

우리나라 소아 및 분할 간이식의 현황과 문제점

서울대학교 의과대학 외과학교실

최영록 · 이광웅 · 홍 근 · 김혜영 · 박민수 · 서석원 · 유태석 · 이해원 · 이남준 · 서경석

Status and Current Problems in the Allocation System for Pediatric Liver Transplantation in Korea

Youngrok Choi, M.D., Kwang-Woong Lee, M.D., Geun Hong, M.D., Hyeyoung Kim, M.D., Min-Su Park, M.D., Sukwon Suh, M.D., Tae Yoo, M.D., Hae Won Lee, M.D., Nam-Joon Yi, M.D. and Kyung-Suk Suh, M.D.

Department of Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The aim of this study was to investigate the current status and identify any existing problems in the allocation system of liver transplantation (LT) for children in Korea.

Methods: The information for the period between January 2006 and March 2012 contained in the Korean Network for Organ Sharing (KONOS) database, and the 2008 and 2010 annual reports from KONOS were analyzed. Detailed information about split LT (SLT) was analyzed using the SLT database which contains data collected since 2010.

Results: Of 4,462 cases of LT between January 2006 and December 2010, 243 were pediatric cases (5.4%). Of these pediatric cases, 195 (80.2%) were living donor LT. Of the liver grafts from deceased pediatric donors, 68% were donated to adults and 3.9% were shared with children. Of the 104 splittable donors from January 2010 to March 2012, a split was performed only in 4.6% of cases. The main reason for the low split rate was few pediatric candidate(s) in the waiting list due to strict Korean regulatory requirements for split candidate registration.

Conclusions: Under the current liver transplant allocation system, Korean children have less chance to receive a liver graft from a deceased donor. With improvement of the allocation system and the rules governing SLT, children in need may have greater opportunity to receive a deceased donor graft without negatively affecting adult recipients.

Key Words: Split, Allocation, Pediatric liver transplantation

중심 단어: 분할간이식, 배분, 소아간이식

서 론

간이식이 필요한 소아는 체중이 비슷한 뇌사 공여자로부터 간을 이식 받거나, 성인 뇌사자에서 간 일부를 이식 받거나, 생체 간이식을 받아야 한다. 소아 뇌사자의 부족으로 소아 뇌사 공여자로부터 전간이식을 받는 것은 흔하지 않다. 따라서 생체 공여자가 아니라면, 성인 뇌사자의 간을 축소해서 이식하던지, 아님 분할을 하여 좌측분절 이식을 받아야 한다.

책임저자 : 이광웅, 서울시 종로구 연건동 대학로 101
서울대학교병원 외과학교실, 110-744
Tel: 02-2072-2511, Fax: 02-766-3975
E-mail: kwleegs@gmail.com

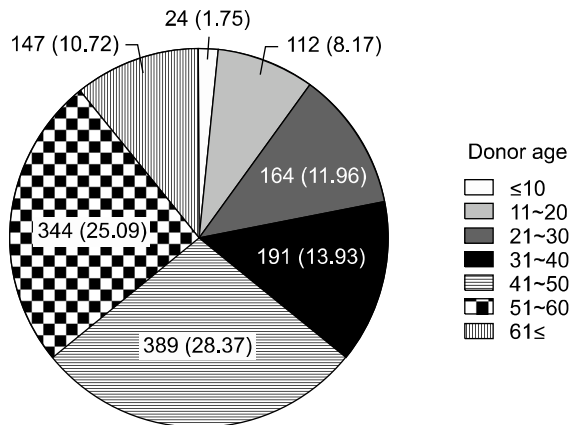
접수일 : 2012년 5월 4일, 심사일 : 2012년 6월 18일
게재승인일 : 2012년 6월 18일

1988년 Pichlmayr 등(1)에 의해서 최초로 시행된 분할 간이식은 한 공여자로부터 구획한 간을 소아와 성인 각각에 이식하여 공여 간의 활용도를 높인 새로운 방법이다. 기존의 축소 간이식(reduced-sized liver transplantation)(2) 시 간의 일부를 폐기했던 것과 다르게 간을 둘로 나뉘서 두 사람에게 간이식을 할 수 있는 수술 방법이었다. Rogiers 등(3)과 Goss 등(4)에 의해서 초기 분할 간이식의 문제점이었던 냉허혈 시간을 해결하는 체내 분할 간이식(*in situ* split liver transplantation, SLT)방법이 소개가 되면서 분할 간이식의 성적은 더욱 향상되었다. 분할 간이식은 뇌사 기증자의 부족 현상을 해결할 수 있는 방법 중의 하나이지만, 우측간을 받는 성인은 전간을 받는 경우보다 그 성적이 나쁘기 때문에 경계성 이식편(marginal graft)으로 여겨져 왔다.

