

## Surgical Management of TGA

성균관대의대 삼성서울병원 흉부외과학교실

전 태 국

대혈관전위증의 외과적 수술은 동반된 해부학적 병변에 따라서 그 방법이 결정되며 역사적으로 여러 가지 방법들이 고안되어 발전되어 왔다. 1950~60년대에서는 Blalock-Hanlon 심방벽절제술(atrial septectomy), 폐동맥교약술, Senning 수술, Mustard수술 등이 고안되어 시행되었으며, 1975년 Jatn 등에 의해 처음으로 성공적인 동맥전환술(arterial switch operation)이 시행되어 발표된 이래로 과거 30년동안 대혈관전위증의 수술방법으로서 정착되어 왔다. 1977년 Yacoub 등이 좌심실의 훈련을 위하여 폐동맥교약술과 폐동맥단락술을 시행한 후 대동맥치환술을 시행하는 단계적치료법의 도입으로 동맥전환술의 적응증이 한층더 확장되었으며, 1983년 Castana 등에 의해 신생아기에 일차적인 동맥전환술을 적용하는 개념이 정립됨으로써 동맥전환술이 대혈관전위증의 표준수술법으로 자리를 잡게 되었다.

Blalock-Hanlon 심방벽절제술의 적용은 비록 수술 사망률은 높아지만, 개심술에 있어서 절대적으로 필요한 체외순환(cardiopulmonary bypass) 및 풍선확장술(balloon atrial septostomy) 등이 개발되기 이전에 심방 내에서 혈류의 혼합을 효과적으로 증가시킬 수 있었으며, 최근에는 풍선확장술 및 심방벽제거술(atrial septectomy)로 대체되었다. 심실중격결손이 동반된 대혈관전위증의 고식적수술로서 널리 사용되었던 폐동맥교약술은 신생아기에 동맥전환술을 받지 못한 심실중격이 온전한 대혈관전위증 환자에서 좌심실훈련을 위해서 시행하거나, 이전에 심방에서의 전환술을 받은 환자의 일부에서 동맥전환술로의 전환을 위해서 일차적으로 좌심실 훈련을 위한 방법으로서 제한적으로 사용되고 있다. 과거에 주 수술법으로 시행되었던 Senning 수술, Mustard 수술은 심방수준에서 대정맥으로 들어오는 체정맥혈류를 우심방 절편 및 심낭편을 이용하여 해당되는 심실로 혈류의 흐름을 바꾸어주는 수술로서 해부학적 교정은 아니지만 생리학적 교정을 이루는 방법이다. 이 방법들은 초기에 수술성적을 크게 향상시켜(조기 사망률 5% 이하) 고무적인 수술방

법으로 인정이 되었으나, 장기적인 추적결과 상/하대정맥협착, 폐정맥 협착, baffle leak, 심방성 및 심실성 부정맥, 삼첨판막폐쇄부전증, 우심실 부전증 등의 치명적인 합병증들이 빈번하게 발생한다는 사실을 알게됨으로써, 점차적으로 동맥전환술로 대체되게 되었다.

동맥전환술은 초기에 조기 사망률이 높았으나, 최근에는 수술수기의 발달 특히 관상동맥 이식법의 발전, 심근보호법의 발달, 수술 후 신생아 관리 향상 등에 힘입어 심방수준에서의 수술 결과에 필적한 성적을 보이고 있으며, 일부 병원에서는 2~3%의 낮은 조기사망률을 보이고 있다. 동맥전환술은 대동맥과 폐동맥을 해당되는 심실에 연결하여 해부학적 교정을 함으로써 심방수준에서의 교정술(생리학적 교정술)의 문제점, 즉 형태학적 우심실이 체순환을 담당함으로써 생기는 장기적인 합병증-부정맥, 삼첨판막폐쇄부전, 우심실 부전- 들을 피할 수 있는 장점을 갖고 있어 이론적으로 대혈관전위증에 있어서 가장 적절한 수술방법으로 평가되고 있다. 그러나, 단기적 및 장기적으로 아직 해결해야 할 문제점들이 있다. 동맥전환술이 본격적으로 시행되고 자료가 축적됨에 따라서 장기적으로 silent coronary insufficiency, 대동맥판막폐쇄부전, 부정맥 등이 점차적으로 문제가 되고 있으며, 술 후 발생하는 판막상 및 폐동맥 판막 협착은 그 빈도가 줄기는 하였으나 아직 문제가 되고 있다. 또한 해부학적 구조상 기술적인 어려움이 있는 경우-관상동맥의 기시 이상 및 분지 이상, 대동맥궁 단절 및 저형성, 좌심술 유출로 협착 등-에는 수술위험도가 아직도 높은 상태이다. 수술의 용이성을 위해 체외순환도중 저체온하 완전체외순환정지 또는 저혈류 체외순환법을 사용하게 되는데 이로 인하여 장기적으로 신경학적 합병증 발생 위험도는 피할 수 없다. 또한 안정적인 수술 술기를 익히는데 있어서 많은 노력과 시간이 필요하며, 학습기간 중에 발생하는 위험도를 줄이는데 새로 시작하는 외과의에게는 큰 과제로 남아있다.

