

심방 이성체 환자의 간정맥 환류에 대한 자기공명영상 소견

홍용국*, 박영환**, 최규옥*, 설준희***, 이승규***, 조범구**

=Abstract=

Hepatic Venous Return in Atrial Isomerism Evaluated by MR

Yong Kook Hong, M.D*, Young Hwan Park, M.D**, Kyu Ok Choe, M.D*,
Jun Hee Sul, M.D***, Sung Kyu Lee, M.D*** Bum Koo Cho, M.D**

We performed this study to evaluate hepatic venous drainage in atrial isomerism by MR and the clinical significance of anomalous hepatic venous return in total cavopulmonary shunt operation.

Numbers and locations of hepatic veins in twenty-two patients with isomerism(thirteen with right isomerism and nine with left isomerism) were evaluated by MR. Operative procedure of hepatic veins and postoperative arterial oxygen saturation were compared with hepatic vein connection in six patients after total cavopulmonary shunt operation.

Among nine patients with left isomerism, hepatic venous return was totally anomalous via a single opening in eight, and via two separate openings in one. Among thirteen patients with right isomerism, partial anomalous hepatic venous connection directly to the atrium was seen in four. One showed total anomalous hepatic venous connection to atrium through one opening. Total cavopulmonary shunt operation was performed in 6 patients. Hepatic veins were connected to pulmonary arteries in four patients who had one atrial opening of hepatic vein and/or IVC, or two ipsilateral atrial opening of hepatic veins and IVC.

In conclusion, hepatic vein drainage to atrium is variable in atrial isomerism. MR is useful for evaluation of hepatic vein drainage in atrial isomerism and surgical planning.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1997;30:493-500)

- Kew word:**
1. Heart defect, congenital
 2. Magnetic resonance imaging
 3. Systemic vein
 4. Systemic-pulmonary arterial anastomosis

* 연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

* Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University, College of Medicine

** 심장혈관 센터 심장혈관외과

** Department Cardiovascular Surgery, Yonsei Cardiovascular Center, Yonsei University College of Medicine

*** 심장혈관 센터 소아심장과

*** Pediatric Cardiology of Cardiovascular Center, Yonsei University, College of medicine

논문접수일: 96년 11월 6일 심사통과일: 97년 2월 11일

책임저자: 최규옥, (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134, 연세대학교, 진단방사선과학교실, Tel. (02) 361-5834, Fax. (02) 393-3035

서 론

심방 이성체(atrial isomerism)는 정상적으로 형태가 다른 좌우측 심방이 형태학적으로 비슷한 경우를 말한다. 심방 이성체 환자에서는 체정맥 환류의 기형적 연결이 자주 동반된다. 상대 정맥 및 하대 정맥 환류의 기형뿐만 아니라 간정맥 환류의 기형도 자주 동반된다¹⁻³⁾. 그러나 간정맥 환류는 혈관촬영으로도 알기 어려우며, 자세한 경로에 대한 보고가 적다. 특히 수술 전 진단으로는 초음파를 이용한 소수의 보고가 있을 뿐이다³⁾. 심방 이성체 환자에서 전대정맥 폐단락(total cavopulmonary shunt) 수술을 시행한 경우 하대 정맥으로 배출되지 않고 직접 심방으로 배출된 간정맥혈은 폐순환을 거치지 않고 직접 체순환으로 배출되기 때문에 체동맥(systemic artery)의 산소 포화도에 영향을 줄 수 있다⁴⁾.

저자들은 심방이성체를 가진 복합 심장기형 환자에서 자기공명영상(MR)을 시행하여 간정맥 환류를 조사하고 수술 전 간정맥 환류의 조사가 전대정맥폐단락 수술시 어떤 도움을 줄 수 있는지 알아보았다.