우리나라의 분할 간이식은 1998년 11월 4일 서울대학

Table 1. The number of liver transplantation (LT) and pediatric LT from 2006 to 2010

	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Total LT (living+deceased)	678 (118+560)	748 (128+620)	950 (233+717)	1,020 (237+783)	1,066 (242+824)	4,462 (958+3,504)
Pediatric LT	34	38	54	56	61	243
Whole deceased	3	2	5	7	4	17
Split	1	3	6	7	10	31
Living	30	33	43	42	47	195

**Fig. 1.** Distribution of deceased donors by age (January 2006 ~ March 2012). Values are expressed as number (%).

교병원에서 최초로 시행되었으며(5), 2000년부터 2010년까지 39건의 분할 간이식이 시행되었다. 분할 간이식은 기증 장기의 부족 현상을 해결할 수 있는 방법임에도 불구하고, 현재 한국의 간이식, 특히 뇌사자 간이식 건수가 급격히 증가하는 것에 비추어볼 때 뇌사자 소아 간이식 및 분할 간이식 수는 저조한 상태로 머물러 있다. 이에 본 연구에서는 한국의 소아 간이식의 현황과 간 분할 배분 시 문제점을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1) 대상 환자

한국장기이식관리센터(Korean Network for Organ Sharing, KONOS)에서 전향적으로 수집한 간이식 환자 데이터베이스와 연보를 이용하여 분석하였다. 2006년 1월부터 2012년 3월까지의 간이식 데이터베이스를 제공받아 분석하였으며, 2008년과 2010년 연보를 함께 참조하였다(6,7).

KONOS 데이터베이스에 분할 간이식에 관한 기록은 2006년부터 있었으나, 분할 대상 뇌사자에서 분할이 이루어지지 않은 이유 등 분할 간이식에 관한 자세한 기록

은 2010년부터 기록이 되어있어, 분할 거부 사유 등 상세 내용에 관해서는 2010년 이후부터 2012년 3월까지의 데이터를 KONOS에서 자료를 제공받아 분석하였다.

2) 정의

본 연구에서 소아는 18세 미만으로 정의하였다. 분할 가능 기증자(potential deceased donor for SLT)는 분할 기증자의 조건에 맞는 뇌사 기증자를 뜻하며, 분할 매칭 뇌사자(matched deceased donor for SLT)는 분할 가능 기증자에게 실제 성인, 소아 두 명의 수혜자가 선정된 경우, 분할 뇌사자(deceased donor for SLT)는 최종적으로 분할 간이식이 이루어진 것을 말한다.

결 과

1) 우리나라 소아 간이식 현황

(1) 소아 수혜자에서 뇌사자 간이식과 생체 공여자 간이식의 건수: 2006년 1월부터 만 5년간 전체 간이식 건수는 4,462건이고, 이 중 소아 간이식은 243건(5.4%)이다. 전체 소아 간이식 중 뇌사자 간이식은 48예(19.8%)이고, 생체 간이식은 195예로 80.2%를 차지한다(Table 1).

(2) 뇌사 기증자에서 소아 뇌사 기증자가 차지하는 비율 및 분배 양상: 1,371예의 뇌사자 간이식 중 소아 뇌사 기증자는 85예로 6.2%였으며, 10세 이하가 24예로 1.8%, 11세 이상 18세 미만은 61예로 4.4%였다(Fig. 1). 소아 뇌사 기증자 간은 58예(68%)가 성인에게 기증되었다. 이 중 기증자의 나이 11세에서 20세 사이에는 공여간의 82.1%가 성인에게 이식되었다(Table 2). 반면에, 성인 뇌사 기증자 중에서 소아에게 간이 배분되는 비율은 54예로 4.1% 밖에 되지 않는다(Fig. 2).