**동맥전환술의 술기:** 정중흉골절개를 하고 흉선을 제거한뒤 심낭을 주위 늑막과 분리하면서 심낭편 채취 준비를 한다. 심낭편 채취시 횡경막 신경이 다치지 않도록 주위를 하여야 한다. 심낭편 절제 부분이 가능하면 횡경막 신경에서 1 cm 이상 떨어지도록 절제함으로써 나중에 출혈방지를 위한 전기응고(electro coagulation) 적용 시 횡격막신경이 열손상을 받는 것을 예방할 수 있다. 특히 우심실 앞에서 심낭편을 채취하는 경우 과도한 당김으로 인하여 생각보다 횡경막신경 가깝게 절제되는 경우가 있음을 주의해야 한다. 채취된 심낭편은 나중에 새로운 폐동맥제건 시 사용한다. 심낭편을 글루타알데하이드 용액에 고정하지 않는 것이 술 후 폐동맥협착 예방에 도움이 된다고 주장하는 이들도 있으며, 일부에서는 글루타알데하이드 용액에 미리 고정하는 것이 심낭편 수축을 예방할 수 있고 수술 시 심낭편 취급이 용이한 장점을 주장하고 있다. 심낭절제 후 우선적으로 관상동맥의 모양과 분지를 관찰한다. 관상동맥의 모양과 분지 양상에 따라서 관상동맥이식 방법의 계획을 세운다. 동맥전환술의 술 후 경과에 있어서 적절한 관상동맥 이식여부가 결정적인 요소이기 때문에 세밀한 관찰이 필요하다. 특히 관상동맥의 벽내경과는 수술당시

대동맥을 절단하고 나서 발견되는 경우가 있기 때문에 술 전 벽내경과 여부를 확인해야 한다. 외견상 좌전하행지나, 좌주간 동맥이 우관상동맥동(제2 동맥동)에서 기시하거나, 두개의 동맥동 사이의 교련부에서 기시하거나, 동맥동 상부에서 기시하는 경우(high take off) 및 대동맥과 폐동맥 사이로 분지하는 경우에는 벽내경과를 의심해야 하며, 심정지액 주입 시 대동맥근 압력이 높은 경우에도 벽내경과를 의심해야 한다. 가급적이면 체외순환전에 electrocautery를 이용하여 대동맥과 폐동맥주의를 광범위하고 세밀하게 박리를 시행한다. 특히 폐동맥 폐문부분까지 충분히 박리하여야 Lecompte maneuver 및 폐동맥제건술 후 무합부위의 과도한 장력, 출혈, 협착 등을 예방할 수 있다.

