

# 관상동맥우회 이식편으로서의 우위대망동맥의 조직학적 특징

이 현 우\*·송 현\*·유 동 곤\*·임 한 중\*·이 재 원\*·송 명 근\*

=Abstract=

## Histological Characteristics of Right Gastroepiploic Artery for Coronary Artery Bypass Graft

Hyun-Woo Lee, M.D.\*, Hyun Song, M.D.\*, Dong-Gon Yoo, M.D.\*, Han-Jung Lim, M.D.\*,  
Jae-Won Lee, M.D.\*, Meong-Gun Song, M.D.\*

**Background:** Long term patency of arterial graft has been better than venous graft and redo coronary artery bypass grafting has been increasing, therefore, there has been an increasing need for alternative arterial grafts except internal thoracic artery(ITA). **Material and Method:** Right gastroepiploic arteries(RGEA) were harvested from 100 patients who had received gastrectomy for gastric cancer or ulcer. ITAs were obtained from 10 patients undergoing coronary artery bypass grafting. The length of RGEA was measured from the pyloric ring. Items of the morphometric and histologic study at the pyloric ring and sites of the 10cm and 20cm RGEA from the pyloric ring were luminal diameter, intimal thickness, medial thickness, wall thickness, degree of intimal hyperplasia, intimal thickness index, medial thickness index, and the number of discontinuities of the internal elastic lamina. Similar items were applied to the proximal site of ITAs. **Result:** The length of RGEA was  $23 \pm 2.7$ cm(range 17~31cm). Comparing the 20cm RGEA with ITA, intimal thickness, medial thickness, wall thickness, and degree of intimal hyperplasia did not show any difference( $p > 0.05$ ). However, 20cm RGEA was greater than ITA at the luminal diameter, intimal thickness index, and the number of discontinuities of the internal elastic lamina( $p < 0.05$ ). Intimal thickness, medial thickness and wall thickness in each site of the RGEA(pyloric ring, 10cm, 20cm) decreased from the pyloric ring to the distal sites( $p < 0.05$ ). The degree of intimal hyperplasia and the number of discontinuities of the internal elastic lamina did not show any difference between the pyloric ring and 10cm, however, those of 20cm were smaller than these sites( $p < 0.05$ ). RGEA had more number of discontinuities of the internal elastic lamina and rich smooth muscle cells in the media than ITA. **Conclusion:** The length and diameter of RGEA is good enough to reach most of the coronary arteries. Moreover, long term patency of RGEA may be improved, if anastomosed in the distal site.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:883-90)

Key word : 1. Gastroepiploic artery  
2. Coronary artery bypass graft

\*서울중앙병원 흉부외과, 울산대학교 의과대학

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

논문접수일 : 99년 5월 13일 심사통과일 99년 8월 3일

책임저자 : 송 현 (138-736) 서울특별시 송파구 풍납동 388-1, 서울중앙병원 흉부외과 (Tel) 02-2224-3580, (Fax) 02-2224-6966

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

## 서 론

내흉동맥 이식편의 장기 개통율이 대복재 정맥보다 좋기 때문에 최근에는 관상동맥우회술에 내흉동맥을 보편적으로 사용하고 있는 추세이다. 그러나 좌, 우내흉동맥을 모두 사용하더라도 이들 동맥만으로는 가장 이상적인 관상동맥우회술로 생각되는 원 위치인 채(in situ)로 전 동맥 맥관재생(total arterial revascularization)을 하는 데에는 수적인 문제와 길이의 제한성 때문에 불가능한 경우가 있다. 또한 재관상동맥우회술(redo CABG)이 증가하여 내흉동맥만으로는 동맥 이식편의 수요를 충족할 수 없는 상태이다<sup>1)</sup>. 또한 내흉동맥은 길이가 짧기 때문에 심장의 후방 및 측방부위(posterior and lateral surface)에는 이식이 어려움이 있다. 이러한 이유들로 인하여 새 동맥 이식편에 대한 관심이 증가하고 있다.

우위대망동맥이 관상동맥 및 내흉동맥과 내경(luminal diameter)이 비슷하고 길이가 충분하며<sup>2)</sup> 혈관 운동에 관여하는 여러 약물들에 대한 반응에서 내흉동맥과 차이가 거의 없고<sup>3-5)</sup> 또한 동맥경화 발생 빈도가 낮기 때문에<sup>2,6)</sup> 관상동맥우회술에 내흉동맥과 함께 사용하고 있는 빈도가 늘고 있다<sup>7-10)</sup>. 그러나 우위대망동맥은 1974년 Edwards 등에 의하여 처음으로 사용된 후 중단 되었다가 1987년 Pym 등<sup>8)</sup>이 원 위치인 채로(in situ) 관상동맥에 이식한 것이 최초의 보고이기 때문에 장기 개통율에 대한 충분한 평가가 이루어지지 않은 상태이다. 현재 우위대망동맥에 대한 개통율 평가는 임상적 역사가 짧기 때문에 수술 후 중기(midterm) 성적 정도가 평가되어 있는데, 수술 2년 후 성적은 가장 최근 것이 95%로서 내흉동맥(98%)과 비교하여 의미 있는 차이는 없다<sup>11)</sup>.

