

영아기에 시행한 동맥전환술 후의 대동맥판륜, 근부, 및 문합부위 성장에 관한 연구

이 정 렬 *

박 정 준 * · 장 우 익 * · 윤 태 진 *** · 김 용 진 *

노 준 량 * · 서 경 필 * · 노 정 일 *** · 최 정 연 ** · 윤 용 수 **

=Abstract=

Study on the Growth of the Aortic Annulus, Root, and Anastomosis After Arterial Switch Operation in Infancy

Jeong Ryul Lee, M.D*,

Jeong Jun Park, M.D * Woo Ik Chang, M.D** Tae Jin Yun, M.D**

Yong Jin Kim, M.D*, Joon Ryang Rho, M.D*, Kyung Phill Suh, M.D*,

Chung Il Noh, M.D**, Jung Yun Choi, M.D**, Yong Soo Yun, M.D**

We investigated changes of the size of neo-aortic annulus, root, and aortic anastomosis after arterial switch operation for complete transposition of the great arteries performed in infancy. A total of 23 patients were included in this study. Age ranged from 6 to 153 days. Body weight averaged 3.9 ± 0.8 kg and 17 patients were male. The preoperative angiocardiographic dimensions of the pulmonary annulus, the pulmonary root, and the sinotubular junction, standardized to the diameter of descending aorta at the level of diaphragm, were compared to the size of postoperative measurements of the neo-aortic annulus, the neo-aortic root, and the aortic anastomosis at a mean interval of 17.2 ± 9.4 months. Mean dimensions of the neo-aortic annulus and the neo-aortic root were significantly increased postoperatively ($n=23$, annulus; $p<0.01$, root; $p<0.01$), however, those of the aortic anastomosis did not reveal significant change ($n=23$, $p=0.06$). There were no significant differences in changes of diameters of the neo-aortic annulus, the root, and the aortic

* 서울대학교병원 흉부외과, 서울대학교의과대학 흉부외과학교실,

** Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine,

* 서울대학교 심장 연구소

* Seoul National University Heart Institute

** 서울대학교 병원 소아과, 서울대학교 의과대학 소아과학교실

** Department of Pediatrics, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine

*** 울산대학교 의과대학 서울중앙병원 흉부외과

*** Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Ason Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan.

† 본 논문은 1996년도 지정진료 연구비 지원에 의한 결과임

** 본 논문은 1996년 10월 18일 제28차 흉부외과 추계학술대회에서 구연되었음.

논문접수일 : 96년 10월 29일 심사통과일 : 96년 12월 24일

책임저자 : 이정렬 (110-744) 서울시 종로구 연건동 28번지 서울대학교 어린이병원 흉부외과, Tel. (02) 760-2877, Fax. (02) 745-5209

anastomosis between patients with(n=8) and without(n=15) postoperative neoartoric regurgitation(annulus; p=0.32, root; p=0.29, anastomosis; p=0.86). Postoperative dimensions of the neoartoric root and annulus between patients with ventricular septal defect(n=10) and without ventricular septal defect(n=13) were not significantly changed compared to the preoperative measurements(annulus; p=0.09, root; p=0.07) but mean diameters of the aortic anastomosis decreased significantly after operation in patients with ventricular septal defect(p=0.04).

This study revealed that the site of the aortic anastomosis grows in proportion to patient's somatic growth after arterial switch operation. Although we could not demonstrate the relation between the aortic root dilatation and the postoperative neoartoric regurgitation in this study, a continuous close follow-up might be necessary to detect a possible progression of the aortic root dilatation and the resulting significant aortic valve regurgitation.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1997;30:479-85)

Key words : 1. growth
2. arterial switch operation
3. transposition of the great arteries