체외순환을 위하여 동맥관은 무명동맥지하부 lesser curvature쪽에 시행하는 것이 대동맥의 길이를 확보하고 후에 Lecompte maneuver를 용이하게 할 수 있어 바람직하며, 정맥관은 단일 정맥관 혹은 2개의 정맥관을 삽입한다. 단일 정맥관을 삽입하는 경우 심장 내 교정이 필요하면 완전체외순환정지를 시키거나, 저혈류기법(low-flow under hypothermia)를 사용하면서 수술을 시행한다. 저자들은 2개의 정맥관을 삽입하여 체외순환정지 없이 수술을 시행하며, 일부 대동맥궁 재건을 필요로 하는 경우에는 제한적으로 체외순환정지 혹은 저혈류 기법을 사용한다. 체외순환하에 체온은 23~25도 정도로 낮추고, 우폐정맥을 통하여 vent를 좌심실에 삽입한다. 심근보호는 혈성심정지액을 antergrade로 20~30분마다 주입한다. 대동맥을 절제한 경우에는 관상동맥용 근봉지를 이용하여 주입한다. 다른 방법으로 관상정맥동을 이용하여 역행성으로 주입할 수 있으며, 심장 내 저온의 생리식염수를 주입하는 방법을 사용하기도 하며 각 센터마다 심근보호법을 달리하고 있다.

대동맥차단 및 심정지액을 주입한 후에 대동맥 및 폐동맥을 절단하고 Lecompte maneuver를 시행한 뒤 우선 대동맥 재건을 시행한다. sinotubular junction에서 4~6 mm 정도 상방에서 대동맥을 절단한 뒤 관상동맥의 입구 및 분지 방향을 확인한다. 관상동맥편의 절제는 가능하면 해당 대동맥동벽의 대부분의 절제하여 크게 만드는 것이 이식할 때 깔때기 모양으로 만들 수 있어 이식 후에 관상동맥이 과도한 장력이나 꼬임, 비틀림 등을 줄일 수 있다. 관상동맥의 근위부는 fine scissors 혹은 electrocautery로 박리하여 이식편을 완성한다. 이때 관상동맥의 vasa vasorum이 다치지 않도록 세심한 주위를 기울여야 한다. 혹자는 작은 분지 등을 희생시키면서 박리를 충분히 하는 것이 재건 시 용이하다고 하나, 가급적이면 필요한 만큼만 박리하는 것이 바람직하다. 해당되는 폐동맥근위부에 관상동맥편이 위치할 부분을 준비하는 방법은 punch excision, 부분벽절제, 선형절제, V-형절제, L-형절제 등 여러가지 방법을 사용할 수 있다. 관상동맥이식 시 가장 많이 사용되고 중요하게 여기는 것은 들창(trapdoor)을 만들어 주어 새로 만들어 주는 관상동맥입구의 축이 과도하게 비틀어지거나 꼬임을 방지하고 관상동맥의 입구의 길이를 크게 만들어 주는 방법이다. 저자는 최근에는 대동맥의 원위부와 폐동맥의 근위부를 먼저 연결하여 대동맥을 재건한뒤에 관상동맥입구의 위치를 표시한 후 종결개 또는 C-형을 절개를

한 뒤 다시 대동맥을 차단하고 관상동맥을 이식하는 방법을 사용하고 있다. 이 방법의 장점은 정확한 관상동맥의 위치를 선정할 수 있고 출혈이 되는 경우 쉽게 해결할 수 있어 특히 관상동맥분지 이상이 있는 경우에 효과적으로 사용할 수 있으며, 경험이 적은 경우에 외과위가 쉽게 적용할 수 있다. 관상동맥이식 시 사용되는 수술용 실은 8-0 monofilament를 사용하는 것이 좋다.