동맥 이식에 사용되는 혈관의 형태학적 차이, 혈관중막(media) 내의 탄성판(elastic lamina) 수와 평활근(smooth muscle)의 정도에 따라 장기 성적이 다르고 수술 방법 면에서도 유리 이식편(free graft)보다 원 위치인 채로 이식하는 이식편(in situ graft)이 장기 성적 면에서 우수하다는 보고들이 있다.<sup>3,7-9,12-14)</sup>

같은 동맥도 부위별로 조직 및 형태학적 차이가 있어 장기 개통율에 영향을 받는다. 내흉동맥은 유일한 탄성동맥(elastic artery)으로서 원위부로 갈수록 탄성성분이 감소하여 원위부 10~20%는 문합 부위로 사용하지 않는 것이 좋다<sup>14)</sup>. 하상복부동맥(inferior epigastric artery)은 기시부위의 동맥내막(intima)이 다른부위에 비하여 의미 있게 두꺼워져 있어 유리 이식편으로 사용할 때 근위부 1 cm을 사용하지 않는 것이 장기 개통을 향상에 좋을 것이라는 보고가 있다<sup>13)</sup>. 최근까지 우위대망동맥에 대한 조직 및 형태학적 연구는 기존에 사용되고 있는 동맥 이식편과 단순하게 비교하는 차원에서 이루어졌다<sup>6,12,14,16)</sup>. Van Son 등<sup>14)</sup>에 의하여 우위대망동맥과

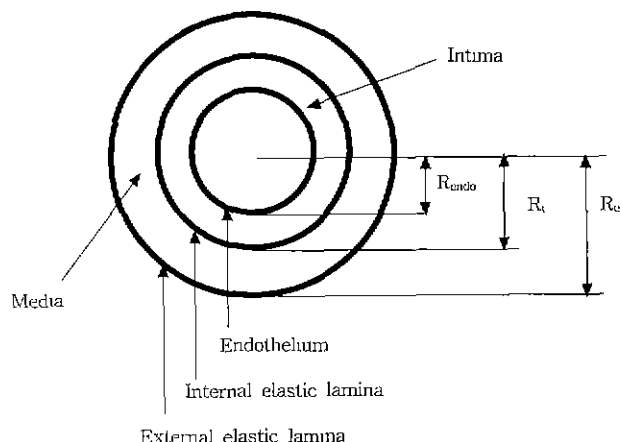


Fig. 1. Measured and calculated variables in the right gastroepiploic artery and internal thoracic artery.

Intimal thickness,  $R_t = R_i - R_{endo}$

Medial thickness,  $R_m = R_e - R_i$

$R_{endo}$ : radius of the endothelium,  $R_i$ : radius of the internal elastic lamina,  $R_e$ : radius of the external elastic lamina

하상복부동맥에 대한 부위별 조직 및 형태학적 연구가 이루어지기는 하였지만, 이는 사체(cadaver)를 대상으로 한 연구로 하상복부동맥에 주안점을 두어 우위대망동맥에 대한 종합적 평가가 이루어지지 않았다.

따라서 새로운 동맥 이식편으로 사용하고 있는 우위대망동맥 이식편의 장기 개통을 향상 방안과 유용성을 알아보기 위하여 우위대망동맥 100예와 내흉동맥 10예에 대한 체형측정(morphometry) 및 조직학적 비교 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

1997년 10월부터 1998년 6월까지 위절제술(gastrectomy)을 받은 위암, 위궤양 환자 115명 중 위대망부(gastric great curvature)에 침습(invasion)이 있거나 병변에 의하여 심한 변형을 일으킨 경우와 위절제에 의하여 우위대망동맥의 원위부가 잘린 경우를 제외한 100예의 우위대망동맥을 대상으로 연구하였다. 100예의 구성은 위궤양 환자 8명, 조기 위암 15명, 중기 이상 위암 77명 이었다. 또한 관상동맥우회술을 받은 환자의 좌내흉동맥에서 수술에 이용하고 남은 원위부 혈관을 10명의 환자에서 얻어 연구하였다. 연령 분포는 우위대망동맥이 32세에서 80세이고 평균은 60.3세였으며 좌내흉동맥은 44세에서 62세이고 평균은 54세였다. 성별 분포는 우위대망동맥이 남:여 53:47이고 좌내흉동맥은 6:4였다.

우위대망동맥은 육안 및 촉진으로 관찰한 후 박리하였고 길이는 유문문(pyloric ring)부터 좌위대망동맥과 만나기 전

Table 1. Characteristics of 20cm right gastroepiploic artery and internal thoracic artery.

Variable	20cm RGEA		ITA		p Value*
	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	
age	60 ± 9	32 ~ 80	56 ± 6	44 ~ 62	NS
LD(μm)	2180 ± 379	1000 ~ 3100	1800 ± 429	1300 ~ 2600	<0.05
Ti(μm)	30 ± 47	1 ~ 50	22 ± 11	5 ~ 45	NS
Tm(μm)	164 ± 54	80 ~ 495	216 ± 85	80 ~ 320	NS
WT(μm)	198 ± 96	81 ~ 945	238 ± 91	95 ~ 365	NS
Rendo(μm)	1096 ± 197	500 ~ 1645	900 ± 214	650 ~ 1300	NS
Ri(μm)	1128 ± 179	645 ~ 1670	921 ± 215	680 ~ 1315	NS
Re(μm)	1289 ± 153	865 ~ 1810	1138 ± 251	840 ~ 1598	<0.05
DIH(%)	5.81 ± 13	0.1 ~ 72.3	4.8 ± 2.5	1 ~ 8.6	NS
IT index	0.167 ± 0.082	0.012 ~ 0.55	0.097 ± 0.052	0.029 ~ 0.179	<0.05
MT index	0.151 ± 0.068	0.051 ~ 0.521	0.241 ± 0.093	0.093 ~ 0.390	<0.05
N-diel	56 ± 13	36 ~ 120	24 ± 11	8 ~ 40	<0.05

\* p < 0.05 ; by the t-test.

NS; not significant(p > 0.05), 20cm RGEA; 20cm right gastroepiploic artery site from pyloric ring, ITA; internal thoracic artery, LD; luminal diameter, Ti; intimal thickness, Tm; medial thickness, WT; wall thickness, Rendo; radius of endothelium, Ri; radius of internal elastic lamina, Re; radius of external elastic lamina, DIH; degree of intimal hyperplasia, IT; intimal thickness, MT; medial thickness, N-diel, number of the discontinuities of the internal elastic lamina.

