



## 생체 부분 간이식의 현재와 미래

### Current Status and Perspectives of Living Donor Liver Transplantation

황 신 · 문 덕 복 · 이 승 규 | 울산의대 외과 | Shin Hwang, MD · Deok-Bog Moon, MD · Sung-Gyu Lee, MD

Division of Liver Transplantation and Hepatobiliary Surgery, University of Ulsan College of Medicine

E-mail : sglee2@amc.seoul.kr

J Korean Med Assoc 2008; 51(8): 700 - 707

#### Abstract

Living donor liver transplantation (LDLT) has been an established treatment modality for patients with end-stage liver diseases, especially in countries with scarcity of deceased donors. The annual number of LDLT cases in Korea has been steeply increasing, exceeding that of Japan and even doubling that of United States in 2007. When comparing LDLT and deceased donor liver transplantation (DDLT), the timely availability and quality of liver grafts are superior in LDLT, but there are definite drawbacks from anatomical sharing of 1 liver organ by 2 individuals as well as potential donor risk. Biliary complications seem to be the most intractable problems following adult LDLT. The indications for LDLT are nearly identical to those of DDLT. The optimal timing for performing LDLT is not clearly defined, but an earlier transplantation is often recommended before serious worsening of general conditions. The post-transplant management following LDLT is often more difficult than that of DDLT although early liver regeneration makes the liver graft large enough. Current situation in Korea requires a heavy demand on DDLT, but it is still very difficult to expect a rapid rise of deceased donor number within a few years. Thus, LDLT may continue to play the pivotal role to compensate for the serious shortage of deceased donor organs. Coercion to living donors should be prohibited in any situation. The medical team and our whole society should pay special attention to caring of living donors in order to encourage organ donation.

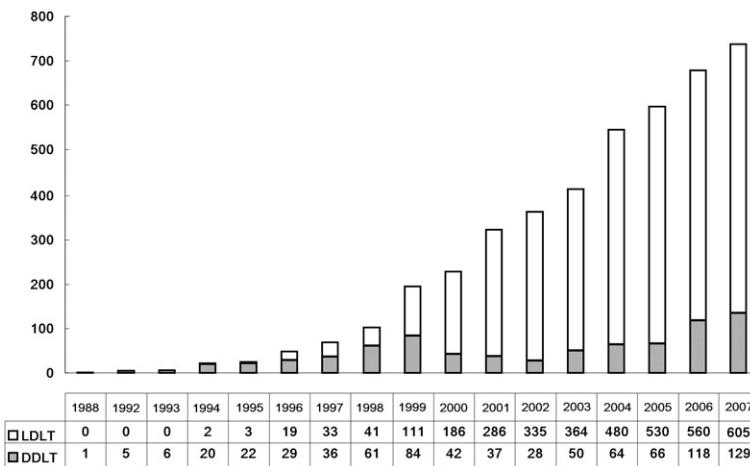
**Keywords:** Living donor liver transplantation; Partial liver graft; Donor complication; Hepatitis B; Donor safety

핵심 용어: 생체간이식; 부분 간절편; 공여자 합병증; B형 간염; 기증자 안전

#### 서 론

간 이식은 1963년 미국에서 Starzl에 의해 처음 시도되었고 1979년부터 새로운 종류의 면역억제제인 cyclo-

sporin이 사용되면서부터 간이식 성적은 현저히 향상되었다. 1983년에는 미국 국립보건원이 간이식은 이제는 확립된 임상 치료 수단이 되었다고 인정하였고 이후 10년에 걸쳐 간이식은 발전을 거듭하여 말기 간질환의 치료 방법으로



LDLT; living-donor liver transplantation, DDLT; deceased-donor liver transplantation

Figure 1. Annual incidences (number of cases) of liver transplantation in Korea.

써 완전히 정착되었다. 최근 미국과 유럽을 중심으로 연간 7,000에 이상의 간이식 수술이 시행되고 있고 간이식 성적이 향상되면서 간이식을 필요로 하는 환자들의 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 뇌사 장기기증자의 숫자는 장기기증이 활성화되어 있는 서구에서도 최근 들어 더 이상 늘어나지 못하고 있다. 구미에 비해 법적인 장치와 사회적 인식 부족 등으로 인하여 뇌사자 장기기증이 드문 아시아에서는 이러한 수요와 공급의 불균형이 아주 심한 상태이다.