대상 및 방법

복합 심장 기형의 평가를 위해 MR을 시행한 환자 중 심방 이성체를 가진 22명을 대상으로 하였다. 심장 위치는 폐동맥과 관련한 기관지 위치를 기준으로 하여 주기판지가 폐동맥의 위쪽에 위치할 때를 우측, 아래쪽에 위치할 때를 좌측으로 하였다. 위의 방법으로 분류할 때 좌이성체가 9명이었고 우이성체가 13명이었다. 남자가 12명이었고 여자가 10명이었다. 환자의 연령은 2개월에서 13세였으며 평균 3세였다. 1.5T MR(GE, Signa, Milwaukee, WI)을 이용하여 ECG gated multislice spin echo 방법으로 심장과 간을 포함하여 T1 강조축상, 관상, 시상면의 영상을 얻었다. TR은 심박동에 따라 1 R-R 또는 2 R-R 간격으로, TE는 5~10 msec로 시행하였다. chloral hydrate 75~100 mg/kg를 경구 투여하여 진정시킨 후 MR을 시행하였다. MR영상을 통하여 간정맥과 하대 정맥의 관계 조사하고, 간정맥이 심방으로 환류되는 개구의 수를 조사하였다. 간정맥이 2개 이상의 개구를 통하여 심방으로 환류될 경우, 이들 개구가 같은 쪽 심방에 위치하는지 또는 각각 다른 쪽 심방에 위치하는지를 조사하였다.

전대정맥폐단락 수술을 시행한 6예의 이성체 환자를 대상으로 하여 간정맥 환류의 MR소견과 수술 소견을 비교하였다. 간정맥이 심방으로 연결되는 개구의 수와 위치가 간정맥의 폐동맥과 단락 여부에 어떤 영향을 주는지 조사하였다. 수술을 시행한 6명의 환자 중 1주후 대기 흡입하에서 체동맥의 산소 포화도를 측정할 수 있었던 4명의 환자에서

수술시 심방내 터널(intraatrial tunnel)을 통한 간정맥의 폐순환 유무에 따라 산소 포화도를 분석하였다.

결 과

22명의 모든 환자에서 MR영상을 통하여 간정맥의 배출 경로를 확인할 수 있었다. 대정맥폐단락을 시행한 6예와 Fontan 수술을 시행한 1예의 환자에서 수술시 자기공명영상과 동일한 간 정맥 개구의 수와 위치를 확인할 수 있었다. MR을 통하여 9명의 모든 좌이성체 환자에서 하대정맥 단절을 볼 수 있었다. 이중 7예에서는 하대정맥이 좌측 반기정맥을 통하여 좌측 상대정맥으로 연결되었고, 2예에서는 기정맥을 통하여 우측 상대정맥으로 연결되었다. 이 경우 간정맥은 하대정맥으로 배출되지 않고 심방으로 직접 연결되었다(Fig. 1a). 8예에서는 간정맥이 모여 하나의 개구(opening)를 통하여 좌측(n=2)이나 우측(n=4)심방, 또는 공통 심방의 중앙(n=2)으로 환류되었다. 나머지 1예에서는 좌측의 간정맥들은 공통 심방의 좌측으로, 우측의 간정맥들은 공통 심방의 우측으로 나누어져 심방으로 환류 되었다(Fig. 2).

13명의 모든 우이성체에서는 하대 정맥이 단절 없이 좌측 심방(n=10), 우측 심방(n=2), 또는 공통 심방의 중앙(n=1)으로 연결되었다. 13예중 8예에서 간정맥의 전부가 하대 정맥으로 배출되고 하대정맥이 심방으로 연결되는 형태를 취하였다. 나머지 5예중 1예에서는 하대정맥이 좌측 심방으로 연결되고, 모든 간 정맥은 하나의 개구를 통하여 하대 정맥과는 분리되어 좌측 심방으로 연결되었다. 나머지 5예중 4예의 환자에서는 일부의 간 정맥은 하대 정맥과 연결되어 심방으로 들어갔고 일부의 간 정맥은 하대 정맥과 연결되지 않고 직접 심방으로 들어갔다(Fig. 1b). 이 중 2예에서는 두 개의 개구가 같은 쪽 심방에 위치하였고, 1예에서는 다른 쪽 심방에 각각 위치하였다(Fig. 3). 나머지 1예에서는 하대 정맥은 공통심방의 중앙으로 연결되고 일부의 간정맥은 우측 심방으로 직접 연결되었다(Fig. 4).