2) 우리나라 분할 간이식 현황

(1) 분할 간이식 규정(8)

① 기증자의 조건

- 혈동학적으로 안정되고 심장이 뛰고 있는 뇌사 상

Table 2. Distribution of adult and pediatric deceased donors according to recipients age (January 2006~March 2012)

Donor age	Recipient age	
	Less than 18, n (%)	Equal or more than 18, n (%)
Less than 18	27 (31.7)	58 (68.3)
Equal or more than 18	54 (4.2)	1,232 (95.8)

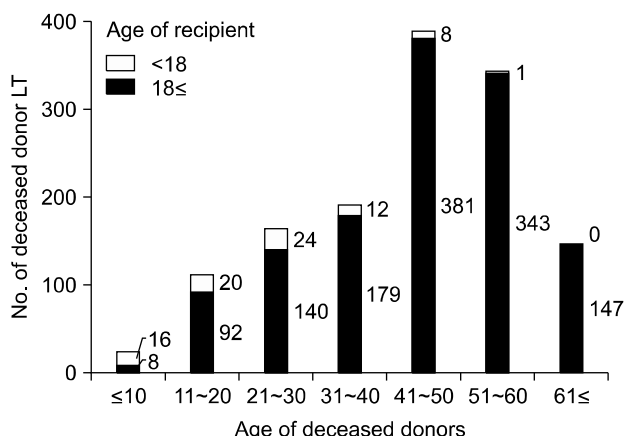


Fig. 2. The number of child and adult liver transplantation (LT) according to deceased donor age (January 2006~March 2012).

태의 다장기 기증자

b. 연령이 10세 내지 35세인 경우

c. 최소에서 적정량의 혈압 상승약 사용(Dopamine 현재 주입량 15 μ g/kg/min 이하, “현재”는 1차 조사 후 간장이식 대상자 선정 시점을 의미함[2008 장기이식운영위원회])

d. 1차 뇌사 조사 이후 중환자실 재원 일수 5일 이하인 경우

e. 적출할 당시 24시간 전에 glutamic oxaloacetic transaminase/glutamic pyruvic transaminase 검사결과가 정상(40 U/L)의 3배 이하인 경우

f. 적출할 당시 24시간 전에 혈청 sodium 160 mg/dL 이하인 경우, 이때 a 내지 c는 필수 조건이며, d 내지 f는 참고사항이다.

② 분할 이식 대상자의 선정 기준: 분할 이식 대기자를 별도로 관리하며 응급도, 대기시간, 혈액형, 과거기증 여부 등은 이식 대상자 선정기준 II, 장기별 기준 제2호 간장이식 대상자 선정 기준과 동일하게 적용한다.

다만, 분할 이식 기증자 조건에 부적합하였으나 간장이식 대상자 선정 이후 분할 기증이 가능하다고 판단되

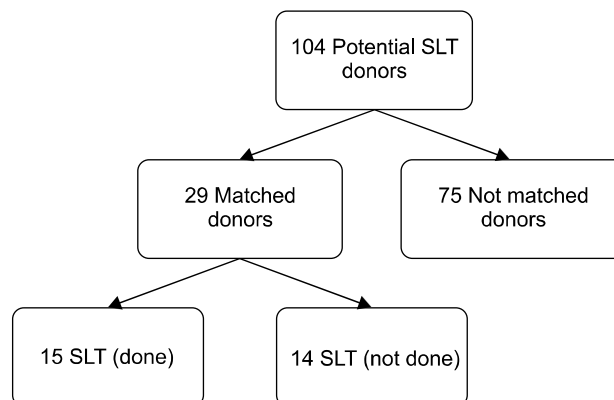


Fig. 3. Current allocation status of splittable donors in Korea. Among 104 splittable donors who met split donor criteria, adequate pediatric candidates were found and matched only in 29 patients (28%). However, the real split was performed only in half. Abbreviation: SLT, split liver transplantation.

는 경우에는 KONOS에 등록된 분할 이식 대기자 순으로 선정하고, 그 분할 이식 대기자 중에서 선정되지 않는 경우 이미 선정된 간장이식 대상자의 이식수술을 담당하는 장기이식의료기관의 장과 KONOS가 협의하여 선정한다. 이때 분할 이식 대상자를 선정하게 된 경과보고서를 제출하여야 한다(2008 장기이식운영위원회).