뇌사자의 장기를 이용하는 사체 간이식의 대안으로 건강한 성인에게서 간의 일부를 떼어서 이식하는 생체 부분간이식이 1988년 브라질의 Raia에 의해 처음 시도되었고 1989년에는 호주에서 성공하였다. 1993년 일본에서 성인 수혜자에 대한 생체간이식이 성공한 이래 일본과 한국을 중심으로 활복할 만한 발전이 있었으며, 환자 생존율도 구미에서의 뇌사자 전간이식과 동등하거나 그 이상이 될 만큼 향상되었다.

한국에서는 1998년 김수태 교수에 의해 Wilson병을 가진 13세 환아에게 국내 최초의 뇌사자 간이식이 시행되었고(1), 두번째 간이식은 1992년 이혁상 교수에 의해 B형 간염에 병 발된 간세포암을 가진 33세의 성인 환자에게 시행되었다. 본 교실에서는 국내 최초로 1994년 소아 생체간이식을 담도폐쇄증 소아에게 시행되었고(2), 1997년에는 B형 간염 및 간

세포암을 가진 37세의 성인 환자에게 국내 첫 성인 생체간이식을 시행하였다. 이 환자들은 현재 모두 건강하게 지내고 있다. 이후 성인에서의 생체간이식이 현저하게 증가하여, 한국에서의 간이식의 대부분을 차지하게 되었다 (Figure 1).

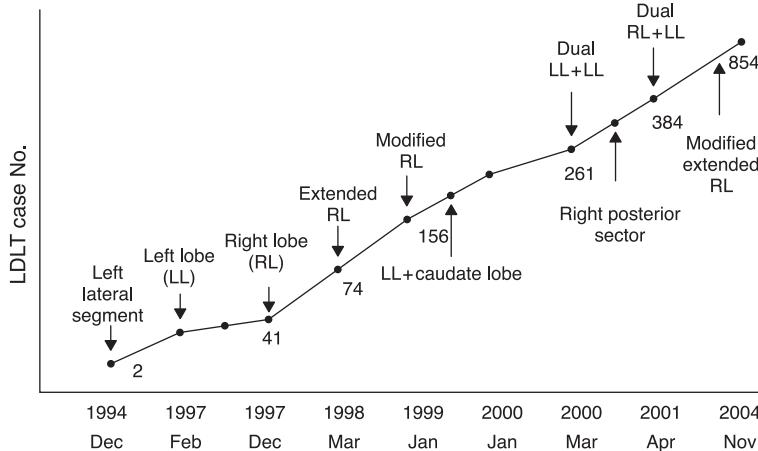
한국에서 처음 성인 생체간이식이 시행된 후, 10년이 경과한 2007년도에는 중례수가 일본을 추월하였고 미국과 비교시에는 2배나 더 많이 시행되었다. 이와 같은 양적 증가와 더불어 환자 생존율이 현저히 향상되었다. 생체간이식은 뇌사자 간이식과는 달리 기증자의

안전이 최우선이 되어야 하고 수혜자 수술도 고난도 술기가 필요하기 때문에 간이식 전문의가 세계적으로 표준 모델이 되는 의료기관을 방문하여 배우는 것이 필수적인 과정이 되었다. 최근에는 이와 같은 표준모델 역할을 하는 의료기관이 일본 위주에서 한국으로 옮겨오고 있다.

생체간이식은 뇌사자 간이식과는 달리 건강한 기증자를 수술해야 하기 때문에 기증자의 안전을 최우선적으로 생각해야 한다. 1명의 간을 두 사람이 공유하기 때문에 발생하는 해부학적인 단점은 다양한 수술 술기의 개발과 동종 조직을 효율적으로 이용하여 거의 극복한 단계에 와있다. 한국에서 B형 간염 예방접종이 시작된 지 20년이 경과했지만, 여전히 많은 B형 간염 환자들이 있고 그 중 상당수는 말기 간질환으로 진행하기 때문에, 뇌사 장기기증자 숫자가 획기적으로 늘지 않는 한 생체간이식은 대안이 없는 치료법으로 받아들여질 수 밖에 없는 실정이다.