22명의 환자 중 6명에서 전대정맥폐단락술을 시행하였다(Table 1). 이들 모든 환자에서 수술시 심방내 하대정맥과 간정맥의 개구가 MR영상과 일치함을 확인할 수 있었다. 3예에서는 심방과 연결되는 간정맥 또는 하대정맥의 출구가 하나였다. 3예중 1예는 좌이성체로 하대정맥단절이 있었고 간정맥이 하나의 개구를 통하여 심방으로 배출되었다. 3예중 2예는 우이성체로써 간정맥이 하대정맥을 통하여 심방으로 배출 되었다. 개구가 하나인 3명의 환자에서는 간정맥 또는 하대정맥을 심방내 터널 형성에 의해 폐동맥에 연결하여 간정맥에서 환류되는 혈액이 폐순환을 거치도록 수술을 하였다. 나머지 3예의 환자에서는 심방으로 환류되는 간정맥 또

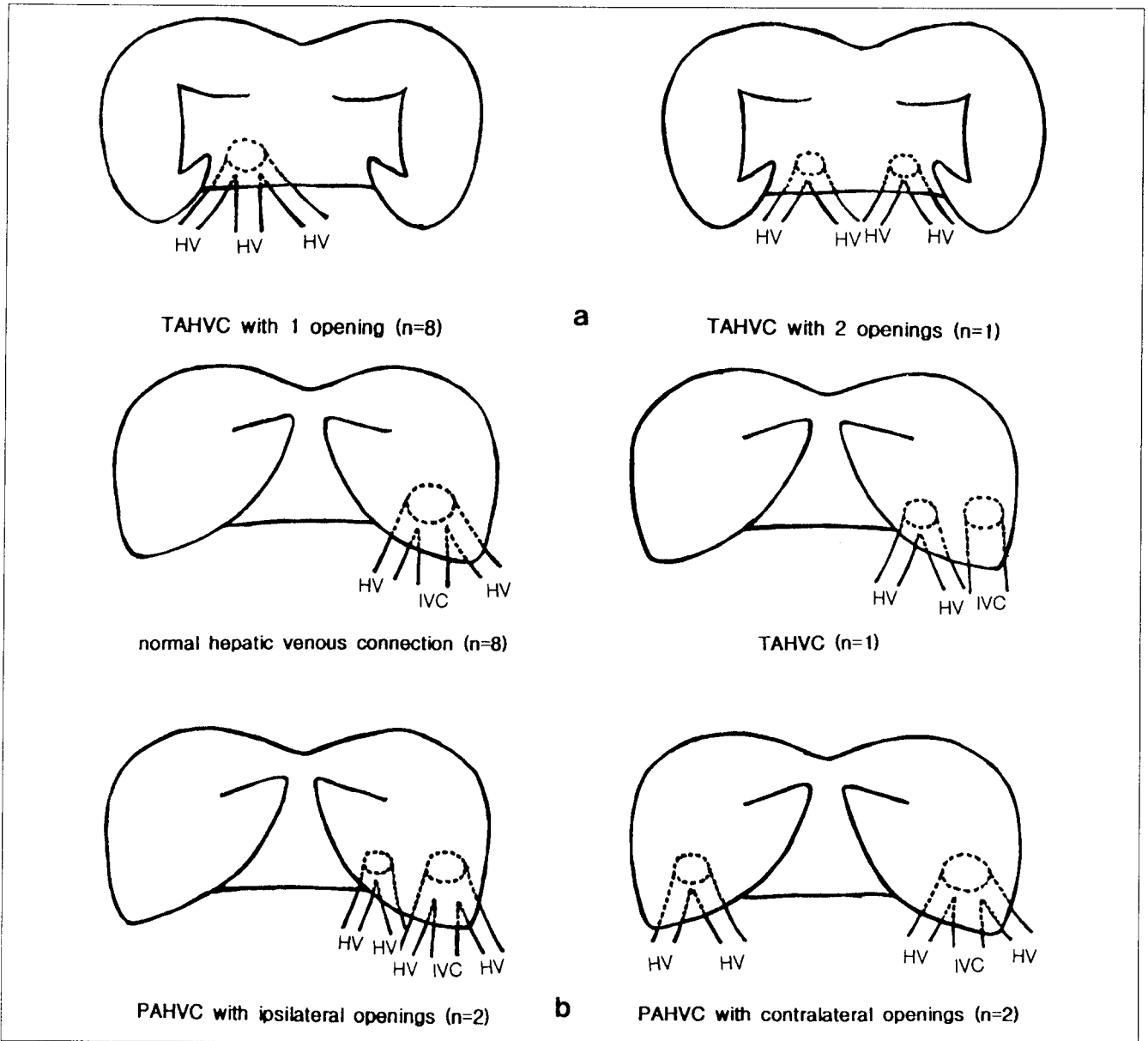


Fig. 1. Schematic drawings of hepatic venous connection in left(a) and right(b) isomerism.