관상동맥 이전 시 기술적으로 힘들고 이식된 관상 동맥에 과도한 장력, 비틀림, 꼬임등이 생기기 쉬운 형태로는 단일관상동맥, 벽내경과, Yacob 분류 형태 C, 동일 동맥동에서의 기시하는 형태 등의 비전형적인 분포 형태이다. 이러한 경우에는 관상동맥의 기시부를 박리하기가 어려우며, 특히 관상동맥이 고상분지(high take-off)인 경우 관상동맥의 꼬임이나 다른 손상 없이 박리하기가 매우 어렵다. 또, 관상동맥이 동맥동 교련부에서 기시하는 경우 교련부를 다치지 않고 관상동맥편을 만드는 것이 기술상으로 어렵다. 경우에 따라서는 관상동맥의 근위부를 박리해야 하는 경우가 있는데 이때 과도한 장력을 주거나 관상동맥 외벽에 손상을 주는 경우 근위부의 광범위한 협착을 유발시킬 수 있다. 관상동맥 분포 형태가 벽내경과 이거나 단일 관상동맥 혹은 다른 비전형적인 경우에 관상동맥이 꺾이지 않도록 관상동맥편을 관상동맥을 축으로 가장 자연스런 위치를 찾아준다거나, 새로운 대동맥의 연결부위보다 원위부쪽에 연결시키거나 새로운 대동맥에 종절개만 가하여 연결함으로써 들창(trap door) 효과를 기대할 수 있다. Yacoub 등은 이러한 경우 대동맥 절개 시 원위부에 전면설편(anterior lip)을 만들거나 심낭편을 이용한 들창을 만드는 기법을 사용 보고하였으며, Moat 등은 우심낭(bovine pericardium)을 이용한 대동맥-폐동맥창을 만들어 교정하는 방법을 보고 하였다. Mustafa 등은 벽내경과 시 관상동맥의 입구에서부터 관상동맥 내경을 따라 절개하여 벽내경과 부분을 노출시킨 후 관상동맥의 입구를 다시 재건하는 방법을 보고하였으며, Takeuchi 등은 원위부 대동맥편을 이용한 대동맥-폐동맥창을 만드는 내부터널 방법을 보고하였다 Asou 등은 벽내경과된 관상동맥의 입구를 넓혀주고, 동맥동의 교련부에서 동맥관첨을 분리한 뒤 교련부를 포함한 관상동맥 이식편을 만들어 이식한 후 새로운 폐동맥을 재건할 때 판막첨을 심낭편에 붙여주는 방법을 사용 보고하였다. Jonas등은 단일 관상동맥시 심낭편을 이용 관을 만들어 관상동맥 기시부에 연결해 주는 방법을 보고하였다.

새로운 폐동맥 재건술 시 가장 중요한 것은 폐동맥관 상부 협착을 최소화 하는 것으로서, 이를 위하여 관상동맥편을 절제한 부분을 심낭편으로 보강하고, 폐동맥을 폐문부분까지 광범위하게 박리하고, 원위부 폐동맥과 근위부 폐동맥사이의 연결부위의 일부는 직접 연결하여 성장을 도모할 수 있도록 하는 원칙 아래 여러가지 방법들이 시도되고 있다. 심낭편을 충분히 크게 하여 각각 패취 봉합을 하거나, 하나의 판타론 모양으로 만들어 패취봉합을 한다. Pacifico등은 원위부 폐동맥후벽에 종절개를 가한 뒤 근위부 폐동맥에 직접 연결하는 방법을 상용하였다. 자자는 대동맥절개를 되도록 상방에서 시행하고

관상동맥편 절제시 콤마모양으로 절제한 뒤 심낭편의 모양을 변형하여 가급적이면 문합 부위에 이물질이 포함되지 않도록 하면서 폐동맥 문합위치를 상방에 위치하도록 재건하고 있다.

동맥전환술은 관상동맥 이식 수술 기법이 무엇보다도 중요하지만, 술 후 관상동맥 및 심근의 상태를 잘 판단하여 혈류가 제대로 흐르는지 판단하는 것 또한 중요하다. 인공심 폐기 가동 중에는 좌심실이 허탈(decompression)된 상태로서 심실로의 관상동맥 관류가 잘 이루어지는 듯 하다가 심폐기를 이탈할 때 관상동맥 관류가 잘 이루어지지 않는 경우를 항상 염두에 두어야 한다. 특히 수술 직후 좌심방의 압력이 증가하거나, 좌심실의 수축력이 감소되거나 좌심실이 늘어나는 소견들은 대부분이 심근으로의 혈류가 부적절함을 나타내는 소견이다. 실제적으로 심전도상 허혈소견이나 부정맥 등의 발생은 어느 정도 시간이 경과해야 나타난다. 이와 같이 관상동맥으로의 혈류가 부적절하다고 판단되는 경우에는 즉시 관상동맥기시부의 위치를 재조정하거나, 관상동맥이 새로운 대동맥에 문합되는 부위를 심낭편을 이용하여 넓혀주거나, 관상동맥이 눌리는 문제점 등을 해결하기 위하여 폐동맥의 위치를 재조정함으로써 해결해야 한다. 경우에 따라서는 내용동맥을 이식하는 수술이 필요하기도 하며, stunned myocardium이 의심되는 경우에는 술 후 보조장치의 도움을 받을 수 있지만 정확한 원인 분석 및 해결이 선행되어야 한다.