## 생체간이식과 뇌사자 간이식의 비교

간이식 수술은 장기 기증을 뇌사자로부터 받는가, 또는 일반 건강인으로부터 받는가에 따라 뇌사자 간이식과 생체 간이식으로 구분된다. 뇌사자 간이식은 기증자의 간 전체를 이식하는 전간이식, 간의 일부를 절제하고 남은 부분만



**Figure 2.** Development of new partial liver grafts recovered from living donors at the Asan Medical Center. Until 2007 December, 1494 cases of adult living donor liver transplantation (LDLT) and 122 cases of pediatric LDLT were performed without occurrence of living donor mortality.

을 1명의 수혜자에게 이식하는 축소 간이식, 간을 분할하여 2명의 수혜자에게 이식하는 분할 간이식으로 나눈다. 생체간이식은 건강 기증자가 기증하는 이식 간절편의 종류에 따라 대체적으로 우엽 이식, 좌엽 이식 및 2개의 간절편을 이식하는 2:1 이식으로 나눈다(4~6). 또한 수혜자의 원래 간을 전부 또는 부분적으로 보존하면서 간절편을 이식하는 경우를 보조 간이식이라 한다.

생체간이식은 뇌사 장기기증자의 부족 때문에 차선책으로 개발된 간이식 방법이다. 생체간이식에서는 공여간의 구득 과정과 절제 범위가 기증자의 안전과 수혜자 수술 과정을 결정할 정도로 중요하기 때문에 안전하게 시행할 수 있는 몇 가지 종류의 이식 간 절제 수술들이 개발되어 이용되고 있다(Figure 2).

생체간이식과 뇌사자 전간이식의 장단점을 비교해보면 다음과 같다. 생체간이식은 뇌사 장기기증자를 기다리지 않아도 되기 때문에 예정된 수술 일정에 따른 선택적 수술이 가능하다. 따라서 이식대상 환자의 철저한 수술전 준비가 가능하고, 환자의 병세가 악화되기 전에 이식을 받을 수 있다. 또한 기증자가 뇌사라는 심한 손상 과정을 거치지 않고 허혈 보존시간을 짧게 하여 이식할 수 있기 때문에 이식 간절편의 질이 매우 우수하고 뇌사자 간이식 후 5~20%에서

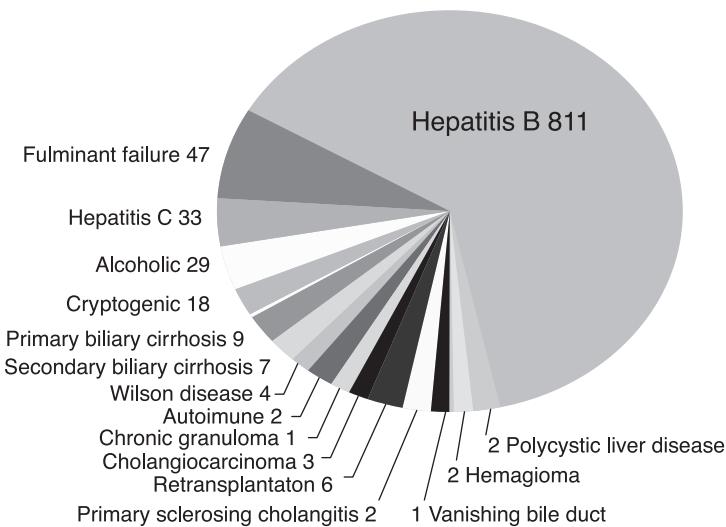
발생하는 1차성 기능부전이 생체간이식 후에는 거의 발생하지 않는 장점이 있다.

그러나 생체간이식은 여러 가지의 단점들을 가지고 있다. 첫째, 생체간이식은 건강한 기증자가 주요 간절제라는 큰 수술을 받아야 하고 기증자에서 여러 가지 수술 합병증이 10~20%에서 발생할 수 있으며, 아주 드물게 기증자의 사망까지도 발생하는 결정적인 단점을 가진다(7~9). 현재까지 세계적으로 10여명의 건강 기증자 사망 중례가 보고되었고 사망률은 0.2~0.5%로 추정된다. 한국과 일본에서도 각각 1명씩의 건강 기증자 사망이 보고된 바 있다

(10). 따라서 기증자의 안전을 최우선적으로 고려하여 기증자의 선정, 수술 및 생체간이식 전후의 관리가 이루어져야 한다(11).