TAHVC(total anomalous hepatic venous connection):hepatic venous connection such that all the hepatic veins connect directly to the heart via one or more hepatic veins

PAHVC(partial anomalous hepatic venous connection):hepatic venous connection such that some but not all of the hepatic veins connect directly to the heart

HV:hepatic vein, IVC:inferior vena cava

는 하대정맥의 개구가 두개였다. 개구가 두개인 3예중 1예는 좌이성체로 하대정맥단절이 있고 간정맥이 공통심방의 양쪽에 각각 있는 두개의 개구를 통하여 배출되었다(Fig. 2). 이 환자에서는 양측 상대정맥만 폐동맥과 연결하여 수술 후 간정맥에서 환류되는 혈액이 수술 후 폐정맥을 거치지 않게 되었다. 3예중 2예는 우이성체로 일부의 간정맥은 하대정맥

을 통하여 심방으로 배출되었고 일부의 간정맥은 직접 심방으로 배출되었다. 이 중 1예는 두개의 개구 사이가 가까워(Fig. 4) 수술시 두개의 개구를 함께 심방내 터널 형성에 의해 폐동맥과 연결하였다. 1예에서는 약 30%의 간의 혈액배출을 담당하는 우측 간정맥은 하대정맥으로 연결되고 나머지 간정맥이 모여 좌측 심방으로 배출되었는데, 두개의 개