③ 분할 이식 대기자의 조건

a. 연령이 15세 이하이면서 30 kg 이하인 경우

b. KONOS 프로그램 등록할 당시 부모가 기증자가 될 수 없는 조건인 경우, 즉 혈액형 호환이 안 되는 경우, HBsAg(+), Anti-HCV(+), 기타 다른 사유로 기증이 불가능한 경우

c. Lateral segment에 국한하여 이식하는 경우

d. 등록 시 부모의 기증이 불가능한 사유를 KONOS로 송부하여야 한다.

(2) 한국의 분할 간이식 현황: 분할 간이식에 관한 자세한 기록이 시작된 2010년에서 2012년 3월까지 KONOS 자료에서 분할 가능 뇌사자는 104명으로 이 기간 동안의 전체 뇌사자 324명 중 32.1%였으며, 이 중 기증자 및 수혜자의 여러 사정으로 실제 분할간이식으로 좌외분절이 소아에 이식된 경우는 15건으로 4.6% 밖에 되지 않는다. 분할 간이식 가능 기증자 104명을 대상으로 255명의 소아 대기자에게 연락하였으나 소아가 분할 대상자로 선정된 경우는 29명에 불과하였다. 대부분의 경우 소아 대기자가 없거나 소아 대기자들이 여러 이유로 이식을 받을 상황이 아니었다. 더군다나 분할 이식을 받기로 한 29명 중에서 최종적으로 15건이 분할이 시행되었으며, 나머지 14명은 기술된 이유는 없으나, 분할이 이루어지지 않았

Table 3. The reasons for refusing the proposal of SLT (240 candidates)

	n (%)
Donor problem	
Poor quality of the graft	17 (7.1)
Bodyweight difference between donor and recipient	14 (5.8)
The causes from SLT candidates	
Already LT was done	5 (2.1)
Improved condition	95 (40.0)
Personal or familial problems	19 (7.9)
Health problems	28 (12.0)
Others	62
Total	240

Abbreviations: SLT, split liver transplantation; LT, liver transplantation.

다(Fig. 3).

KONOS 데이터베이스에 기록된 소아 분할 이식 대기자의 분할 거부 사유는 장기 상태 불량(8.4%)하거나 수혜자가 이미 간이식을 받았거나(5%), 상태 호전(46.8%) 및 가족 사정(9.4%) 등이 있었고, 그 외에는 사유가 불분명하였다. 다시 말해 장기상태 불량 등 확실한 의학적 이유로 분할 간이식을 시행하지 못한 경우는 전체의 8.4%였다(Table 3).

(3) 뇌사자 간이식 소아 대기자 현황: 2010년도 KONOS 연보에 의하면, 18세 미만의 간이식 대기자는 83명으로 전체 대기자 3,788명의 2.1%에 해당한다. 우리나라 소아 간이식의 대부분을 시행하는 5개 병원(서울대병원, 아산병원, 삼성서울병원, 신촌세브란스병원, 서울성모병원)의 2012년 4월 20일 당시 뇌사자 간이식 대기자를 살펴보면, 전간이식대기자는 모두 73명이고, 분할 이식 대기자는 10명 이하이다.

고 찰

간이식이 필요한 소아는 생체 간이식 이외에 뇌사자로 부터 전간이식 및 분할 간이식을 받을 수 있다. 현재 우리나라는 소아 간이식에서 생체 간이식의 비율이 80%에 달하여 뇌사 간이식에 비해서 그 비율이 현저히 높은 편이다. 그리고, 소아 뇌사 기증자로부터 소아 수혜자에게 이식된 경우도 27% 정도 밖에 되지 않았다. 이렇게 소아에서 뇌사자 이식이 적은 이유는 우선 뇌사자 이식 소아 대기자가 적기 때문이다. 전체 간이식 건수에서 소아 간이식 건수가 차지하는 비율은 5.0%인데 반해 전체 뇌사자 대기자의 2.1%가 소아 대기자로 상대적으로 그 수가

적다.