Table 2. Changes of the luminal diameter(LD) of the RGEA.

Site	Diameter(μm)		ANOVA Tukey grouping
	Mean ± SD	Range	
PR*	3289 ± 576	600 ~ 4100	A
10 cm	2445 ± 570	1000 ~ 3600	B
18 cm	2189 ± 471	**200 ~ 3300	C
20 cm	2180 ± 379	1000 ~ 3100	C
22 cm	1939 ± 306	1300 ~ 3000	C

\* Pyloric Ring, \*\* arteriosclerosis

육안식별이 용이한 마지막 위측 가지(gastric branch)를 내는 곳까지 측정하였으며, 유문운 부위와 이 곳으로부터 10 cm, 20 cm 부위에서는 내경(LD), 동맥내막 두께(Ti), 동맥중막 두께(Tm), 동맥벽 두께(WT), 동맥내피까지 반경(Rendo), 동맥내 측탄성판까지 반경(Ri), 동맥외측탄성판까지 반경(Re)을 측정하였다(Fig. 1).

측정된 수치를 이용하여 동맥내막비후 정도(degree of intimal hyperplasia, DIH), 동맥내막 두께지표(IT index), 동맥 중막 두께지표(MT index)를 계산하였다. 계산 방법은 다음과

같다<sup>14)</sup>.

DIH = area of intima/cross-sectional area surrounded by internal elastic lamina × 100 %

IT index = area of intima/area of media

MT index = (Re-Ri)/Ri

우위대망동맥(RGEA)의 18 cm, 22 cm에서는 내경만을 측정하였다.

내흉동맥에서는 채취된 표본의 근위부에서 우위대망동맥과 동일한 항목에 대한 체형측정을 시행하였다. 우위대망동맥과 내흉동맥에서 각 항목에 대한 측정은 4곳에서 시행한 후 평균을 구하였다. 측정 위치 선정은 횡절단(transverse section)시 발생한 층 사이의 분열(disruption)이 없는 곳을 택하여 중앙으로부터 가장 먼 2부위와 가장 가까운 2부위로 하였다. 조직학적 연구는 체형측정과 동일한 부위에서 동맥내 측탄성판 불연속 수(number of the discontinuities of the internal elastic lamina, N-diel)와 동맥중막의 구성성분에 대하여 연구하였다.

우위대망동맥은 위적출 후 즉시 박리하였고, 내흉동맥은 관상동맥우회술시 내흉동맥을 다듬질하면서 처리하였으며 약물처리하는 하지않았다. 우위대망동맥과 내흉동맥을 4%

Table 3. Characteristics of the each right gastroepiploic artery site.

Variable*	RGEA sites					
	PR		10 cm		20 cm	
	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range
Ti(μm)	67 ± 165	1 ~ 1200	48 ± 84	1 ~ 850	30 ± 47	1 ~ 50
Tm(μm)	367 ± 96	240 ~ 850	248 ± 105	25 ~ 750	164 ± 54	80 ~ 495
WT(μm)	422 ± 186	251 ~ 2000	303 ± 161	95 ~ 1350	198 ± 96	81 ~ 945
Rendo(μm)	1646 ± 287	300 ~ 2050	1222 ± 85	500 ~ 1800	1096 ± 197	500 ~ 1645
Ri(μm)	1706 ± 219	1200 ~ 2140	1270 ± 259	610 ~ 1805	1128 ± 179	645 ~ 4670
Re(μm)	2072 ± 211	1615 ~ 2550	1517 ± 185	1135 ~ 1950	1289 ± 153	865 ~ 1810
DIH(%)	6.78 ± 11	0.1 ~ 96	7.73 ± 9	0.11 ~ 82.9	5.81 ± 13	0.1 ~ 72.3
IT index	0.132 ± 0.204	0.003 ~ 0.350	0.155 ± 0.155	0.009 ~ 1.571	0.167 ± 0.082	0.012 ~ 0.550
MT index	0.221 ± 0.084	0.154 ~ 0.350	0.217 ± 0.144	0.02 ~ 0.3500	0.151 ± 0.068	0.051 ~ 0.521
N-diel	78 ± 22	52 ~ 180	87 ± 13	54 ~ 160	56 ± 13	36 ~ 120

\* Categorical variables were compared by ANOVA test.

Ti, Tm, WT, Rendo, Ri, Re → Decrease in distal site(p < 0.05)

IT index, MT index (p > 0.05)

DIH, N-diel → Decrease in 20cm(p < 0.05)

RGEA; right gastroepiploic artery. PR; pyloric ring. 10cm, 20cm; 10cm and 20cm right gastroepiploic artery site from pyloric ring, Ti; intimal thickness, Tm; medial thickness, WT; wall thickness, Rendo; radius of endothelium, Ri; radius of internal elastic lamina, Re; radius of external elastic lamina, DIH; degree of intimal hyperplasia, IT; intimal thickness, MT; medial thickness, N-diel; number of the discontinuities of the internal elastic lamina

formaldehyde에 1주일 이상 처리한 후에 오차를 줄이기 위해 혈관까지 분지 부위를 피하여 각 측정부위를 5 mm 두께로 자른 다음, 혈관의 형태를 가급적 원형으로 유지한 상태로 paraffin에 고정한 후 4 μm 두께로 횡절단하여 hematoxylin-eosin, elastin-trichrome 염색을 하고 현미경하에서 micrometer를 이용하여 측정하였다.

