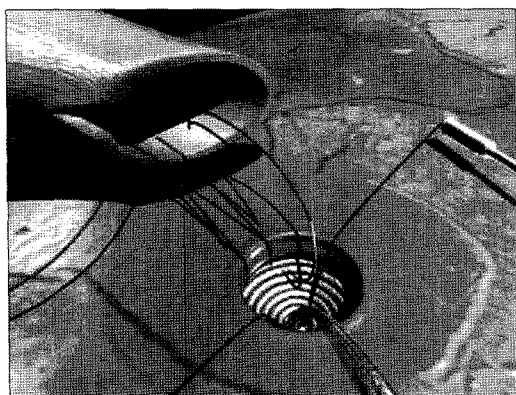


Fig. 2. The schematic drawing of Heartstring proximal seal system in use. The device is delivered through the aortotomy and deployed creating a hemostatic seal against the inner wall of the aorta. The proximal anastomosis is performed manually without side clamping of the aortic wall (Adapted from Guidant Web site: www.guidant.com/products/Product_templates/CS/heartstring.shtml).

통해 출혈이 나오지 않는 것을 확인한 후 6-0 폴리프로필렌을 이용하여 이식편을 연속적으로 문합하였다(Fig. 2). 마지막 문합의 매듭 직전에 seal을 제거한 후 마지막 매듭을 지었다.

4) 통계 분석

양군 간의 연속 변수 자료는 평균값±표준편차로 표시하였고, 독립표본 T-검정(independent T-test)으로 비교하였으며, 범주형 변수의 비교를 위하여 Chi-Square 혹은 Fisher의 정확한 검정을 이용하였다. 유의 수준이 0.05 이하일 때 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 하였다. 본 연구의 통계학적 분석은 SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다.

결 과

연구 대상 환자의 평균 나이는 63.0±8.5세였고, 여성이 123명(24.6%)이었다. 나이, 성별, 좌심실 구출률, 신장 기능, 당뇨, 고혈압, 흡연력 등의 수술 전 인자들에 있어서 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table 1).

수술 전 과거력 상 신경학적 증상(뇌졸중 또는 일과성 뇌허혈 발작)이 있었던 환자는 두 군 간에 유의한 차이가 없었으나(31.3% in Group I and 34.4% in Group II, p=0.48), 수술전 뇌혈관 MRI를 이용한 검사에서 내경동맥의

Table 1. Preoperative patient characteristics

	Group I	Group II	p-value
Number of patient	182	317	
Age (year)	61.9±8.9	64.0±8.0	0.01*
Female (%)	37 (20.3)	86 (27.1)	0.10
Left ventricle ejection fraction (%)	57.0±9.0	56.4±11.0	0.53
Diabetes mellitus (%)	84 (46.2)	155 (48.9)	0.58
Hypertension (%)	108 (59.3)	189 (59.6)	0.51
Smoking (%)	98 (53.8)	148 (46.7)	0.14
History of CVA/TIA (%)	57 (31.3)	109 (34.4)	0.48
Carotid artery stenosis (>75% of lumen)	81 (44.5)	95 (30.0)	0.003*

CVA=Cerebrovascular accident; TIA=Transient ischemic attack. Data represented as mean±SD. *p<0.05.

협착이 75% 이상 되는 환자의 경우 II군에 비해 I군에서 유의하게 많았다(44.5% in Group I and 30% in Group II, p=0.003). 수술 후 시행한 컴퓨터 단층 촬영 상 상행 대동맥에 동맥 경화가 확인된 환자의 경우 I군은 74%, II군은 83%였다(p=0.032).

대동맥 근위부 문합의 개수는 I군에서 182개(요골 동맥 1개, 복재 정맥 181개)로 환자당 평균 1개였고, II군에서는 407개(요골동맥 112개, 복재정맥 295개)로 환자당 1.3개였다. II군에서 환자당 근위부 문합 개수(p=0.01) 및 복재정맥 사용 빈도(p=0.02)가 I군에 비해 유의하게 많았다.

수술 후 신경학적 합병증은 I군에서 3명, II군에서 2명으로 총 5명에서 발생하였다(p=0.258). I군의 경우 신경학적 증상이 발생했을 당시 시행한 뇌 영상 의학 검사 모두 특별한 이상이 없는 일과성 뇌허혈 발작이었던 것에 반해, II군의 경우 모두 색전에 의한 다발성 경색의 소견을 보이는 뇌졸중이었다. 그러나 두 군 모두 장기간의 외래 추적 관찰상 신경학적 합병증의 신체적 이상을 보이지 않았다(Table 2).