뇌사자 이식 소아 대기자가 적은 이유는 소아 환자가 성인에 비해 이식이 필요한 경우가 적은 것도 있지만, 가장 큰 이유는 1) 분할 간이식 대기자 등록을 부모에 의한 생체 간이식이 어려운 경우로만 한정하여 실제 분할 대기자가 많지 않고, 2) 소아 뇌사자를 소아 수혜자에게 우선권을 부여하는 미국과 달리 우리나라는 몸무게를 기준으로 뇌사자의 간을 분배하기 때문에 주로 어른에게 배분되기 때문이다. 본 연구의 Fig. 3에서 보듯이 현재 우리나라에서는 분할 대상이 되는 뇌사자가 발생했을 때 28%만 소아 대상자를 매칭하였고, 72%의 경우는 적당한 소아 대기자가 없어서 분할 매칭을 하지 못한 경우이다. 따라서 분할 대기자가 적은 것이 분할 간이식이 이루어지지 않는 가장 큰 원인이다.

우선, 지금까지 활성화된 뇌사 장기 문화와 이의 배분 문제를 오랫동안 경험해 온 미국의 장기 배분 원칙이 어떤지 살펴볼 필요가 있다. 미국에서는 18세 이상의 어른 뇌사자의 장기는 소아나 성인의 구분 없이 응급도(model for end-stage liver disease 혹은 pediatric end-stage liver disease 점수)에 따라서 장기를 배분하고 있다. 성인 뇌사자에 대해서도 소아 대기자가 어른 대기자와 동등한 권리를 갖는 것이 한국과는 매우 다른 점이다. 한편, 18세 이하 뇌사자의 경우에는 응급도가 같을 경우 소아에 우선권을 우선 부여한다(9). 물론 이 경우 전체 간을 사용하거나 간 일부만을 쓸 경우, 나머지 남은 간을 받을 대상자를 선정해야 하며, 그렇지 못할 경우 다음 순위의 대상자에게 장기 배분이 이루어진다. 이 원칙은 18세 미만의 뇌사자는 간 크기에 상관없이 분할 간이식을 하더라도 전간이식을 받은 경우와 성적의 차이가 없다는 연구(10)에 기초하여 18세 미만의 뇌사자 간에서는 장기의 배분의 우선권을 소아에게 주면서 분할 간이식을 유도하여 장기 배분이 효율적으로 이루어질 수 있도록 한 것이다.

우리나라의 분할 이식 대기자의 조건들은 소아 대기자의 뇌사자 간을 받을 기회를 줄이고, 이식이 필요한 소아 환자의 부모들에게 생체 간이식 공여자가 될 것을 강요하고 있다. 사체 공여자가 늘어가고 있는 상황이고, 분할 간이식을 통하여 장기를 효율적으로 배분할 수 있다면 이러한 부모의 희생이 줄어들 것이다. 현재 우리나라의 높은 생체 간이식 수준은 세계의 어느 나라보다도 효율적으로 분할 간이식을 시행할 수 있다고 생각한다. 따라서 부모가 생체 기증을 할 수 없는 경우만 분할 간이식 대상자가 될 수 있다는 조건을 없애야 한다.

분할 이식 대상자로 선정되면, 성인과 소아 두 명의 수혜자가 배정이 된다. 이 경우 성인 대기자의 응급도가 높

거나 몸무게가 상대적으로 큰 경우, 좌측내분절의 크기가 커서 실제 성인에게 이식되는 확대 우엽의 크기가 예상보다 적은 경우 등 실제 뇌사자 수술 시 이식팀 간 논쟁이 발생할 소지가 있다. Fig. 3에서 보듯이 분할이 매칭된 29명 중 절반에서 실제 분할이 이루어지지 않았다. 그 이유는 KONOS 데이터베이스에는 기술되어있지 않지만 성인 소아 이식팀 간의 이견의 차이에 기인할 가능성이 있다. 두 팀 간 이견이 발생하면 KONOS는 다음 소아 대기자에게 연락을 취하기 때문에, 이러한 상황으로 장기 구득 과정이 길어지고 장기 허혈 시간이 길어짐으로써 간이식 수혜자의 수술 후 상태에 영향을 줄 수 있다. 한편 현재 분할 이식 대상자의 선정 기준에는 병원이나 장기 구득 분획별 우선 순위 및 분할 방법에 대한 언급이 없다. 이에 대해서 객관적인 응급도 점수에 따른 장기 배분의 우선 순위를 정할 필요가 있다. 성인이든 소아든 우선 순위에 있는 환자가 우선권을 가지고, 분할 이식 여부나 분할 방법을 결정함으로써 이식 시 병원 간 분쟁의 소지를 최소화하고 장기 구득 및 분할 간이식 수술이 원활히 진행되도록 할 수 있을 것이다. 현재 UNOS에서는 분할 간 기증자를 배정받은 센터에서 분할 방법 등을 결정하도록 하여 이 문제점을 줄이고 있다.