서 론

동맥전환술은 대부분의 병원에서 완전대혈관전위증 환아에 대한 선택적인 수술방법으로 채택되고 있다. 왜냐하면 동맥전환술시대 이전에 흔히 사용되었던 심방 수준에서의 전환(switch)과 비교해서 동맥 수준에서의 전위가 우선, 형태학적 좌심실을 체심실로 쓸 수 있다는 중요한 장점이 있을 뿐 아니라 심방 전환후의 심실기능부전, 부정맥, 배플(baffle) 협착, 체방실판막폐쇄부전(systemic atrioventricular valve insufficiency) 등의 불리한 후유증도 피할 수 있기 때문이다. 그러나 1980년대 초반부터 활발하게 적용되기 시작한 동맥전환술은 적어도 현재까지의 중단기 추적 결과상 중대한 결함이 발견되고 있지는 않지만, 원래 해부학적으로 폐동맥판막이었던 신생대동맥판막의 술후 장기적인 운명, 신생대동맥과 원위부 대동맥 사이의 크기 불균형으로 야기될 수 있는 상대적인 협착, 전위된 관상동맥의 장기적인 개통성 유무, 자가심낭포면 등을 이용한 혈관성형술이 추가된 신생폐동맥의 판막기능 및 협착의 가능성, Lecompte 조작후의 신장 또는 대동맥 근위부 압박에 의한 좌,우폐동맥의 부분협착의 가능성 등 향후 보다 장기적인 추적이 요구되는 점 또한 적지 않게 존재한다.

특히 동맥전환술후에 신생대동맥 근위부 및 문합부위의 성장 양상에 대한 정보는 거의 알려진 바가 없으며 Hourihan 등¹⁾이 영아기에 완전대혈관전위증 환자에 시행한 동맥전환술후에 대동맥근위부의 상대적인 팽창 정도의 차이가 술후 발생하는 대동맥판막폐쇄부전 기전의 일부일 수 있

다는 보고를 했을 뿐이다.

이에 저자들은 술전, 술후 심혈관조영술상을 비교하여 신생대동맥 근위부 및 문합부위의 성장양상을 관찰하고 술후 대동맥판막폐쇄부전과의 관계를 규명하고자 본연구를 시행하였다.

대상 및 방법

본 연구는 1986년 5월부터 1995년 12월까지 서울대학교 병원 어린이병원 흉부외과에서 동맥전환술을 시행받은 122명의 환아중에서 영아기 환아로서 술전, 술후 심혈관조영술 기록이 남아있는 23명의 환아를 대상으로 하였다. 환아들의 수술당시 나이는 6일에서 153일이었고, 평균체중은 3.9 ± 0.8 kg이었으며, 남자는 17.6이었으며 술전 및 술후 심혈관조영술시의 평균체표면적은 각각 0.24 ± 0.03 , 0.50 ± 0.09 M²이었다. 진단별 분포는 심실중격이 온전한 완전대혈관전위증이 13명, 심실중격결손증을 동반한 경우가 10명이었으며 수술후 평균 17.2 \pm 9.4개월(중앙값 15.6개월)후에 혈관조영술을 재시행하였다. 심혈관조영술상을 이용하여 술전 후의 대동맥판막, 대동맥근부, 및 대동맥문합부위의 크기를 측정하고 횡격막 높이에서의 대동맥직경으로 보정하였다. 술전 각부위 크기의 측정엔 술전 형태학적 좌심실조영상에서 보이는 폐동맥염영을 기준으로 판막의 직경, 발달미등 직경중 가장 큰부위의 직경, 동관경계(sinotubular junction)부위의 직경을 측정하여 판막, 근부, 및 문합부위직경으로 삼았으며(Fig. 1a), 술후 각부위 직경의 측정은 술후 대동맥염영에서 판막



Fig. 1a. Preoperative left ventriculogram
a, x = Anastomosis, diameter of sinotubular junction
b, y = Root, largest diameter of sinus of valsalva
c, z = Annulus, diameter at hinge points of the valve leaflets

Fig. 1b. Postoperative aortogram

의 경첩부위로 생각되는 수준에서의 신생대동맥직경, 말살 비동직경중 최장경, 동관경계부위중 가장 협부의 직경을 측정하여 판륜, 근부, 및 문합부위의 직경으로 간주하였다(Fig. 1b). 신생대동맥판륜, 근부, 및 문합부위의 술후 팽창정도와 대동맥판막폐쇄부전, 심실중격결손증의 유무 등의 관계도 살펴보았다.