측정된 수치는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 우위대망동맥과 내흉동맥 사이의 통계학적 유의성은 t-test로 검정하였으며 우위대망동맥 부위별 검정은 ANOVA test를 이용하여 시행한 후에 의미가 있는 경우는 사후검정(post-hoc test)으로 Tukey test를 시행하였다. 두 test 모두 유의 수준은 0.05 이하로 하였다.

## 결 과

우위대망동맥의 육안 및 촉진소견은 100예 중 2예에서 감지할 수 있는 동맥경화 소견이 있었고, 100예 중 82예에서 근위부위에서 원위부위로 가면서 혈관의 형태가 잘 유지되다가 좌위대망동맥 근접 부위에서 갑자기 소실되는 것이 발견되었다. 나머지 18예에서는 좌위대망동맥과 문합되어 있었다. 유문윤으로부터 측정된 우위대망동맥 길이는 23 ± 2.7cm (범위 17 ~ 31cm)이었다.

우위대망동맥과 내흉동맥의 형태학 및 조직학적 연구 항

목은 내경(LD), 동맥내막 두께(Ti), 동맥중막 두께(Tm), 동맥벽 두께(WT), 동맥내피까지 반경(Rendo), 동맥내측탄성판까지 반경(Ri), 동맥외측탄성판까지 반경(Re), 동맥내막비후 정도(DIH), 동맥내막 두께지표(IT index), 동맥중막 두께지표(MT index), 동맥내측탄성판 불연속 수(N-diel) 등이었다.

유문부 20 cm 부위 우위대망동맥과 내흉동맥의 연구 결과는 Table 1과 같다. 유의성 검정에서 연령, 동맥내막 두께(Ti), 동맥중막 두께(Tm), 동맥벽 두께(WT), 동맥내피까지 반경(Rendo), 동맥내측탄성판까지 반경(Ri), 동맥내막비후 정도(DIH)에서는 차이가 없었다(p > 0.05). 내경(LD), 동맥외측탄성판까지 반경(Re), 동맥내막 두께지표(IT index), 동맥내측탄성판 불연속 수(N-diel)의 경우에는 우위대망동맥이 내흉동맥에 비하여 큰 소견을 보였다(p < 0.05). 동맥중막 두께지표(MT index)는 우위대망동맥이 내흉동맥에 비하여 작았다(p < 0.05). 우위대망동맥의 각 부위별 내경은 Table 2와 같으며 18 cm, 20 cm, 22 cm에서는 차이가 없었고(p > 0.05) 유문윤과 10 cm, 18 cm 이상은 각각 내경에 차이가 있었다(p < 0.05).

우위대망동맥 각 부위별 동맥내막 두께(Ti), 동맥중막 두께(Tm), 동맥벽 두께(WT), 동맥내피까지 반경(Rendo), 동맥내측탄성판까지 반경(Ri), 동맥외측탄성판까지 반경(Re)은 유문윤에서 원위부로 갈수록 감소했고(p < 0.05), 동맥내막 두께지표(IT index), 동맥중막 두께지표(MT index)에서는 변화가 없었으며(p > 0.05), 동맥내막비후 정도 (DIH)와 동맥내측탄성판

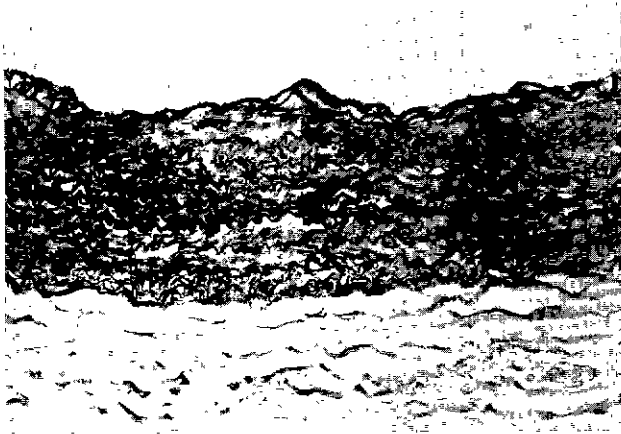


Fig. 2. Internal thoracic artery. Note the multiple elastic laminae in the media (arrow) and less discontinuities of the internal elastic lamina.(Elastin stain,  $\times 200$ )

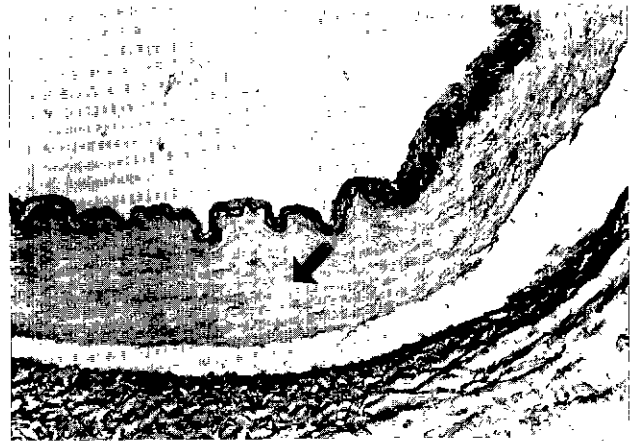


Fig. 3. Right gastroepiploic artery. Note the abundant smooth muscle without elastic lamina in the media (arrow) and more discontinuities of the internal elastic lamina. (Elastin stain,  $\times 40$ )

불연속 수(N-diel)의 경우는 유문윤과 10 cm부위에서는 차이가 없었으나 20 cm와 비교한 결과에서는 20 cm에서 감소하였다( $p < 0.05$ )(Table 3).

조직학적 연구 결과는 내흉동맥의 중막내에는 다수의 탄성판(elastic lamellae)이 있으나 우위대망동맥에서는 대부분 평활근으로 구성되어 있고 탄성 성분은 있으나 탄성판이 형성되어 있지 않았다(Fig. 2, 3).