현재 분할 간이식 기증자의 조건은 1999년 Busuttil과 Goss(11)가 제시한 기준에 따라서 대상을 선정하고 있다. 이는 소아 분할 간이식이 본격적으로 시작되기 전에 마련된 것으로 뇌사자의 관리가 효율적으로 안전하게 이루어지고 있는 현재의 상황이나 장기 이식 흐름의 변화를 제대로 반영하지 못하고 있다.

먼저 도파민 사용 여부만 기술하고 있어, 다른 승압제의 사용량이 많아도 분할 대상자로 선정되는 경우가 발생한다. 미국의 규정처럼 종류에 상관없이 한 가지의 승압제의 사용 유무 등으로 변경하는 것이 필요하다.

또한 기증자의 나이를 10세에서 35세로 제한한 것에 대한 개정이 필요하다. Ghobrial 등(12)과 Washburn 등(13)은 공여자의 조건을 40세 이하, aspartate aminotransferase/alanine aminotransferase 수치가 정상치의 5배 이하, 지방간이 소량이고, 승압제를 적게 쓰는 경우에는 분할 간이식을 시행하였다고 보고하고 있다. 장기의 상태의 나이에 따라서 정하기는 힘들겠지만, 40세까지는 여러 조건이 맞으면 간이식 후 성적이 나쁘지 않으므로 40세로 확대할 필요성이 있다.

분할 간이식 시 이식편의 생존에 영향을 미치는 인자로는 수혜자의 상태 및 응급도 등이 중요하다. Lee 등(10)의 보고에 의하면 19세 이상 40세 미만에서는 전간 이식에 비해 분할을 하였을 경우 간의 크기, 분할 수술자

의 숙련도, 수혜자의 상태 등에 따라 그 결과가 달라질 수 있다. 따라서 18세 미만에서는 다른 조건에 상관없이 분할이 이루어져도 되나, 19세에서 40세 미만의 뇌사자의 경우는 여러 조건을 고려하여 분할 간이식을 결정하여야 한다. 예를 들어 Lee 등(10)은 성인 수혜자의 응급도가 높은 경우는 graft-recipient body weight ratio 1.5 이상인 경우만 분할할 것을 제안하고 있다. 또한 분할 수술자의 숙련도도 중요하여, 연간 50개 이상의 간이식을 시행하는 병원에서 분할을 시행했을 때 그 성적이 좋다고 보고하였다. 우리나라의 생체 간이식 수준은 세계적 수준으로, 분할 술기 역시 높은 수준일 것으로 기대한다(14). 그러나 뇌사자에서 분할의 결정과 분할 술기 등은 또 다른 경험의 축적이 필요한 분야라고 생각하며, 분할 간이식 성적의 향상을 위해서는 분할 간이식 경험의 축적이 필요하리라고 본다.

분할 가능 기증 대상자로 선정되지 않았지만 전간을 배정받은 병원에서 분할 간이식이 가능하다고 판단하거나 수혜자의 몸 크기가 뇌사자의 전간에 비해 너무 작은 경우는 축소 혹은 분할 간이식을 해야만 하는 경우가 있다. 이 경우 뇌사자 수술 이전이면 전국적인 대기자 중에서 적절한 대기자를 찾을 수 있겠지만, 뇌사자 수술 중 결정이 된 경우라면, 적절한 대기자를 선정하는 과정이 오래 걸려 허혈 시간이 길어지거나, 다른 장기팀 간 문제가 발생할 수 있다. Lee 등(10)에 따르면 좌외 분절을 받는 소아 환자에서 냉허혈 시간은 이식편의 성적에 중요하며, 특히 6 kg 이하의 소아 대상자에서는 더 중요하다고 보고하고 있다. 따라서 이 경우는 전간을 배정받은 병원에서 동일 센터나 정보를 공유하는 연계 병원 내에서 대상자를 정할 수 있게 한다면 분할 간이식을 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

현재 우리나라 연간 소아 간이식 건수는 40~50여 건이다. 현재 분할 시스템으로 연간 발생하는 분할 가능 뇌사자의 수가 40~50여 건이므로 만약 분할 간이식 대기자의 조건을 완화하여 간이식이 필요한 모든 소아 환자를 분할 간이식 대기자에 등록을 하게 하면, 이론적으로는 거의 모든 소아 간이식이 분할 간이식으로 가능할 수도 있다. 그러나 다른 여건을 고려하면, 분할 간이식으로 실제 모든 소아 간이식이 해결되기는 어렵다. 그러나, 만약 분할 가능 뇌사자의 조건을 40세로 확대하거나, 소아 뇌사 기증자를 소아에게 우선 배분하는 정책의 전환이 있으면, 대부분의 소아 간이식은 뇌사자 간이식으로 해결할 수 있을 것으로 기대한다.