두번째 단점은 건강 기증자로부터 구득할 수 있는 이식 간절편의 크기가 제한됨에 따라 수혜자의 대사요구량을 만족시킬 수 없을 만큼 작은 경우에는 간기능의 회복이 지연되고 환자를 치명적인 경과로 빠뜨릴 수 있는 과소이식편 (small-for-size graft) 증후군이 발생할 수 있다는 점이다 (12). 이 증후군은 단순히 이식편의 무게 비율 등에 의해 발생하는 것이 아니고 공여간의 상태, 수혜자의 수술전 상태의 중증도, 생체간이식 수술 방법의 차이나 기술적인 문제, 그리고 수술 후 합병증의 발생 여부 등이 복합적으로 관여할 수 있기 때문에 생체간이식의 전 과정에 걸쳐 세심한 주의가 요구된다.

세번째 단점은 이식편의 간정맥, 문맥, 동맥 그리고 담도의 크기가 작아서 수혜자에게 이식시 수술 술기가 어려워지고 수술 후에도 연관 합병증이 많다는 것이다. 혁신적인 수술 술기의 발달과 동종 조직의 적극적인 이용으로 혈관 관련 합병증은 대부분 해소되었지만 문합부 담도가 좁아지는 등의 담도계 합병증은 전체 성인 수혜자의 20~30%에서 발생할 정도로 흔하고 향후 해결해야 할 문제로 남아있다



**Figure 3.** Indication of first 1,000 cases of adult living donor liver transplantation at the Asan Medical Center (February 1997~January 2006). 300 cases of hepatocellular carcinoma and 90 cases of acute-on-chronic liver failure were included.

(13~15). 담도계 합병증은 동서양을 막론하고 재입원 치료를 필요로 하는 원인의 절반 이상을 차지하지만, 다행스럽게도 치명적인 경과를 보이는 경우는 드물고 재수술보다는 내시경적 또는 방사선적 중재치료가 선호된다.

### 생체간이식의 대상 및 시기

간이식의 적응 대상은 종래의 치료법으로는 간질환의 진행을 멈출 수 없고 간이식을 받지 않으면 남은 생존 기간이 1년 미만인 비가역성 만성 간질환, 1주일 이내에 사망할 것으로 예상되는 급성 간부전 및 절제가 불가능한 간세포암 등이 포함된다(Figure 3).

성인에서는 간이식 대상 질환의 대부분이 간경변이다. 구미에서는 C형 간염과 알코올성 간질환이 주요 원인이지만, 한국에서는 B형 간염이 가장 흔한 원인이 된다. 소아에서는 선천성 담도폐쇄증이 가장 흔한 적응증이고 그 다음이 대사성 간질환이다.

B형 간염에 의한 간경변은 B형 간염 면역글로불린이나 항바이러스 약제를 이용하면 효과적으로 B형 간염의 재발을 예방할 수 있기 때문에 간이식의 적절한 대상이 된다

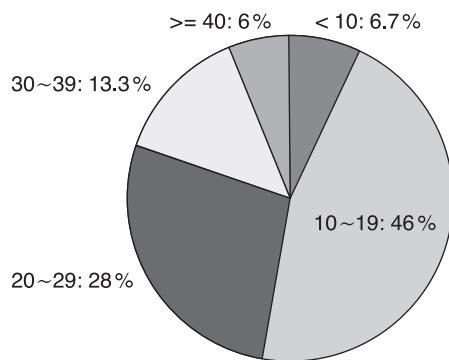
(16, 17). 한국에서는 아직 C형 간염이 큰 비중을 차지하지 않고 있지만 점차적으로 증가하는 추세에 있고(18), 구미나 일본에서는 B형 간염보다 훨씬 더 흔하다. B형 간염과는 달리 C형 간염은 효과적으로 예방할 수 있는 방법이 아직 없기는 하지만, C형 간염 자체가 재감염시에도 80~85%에서는 대체적으로 양호한 경과를 보이기 때문에 간이식의 대상이 될 수 있다.

알코올성 간질환은 구미에서는 간이식 대상자의 20% 정도를 차지할 정도로 흔한 원인지만, 간이식 후 음주 습관의 재발은 치명적인 경과로 이어질 수 있기 때문에 적어도 6개월간의 금주는 가능해야만 수술 대상이 될 수 있다.