### 고 찰

관상동맥우회술에 사용되는 이식편으로 내흉동맥이 대복재정맥보다 장기 개통율 면에서 월등히 우수하다는 사실과 그 이유들이 알려지고 재관상동맥우회술이 증가하면서 다른 동맥 이식편을 찾는 노력들이 있어 왔다. 최근 들어 우위대망동맥이 관상동맥과 내경이 비슷하고 원 위치인 채(in situ)로 이식하는데 기술상 용이하며 박리 후 위(stomach)에 별다른 합병증이 발생하지 않는 이유들로 인하여 관상동맥우회술의 이식편으로 사용되어 지고 있다<sup>6,7,9,10,16</sup>

현재 우위대망동맥에 대한 개통율 평가는 임상적 역사가 짧기 때문에 수술 후 중기(midterm) 성적 정도가 평가되어 있는 상태로서 수술 2년 후 성적은 가장 최근 것이 95%로서 내흉동맥(98%)과 비교하여 차이는 없었다<sup>11</sup>. 그러나 중기성적에서 우관상동맥(right coronary artery)이 90%, 회선동맥(circumflex artery)이 60%로<sup>16</sup> 우위대망동맥을 이식한 관상동맥의 위치에 따라 개통율에 차이가 있다. 초기 보고에는 2년 후 개통율이 77%로서<sup>11</sup> 수술 경험이 쌓이면서 좋아지고 있으나, 장기 성적을 위해서는 수술 방법을 포함한 혈관에 대한 연구의 중요성이 강조되고 있다.

Lasen 등<sup>19</sup>은 우위대망동맥의 동맥경화 발생 빈도는 관상동맥보다 적으며 이곳의 동맥경화는 주로 총복강 동맥(celiac trunk), 췌십이지장동맥(pancreaticoduodenal artery)과 우위대망동맥 기시부에 발생한다고 보고했다. 본 연구에서 우위대망동맥에 대한 육안 및 축진 결과 2%에서 혈관 전반에 걸쳐 동맥경화 소견이 발견됐으며, 이 소견은 형태 및 조직학적 소견과 일치했다. 즉 육안 및 축진 결과 동맥경화 소견이 없는 경우에는 문합에 충분한 내경이 확인되었다. 본 연구 대상에서는 우위대망동맥 기시부에 대한 연구를 시행하지 못하였기 때문에 더 많은 예에서 동맥경화가 있었을 것으로 생각된다. 그러므로 우위대망동맥을 이식편으로 사용할 경우에는 우위대망동맥 기시부를 포함하여 총복강 동맥(celiac trunk)까지 축진하여 충분한 검사를 하여야 할 것으로 사료된다. 최근에 우위대망동맥 사용 여부에 대한 평가는 술전에 우위대망동맥 혈관조형을 시행하지 않고 개복(laparotomy)한 후 시진 및 축진으로 한다<sup>21,17</sup>.

동맥내막 비후의 기전은 평활근세포가 동맥중막으로부터 동맥내측탄성판의 불연속 부위를 통하여 동맥내막으로 들어가 증식하기 때문에 발생한다. 평활근세포의 증식 속도는 동맥벽에 가해지는 박동성 스트레스(pulsatile stress)와 혈관에 미치는 장력(tension)에 비례하여 증가한다<sup>20</sup>. 평활근세포는 간엽조직세포(mesenchymal cell)로 주로 수축작용에 관여하나 동맥내측탄성판의 손상과 동맥벽에 손상이 발생하는 경우에 증식작용이 활성화되어 세포분화와 교원질(collagen) 등 결합조직 성분의 합성작용이 왕성해진다. 이렇게 합성된 물질들이 동맥내측탄성판 불연속 부위로 들어가 증식함으로써 동맥내막이 두꺼워진다. 동맥내막이 두꺼워지면서 동맥내

피세포가 동맥벽에서 떨어져서 되어 손상 부위(bare area)가 만들어진다. 이 손상 부위에 혈액내의 여러 물질들이 붙어 동맥경화가 발생하게 된다<sup>21,22</sup>. 동맥중막내에 있는 탄성판이 동맥내측탄성판 불연속 부위의 발생을 억제하는 기능을 갖고 있기 때문에 동맥경화 발생 빈도는 근육성 동맥보다 탄성 동맥에서 낮고, 동맥내막이 두꺼워진 것은 동맥내측탄성판의 불연속 수 증가와 동맥중막내에 탄성판이 적게 존재한다는 것을 의미한다<sup>14</sup>). 이런 이유들로 인하여 근육성 동맥인 우위대망동맥에서는 동맥내측탄성판의 불연속 수가 조직학적 소견 중에서 동맥내막 비후와 관계되는 중요한 요소이다. 이러한 탄성조직의 주요 구성성분은 탄력소(elastin)로 이것은 대사활성도가 낮은 물질로 산소와 그 밖의 여러 물질들에 대한 수요가 적기 때문에 확산 만으로도 충분한 양의 영양분을 공급받을 수 있어 허혈에 의한 손상을 적게 받는다. 또한 동맥내막과 동맥중막이 두꺼울수록 허혈에 의하여 동맥중막 괴사와 동맥내막 비후의 발생이 증가할 수 있다<sup>12</sup>).