**삼성병원경험:** 1995년 6월부터 2004년 4월까지 삼성서울병원에서 대혈관전환술을 시행 받은 54명의 환아를 대상으로 하여 수술기록 및 병상기록, 외래 진료 기록 등을 후향적으로 분석하였다. 정기적인 심초음파검사를 통하여 추적관찰하였다. 54명의 환아 중 남녀 비율은 31 : 23명이었으며, 단순 대혈관전위증(Simple Group-S group)이 31명, 복잡 대혈관전위증(Complex Group-C group)은 23명이었다. 수술 시 연령은 S group에서 중앙값 10일(범위: 1~48일), C group에서는 중앙값 15일(범위 3일 10개월) 이었다. 2명의 환아에서 대혈관치환술 전 고식적 수술이 필요하였는데 1명은 폐동맥협착으로 체폐동맥 단락술을 시행하였으며, 1명은 1500 g의 미숙아로 동맥관 결찰 및 폐동맥밴딩 시행하였었다. 54명 중 21명에서(S group: 19, C group 3) 술 전 BAS를 시행받았으며, 3명의 환아(C group)를 제외한 모든 환아에서 동맥관개존증이 동반되었다. 25명의 환아(C group)에서 심실중격결손이 동반되었으며, 다른 동반된 심기형으로는 폐동맥판막하 협착을 동반한 폐동맥 판막하 비정상 조직(tissue tag, membrane, endocardial cushion, accessory chordae 등) 5명, 이엽성 폐동맥판막 4명(협착이 동반된 경우 1명), 양대혈관우심실기시 2명(Taussig-Bing anomaly), 대동맥축착 2명, B형 대동맥궁단절 1명, 중복대동맥궁 1명, 식도후방에 위치하는 대동맥궁 1명, 대동맥궁 형성부전 1명 등이 있었다. 수술소견상 관상동맥 분포 소견은 1AD, Cx; 2R 38명, 1AD; 2R, Cx 9명, 2AD, Cx, R (Single coronary artery) 4명, 1AD, R; 2Cx 2명, 1R; 2AD, Cx 1명이었으며, 이 중 intramural 혹은 high take-off type이 3명이었다. S group의 체외순환시간은 중앙

값 175 (범위 123~267)분, 대동맥차단시간은 104 (범위 53~159)분 이었으며, C group에선 각각 213 (범위 150~485)분, 139 (범위 84~248)분이었다. 수술후 조기 사망은 2예(3.7%: 관상동맥혈류부전에 의한 심근부전 1예, 치료에 반응하지 않은 극심한 수술 후 폐동맥고혈압 1예)였으며 최근 6년간에는 사망예가 없었다. 3명의 환아를 제외한 모든 환아에서 추적 관찰이 가능하였으며, 추적관찰 기간의 중앙값은 26개월(1~107개월)이었다. 추적관찰 기간 중 사망한 환아는 없었으며, 양대혈관우심실기시와 대동맥궁단절이 동반되었던 1명에서 작은 폐동맥판륜과 주폐동맥으로 인한 우심실유출로협착 때문에 추가의 우심실유출로 확장술이 필요하였다. 말초폐동맥분지와 주폐동맥 사이의 압력차로 풍선확장술을 시행한 예가 3명이었다. 술 후 최근 심장초음파 소견상 전례에서 대동맥판막폐쇄부전이 경도 이하였으며(경도 9명), 대동맥판막협착은 1명에서 경도를 보이고 나머지에서는 관찰되지 않았다. 폐동맥판막 폐쇄부전은 앞에 소개한 단일침을 이용하여 우심실유출로확장술을 받았던 환아 1명에서 중등도를 보였고 나머지에서는 경도 이하였다(경도 14명). 5명의 환아에서 경도의 폐동맥판막협착은 소견을 보였다. 20명에서 경도의 말초폐동맥 협착 소견을 보였으며, 1명에서는 중등도를 보였다. 대혈관전위증 환아에서 대동맥전환술은 비교적 안전하게 시행할 수 있으며, 추적 관찰 시에도 특별한 합병증 없이 양호한 상태를 유지하고 있다. 추적관찰 시 유의점으로 판단되는 것은 말초 폐동맥 분지의 협착의 진행 정도 판단이며, 풍선확장술이 좋은 해결책이 될 수 있다. 아울러 수술시 말초 폐동맥분지 협착을 예방할 수 있는 기법에 대한 고안이 필요하겠다.