수술 후 주요 합병증의 발병률 및 조기 사망률에 있어서 두 군간의 유의한 차이는 없었다(Table 3). II군에서 한 명의 환자에서 근위부 문합을 위한 대동맥 부분 차단 후 대동맥 박리증이 발생하여 상행 대동맥 치환술을 시행하였다.

고 찰

관상동맥 우회술에 따른 신경학적 합병증은 환자의 생명과 삶의 질을 위협하는 심각한 합병증이다. 수술 후 뇌

Table 2. Postoperative neurologic events

	Sex	Age (year)	Postoperative date of event	DM	HTN	Previous CVA	Carotid stenosis	Neurologic event	Long-term sequelae
Group I	M	68	8	+	-	-	-	TIA	-
	F	71	7	+	+	-	+	TIA	-
	F	78	5	+	+	+	+	TIA	-
Group II	M	62	0	+	+	+	+	Embolic CVA	-
	F	68	3	+	+	-	+	Embolic CVA	-

DM=Diabetes mellitus; HTN=Hypertension; CVA=Cerebrovascular accident; TIA=Transient ischemic attack.

Table 3. Postoperative complications and mortality

	Group I	Group II	p value
Major complications	12	16	0.47
Reexploration for bleeding	2	6	0.32
Neurologic events	3	2	0.26
Perioperative myocardial ischemia	1	4	0.40
Aortic dissection	0	1	
Others	4	3	0.28
Mortality	1	4	0.40

허혈의 발생 원인 중, 대동맥 조작에 따른 내막의 죽상반(atheroma)의 색전이 중요한 원인의 하나로 알려져 있으며, 따라서 수술 도중 가능한 한 대동맥의 조작을 피하는 것이 수술 후 신경학적 합병증을 줄이는데 효과가 있는 것으로 알려져 있다[1]. 무심폐기 관상동맥 우회술은 대동맥의 조작을 피하기 위한 대표적인 예이나[1,2], 다혈관 질환에서 완전 재혈류화(complete revascularization)를 시도하는데 있어서, 모든 경우에서 대동맥 조작을 피하기는 여의치 않다. 대동맥 조작을 최소화할 수 있는 방법으로는 1) 내흉동맥, 위장간막동맥(gastroepiploic artery) 등 여러 정위(in situ) 이식편을 이용하여 동맥으로만 우회술을 하는 방법, 2) 내흉동맥에 Y 또는 T 모양으로 다른 동맥 이식편을 문합하여 원위부에 연결하는 방법, 3) 자유 이식편(free graft)을 대동맥이 아닌 무명 동맥 등에 연결하는 방법 등이 있으나 이러한 방법들은 일반적으로 더 복잡하고 시간 소모가 많다. 따라서 다혈관 문합을 요하는 관상 동맥 우회술에 있어서 자유 이식편을 이용한 상행 대동맥 부위 근위부 문합은 단순하고 빠르게 시행 가능하다는 강력한 장점이 있어, 여전히 대다수의 심장외과의가 선택하는 방법이 되고 있다. 고식적인 상행 대동맥 부위 근위부 문합을 시행하는데 있어서 대동맥의 부분 결자 등의 조작이 필요하며, 이에 따른 합병증 예방을 위하여 세심한 주의가 요구된다. 대부분의 경우 주의 깊은 대동맥 축진을

통해 대동맥 내막 병변이 없다고 판단되는 부위를 찾아내어, 이 부분에 문합을 시도하는 방법이 가장 널리 사용되고 있으나, 본 연구 결과에서도 볼 수 있듯이 컴퓨터 단층 전산화 촬영 상 상행 대동맥에 동맥 경화성 변화가 발견된 경우는 74~83%로 그 비율이 상당히 높은 것을 알 수 있다. 수술 후에 이러한 차이를 알 수 있었던 이유는 관상동맥 우회술 후 이식편의 주행 및 개통성을 확인하기 위해서 크레아틴 수치가 1.4 mg/dL 이상인 경우를 제외한 모든 환자에서 퇴원 전 검사로 컴퓨터 단층 전산화 촬영을 시행하고 있었기 때문이다.

이러한 이유로 대동맥 조작을 최소화 할 수 있게 하는 대동맥 근위부 문합 기구들이 개발되었다[5,6,8]. 하트스트링은 이러한 대동맥 근위부 문합 기구들 중의 하나로, 고무적인 초기 결과들이 보고되고 있다[6,7,9]. 본 연구에서 무심폐기 관상동맥 우회술 후 신경학적 합병증이 발생한 5명 중 하트스트링을 사용한 1군의 3명의 경우 뇌영상 검사 상 뚜렷한 병변이 보이지 않는 일과성 뇌허혈 발작으로 판명된 반면 대동맥 부분적 차단을 한 II군의 2명 모두 영상 검사 상 미만성, 다발성 뇌경색 병변을 보이고 있어 신경학적 합병증의 발생 기전이 다를 수 있음을 강하게 시사하였다. 물론, 하트스트링을 이용한 근위부 문합술이 상행 대동맥의 조작을 완전히 피할 수 있는 것은 아니므로 죽상반 색전에 따른 신경학적 합병증의 위험성이 여전히 존재하며[10,11] 이에 대한 더욱 정확한 통계학적 검증을 위해서 더 큰 환자 집단을 대상으로 한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