결 론

분할 간이식은 전간이식에 비해서 이식 후 성적이 떨어지는 것이 사실이나 장기 배분 원칙의 변화와 분할 수술 술기 발전, 센터 간의 효율적인 시스템 구축을 통해서 질적, 양적 성장이 기대된다. 이러한 분할 간이식의 확대를 위해서는 먼저 분할 대기자 조건을 완화할 필요가 있으며, 이를 통해 불필요한 소아 환자의 부모들의 희생을 줄이고 소아의 장기 부족 현상을 해결할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- 1) Pichlmayr R, Ringe B, Gubernatis G, Hauss J, Bunzendahl H. Transplantation of a donor liver to 2 recipients (splitting transplantation): a new method in the further development of segmental liver transplantation. *Langenbecks Arch Chir* 1988;373:127-30.
- 2) Bismuth H, Houssin D. Reduced-sized orthotopic liver graft in hepatic transplantation in children. *Surgery* 1984;95:367-70.
- 3) Rogiers X, Malago M, Habib N, Knoefel WT, Pothmann W, Burdelski M, et al. In situ splitting of the liver in the heart-beating cadaveric organ donor for transplantation in two recipients. *Transplantation* 1995;59: 1081-3.
- 4) Goss JA, Yersiz H, Shackleton CR, Seu P, Smith CV, Markowitz JS, et al. In situ splitting of the cadaveric liver for transplantation. *Transplantation* 1997;64:871-7.
- 5) Suh KS, Lee KW, Koh YT, Roh HR, Chung JK, Minn KW, et al. First successful in situ split-liver transplantation in Korea. *Transplant Proc* 2000;32:2140.
- 6) Korean Network for Organ Sharing (KONOS). 2008 Annual Report [Internet]. Seoul: KONOS; 2009 [cited 2012 Apr 10]. Available from: <http://konos.go.kr>.
- 7) Korean Network for Organ Sharing (KONOS). 2010 Annual Report [Internet]. Seoul: KONOS; 2011 [cited 2012 Apr 10]. Available from: <http://konos.go.kr>.
- 8) Korean Network for Organ Sharing (KONOS). Regulations and guidelines for organ transplantation [Internet]. Seoul: KONOS; 2011 [cited 2012 May 3]. Available from: <http://konos.go.kr>.
- 9) United Network for Organ Sharing (UNOS). Organ Distribution: Allocation of Livers [Internet]. Richmond, VI: UNOS; 2011 [cited 2012 Apr 10]. Available from: <http://optn.transplant.hrsa.gov>.
- 10) Lee KW, Cameron AM, Maley WR, Segev DL, Montgomery RA. Factors affecting graft survival after adult/child split-liver transplantation: analysis of the UNOS/OPTN data base. *Am J Transplant* 2008;8:1186-96.
- 11) Busuttil RW, Goss JA. Split liver transplantation. *Ann Surg* 1999;229:313-21.
- 12) Ghobrial RM, Yersiz H, Farmer DG, Amersi F, Goss J, Chen P, et al. Predictors of survival after in vivo split liver transplantation: analysis of 110 consecutive patients. *Ann Surg* 2000;232:312-23.
- 13) Washburn K, Halff G, Miele L, Goldstein R, Goss JA. Split-liver transplantation: results of statewide usage of the right trisegmental graft. *Am J Transplant* 2005;5: 1652-9.
- 14) Suh KS, Lee HW, Shin WY, Cho EH, Yi NJ, Lee KU. Split liver transplantation. *J Korean Soc Transplant* 2007; 21:135-9. (서경석, 이해원, 신우영, 조웅호, 이남준, 이건욱. 분할간이식 8예의 임상 경험 보고. *대한이식학회지* 2007;21: 135-9.)