## 참 고 문 헌

1. Asou T, Karl TR, Pawade A, Mee RBB. *Arterial switch: Translocation of the intramural coronary artery*. Ann Thorac Surg 1994;57:461-5.
2. Bove EL. *Current technique of the arterial switch procedure for transposition of the great arteries*. J Cardiac Surg 1989;3:193-9.
3. Brawn WJ, Mee RBB. *Early results for anatomic correction of transposition of the great arteries and for double-outlet right ventricle with subpulmonary ventricular septal defect*. J Thorac Cardiovasc Surg 1988;95:230-8.
4. Cacour-Gayet F, Piot D, Zohghi J, et al. *Surgical management and indication of left ventricular retraining in arterial switch for transposition of the great arteries with intact ventricular septum*. Eur J Cardio-thorac surg 2001;20:824-9.
5. Carrel T, Mattila I, Pfammatter JP, Leijala M. *Direct reconstruction of the pulmonary artery during the arterial switch operation: An interesting surgical option with excellent hemodynamic results*. Ann Thorac Surg 1998;65:1115-9.

6. Castaneda AR, Norwood WI, Jonas RA, et al. *Transposition of the great arteries and intact ventricular septum: anatomical repair in the neonate.* Ann Thorac Surg 1984;38 :438-43.
7. Chiu IS, Wu SJ, Chen MR. et al. *Modified arterial switch operation by spiral reconstruction of the great arteries in trasposition.* Ann Thorac Surg 2000;69:1877-92.
8. Davis AM, Wilkinson JL, Karl TR, Mee RBB. *Transposition of the great arteries with intact ventricular septum.* J Thorac Cardiovasc Surg 1993;106:111-5.
9. Day RW, Kaks H, Drinkwater DC. *The influence of coronary anatomy on the arterial switch operation in neonates.* J Thorac Cardiovasc Surg 1992;104:706-12.
10. Dibardino DJ, Allison AE, Vaughn WK, et al. *Current expectations for newborns undergoing the arterial switch operation.* Ann Surg 2004;239:588-98.
11. Foran JP, Sullivan ID, Elliott MJ, de Leval MR. *Primary arterial switch operation for TGA IVS in infants older than 21 days.* J Am Coll Cardiol 1998;31:883-9.
12. Gittenberger-de Groot AC, Sauer U, Oppenheimer-Dekker A, Quaegerbuer J. *Coronary arterial antomy in trasposition of the great arteries: a morphologic study.* Pediatr Cardiol 1983;4(suppl 1):15-24.
13. Ilbawi MN, Idriss FS, DeLeon SY, et al. *Preparation of the left ventricle for anatomical correction in patients with simple TGA.* J Thorac Cardiovasc Surg 1987;94:87-94
14. Idriss FS, Ilbawi MN, DeLeon SY, et al. *Transposition of the great arteries with intact ventricular septum: Arterial switch in the first months of life.* J Thorac Cardiovasc Surg 1988;95:255-62.
15. Jatene AD, Fontes VR, Paulista PP, et al. *Anatomic correction of transposition of the great vessels.* J Thorac Cardiovasc Surg 1976;72:364-70.
16. Jonas RA, Giglia TM, Sanders SP, et al. *Rapid, two-stage arterial switch for transposition of the great arteries and intact ventricular septum beyond the neonatqal period.* Circulation 1989;80(suppl I):I 203-8.
17. Karl TR, Cochrane A, Brizard C. *Arterial switch operation. Surgical solution to complex problems.* Tex Heart Inst J 1997;24:322-33.
18. Kirklin JW, Blackstone EH, Tchervenkov CI, Castaneda AR. *Clinical outcomes after the arterial switch operation for transposition: patient, support, procedural, and institutional risk factors.* Circulation 1992;86:1501-15.
19. Mavroudis C. *Anatomical repair of transposition of the great arteries with intact ventricular septum in the neonate: Guidelines to avoid complications.* Ann Thorac Surg 1987; 43:495-501
20. Mayer JE Jr, Sanders SP, Jonas RA, Castaneda AR, Wernovsky G. *Coronary artery pattern and outcome of arterial switch operation for transposition of the great arteries.* Circulation 1990;82(suppl IV):IV-139-45.
21. Moat NE, Pawade A, Lamb RK. *Complex coronary arterial anatomy in transposition of the great arteries.* J Thorac Cardiovasc Surg 1992;103:872-6.
22. Murphy KS, Cherian KM. *A new technique of arterial switch operation with insitu coronary reallocation for transposition of great arteries.* J Throac Cardiovasc Surg 1996; 112:27-32.
23. Murthy KS, Coelho R, Kulkarni, et al. *Arterial switch operation with in situ coronary allocation*

