

관상동맥 우회로술에서 내유동맥 이식편의 처치방법에 따른 문합전 내유동맥 혈류량의 비교

최종범* · 김형곤* · 정진원**

=Abstract=

Preparation of the Internal Mammary Artery Graft in Coronary Artery Bypass Surgery - Comparison of Free Mammary Artery Flows -

Jong Bum Choi, M.D.* , Hyung Kon Kim, M.D.* , Jin Won Jeong, M.D.*

To compare two methods of mammary pedicle graft preparations with free internal mammary artery flow, we studied 31 patients who had the left internal mammary artery harvested for coronary artery bypass grafting. The free flow was measured at the transected opening of 2 to 3 cm distal to the point of bifurcation on mean arterial pressure of 50 to 55 mmHg during cardiopulmonary bypass.

Group I comprised 14 patients, whose grafts were sprayed and wrapped in sponges soaked in diluted papaverine solution (60 mg in 40 ml Hartmann's solution). An average 80 minutes after the preparations, free flow of the internal mammary artery ranged from 20 to 80 ml/min (mean 37.7 ml/min).

Group II comprised 17 patients, who had internal mammary artery takedown under the exact conditions used in group I. The grafts were sprayed and wrapped in sponges soaked in the diluted papaverine solution as in group I. After an average of 28 minutes, free flow ranged from 8 to 28 ml/min (mean 17.6 ml/min). Intraluminal papaverine of the same dilution was then injected without any hydrostatic dilatation and flows increased upto 37 to 150 ml/min (mean 74.7 ml/min).

This study shows that intraluminal papaverine preparation method markedly increases free mammary artery flow which is inadequate with external papaverine preparation.

(Korean J Thoracic Cardiovas Surg 1993;26:148-53)

Key words: Internal mammary artery graft, Aortocoronary bypass surgery

서 론

관상동맥 우회로술을 위한 이식편으로써 내유동맥을 이용할 경우 심근에 충족할 만한 혈류량을 공급할 수 있는가

에 대한 의문이 생기게 된다¹⁾. 1980년대 중반 이후 관상동맥 우회로술을 위해 내유동맥의 이용빈도가 급격히 증가했으나²⁾, 일부 심장외과의들은 위와 같은 내경의 크기나 혈류량에 대한 의문때문에 내유동맥편의 사용을 기피하는 경향이 있다¹⁾.

내유동맥편은 복재정맥에 비해 상대적으로 장기개존률이 우수한 반면, 정상혈압에서 내유동맥편은 복재정맥편보다 더 심한 수축현상을 보이므로 내유동맥을 이식편으로 사용시 수술 직후의 혈류량이 급격히 떨어질 수 있으며, 또 그 내경이 작아 혈압이 원위부에서 떨어지는 경향이 더욱 심하다³⁾. 이런 작은 내경에 의한 혈류량 감소의 문제점을 해결하기 위한 방법의 하나로 내유동맥편 내에 papaverine 희석액을 주입하는 방법을 이용하게 되었으며,

* 원광대학교 의과대학 흉부외과학교실

* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Wonkwang University School of Medicine

** 원광대학교 의과대학 내과학교실

** Department of Internal Medicine, Wonkwang University School of Medicine

† 본 논문은 1992년 10월 대한흉부외과 추계 학술대회에서 발표되었음.

이방법으로 고식적인 외부처치방법에 비해 내유동맥의 내경을 더 확장하고 그의 혈류량을 훨씬 증가시킬 수 있다고 한다^{4, 5)}.

그러나 이러한 내경확장방법은 내유동맥의 근위부에서 막고 기계적인 힘을 가하는 문제점을 가지고 있다.

본 연구는 좌내유동맥을 박리하여 내유동맥 내경을 확장함에 있어 그 근위부를 열어놓은 상태에서 papaverine 회석액을 주입하여 그 내경과 혈류량을 관찰하고, 일반적인 외부처치방법과 비교하여 문합전 내유동맥편의 적절한 처치방법을 찾고자 시행되었다.

대상 및 방법

연구대상은 좌전하행지 근위부에 내경 70% 이상의 협착병변을 동반하고 이 병변에 좌내유동맥을 이식한 31명의 환자를 대상으로 하였다. 좌내유동맥을 박리한 후, 이 이식편 외부에만 papaverine을 처치한 환자 14명을 1군으로 하고, 그 이식편 외부에 papaverine을 처치하고 동시에 이식편 혈관내에 papaverine 회석액을 주입한 환자 17명을 2군으로 하였다(Table 1).