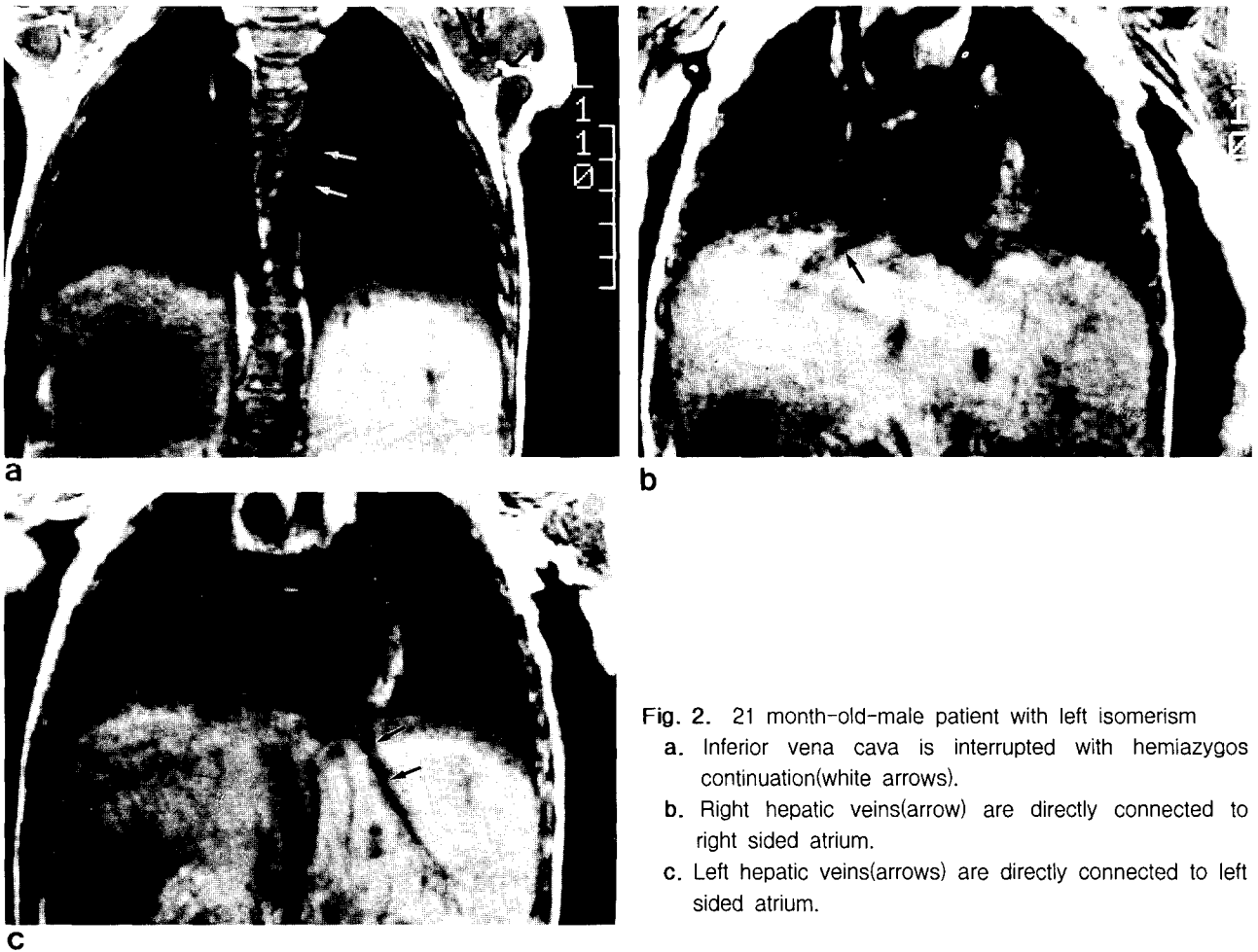


Fig. 2. 21 month-old-male patient with left isomerism
 a. Inferior vena cava is interrupted with hemiazygos continuation(white arrows).
 b. Right hepatic veins(arrow) are directly connected to right sided atrium.
 c. Left hepatic veins(arrows) are directly connected to left sided atrium.

구가 서로 반대측에 있어서 하대정맥만을 심방내 터널 형성에 의해 연결함으로써 수술 후 약 70%의 간정맥은 폐순환을 거치지 못하게 되었다. 수술 후 간정맥에서 환류되는 모든 혈액이 폐순환을 거치지 않은 1예에서 수술 1주 후 대기 흡입하에서 측정된 산소포화도는 90%였고, 일부 간정맥혈(70%)이 폐순환을 거치지 않게 된 1예에서는 88.6%였다. 수술 후 간정맥에서 환류된 혈액이 모두 폐순환을 하게 된 4예 중 2예는 수술 후 합병증으로 1주내에 사망하였으며 나머지 2예에서의 수술 1주후 대기흡입하에서의 산소 포화도는 각각 91%와 92%였다.

고 찰

심방 이성체 환자에서는 체정맥 환류의 기형이 동반되는 경우가 흔하다. 상대 정맥과 하대정맥의 기형 뿐만 아니라 간정맥 환류의 기형도 자주 동반 된다¹⁻³⁾. 그러나 선천성 심장기형에서 간정맥 연결에 대한 연구는 적다. Macartney 등은 부검 결과를 통하여 간정맥이 심방 중격에 걸치는 경

우가 있고, 양측 심방 또는 공통 심방의 양측으로 분리되어 환류되는 기형들을 보고하였다¹⁾. Kirklín 등의 보고에 의하면 하대정맥 단절이 있는 경우, 모든 환자에서 간정맥이 심방으로 직접 환류할 뿐만 아니라 하대정맥이 심방의 아래로 연결될 때도 간정맥이 심방과 직접 연결될 수 있다고 보고하였다²⁾. Huhta 등은 심초음파 검사를 통하여 간정맥환류 이상을 조사하였다³⁾. 이들의 보고에 의하면 7명의 우이성체 환자 중 1예에서 간정맥의 일부가 하대정맥과 분리되어 심방과 직접 연결되었다. 23명의 모든 좌이성체 환자에서 간정맥 전부가 하대정맥과 연결되지 않고 심방과 직접 연결되었다. 특히 이 중 6예에서는 2개의 개구를 통하여 심방과 연결되었다. 저자들의 연구에서도 간정맥의 환류 형태는 매우 다양하였다. 하대정맥 단절이 있는 좌이성체의 경우 모든 간정맥이 심방과 직접 연결되었으나 심방으로 환류되는 개구가 하나 뿐만 아니라 두개인 경우가 있었다. 하대정맥 단절이 없었던 우이성체의 경우는 간정맥환류 이상이 39%에서 나타났으며 일부의 간정맥 또는 전부의 간정맥이 심방과 직접 연결되었다. 이 경우 심방저(atrinal bottom)로 환류되는



Fig. 3. 10 month-old female patient with right isomerism
Inferior vena cava(large arrow) is connected to left sided atrium. Left hepatic veins(small arrow) drains into inferior vena cava, but right hepatic veins(arrow head) are directly connected to right sided atrium.