모든 자료는 평균 및 표준편차로 표시하고, 군간의 비교는 경우에 따라 paired t-test 또는 t-test를 이용하였으며, 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다

전이 발견된 군($n=8$)과 그렇지 않은 군($n=15$) 사이에 부위별 팽창의 정도에 차이를 살펴본 결과, 판륜, 근부, 문합부위 모두 두군간에 팽창정도의 의미있는 차이는 발견할 수 없었다(판륜; $p=0.32$, 근부; $p=0.29$, 문합부위; $p=0.86$)(Fig. 3). 또한 술전 심실중격결손증이 동반되었던 군과 심실중격이 온전했던 군사이에서는 판륜 및 근부의 팽창정도는 통계적으로 의미가 없었으나(판륜; $p=0.09$, 근부; $p=0.07$), 문합부위의 술전후차이에 있어서는 심실중격결손증을 동반한 군($n=10$)이 온전했던 군($n=13$)에 비하여 의미있게 큰 것이 관찰되었다($p=0.04$)(Fig. 4).

결 과

술전후 신생대동맥판륜(annulus)의 평균크기는 각각 1.44 ± 0.31 , 1.81 ± 0.22 로 술후 통계적으로 의미있는 확장이 관찰되었다($n=23$, $p < 0.01$)(Fig. 2a), 신생대동맥근부(root) 역시 2.11 ± 0.54 에서 2.64 ± 0.31 로 술전에 비하여 의미있는 확장을 보였으나($n=23$, $p < 0.01$)(Fig. 2b), 대동맥문합부위는 술전후 각각 1.66 ± 0.41 에서 1.49 ± 0.26 로 통계적으로 의미없는 변화를 보였다($n=23$, $p=0.06$)(Fig. 2c). 술후 대동맥판막폐쇄부

고 찰

동맥전환술은 국내의 대부분의 병원에서 완전대혈관전위증 환이에 대한 선택적인 수술방법으로 채택되고 있다. 본 수술은 술기상 발달비동 직상부에서의 양대혈관의 횡절단 및 문합이 필수적이다. 그중에서도 술전 근위부구폐동맥(proximal oldpulmonary artery)이 술후에는 체동맥심실을 지지하는 대혈관의 역할을 하여야하므로 이 술식이 장기적으로 성공을 거두려면 판막의 기능이 완벽하여야함은 물론,

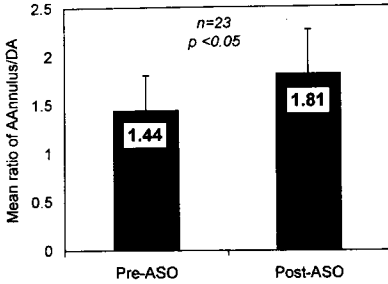


Fig. 2a. Growth of the neoortic annulus. AAnnulus=diameter of neoortic annulus, DA=diameter of descending aorta at the diaphragmatic level, ASO=arterial switch operation.

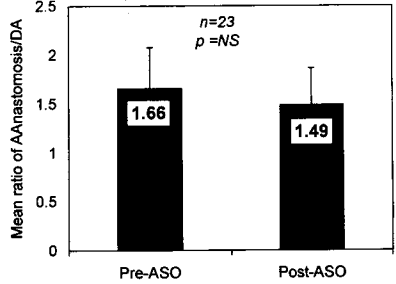


Fig. 2c. Growth of the aortic anastomosis. AAnnstomosis=diameter of aortic anastomosis, DA=diameter of descending aorta at the diaphragmatic level, ASO=arterial switch operation.

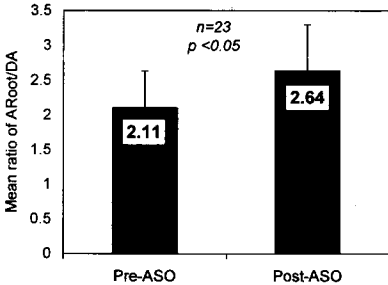


Fig. 2b. Growth of the neoortic root. ARoot=diameter of neoortic root, DA=diameter of descending aorta at the diaphragmatic level, ASO=arterial switch operation.

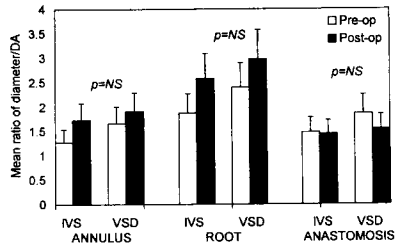


Fig. 3. Influence of diameter changes on aortic redurgitation(ARI). There was no significant difference in the changes of corresponding diameters between the patients with(n=8) and without(n=15) postoperative aortic regurgitation, NS=not significant, op=operation.