하트스트링은 다른 근위부 문합 기구에 비해 사용 방법이 간단하면서도 대동맥의 차단을 피할 수 있다는 장점이 있다. 또한 이식편을 장착할 필요가 없어 이식편의 내피 손상의 위험을 피할 수 있으며, 문합을 위한 봉합사 이외의 다른 이물질을 체내에 남겨놓지 않아 이에 의한 합병증 및 추가적인 항혈전/항응고 등의 치료가 필요하지 않

다. 단점으로는 우선 시술 중 출혈을 들 수 있는데, seal이 대동맥 압력에서 완전한 방수 효과를 발휘하지 못하기 때문에, 문합을 하는 동안 피가 없는 깨끗한 시야를 확보해 주지 못한다. 또한 조작 실패의 가능성이 있는데, 주로 seal의 경직성으로 인한 문합부의 균열이나 틈새가 발생할 수 있다. 본 연구에서도 3예의 조작 실패가 있었으며, 2예의 경우는 새로운 것으로 다시 대체하였고, 1예의 경우는 그것을 다시 이용하였으며, 블로우(blower)를 이용하여 깨끗한 시야를 만들었다. 이를 예방하기 위해 seal을 장착하기 전 따뜻한 물에 몇 분 정도 비치하여 유연성을 재고함으로써 예방할 수 있다. 또한 하트스트링에서 사용 가능한 최소한의 punch 크기가 4 mm이므로, 내경이 작은 대부분의 동맥 이식편의 경우에는 적용하기 어렵다는 단점이 있다. 기구 사용에 따른 추가적 비용에 대한 논란이 있을 수 있으나 고위험 군의 환자에서 선택적으로 잘 사용한다면 오히려 술 후 신경학적 합병증의 발생빈도를 줄일 수 있어 비용-효율(cost-effectiveness)을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

심장 수술 중 상행 대동맥의 조작에 따른 대동맥 박리는 드물지만 잘 알려진 합병증이며, 일단 발생하면 높은 사망률을 보인다[12,13]. Chavanon 등은 무심폐기 관상동맥 우회술 시 급성 대동맥 박리증의 발생 빈도가 높아질 수 있음을 경고하고 있는데[3] 이는 아마도 체외순환 하에 서와는 달리, 혈압의 조절이 완벽하게 이루어지고 있지 않은 상태에서의 근위부 문합을 위한 대동맥의 부분 겹자가 대동맥에 열상 또는 비틀림, 기계적인 압박 등의 물리적 스트레스를 더 많이 주기 때문으로 사료된다. 본 연구에서도 대동맥 부분적 차단을 사용한 II군에서 1명의 환자가 대동맥 박리를 경험하였다.

본 연구의 제한점으로 I군과 II군으로 나눈 기준이 모호한 것을 들 수 있다. I군의 경우 단일 술자에 의해 행해졌으며, 무작위 배정으로 환자들을 선택하였고, II군의 경우 본원의 다른 3명의 술자에 의해 행해졌다. 또한 I군과 II군의 문합개수의 차이가 나는 것은 사용할 기구의 가격과 술자의 이식편의 선택과 문합 방식의 선호도 차이로 인한 것이다.

결 론

비록 수술 후 신경학적 합병증의 빈도가 낮아 통계학적으로 유의성에 다다르지 못했으나, 하트스트링을 이용한 이식편 대동맥 근위부 문합술은 대동맥 부분 겹자를 통한 수

기 문합에 비해 색전에 의한 수술 후 뇌졸중의 합병 및 대동맥 손상의 빈도를 낮출 수 있을 것으로 기대 된다.