제 1군 14명의 환자(남 12명, 여 2명)를 대상으로 하였다. 모든 환자에서 정중절개와 심막절개술을 시행한 후

좌측중격동 늑막을 절개하여 좌늑막강이 열린상태에서 좌내유동맥을 제 1늑골 상연부터 검상돌기 중간부위까지 동맥 양측 근육과 근막을 포함하여 박리하였다.

혈류량의 측정 체외순환 준비로 헤파린을 투여하고 이 이식편에 papaverine 회석액(60 mg/40 ml 하트만 용액)을 뿌리고 이액을 적신 거즈로 내유동맥편을 싸서 좌전하행지에 문합 직전까지 좌늑막강 내에 보관하였다.

체외순환하에 복재정맥편으로 다른 관상혈관부위의 병변을 위해 원위부 문합을 시행하고 좌전하행지에 문합전에 좌내유동맥을 원위부의 분지점(musculophrenic artery와 superior epigastric artery의 분지점)을 2내지 3cm 지나 절단하였다. 이 절단된 말단부위의 내경을 재고 이 말단부위로 부터 혈류를 비이커에 받아 1분간의 혈류량을 측정하였다. 이때 체외순환에 의한 평균동맥압은 50내지 55 mmHg를 유지하도록 하였으며 내유동맥의 문합 직전에 체외순환의 재가온을 시작하였다. 내유동맥을 좌전하행지에 문합한 후 내유동맥편의 클램프제거, 대동맥차단 제거, 전기자극 등의 3단계 과정중 어느시기에 좌심실의 수축이 회생되는가를 관찰하였다.

제 2군 17명의 환자(남 8명, 여 9명)에서 위의 1군과 같은 방법으로 좌내유동맥을 박리하고 그 이식편의 처치방법으로 위와 같은 papaverine의 혈관외부 처치방법을

Table 1. Patient data.

	Group I	Group II
Preparation	Papaverine spray + sponge-soaking ^a	Papaverine spray + sponge-soaking ^b + intraluminal injection of diluted papaverine
No. of patients (M/F)	14 (12/2)	17 (8/9)
Left main lesion	1	8
Three-vessel disease	8	6
Two-vessel disease	4	3
Single-vessel disease	1	
Age (yr)	55.0 ± 7.7	56.3 ± 6.1
Body surface area (M ²)	1.68 ± 0.11	1.64 ± 0.20
No. of peripheral anastomoses	3.7 ± 1.3	3.6 ± 1.3
Angina		
Stable		2
Unstable (rest / crescendo)	8	9
Postinfarction	6	6
Diabetes Mellitus	3	9
Ejection fraction		
> 50 %	10	14
40 % < EF < 50 %	2	2
30 % < EF < 40 %	1	1
< 30 %	1	

Values expressed mean and standard deviation of the mean.

시행하고 혈관확장과 혈류량을 더욱 증가시키기 위해 2군의 모든 환자에서 내유동맥혈관내에 21 Gauge 캐놀라로 papaverine 희석액 (60 mg/40 ml 하트만용액)을 10ml씩 주입하고 말단을 클램프하여 체외순환중의 혈압이 계속 내유동맥에 미치게 하였다 (Fig. 1).

1차 혈류량: 8명의 환자에서만 측정되었으며 좌내유동맥을 박리하고 체외순환준비를 위해 헤파린을 주사하고 검상돌기 중간부위에서 절단하여 환자의 정상혈압에서 내유동맥 혈류량을 측정하였다.

2차 혈류량: 1차혈류량을 측정하고 난 다음 말단을 클램프하고 papaverine 희석액을 내유동맥에 뿌리고 이액을 적신 거즈로 싸서 좌능막강에 보관하였다. 체외순환하에 대동맥차단을 시행한 후 위의 처치된 내유동맥으로부터 2차 혈류량을 측정하고 이때까지의 처치시간을 잰다.