신생대동맥의 문합부위가 환자의 성장과 인접 해부학적 구조물의 성장 속도에 맞추어 자라 주어야 한다. 그러나 신생대동맥 근위부 성장양상의 장기적인 추적 결과는 거의 알려진 바가 없으며 다만 Hourihan등¹⁾이 완전대혈관전위증으로 진단되어 생후 6개월이전에 동맥전환술을 시행받은 환자 50명을 평균 22개월 추적하여 문합부위를 포함한 신생대동맥 근위부 크기변화에 대한 자료를 Z-치(Z-value)의 개념으로 정상아동의 수치와 비교하였을 뿐이다. 본 연구에서는 1) 신생대동맥판막부위, 발살바동 및 발살바동 직상부의 문합부위등이 환자의 체성장(somatic growth)과 비교해서, 비례하여 성장해주는가?, 2) 각부위별 상대적인 성장정도는 어떤

양상을 보이는가?, 3) 만약 상대적인 성장정도에 차이가 있다면 그 결과로 초래되는 해부학적 변화가 혈역학에 영향하는 않는가? 등을 분석의 초점으로 삼았다. 환자가 성장해감에 따라 정상적으로도 대동맥의 크기가 증가하는 것은 당연한 일이나 그 증가의 양상을 대변해 줄 수 있는 지표가 무엇인지는 알려진 바가 없다. Nakada 등²⁾이 체표면적을 지표로 폐동맥 성장의 정도를 표현하려 하였고, 최근 들어서는 Z-치의 개념으로 연령별 또는 질환별로 측정된 수치들을 정상에서 얼마나 벗어났는지 파악하는데 이용하고 있다. 그러나 후자의 경우 양적, 질적으로 완벽한 정상치의

본포에 대한 자료수집이 전제되어야하므로, 신빙성있는 방법인 하나 방법상 용이하지 않으며 서양인을 대상으로 만든 자료가 동양인에 그대로 적용할 수 있는지도 의문이다. Hourihan 등¹⁾은 대조군을 만들기 위하여 312명의 정상아동의 대동맥근위부 크기를 수치화하여 Z-치의 개념으로 술전 술후 값을 값을 비교하였는데 비교적 합리적인 접근 방법이라고 여겨지긴하나 해부학적으로 원래 대동맥인 정상아동의 수치와 원래 폐동맥이었던 동맥이 자리바꿈하고난 후의 수치를 비교하는 것이 과연 타당한지는 여전히 의문의 여지가 있다. 본 연구에서는 연구여건상 환자의 체성장(somatic growth)에 비례하여 성장하는지를 파악하기 위하여 모든 수치 자료를 획적막수준에서의 하행대동맥 직경으로 표준화 하였으나 Hourihan 등¹⁾의 연구와 동일한 문제점을 내포하고 있음을 시인하지 않을 수 없다. 즉 술전후의 대동맥 각부위의 크기변화를 비교하기 위해서는 술전 구대동맥의 크기와 비교한 수치의 증감을 관찰하여야 의미가 있었으나, 동맥전환술의 경우는 구폐동맥근위부가 체동맥근위부 위치로 이동될 뿐만아니라, 구폐동맥이 질환의 특성상 구대동맥의 크기보다 큰 것이 상례이다. 따라서 수술직후 이미 신생대동맥의 크기는 그것이 절대치이건, 획적막 수준에서의 하행대동맥 크기로 표준화한 수치이건간에 구대동맥의 크기보다 클 것은 당연하다고 할수 있다. 더욱이 술전 대형동맥관, 심실중격결손, 심방중격결손등으로 폐혈류의 증가가 동반되었던 경우나 폐동맥밴딩을 시행했던 경우는 이러한 현상이 훨씬 두드러질 가능성이 있다. 따라서 내재적으로 동맥전환술을 시행하면 수술직후부터 이미 관류, 근부 등의 크기가 이미 술전에 비해 커져있을 가능성이 크다. 본 연구 결과에서도 술후 시행한 심혈관조영술상의 관류 및 근부 크기가 술전에 비해 의미있게 확장된 것이 관찰되었으며, 그 이유가 문합부위가 상대적으로 작아서 확장이 진행된 것인지 수술직후부터 보이는 현상인지 감별이 힘들었다. 또한 문합부위의 수술직후 크기는 신생대동맥근위부보다 항상 그 크기가 작은 원위부대동맥의 크기에 좌우된다고 할 수 있다. 본 연구 결과도 역시 술후 약간 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 의미는 없었다. 이와같이 술후 일회성으로 측정된 대동맥근위부 수치는 크기변화의 경향에 대한 정보를 줄 뿐이므로 동맥전환술후 일년간격으로 적어도 2회이상 부위별 대동맥 직경에 대한 자료를 비교하여야 시간 경과에 따른 부위별 상대적인 수치변화의 의미를 분석할 수 있다고 사료된다. 이런 관점에서 향후 보다 많은 증례에 대한 보다 빈번한 추적 검사가 요구된다.