- for transposition of great arteries with single coronary artery.* Eur J Cardio-thorac Surg 2004;25:246-9.
24. Naughton P, Mossad E. *Retracting the LV after ASO: emerging uses for the left ventricle assist in pediatric cardiac surgery.* J Cardiothorac Vasc Anesth 2000;14:454-6.
25. Pacifico AD, Stewart RW, Barger LM. *Repair of transposition of the great arteries with ventricular septal defect by an arterial switch operation.* Circulation 1983;68:49-55.
26. Parry AJ, Thurm M, Hanley FL. *The use of pericardial hoods for maintaining exact coronary artery geometry in the arterial switch operation with complex coronary anatomy.* Eur J Cardio-thorac Surg 1999;15:159-65.
27. Planche C, Bruniaux J, Facour-Gayet F, et al. *Switch operation for transposition of the great arteries in neonates.* J Thorac Cardiovasc Surg 1988;96:354-63.
28. Serraf A, Lacour-Gayet F, Bruniaux J, et al. *Anatomic correction of transposition of the great arteries in neonate.* J Am Coll Cardiol 1993;22:193-200.
29. Serraf A, Roux D, Lacour-Gayet F. et al. *Reoperation after the arterial switch operation for transposition of great arteries.* J Thorac Cardiovasc Surg 1995;110:892-9.
30. Sim EKW, van Son JAM, Julsrud PR, Puga FJ. *Aortic intramural course of the left coronary artery in dextro-transposition of the great arteries.* Ann Thorac Surg 1994;57: 458-60.
31. Takeuchi S, Katogi T. *New technique for the arterial switch operation in difficult situations.* Ann Thorac Surg 1990;50:1000-1.
32. Tamisier D, Quaknine R, Pouard P, et al. *Neonatal arterial switch operation: coronary artery patterns and coronary events.* Eur J Cardiothorac Surg 1997;11:810-7.
33. Tchervenkov CI, Tahta SA, Cecere R, Beland MJ. *Single-stage arterial switch with aortic arch enlargement for transposition complex with aortic arch obstruction.* Ann Thorac Surg 1997;64:1776-81.
34. Vouhe PR, Quaknine HR, Albanese SB, et al. *Arterial switch operation: a new technique of coronary transfer.* Eur J Cardio-thorac Surg 1994;8:74-8.
35. Wernovsky G, Giglia TM, Jonas RA, et al. *Cause in the intensive care unit after preparatory pulmonary artery banding and aortopulmonary shunt placement for transposition of the great arteries with low left ventricular pressure.* Circulation 1992;86(suppl II):II133-9.
36. Yacoub MH, Radley-Smith R. *Anatomy of the coronary arteries in transposition of the great arteries and methods for their transfer in anatomical correction.* Thorax 1978; 33:418-24.
37. Yamagishi M, Shunton K, Fjiwara K, et al. *Bay window technique for the arterial switch operation of the transposition of great arteries with complex coronary arteries.* Ann Thorac Surg 2003;75:1769-74.