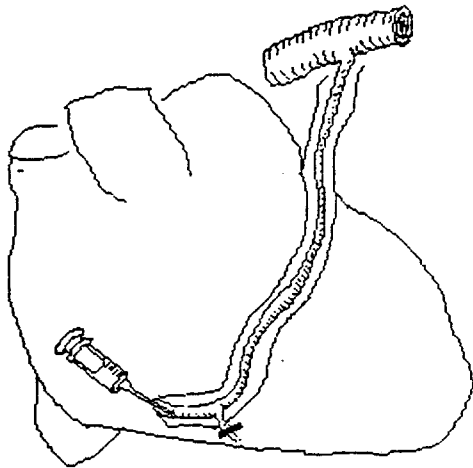


Fig. 1. Intraluminal injection of diluted papaverine solution.

3차 혈류량: 대동맥 차단직후 2차혈류량을 측정하고 21G의 실라스틱 주사바늘을 혈관 말단에 넣고 10ml의 papaverine 희석액을 내유동맥내로 주입한 다음 혈관 말단을 클램프하고 좌능막강내에 보관하였다.

복재정맥편으로 좌전하행지를 제외한 다른 관상동맥 병변들의 원위부에 문합하고, 좌내유동맥을 좌전하행지에 문합 직전에 대동맥압 50내지 55 mmHg에서 내유동맥의 혈류량을 측정하였으며 동맥내 papaverine 희석액의 처치 보관시간을 측정하였다. 좌내유동맥을 좌전하행지에 문합 직전에 체외순환의 재가운을 시작하고 7-0 Prolene의 연속 봉합방법으로 문합하였다. 1군에서와 같이 내유동맥편의 혈류재개, 대동맥차단 해제, 전기적 자극 등의 단계에서 심실수축의 회복을 관찰하였다.

측정된 혈류량의 비교분석은 unpaired t-test를 이용했으며, 비교군간의 심실수축 회복정도의 비교분석에는 Fisher exact test를 이용하였다.

결 과

Papaverine 원액 및 희석액의 pH: 상용화되어 공급되고 있는 papaverine HCl 원액의 pH와, 생리식염수, 하트만용액, 혈액 등으로 희석된 papaverine액의 pH는 각각 희석용액의 pH에 가까운 수치를 보였다 (Table 2).

내유동맥의 내경 (Table 3, 4): 제 1군에서 14명의 환자를 대상으로 했으나 이중 1명에서 내유동맥에 papaverine의 외부치치로만으로 내유동맥 절단면의 내경이 1mm 이하여서 사용하지 못했다. 제 2군의 17명환자중 2명에서는 내유동맥에 papaverine의 외부치치를 시행하여 그 내경이 여전히 1mm 이하였으나 이 혈관내에 papaverine 희석액

Table 2. The pH of commercial papaverine alone and diluted in normal saline, electrolytes, and blood.

Solution	pH	
	Mills' data	WUH Lab
Papaverine HCL	3.58 / 3.21	3.0
Normal saline	5.75 / 5.41	5.96
Electrolyte solution	7.41 / 7.34 ^a	6.31 ^b
Papaverine (60 mg) + normal saline (20 ml)	4.65 / 4.17	4.03
Papaverine (60 mg) + normal saline (40 ml)	4.83 / 4.33	4.31
Papaverine (60 mg) + electrolyte solution (20 ml)	5.63 / 5.22 ^a	5.01 ^b
Papaverine (60 mg) + electrolyte solution (40 ml)	5.83 / 5.30 ^a	5.23 ^b
Blood	7.33 / 7.42	7.51
Papaverine (60 mg) + blood (20 ml)	7.19 / 7.12	7.01
Papaverine (60 mg) + blood (40 ml)	-	7.25

* a; Plasma-Lyte, b; Hartmann solution, Mills' data (1988); West Jefferson General Hospital, /; Data of two laboratories, WUH; Wonkwang university hospital.

Table 3. Flows and diameters after topical papaverine preparation of left internal mammary artery grafts in 13 patients (1 patient with a small left internal mammary artery was excluded).