그러나 적어도 본 연구에서 관찰된 바와같이 문합부위에 비하여 관류, 근부가 훨씬 확장되어 있다는 사실은 수술자체가 갖는 특성과도 무관하지는 않겠으나 만약 문합부위가

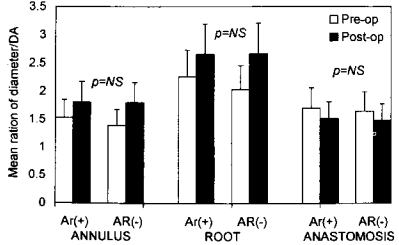


Fig. 4. Differences in the changes of corresponding diameters between the group with (n=10) and without(n=13) ventricular septal defect. IVS=intact ventricular septum, VSD=ventricular septal defect, DA=descending aorta, op=operation.

시간경과에 따라 상대적으로 자라지 않거나 좁아져서 혈압차라도 만든다면 대동맥근부 확장이 더욱 진행될 가능성이 충분히 있고 이런 현상은 술후 보이는 대동맥판막폐쇄부전 기전의 하나일 가능성도 있다. 이는 Hourihan 등¹⁾이 대동맥판막 폐쇄부전을 보이는 군에서 신생대동맥근부 확장이 더욱 두드러졌다고 한 보고에서도 그 증거를 확인할 수 있다. 본 연구에서도 같은 시도를 하였으나 의미있는 차이는 발견하지 못하였다. 대상 증례수가 너무 적고, 추적기간이 짧았던 것이 그 원인이 아니었나 생각된다.

상대적으로 저압에 노출되었던 형태학적 폐동맥판막이 전위후 대동맥판막의 역할을 하기에 장단기적으로 충분한 지 논란의 여지가 있다. 출생직후 형태학적으로, 조직학적으로 동일하였던 폐동맥판막과 대동맥판막은 동맥압의 차이로 말미암아 이차적으로 대동맥판막에 비하여, 폐동맥판막이 교원질과 탄성조직이 적은 얇고 섬세한 판막이 된다^{4,5)}. 실제로 동맥전환술후의 신생대동맥판막폐쇄부전의 빈도는 3~41%까지 보고될 정도로 다양하다⁶⁻⁸⁾. Jenkins 등⁶⁾은 술후 해부학적인 폐동맥판막이 체동맥판막의 기능을 해야만 하는, 동맥전환술, 좌심형성부전증후군에 대한 일단계 노우드술식(Norwood operation), 대동맥하 협착을 보이는 환자에 시행하는 폐동맥-대동맥문합술(pulmonary artery to aorta anastomosis)후에 과연 해부학적인 폐동맥판막의 기능이 잘 유지되는지를 판막폐쇄부전의 관점에서 관찰하고 동맥전환술, 노우드술식 및 폐동맥-대동맥문합술후에 신생대동맥 폐쇄부전의 빈도가 각각 41%, 60%, 51%임을 발견하였다. 또한 폐쇄부전의 빈도는 심실중격이 온전했거나 심방수준에서의 전위술후 이를 해체하고 시행한 동맥전환술의 경우와 같이

transposition of the great arteries. *Circulation* 1984;70: 202-8.