Fig. 4. 3-month-old-male patient with right isomerism
a. Inferior vena cava(large arrow) is connected to mid-portion of common atrium. Left hepatic veins(small arrow) drain into IVC.
b. Right hepatic veins are directly connected to right side of common atrium.

체정맥의 개구 수가 2개 이상이 되기 때문에 수술 전 정확한 수 및 위치를 파악하는 것이 필요하다.

심방이성체 환자에서 간정맥 환류의 중요성은 첫째, 전대정맥폐단락 수술을 시행하는 환자의 수술적 방법에 도움을 줄 수 있는 것이다. 이성체를 갖는 복합 심장기형 환자에서 단일 심방(single ventricle), 폐동맥 기형등의 동반된 기형으로 인하여 수술적 치료 방법으로 전대정맥폐단락 수술이 많이 이용된다. 전대정맥폐단락 수술은 교정할 수 없는 심장기형이 있는 환자에서 대정맥을 폐동맥과 연결시키고 폐동맥간을 결찰하는 우심장 우회술(right heart bypass operation)

이다⁴⁾. 이때 하대 정맥단절이 있는 경우, 심방과 직접 연결되는 간정맥을 통한 혈류는 폐순환을 하지 않고 폐정맥혈과 혼합되어 체순환을 함으로써 체순환 혈액의 산소 불포화를 유발할 수 있다⁴⁾. 하대정맥단락이 없고 하대정맥을 심방내 터널형성에 의해 상대 정맥에 연결시켜 주어도 하대정맥과 연결 없이 직접 심방과 연결되는 일부 또는 전부의 간정맥혈은 폐순환을 거치지 않고 체순환을 하게 된다⁵⁻⁷⁾. 수술 전에 하대정맥과 간정맥이 심방으로 연결되는 개구의 수와 위치를 파악하는 것이 수술 방법을 결정하는데 유용하였다. 본 연구 대상중 전대정맥폐단락 수술을 시행한 6예 중 심방

Table 1. Patients Performed Total Cavopulmonary Shunt Operation and Their Postoperative Systemic Arterial oxygen Saturation

Patient	Type of isomerism	HV drainage	Numbers and relationship of atrial opening of HV & IVC	Total cavopulmonary shunt	Systemic 1 week	O ₂ saturation 1 year
1	Left	TAHVC	1	Intraatrial tunneling of HV	91%	-
2	Left	TAHVC	2, Contralateral	Without intraatrial tunneling	90%	89%
3	Right	Normal	1	Intraatrial tunneling of IVC	-	-
4	Right	Normal	1	Intraatrial tunneling of IVC	92%	-
5	Right	PAHVC	2, Ipsilateral	Intraatrial tunneling of HV & IVC	-	-
6	Right	PAHVC	2, Contralateral	Intraatrial tunneling of IVC	89%	86%

* Note HV : hepatic vein, IVC : inferior vena cava,
TAHVC : Total anomalous hepatic vein connection
-hepatic venous connection such that all the hepatic veins connect directly to the atrium
PAHVC : Partial anomalous hepatic vein connection
-hepatic vein connection such that some but not all of hepatic veins connect directly to the atrium

으로 연결되는 하대정맥 또는 간정맥의 개구가 하나인 3예와 개구가 2개지만 같은 쪽에 위치한 1예는 심방내 터널에 의해 모든 간정맥에서 환류되는 혈액이 폐순환을 할 수 있게 수술을 할 수 있었다. 그러나 하대정맥과 반대쪽 심방으로 연결되는 간정맥이나, 하대정맥은 단절되고 양쪽 심방으로 나누어 환류하는 간정맥은 폐동맥과 연결시킬 수 없어 폐순환을 할 수 없게 되었다.