내흉동맥의 경우에는 관상동맥우회술에 사용한지 오랜 시간이 경과했기 때문에 장기 개통율에 대한 충분한 평가가 이루어진 상태이다. 내흉동맥에서 동맥내막 비후와 동맥경화의 발생을 막는 확실한 기전들이 명확하게 밝혀지지 않았음에도 불구하고 이러한 기전들에 대한 여러 주장들이 있다. 이런 주장들 중에 현재까지 형태학 및 조직학적인 면에서 내흉동맥의 장기 개통율을 평가하는 데는 내경, 동맥내막 두께, 동맥중막 두께, 동맥경화 정도의 지표인 동맥내막 두께지표, 동맥벽 두께정도를 나타내는 동맥중막 두께지표, 동맥내측탄성판 상태, 동맥중막내의 탄성판 수, 생화학요소(biochemical factor)인 프로스타사이클린(prostacycline), EDRF(endothelium-derived relaxing factor)등 혈관내막에서 분비하는 물질들에 대한 반응 정도 등이 사용되었다<sup>3,12~15,22</sup>. 혈관의 생화학 요소(biochemical factor) 중에서 혈관 이완요소(relaxing factor)에 대하여 민감하게 반응하면 경련 발생 빈도가 낮기 때문에 장기 개통율이 좋다는 보고가 있다<sup>3,6</sup>). 이러한 물질과 혈관 운동에 작용하는 약물들에 대한 우위대망동맥의 반응은 내흉동맥 및 관상동맥과 비교하여 큰 차이가 없다<sup>3,5</sup>).

본 연구에서 우위대망동맥과 내흉동맥을 형태 및 조직학적으로 비교해본 결과 우위대망동맥은 내흉동맥과 달리 동맥중막내에 탄성판이 존재하지 않았으며, 동맥내막 두께지표, 동맥내측탄성판 불연속 수는 내흉동맥에 비하여 우위대망동맥에서 큰 소견을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한 동맥중막 두께지표는 내흉동맥이 우위대망동맥에 비하여 크지만( $p < 0.05$ ) 내흉동맥 중막의 구성이 탄성성분으로 이루어져 있기 때문에 동맥경화는 내흉동맥보다 우위대망동맥에서 쉽게 발생할 수 있을 것으로 생각된다. 이는 Van Son 등<sup>14</sup>)의 보고와

일치한다. 문합시에 필연적으로 봉합침 손상(needle injury)이 발생하기 때문에 평활근세포가 활성화된다. 활성화된 평활근세포가 동맥내막으로 이동하게 되면 동맥내막 비후가 생기게 된다. 이것이 수술 후 발생하는 이식편 폐색부위가 주로 문합 부위인 이유중 하나이다.

우위대망동맥을 부위별로 연구한 목적은 우위대망동맥 부위별 차이점을 밝힘으로서 우위대망동맥으로 관상동맥우회술을 시행한 후에 발생하는 동맥내막 비후를 줄여줄 수 있는 부위를 발견하는 데 있다. 이러한 부위별 연구의 착안은 내흉동맥은 말초동맥 중 유일한 탄성동맥으로서 원위부위로 갈수록 탄성성분이 감소하여 원위부 10~20%는 문합 부위로 사용하지 않는 것이 좋다는 보고와<sup>12,14</sup>) 하상복부동맥(inferior epigastric artery) 경우에는 기시부의 동맥내막이 다른 부위에 비하여 의미 있게 두꺼워져 있어 유리 이식편으로 사용시에는 근위부 1 cm을 사용하지 않는 것이 좋다는 보고<sup>13</sup>)로부터 하였다. 우위대망동맥은 내흉동맥과 달리 근육성 동맥으로서 모든 부위의 동맥중막내에는 탄성판이 없기 때문에<sup>3,9,12-14,22</sup>) 본 연구에서 우위대망동맥에서 동맥내막비후 발생 정도를 예측할 때 고려했던 점은 동맥내막 두께, 동맥중막 두께, 동맥벽 두께, 동맥내막비후 정도, 동맥내막 두께지표, 동맥중막 두께지표, 동맥내측탄성판 불연속 수 등이었다. 우위대망동맥 이식편의 장기 개통율에 대한 정확한 평가를 위하여 보다 오랜 임상적 관찰이 필요하기 때문에 현재의 연구 결과로 해석하는 데는 신중함이 필요하다. 본 연구 결과에서 우위대망동맥은 원위부로 갈수록 동맥내막 두께, 동맥중막 두께, 동맥벽 두께, 동맥내막비후 정도, 동맥내측탄성판의 불연속 수 모두에서 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). 이런 결과로 미루어 보아 우위대망동맥은 근위부위보다 원위부위인 20cm에서 동맥경화 발생가능성이 낮을 것으로 생각된다.

우위대망동맥에서 문합 부위로 예상한 20 cm부위의 내경과 내흉동맥에서 문합 부위로 사용된 부위의 내경은 각각  $2180 \pm 379 \mu\text{m}$ ,  $1800 \pm 429 \mu\text{m}$ 로서 우위대망동맥에서 큰 소견을 보였다( $p < 0.05$ ). 유문운으로부터 18 cm, 20 cm, 22 cm에서 내경이 각각  $2189 \pm 471 \mu\text{m}$ ,  $2180 \pm 379 \mu\text{m}$ ,  $1939 \pm 306 \mu\text{m}$ 로서 차이가 없었으며( $p > 0.05$ ) 이 직경들의 크기는 Saito 등<sup>18</sup>) 이 이식 가능 하한선으로 제시한 1.5 mm 이상으로서 문합에 충분할 것으로 생각된다. 이것은 우위대망동맥의 육안 및 촉진 소견에서 혈관의 형태가 근위부위에서 원위부위로 가면서 잘 유지되다가 좌위대망동맥과 근접되는 부위에서 갑자기 소실되는 것과 일치한다. 이러한 결과로 미루어 보아 저자는 우위대망동맥 획득시 좌위대망동맥 근접부위까지 충분한 길이를 확보해도 내경에는 큰 차이가 없을 것으로 생각된다.