참 고 문 헌

1. Ricci M, Karamanoukian HL, Abraham R, et al. Stroke in octogenarians undergoing coronary artery surgery with and without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000;69:1471-5.
2. Demaria RG, Carrier M, Fortier S, et al. Reduced mortality and strokes with off-pump coronary artery bypass grafting surgery in octogenarians. *Circulation* 2002;106(suppl D):15-10.
3. Chavanon O, Carrier M, Cartier R, et al. Increased incidence of acute ascending aortic dissection with off-pump aortocoronary bypass surgery? *Ann Thorac Surg* 2001;71:117-21.
4. Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM, et al. Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. Multicenter study of perioperative ischemia research group and the ischemia research and education foundation investigators. *N Engl J Med* 1996;335:1857-63.
5. Eckstein FS, Bonilla LF, Englberger L, et al. Minimizing aortic manipulation during opcab using the symmetry aortic connector system for proximal vein graft anastomoses. *Ann Thorac Surg* 2001;72:S995-8.
6. Vicoli C, Oberhoffer M, Nollert G, et al. First clinical experience with the heartstring, a device for proximal anastomoses in coronary surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;79:1732-7; discussion 1737.
7. Weber A, Reuthebuch O, Turina M. Guidant heartstring: Initial experience in opcab surgery. *Heart Surg Forum* 2005; 8:E4-8.
8. Calafiore AM, Bar-El Y, Vitolla G, et al. Early clinical experience with a new sutureless anastomotic device for proximal anastomosis of the saphenous vein to the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:854-8.
9. Medalion B, Meirson D, Hauptman E, Sasson L, Schachner A. Initial experience with the heartstring proximal anastomotic system. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128:273-7.
10. Nollert G, Oberhoffer M, Reichart B, Vicoli C. Combination of the heartstring proximal seal system with a blower mister: A possible source of gas emboli. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:1192-4.
11. Kanemitsu S, Tanaka K, Suzuki H, Tokui T, Kinoshita T. The heartstring proximal seal system is a possible source of atheroembolism. *Circ J* 2006;70:638-40.
12. Boruchow IB, Iyengar R, Jude JR. Injury to ascending aorta by partial-occlusion clamp during aorta-coronary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977;73:303-5.
13. Stanger O, Oberwalder P, Dacar D, Knez I, Rigler B. Late dissection of the ascending aorta after previous cardiac surgery: Risk, presentation and outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:453-8.

=국문 초록=

배경: 관상동맥 우회술의 대동맥부 근위부 문합을 위한 상행 대동맥 부분 겹차는 대동맥 내벽에 존재하는 죽상반의 색전에 의한 뇌경색의 위험성을 높일 뿐 아니라, 겹차에 따른 직접적 대동맥 손상의 원인이 될 수 있다. Heartstring proximal sealing system (Guidant Corporation, Santa Clara, Calif)을 이용한 근위부 문합은 대동맥 부분 겹차를 피할 수 있어, 이러한 잠재적 위험을 방지할 수 있는 것으로 제시되어 왔다. 이 연구는 무심폐기 관상동맥 우회술의 근위부 문합에 있어서 대동맥 부분 겹차를 통한 수기 문합과 Heartstring system을 이용한 문합간의 수술 후 신경학적 합병증을 비교하고자 하였다. **대상 및 방법:** 2003년 1월부터 2008년 8월까지 499명의 환자가 무심폐기 관상동맥 우회술을 시행받았다. 그 중 182명의 환자가 Heartstring system을 이용한 이식편 대동맥 근위부 문합술을 시행받았고(I군), 317명의 환자가 고식적 수기 문합술을 시행 받았다(II군). 이 두 군간의 수술 후 신경 손상을 비롯한 주요 합병증 및 사망율을 비교하였다. **결과:** 나이, 성별, 좌심실 구출율, 신장 기능, 당뇨, 고혈압, 흡연력 등의 수술 전 인자들에 있어서 두 군간에 유의한 차이는 없었다. 수술 전 뇌허혈의 과거력은 환자는 두 그룹간에 유의한 차이가 없었으나(I군 31.3%, II군 34.4%, $p=0.48$), 뇌혈관 MRI 상에서의 내경동맥의 협착이 75%가 넘는 환자는 I군이 81명(44.5%), II군이 95명으로(30.0%) 두 군간의 유의한 차이를 나타냈다($p=0.003$). 수술 후 새로 발생한 신경 이상의 경우 I군에서 3명, II군에서 2명으로, 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았으나($p=0.258$), I군의 경우 모두 일과성 허혈이었던 것에 반해 II군의 경우 모두 색전에 의한 다발성 뇌경색으로 나타났다. 그 외 수술 후 발생한 주요 합병증($p=0.47$) 및 사망($p=0.40$)에 있어서 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. II군에서 한 명의 환자에서 수술 중 근위부 분합에 따른 대동맥 박리증이 발생하여 상행대동맥 치환술을 시행하였다. **결론:** 비록 수술 후 신경학적 합병증의 빈도가 낮아 통계학적 유의성에 다다르지 못했으나, Heartstring system을 이용한 근위부 문합술은 고식적 문합에 비해 색전에 의한 수술 후 뇌졸중의 합병 및 대동맥 손상의 위험도를 낮출 것으로 기대해 본다.

- 중심 단어 :** 1. 문합
2. 관상동맥 우회술
3. 뇌졸중
4. 겹차
5. 수술기구