간은 심박출량의 29%의 혈액을 간문맥과 간동맥을 통하여 공급받고 간정맥을 통하여 배출한다⁸⁾. 따라서 비교적 많은 양의 혈액이 간정맥을 통하여 환류된다. 전대정맥폐단락술을 시행할 때 가능하면 간정맥을 상대정맥과 연결시켜 주는 것이 수술 후 체동맥혈의 산소 포화도를 높일 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구 대상에서 전대정맥폐단락 수술을 시행한 환자 중, 간정맥혈이 모두 폐순환을 하지 않는 1예, 일부만 폐순환을 하게된 1예, 그리고 모든 간정맥혈이 폐순환을 하게된 2예의 수술 1주후 체동맥 산소 포화도는 각각 90%, 88.6%, 91.5%로 의미있는 차이는 없었다. 그러나 수술 후 체동맥의 산소 포화도는 폐동맥과 체동맥의 혈류비 뿐만 아니라 환자의 심폐기능의 영향을 받는다. 특히 수술전 폐혈류가 증가되었던 경우, 폐모세혈관의 근육화에 의하여 수술 후 폐동맥 고혈압이 올 수 있고 체동맥의 포화도를 낮출 수 있다⁹⁾. 수술전 폐혈류량에 의한 폐동맥의 크기, 수술 시기도 수술후 산소 포화도에 영향을 줄 수 있다¹⁰⁾. 본 연구는 적은 수의 환자를 대상으로 더구나 수술전 혈액학 소견이 다양하고 수술 1 주후 얻은 체동맥 산소 포화도를 분석하였기 때문에 전대정맥폐단락 수술 후 폐순환을 하는 간정맥혈의 양과 수술후 산소 포화도의 관계를 입증하기는 어렵다. 따라서 더 많은 예와 수술후 1년 경과후의 산소포화도 조사가 필요하다고 생각한다.

심방이성체 환자에서 간정맥환류의 그 밖의 중요성은 외과 의사에게 삽관(cannulation) 방법을 결정하는데 도움을 준다. 간정맥이 하나의 개구로 심방과 연결되면 단일 삽관(single short tip cannulation)을 사용하고 두개의 개구로 심방과 연결되면 각각 삽관하여야 한다. 심장내 교정수술(intracardiac repair)시 모든 간정맥의 위치를 정확히 알아야 모든 간정맥을 체정맥심방(systemic venous atrium)으로 환류시킬 수 있는지 예상할 수 있기 때문에 수술전에 간정맥 개구의 수와 위치를 아는 것이 수술 방법을 결정하는데 필수적이다.

선천성 심장기형에서 간정맥의 심방환류를 조사하는 MR의 유용성에 대한 보고는 저자의 조사로는 아직까지 없었다. Huhta³⁾ 등은 심초음파로 간정맥 환류를 보고하였다. 본 연구에서도 심초음파와 MR의 비교는 이루어지지 않아 MR이 심초음파와 비교하여 어떠한 장단점을 가지는지를 정확히 말할 수는 없다. 그러나 수술을 시행한 모든 환자에서 수술시 MR과 동일한 간정맥의 개구 수와 개구의 위치, 개구 사이의 간격을 확인하였다. 특히 간정맥이 2개의 개구를 통하여 심방으로 환류되는 경우 두개의 개구가 같은 쪽 심방으로 연결되는지 다른 쪽 심방으로 연결 되는지 알아보기 쉬웠고, 이들 개구 사이의 간격을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 2개의 개구를 가지는 경우 각각의 개구로 배출되는 주 간정맥의 수를 확인할 수 있었다. 따라서 이들 개구를 통하여 배출되는 간의 부피를 간접적으로 알 수 있어 각각의 개구를 통해 배출되는 간정맥 혈류의 양을 반정량적으로 예측할 수 있었다.