Patient	Age (Yr)	Sex	BSA (M2)	Flow (ml/min)	Final dilated LIMA size (mm)	Time : spray-flow (min)	Resuming of ventricular rhythm
1	48	M	1.70	35	1-1.5	100	R-ACC
2	42	F	1.46	30	1-1.5	67	ED
3	59	F	1.48	20	1.0	92	ED
4	49	M	1.64	80	2.5	35	ED
5	53	M	1.81	30	1.5	75	ED
6	53	M	1.68	35	1.5	105	ED
7	72	M	1.75	40	1.5-2	80	ED
8	67	M	1.74	40	1.5	25	R-ACC
9	53	M	1.80	40	1-1.5	68	R-ACC
10	54	M	1.78	40	1-1.5	110	R-LIMA
11	55	M	1.68	30	1.0	77	R-ACC
12	55	M	1.64	40	1-1.5	100	ED
13	55	M	1.72	30	1-1.5	105	ED
	55.0 ± 7.7		1.68 ± 0.11	37.7 ± 14.1	1.40 ± 0.39	79.9 ± 26.6	(1 / 13)

* BSA; Body surface area, ED; Electrical defibrillation, LIMA; Left internal mammary artery, R-ACC; Release of aortic cross clamp, R-LIMA; Release of left internal mammary artery.

† Values expressed mean and standard deviation of the mean.

Table 4. Comparison of flows after topical preparation and intraluminal administration of papaverine in 17 patients.

Patient	Age (Yr)	Sex	BSA (M2)	First flow (ml/min)	Second flow (ml/min)	Third flow (ml/min)	Preprep. IMA size (mm)	Final dilated IMA size (mm)	Time: first-Second flow (min)	Time: second-Third flow (min)	Reuming of ventricular rhythm
1	51	M	1.80	-	20	50	< 1.0	1.5	25	30	ED
2	55	F	1.52	-	19	27	1-1.5	1.5	23	22	R-ACC
3	59	M	1.64	-	11	47	1.0	1.5	15	20	ED
4	54	F	1.30	-	8	52	1.0	1.5	25	28	R-ACC
5	61	F	1.48	36	23	100	1-1.5	2.0	32	23	R-LIMA
6	65	F	1.70	-	15	60	1-1.5	1.5	30	27	ED
7	58	M	1.58	-	28	80	1.5-2	2.0	38	32	R-LIMA
8	39	M	2.14	-	23	150	1.5	2.0	20	13	R-ACC
9	53	M	1.73	72	25	63	1.5	2.0	30	30	ED
10	53	M	1.37	14	9	125	1-1.5	2.0	27	27	ED
11	60	F	1.63	20	14	80	1.0	1.5	32	28	ED
12	60	M	1.59	8	18	98	1-1.5	1.5	35	23	ED
13	58	F	1.62	-	23	88	1-1.5	2.0	30	30	R-ACC
14	59	M	1.85	-	12	40	1.0	1.5	25	23	R-ACC
15	64	F	1.52	12	8	40	< 1.0	1.5	35	33	R-ACC
16	58	F	1.47	12	15	80	1.0	2.0	35	11	ED
17	50	M	1.88	22	28	80	1.5		25	30	R-ACC
	56.3 ± 6.1		1.64 ± 0.2	24.5 ± 21.1	17.6 ± 6.7	74.7 ± 31.4		1.70 ± 0.25	28.4 ± 6.0	25.3 ± 6.2	(2 / 17)

* BSA; Body surface area, ED; Electrical defibrillation, IMA; Internal mammary artery, R-ACC; Release of aortic cross clamp, R-LIMA; Release of internal mammary artery.

† Values expressed mean and standard deviation of the mean.

을 주입하여 1.5mm의 내경을 얻어 이식편의 문합이 가능했다.

문합 직전의 내경에 있어서는 1군의 환자에서 평균 1.4mm를 보인 반면, 2군의 환자에서는 평균 1.70mm를 보였다($p<0.05$).

내유동맥의 혈류량(Table 3, 4): 2군 환자중 8명에서 좌내유동맥을 박리후 이 이식편에 아무런 처치없이 혈류량을 측정된 결과, 정상혈압에서 분당 평균 24.5ml(범위 분당 8내지 72ml)로 이식을 위해 적은 혈류량을 보였다.

1군의 단순한 이식편의 외부처치방법으로 체외순환중 평균 동맥압 50내지 55mmHg에서 분당 평균 37.7ml의 혈류량을 보였으며 2군의 처치방법으로 내유동맥 혈류량은 분당 평균 17.6ml였다($p<0.05$). 이때 내유동맥의 외부 처치 보관 시간은 1군에서 평균 80분, 2군에서 평균 28분이었다.