11. Martin RP, Etedgui JA, Qureshi SA, et al. *A quantitative evaluation of aortic regurgitation after anatomic correction of transposition of the great arteries.* *J Am Coll Cardiol* 1988;12:1281-4.

12. Serraf A, Bruniaux J, Lacour-Gayet F, et al. *Anatomic correction of transposition of the great arteries with ventricular septal defect.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 102:140-7.

13. Ungerleider RM, Gaynor JW, Israel P, Kanter RJ, Armstrong BE. *Report of neo-aortic valve replacement in a ten-year-old girl after arterial switch procedure for transposition.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:213-5.

14. Klautz RJM, Ottenkamp J, Quaegebeur JM, Buis-Liem TN, Rohmer J. *Anatomic correction for transposition of the great arteries: first follow-up.* *Pediatr Cardiol* 1989; 10:1-9.

=국문초록=

동맥전환술에 있어 대혈관문합 및 관상동맥이식은 가장 중요한 수술과정이나 영아기에 시행한 동맥전환술 후의 신생대동맥판류, 신생대동맥근부, 및 대동맥문합부위의 성장에 대해서는 알려진 바가 거의 없다. 본 연구는 1986년 5월부터 1995년 12월까지 서울대학교 어린이병원 흉부외과에서 동맥전환술을 시행받은 122명의 환이중에서 영아기 환자로서 술전, 술후 심혈관조영술 기록이 남아있는 23명의 환아를 대상으로 하였다. 환아들의 수술당시 연령은 6일에서 153일이었고, 평균체중은 3.9±0.8 kg이었으며, 남:여비는 17.6이었다. 술전 및 술후 심혈관조영술 당시의 체표면적은 각각 0.24±0.03, 0.50±0.09 M²이었다. 진단별 분포는 심실중격이 온전한 완전대혈관전위증이 13명, 심실중격결손증을 동반한 경우가 10명이었으며 수술후 평균 17.2±9.4개월(중앙값 15.6개월)후에 심혈관조영술을 재시행하였다. 심혈관조영술상을 이용하여 술전 후의 대동맥판류, 대동맥근부, 및 대동맥문합부위의 크기를 측정하고 횡격막 높이에서의 대동맥 직경으로 보정하였다. 신생대동맥판류 및 신생대동맥 근부는 술후 의미있는 확장을 보였으나(신생대동맥판류=1.4±0.31에서 1.8±0.22 [n=23, p<0.01]로, 신생대동맥근부=2.1±0.54에서 2.64±0.31로[n=23, p<0.01]), 대동맥문합부위는 술전 후 각각 1.66±0.41에서 1.49±0.26으로 통계적으로 의미없는 변화를 보았다(n=23, p=0.06). 술후 대동맥판막폐쇄부전증이 관찰되었던 군(n=8)과 그렇지 않은 군(n=15)사이의 술전후 각부위별 확장 정도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(판류: p=0.32, 근부: p=0.29, 문합부위: p=0.86). 또한 술전 심실중격결손증이 동반되었던 군(n=10)과 심실중격이 온전했던 군(n=13)사이에서는 판류 및 근부의 팽창 정도는 통계적으로 의미가 없었으나(판류: p=0.09, 근부: p=0.07), 문합부위는 심실중격결손증을 동반한 군이 온전했던 군(n=13)에 비하여 술후에 의미있는 감소를 보았다(p=0.04).

요약하여, 저자들은 본 연구를 통하여 영아기에 발견된 완전대혈관전위증 환아에서 시행한 동맥전환술후 대동맥문합부위는 비교적 체성장에 비례하여 성장하지만 신생대동맥판류 및 대동맥근부위는 술후 의미있게 확장되어 있다는 소견을 발견하였으며, 비록 본연구에서는 신생대동맥의 부위별 확장 정도와 대동맥판막폐쇄부전의 발현 및 진행간의 상관관계를 발견하지는 못하였지만, 동맥전환술후 장기적으로 수술 결과와 양호하려면, 신생대동맥판막 기능의 완벽여부가 무엇보다 중요하고 대동맥근부 확장의 진행이 대동맥판막폐쇄부전의 개시기전과 연관이 있을 가능성이 있다는 점에서, 보다 장기적이고 지속적인 외래추적 및 자료의 축적을 통한 신생대동맥근부 확장 진행여부에 주의할 기울여야하였다.