관상동맥우회술에 사용되는 이식편으로서 내흉동맥의 가

장 큰 단점은 길이가 짧아 원 위치인 재로는 문합할 수 있는 부위가 제한되어 심장의 후방 및 측방부위에는 문합이 어렵다는 것이다<sup>8)</sup>. 내흉동맥의 길이는 평균 20.4±2.1 cm으로서 관상동맥우회수술시 여러 길이 연장 기법을 사용하여도 우 내흉동맥의 경우 우관상동맥이 분기하기 전부위와 좌전하행동맥(LAD)까지, 좌내흉동맥의 경우는 좌전하행동맥과 일부 대각동맥(diagonal branch)까지 문합이 가능하다<sup>23)</sup>. Tavilla 등에 따르면 우위대망동맥 기시부로부터 가장 먼 위치에 있는 관상동맥은 대각동맥으로 이곳까지의 평균 거리는 24.7±1.7 cm이라고 보고하였다. 본 연구에서 우위대망동맥의 길이는 기시부가 아닌 유문윤으로부터 23±2.7 cm(범위 17~31 cm)으로서 이 길이는 내흉동맥을 사용하여 도달할 수 없는 위치의 관상동맥 뿐만이 아니라 좌전하행동맥과 대각동맥까지도 도달할 수 있는 길이이다<sup>2,9,17,18)</sup>. 우위대망동맥 길이 측정을 다른 논문과 다르게 유문윤부터 시행한 이유는 최근에 우위대망동맥을 이용한 관상동맥우회술은 대부분 위와 간의 전방을 통하여(antegastric route) 이루어 지고 있기 때문에 기시부위까지 박리하지 않는 경향이<sup>11)</sup>, 유문윤보다 근위부위에는 지방조직과 소혈관이 많아 출혈이 발생할 수 있으며, 작은 체장가지(pancreatic branches) 손상에 의해 체장염이 합병될 수 있기 때문이었다<sup>9)</sup>.

연구 결과를 종합해 보면 우위대망동맥과 내흉동맥의 조직학 및 형태학적 차이에 의하여 동맥경화 발생 가능성은 우위대망동맥에서 높을 것으로 생각된다. 또한 우위대망동맥 원위부들(18, 20, 22 cm)에서의 내경은 문합에 충분하였고 길이 또한 모든 관상동맥에 도달할 수 있는 충분한 수치였으며 원위부로 갈수록 동맥경화 발생 가능성이 낮을 것으로 예상된다.

**결 론**

우위대망동맥은 조직학적으로 관찰하였을 때 내흉동맥에 비하여 동맥중막내에 탄성판이 존재하지 않고, 동맥 내측탄성판 불연속 수가 많아서 동맥경화 발생 가능성은 높으나, 원위부로 갈수록 동맥내측탄성판 불연속 수가 적어서 동맥경화 발생 가능성이 낮을 것으로 예측되었다. 문합 부위로 주로 사용하게 될 원위부들(18, 20, 22 cm)의 내경은 차이가 없이 문합에 충분한 크기였고, 길이 또한 모든 관상동맥에 도달할 수 있는 충분한 수치였다.

결론적으로 우위대망동맥은 원하는 대부분의 관상동맥에 이식이 가능하고, 연속이식(sequential grafting)을 통하면 전동맥 맥관재생(total arterial revascularization)을 더욱 광범위하게 할 수 있기 때문에 높은 유용성을 갖고 있으며, 원위부위에서 문합을 하면 장기 개통율을 향상시킬 수 있다고 사료

된다.

**참 고 문 헌**

1. Mehta ID, Weinberg J, Jones MF. et al. *Should angiographically disease-free saphenous vein grafts be replaced at the time of redo coronary artery bypass grafting?* Ann Thorac Surg 1998;65:17-23
2. Suma H, Fukumoto H, Takeuchi A. *Coronary artery bypass grafting by utilizing in situ right gastroepiploic artery: basic study and clinical application.* Ann Thorac Surg 1987;44:394-7.
3. He GW, Yang CQ. *Comparison among arterial grafts and coronary artery.* J Thorac Cardiovasc Surg 1995;109:707-15.
4. O'Neil GS, Chester AH, Allen SP, et al. *Endothelial function of human gastroepiploic artery. Implication for its use as a bypass graft.* J Thorac Cardiovasc Surg 1991;102:561-5.
5. Dignan RI, Dyke CM, Lee KF, Lutz III HA, Ding M, Wechsler AS. *Reactivity of gastroepiploic and internal mammary arteries. Relevance to coronary artery bypass grafting.* J Thorac Cardiovasc Surg 1992;103:116-23
6. Suma H, Takanashi R. *Arteriosclerosis of the right gastroepiploic arteries and internal thoracic arteries.* Ann Thorac Surg 1990;50:413-6
7. Verkkala K, Jarvinen A, Keto P, Virtanen K, Lehtola A, Pellinen T. *Right gastroepiploic artery as a coronary bypass graft.* Ann Thorac Surg 1989;47:716-9.
8. Pym J, Brown PM, Charrette EJP, Parker JO, West RO. *Gastroepiploic-coronary anastomosis: a variable alternative bypass graft.* J Thorac Cardiovasc Surg 1987;94:256-9.
9. Mills NL, Everson CT. *Right gastroepiploic artery: a third arterial conduit for coronary artery bypass.* Ann Thorac Surg 1989;47:706-11.
10. Lytle BW, Cosgrove DM, Ratliff NB, Loop FD. *Coronary artery bypass grafting with the right gastroepiploic artery.* J Thorac Cardiovasc Surg 1989;97:826-31.
11. Grandjean JG, Boonstra PW, den Heyer P. *Arterial revascularization with the right gastroepiploic artery and internal mammary arteries in 300 patients.* J Thorac Cardiovasc Surg 1994;107:1309-15
12. Van Son JAM, Smedts F, Vinsent JG, et al. *Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization.* J Thorac Cardiovasc Surg 1990;99:703-7.
13. Van Son JAM, Smedts F, Yang CQ, et al. *Morphometric study of the right gastroepiploic and inferior epigastric arteries.* Ann Thorac Surg 1997;63:709-15.
14. Van Son JAM, Smedts F, de Wilde PCM, et al. *Histological study of the internal mammary artery with emphasis on its suitability as a coronary bypass graft.* Ann Thorac Surg 1993;55:106-13.
15. Malhotra R, Bedi HS, Bazas S, Jain S, Trehan N. *Morphometric analysis of the right gastroepiploic artery*

and internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1996;61:124-7.