2군에서는 위의 papaverine 외부처치후에 내유동맥내로 papaverine 회석액을 주입하므로써 평균 동맥압 50내지 55mmHg에서 그 혈류량이 분당 평균 74.7ml로 크게 증가하였다. 문합직전에 내유동맥의 혈류량이 1군에 비해 2군에서 현저히 많은데 비해 전체적인 내유동맥의 처치보관 시간은 2군(평균 53분)에서 1군(평균 80분)에 비해 더 짧았다(각각 $p<0.05$).

심실수축 회복정도(Table 3, 4): 내유동맥 문합을 끝내고 대동맥 차단상태에서 내유동맥 혈류만으로의 심실수축 회복정도를 관찰한 결과 두군간에 유의한 차이가 없었다.

고 찰

본 연구에서 보는 바와 같이, papaverine 회석액을 내유동맥편 외부에 처치하는 방법과 내부에 처치하는 방법 사이에 내유동맥 혈류량의 상당한 차이를 보이고 있다. 본 연구에서는 체외순환중 평균 동맥혈압이 50내지 55mmHg일때 내유동맥 분지점(musculophrenic artery와 superior epigastric artery의 분지점)의 원위부 2내지 3cm의 절단부위에서 혈류량을 측정하여 분당 35내지 40ml 이상이면 만족스러운 이식편으로 간주하였다⁶⁾.

Papaverine 회석액을 내유동맥내에 주입하는 방법의 이점으로써 기존의 혈류량을 현저히 증가시키며, 내유동맥의 내경을 확장시키므로써 문합이 더 용이하고 내유동맥의 각 분지로부터 출혈을 쉽게 찾을 수 있다는 점들이다. 또 내유동맥 자체가 마비상태로 있어서 이식편의 조기 연축을 피할 수 있다⁵⁾. 본 연구에서도 내유동맥내 주입방법이 외부처치 방법보다 짧은 시간에 더 많은 혈류량을 얻을 수 있었으며 아주 작은 내경을 가진 내유동맥편도 그 내경을 확장시켜 이식편으로 사용할 수 있었다. 일부 보고에

의하면 내유동맥편의 연축현상은 주로 승압제를 투여했던 저심박출증 환자에서 흔히 보였다고 한다⁷⁾. 그러나 이런 현상은 내유동맥내 papaverine액의 주입으로 피할 수 있다고 한다⁵⁾.

내유동맥내에 papaverine 회석액을 주입한 후 일시적으로 혈압이 저하할 수 있으나⁵⁾, 본 연구에서는 체외순환중 평균동맥혈압의 저하정도는 10mmHg 이하이므로 별다른 처치가 필요없었다. 상품으로 나오는 papaverine액은 pH 3.0의 강산성을 나타내나 하트만액에 회석할 경우 pH 5.2를 나타내며 이 정도의 pH는 내유동맥에 손상을 입히지 않는 것으로 보고되었다⁵⁾. 만약 위의 전해질용액에 헤파린이 함유된다면 백색 침전물이 생기고 papaverine의 효력이 소실된다. 따라서 papaverine 회석을 위해 헤파린이 함유된 전해질용액은 사용하지 말아야 한다.

내유동맥의 내경이 아주 작은 경우 이식편으로 사용할 수 없으며 그런 경우는 환자들의 0.19%에 지나지 않는다고 한다⁵⁾. 본 연구에서 papaverine액을 내유동맥내 처치한 경우는 모두 이식편으로 사용이 가능하였다.

내유동맥내 papaverine 주입 방법으로 야기되는 단점으로는 처치중 발생하는 내유동맥벽의 박리성 손상이다⁵⁾. 이것의 일차적인 원인은 내유동맥을 흉벽으로부터 박리하는 도중에 발생하는 내유동맥 분지들의 손상이므로 박리시 분지 손상을 주의해야 한다. 또 내유동맥내 papaverine액의 주입시 물리적인 힘에 의해 발생하는 박리성 손상을 피하기 위해 olive-tipped needle을 사용하고 확대경으로 내유동맥을 관찰하면서 그 회석액을 서서히 주입하는 방법을 이용한다⁵⁾.