결 론

심방이성체에서는 하대정맥단절이 있는 경우 뿐만 아니

라 하대정맥 단절이 없는 경우에도 간정맥환류이상이 동반될 수 있고, 간정맥은 하나 또는 두개의 개구를 통하여 심방으로 환류될 수 있다. 간정맥환류 경로, 심방과 연결되는 개구의 수와 위치를 수술 전에 파악하는 것이 전대정맥폐단락 수술의 계획을 세우는데 유용하다. MR은 간정맥환류를 보는데 정확한 영상진단 방법으로 생각된다. 복합심장기형이 동반되어 MR을 시행하는 환자에서 간정맥환류에 대한 주의 깊은 쓰사가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Macartney FJ, Zuberbuhler JR, Anderson RH. *Morphological considerations pertaining to recognition of atrial isomerism. Consequences for sequential chamber localization.* Br Heart J 1980;44:657-67
2. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. *Cardiac surgery.* New York: A Wiley Medical Publication. 1986, p1333-1344.
3. Huhta JC, Smallhorn JF, Macartney FJ, Anderson RH, Leval MC. *Cross sectional echocardiographic diagnosis of systemic venous return.* Br Heart J 1982;48:388-403
4. Kawashima Y, Kitamura S, Mutsuda H, Shimazaki Y, Nakano S, Hirose H. *Total cavopulmonary shunt operation in complex cardiac anomalies. A new operation.* J Thorac Cardiovasc Surg 1984;87:74-81
5. de Level M, Kilner P, Gewelling M, Bull C. *Total cavopulmonary connection: A logical alternative to atrio-pulmonary connection for complex Fontan operation.* J Thorac Cardiovasc Surg 1988;96:682-95
6. Chu SH, Leu MR, Chuang CD, Wang JK. *Total cavopulmonary connection: A modified technique without prosthetic material.* J Cardiac Surg 1991;6:294-8
7. Stark J, Kostelka M. *The use of the right atrial flap in total cavopulmonary connection.* J Cardiac Surgery 1991; 6:362-366
8. Sumner E, Stark J. *Postoperative care.* In: Starh J, de Leval M. *Surgery for congenital heart defects.* 2nd Ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1994;p205
9. de Leval M. *Right heart bypass operation.* In: Stark J, de Leval M. *Surgery for congenital heart defects.* 2nd Ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1994;566-7
10. Guyton AC. *The liver as a organ.* In: *Textbook of medical physiology.* 8th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1991;771-6

=국문초록=

심방 이성체를 가지는 복합 심장 기형 환자에서 MR 시행시 간정맥 환류의 형태를 분석하고 전대정맥폐단락술시 어떠한 도움을 줄 수 있는지를 평가하여 MR의 임상적 유용성을 알아보고자 하였다.

22명의 이성체(좌이성체 9명, 우이성체 13명)를 가진 복합 심장 기형 환자를 대상으로 MR을 시행하여 간정맥이 심방으로 환류되는 개구(opening)의 수와 위치, 하대정맥과의 연결 등을 조사하였다. 전대정맥폐단락(total cavopulmonary shunt)을 시행한 6명의 환자에서 간정맥환류에 대한 수술 방법과 수술 후 체동맥 산소 분압을 비교하였다.

9명의 모든 좌이성체 환자에서 하대정맥 단절이 있었고 간정맥은 심방으로 직접 연결되었다. 이 중 1예에서 간정맥이 두개의 개구를 통하여 양측 심방으로 각각 환류되었다. 13명의 우이성체 환자중 1예에서는 모든 간정맥은 하나의 개구를 통하여 하대정맥과는 분리되어 심방으로 연결되었다. 4예에서는 일부의 간정맥은 하대정맥과 연결되어 심방으로 들어갔고 일부의 간정맥은 직접 심방으로 연결되었다. 전대정맥폐단락 수술을 시행한 6예 중 심방으로 연결되는 하대정맥 또는 간정맥의 개구가 하나인 경우나 2개지만 같은 쪽 심방에 위치한 4예는 심방내 터널 형성에 의해 모든 간정맥에서 환류되는 혈액이 폐순환을 할 수 있게 수술하였고, 수술 1주후 체동맥 산소 포화도는 평균 91.5%였다. 간정맥 또는 하대정맥의 개구가 2개이며 심방의 양측으로 각각 연결된 2예중 1예에서는 간정맥의 일부만 폐순환을 할 수 있게 수술하였고 1예는 수술후 모든 간정맥혈이 폐순환을 거치지 않게 되었다. 이들의 수술 1주후 체동맥 산소 포화도는 각각 88.6%와 90%였다.

심방 이성체 환자에서 다양한 간정맥 환류 기형이 자주 동반되며 간정맥 환류 이상을 수술 전에 발견하는 것이 전대정맥폐단락 수술시 간정맥의 폐순환 여부를 결정하는데 도움을 준다. MR은 복합 심장 기형을 가진 이성체 환자에서 간정맥 환류를 조사하는데 유용하다.