16. Grandjean JG, Voors AA, Boonstra PW, den Heyer P, Ebels T *Exclusive use of arterial grafts in coronary artery bypass operations for three-vessel disease: use of both thoracic arteries and the gastroepiploic artery in 256 consecutive patients.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:935-42.

17. Suma H, Wanibuchi Y, Tarada Y, Fukuda S, Takayma T, Furuta S. *The right gastroepiploic artery graft Clinical and angiographic midterm results in 200 patients.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105:615-23.

18. Saito T, Suma H, Terada Y, Wanibuchi Y, Fukuda S, Furuta S. *Availability of the in situ right gastroepiploic artery for coronary artery bypass.* *Ann Thorac Surg* 1992;53:266-8.

19. Lasen A, Johansen A, Andersen D *Gastric arteriosclerosis in elderly people.* *Scand J Gastroenterol* 1969;97:826-31.

20. Sims FH. *The internal elastic lamina in normal and abnormal human arteries. A barrier to the diffusion of macromolecules from the lumen.* *Artery* 1989;16:159-73.

21. Van Son JAM, Tavilla G, Noyez L. *Detrimental sequelae on the wall of the internal mammary artery by hydrostatic dilation with diluted papaverine solution.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:972-6.

22. Van Son JAM, Falk V, Walther T, Smedts FM, Mohr FW. *Low grade intimal hyperplasia in internal mammary and right gastroepiploic arteries as bypass grafts.* *Ann Thorac Surg* 1997;63:706-8.

23. Henriquez-Pino JA, Gomes WJ, Prates JC, Buffolo E. *Surgical anatomy of the internal thoracic artery.* *Ann Thorac Surg* 1997;64:1041-5.

**=국문초록=**

**배경:** 관상동맥우회술(coronary artery bypass graft, CABG)에 사용된 이식편(graft)의 장기 개통율(long term patency)에서 동맥이 정맥보다 우수하다는 사실과 재관상동맥우회술(redo CABG)이 증가되면서 사용가능한 이식편의 부족으로 기존의 내흉동맥(internal thoracic artery, ITA) 이외의 다른 동맥도관에 대한 필요성이 증가하고 있다. 우위대망동맥(right gastroepiploic artery, RGEA)과 내흉동맥에 대한 부위별 체형측정(morphometry) 및 조직학적 연구를 통하여 우위대망동맥 이식편의 장기 개통을 향상 방안과 유용성을 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다. **대상 및 방법:** 위암 또는 위궤양으로 위절제술(gastrectomy)을 받은 환자에서 채취한 100예의 우위대망동맥과 관상동맥우회술시에 문합하고 남은 원위부 내흉동맥 10예를 대상으로 하였다. 우위대망동맥의 길이는 유문륜(pyloric ring)부터 측정하였다. 유문륜과 이 곳으로부터 10 cm, 20 cm부위에서 내경(LD), 동맥내막 두께(Ti), 동맥중막 두께(Tm), 동맥벽 두께(WT), 동맥내막비후 정도(degree of intimal hyperplasia), 동맥내막 두께지표(intimal thickness index), 동맥중막 두께지표(medial thickness index)와 동맥내측탄성판의 불연속 수(the number of discontinuities of the internal elastic lamina)를 측정하였다. 채취한 내흉동맥의 근위부위에서도 동일한 항목에 대한 측정을 하였다. **결과:** 우위대망동맥 길이는 23±2.7 cm(범위 17~31 cm)이었다. 유문부에서 20 cm 부위 우위대망동맥과 내흉동맥에서 측정된 수치에 대한 유의성 검정에서 동맥내막 두께, 동맥중막 두께, 동맥벽 두께, 동맥내막비후 정도는 차이가 없었다(p> 0.05). 그러나 내경, 동맥내막 두께지표, 동맥내측탄성판의 불연속 수의 경우에는 우위대망동맥이 내흉동맥에 비하여 큰 소견을 보였다(p<0.05). 동맥중막 두께지표는 우위대망동맥이 내흉동맥에 비하여 작았다(p<0.05). 우위대망동맥 각 부위별(유문륜, 10 cm, 20 cm) 비교에서는 동맥내막 두께, 동맥중막 두께, 동맥벽 두께는 유문륜에서 원위부로 갈수록 감소했다(p<0.05). 동맥내막 두께지표와 동맥중막 두께지표는 차이가 없었다(p> 0.05). 동맥내막비후 정도와 동맥내측탄성판 불연속 수의 경우는 유문륜과 10cm부위에서는 차이가 없었으나 20 cm부위와 비교한 경우에는 20 cm 부위에서 내측탄성판 불연속 수가 감소하였다(p<0.05). 조직학적 연구 결과는 내흉동맥의 중막 내에서는 다수의 탄성판(elastic lamellae)이 존재하나, 우위대망동맥에서는 평활근이 대부분이고 탄성판은 형성되어 있지 않았다. **결론:** 우위대망동맥은 문합에 충분한 길이와 내경을 갖고 있으나 조직학적 차이에 의하여 동맥경화 발생 가능성은 내흉동맥보다 높을 것으로 추측되고, 원위부로 갈수록 동맥경화 가능성이 낮을 것으로 사료된다.

**중심단어** · 1. 하지정맥류 수술