또 본 연구에서 위의 손상을 더욱 줄이기 위해서, 일반적으로 사용되는 내유동맥의 근위부의 클램프방법을 버리고 내유동맥 근위부가 열린상태에서 papaverine 회석액을 주입하였다. 내유동맥내에 이 액을 주입하자마자 내경이 확장되는 것을 볼 수 있다. 내유동맥 박리시 가장 근위부의 분지가 분리처리되지 않은 경우 혈류와의 상경작용으로 그 분지의 근위부가 내경확장이 안되는 경우가 있고⁵⁾ 문합 후에도 내유동맥 혈류의 스틸현상⁸⁾이 일어나므로 그 분지의 분리 처리가 매우 중요하다.

내유동맥내 papaverine 회석액의 주입은 수술을 용이하게 하고 충분한 혈류량을 얻을 수 있는 장점이 있으나 처치시 내유동맥내 기계적 및 화학적 손상을 유의해야 한다.

결 론

원광의료원 흉부외과학교실 및 내과학교실은 1990년 1월부터 1992년 6월까지 좌내유동맥을 이용하여 관상동맥 우회로술을 시행한 31명의 환자를 대상으로 내유동맥편

의 문합전에 내유동맥의 내경을 확장시키고 혈류량을 증가시킬 수 있는 처치방법에 대한 연구를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 박리된 내유동맥편에 papaverine액을 뿌리고 이 액을 적신 거즈로 그 이식편을 싸두는 방법으로 내유동맥의 내경이 여전히 작은 경우, 내유동맥내에 papaverine 회석액을 주입하므로써 이식편의 내경의 크기를 더 확장시킬 수 있으며 혈관벽이 마비상태로 확장되어 문합시 혈관의 조각이 편리하고,
2. 내경의 크기와는 무관하게 박리된 내유동맥편에 papaverine의 외부처치(뿌리고 이 액을 적신 거즈로 싸두는 방법)로 충분한 혈류량을 얻을 수 없는 경우, 내유동맥내에 papaverine 회석액을 주입하므로써 보다 짧은 시간의 처치로도 이식편으로써의 충분한 혈류량을 얻을 수 있다.
3. 내유동맥편에 papaverine의 외부처치만을 시행할 경우, 문합을 위한 충분한 내경과 혈류량을 얻기 위해서는 더 긴 시간의 처치보관이 필요했다.

치방법으로 수술중 단시간내에 이식을 위한 충분한 내경과 혈류량을 얻을 수 있으며, 이때 야기될 수 있는 혈관내막의 기계적 손상이나 주입액의 낮은 pH에 의한 혈관내막의 화학적 손상을 고려하여 각 환자와 그 내유동맥의 개체에 따른 적절한 처치방법이 선택되어야 할 것으로 사료

된다.

References

1. Ochsner J. *Technique in coronary artery bypass surgery*. In: Roberts AJ, ed. *Difficult Problems in Adult Cardiac Surgery*. Chicago:Year Book Medical Publishers, Inc, 1985:108-16
2. Bojar RM. *Coronary artery bypass surgery*. In:Bojar RM, ed. *Adult Cardiac Surgery*. Boston:Blackwell Scientific Publications, 1992:79-79
3. Dorbin P, Canfield T, Moran J, et al. *Coronary artery bypass: The physiological basis for differences in flow with internal mammary artery and saphenous vein grafts*. J Thorac Cardiovasc Surg 1977;74:445-54
4. Mills NL. *Physiologic and technical aspects of internal mammary artery-coronary artery bypass graft*. In:Cohn LH, ed. *Modern technics in surgery. Cardio-thoracic surgery*. Mount kisco, New York:Futura, 1982:1-9
5. Mills NL, Bringaze III WL. *Preparation of the internal mammary artery graft*. J Thorac Cardiovasc Surg 1989;98:73-9
6. 최종범, 윤재도, 박양규, 박옥규. 내경확장을 시행하지 않은 내유동맥을 이용한 관상동맥 우회로술의 임상적 결과. 대흉외지 1992;25:307-14
7. Sarabu MR, McClung JA, Fass A, Reed GE. *Early postoperative spasm in left internal mammary artery bypass grafts*. Ann Thorac Surgery 1987;44:199-200
8. Pelias AJ, DelRossi AJ, Tacy L, Wolpowitz A. *A case of postoperative internal mammary steal*. J Thorac Cardiovasc Surg 1985;90:794-794