생체간이식 후 음주 습관의 재발은 기증자에 대해 심각한 심리적 상해를 초래할 수 있기 때문에 재발 위험이 높은 환자는 미리 배제하는 것이 타당하다(19). 이와 같은 이유 때문에 일본에서는 알코올성 간질환을 생체간이식 대상에 포함시키지 않고 있는 실정이다.

간세포암 치료로서의 간이식은 종양 재발의 위험 때문에 간이식 대상을 암종 진행 상태에 따라 제한하고 있다. 뇌자자 간이식에서는 Milan 기준(간세포암 종양의 개수가 1개 이면서 직경이 5cm 이하이거나 개수가 3개 이하이면서 최대 직경이 3cm를 넘지 않고, 문맥이나 간정맥 등으로의 육안적 혈관 침습이 없는 경우)이 표준이지만(20), 기증자가 대부분 수혜자의 가족인 생체간이식시에는 Milan기준은 너무 제한적인 측면이 많아 실제적으로는 좀 더 진행된 경우에도 간이식을 시행하는 경우가 드물지 않다(21~23). 간세포암 환자에서 간이식 후 재발시에는 일반적인 간질제 시와는 달리 평균 생존기간이 6개월에 불과할 정도로 예후가 아주 불량하기 때문에 간이식 대상 환자를 신중하게 선정해야 한다.

생체간이식의 수술 시기는 만성 간질환을 가진 환자에서는 전신 상태가 비교적 양호한 조기 단계에서 시행하는 것



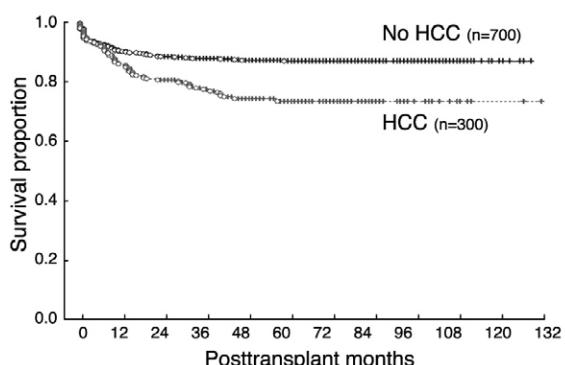
**Figure 4.** Distribution of pretransplant model for end-stage liver disease (MELD) score in the first 1,000 adult patients undergoing living donor liver transplantation at the Asan Medical Center.

이 결과가 좋지만, 간이식수술 자체에 기인한 치명적인 이식 실패율이 3~10%가 되기 때문에 환자 개개인에 있어 이상적인 수술 시기를 결정하는 것은 쉽지 않다. 잔여 생존기간이 얼마 남지 않은 환자로서 간이식 수술이라는 큰 외과적 침습적 치료를 견딜 수 있을 정도의 건강 상태를 유지하고 있는 시점을 선택하는 것이 가장 이상적이지만, 현재까지 이 시점을 정확히 알려줄 수 있는 객관적인 지표는 없다 (Figure 4).

급성 간부전은 과거 간질환의 병력이 없는 환자에서 황달이 출현후 8주 이내에 간성 혈증수가 출현하는 것으로 정의되는데, 보존적 치료를 했을 때 생존율이 20~40%, 간이식을 받은 경우에는 생존율이 60~80%가 되기 때문에 생존 가능성을 극대화하고 합병증 없이 완전하게 회복되기 위해서는 빠른 시기에 간이식 수술을 시행하는 것이 가장 중요하다(24, 25).

## 생체간이식 후 관리

1979년 cyclosporin이 임상 간이식에서 사용되기 시작한 이후 간이식의 성적은 크게 향상되었다. 이식된 장기조직을 공격하는 T-림프구만을 선택적으로 억제하여 거부반응을 방지하는 cyclosporin 요법은 이식 후 장기적인 생존을 기대할 수 있게 해주었을 뿐만 아니라 이식 후 삶의 질도



**Figure 5.** Overall patient survival of the first 1,000 cases of adult living donor liver transplantation at the Asan Medical Center according to concurrent hepatocellular carcinoma (HCC). Overall 5-year patient survival rate was 87.1% in 700 patients without HCC and 73.8% in 300 patients with HCC.

정상인과 거의 동일하게 만들어주었다. 한편 cyclosporin 보다 더 강력하고 선택적인 tacrolimus (FK506)가 등장하면서 간이식의 예후는 더 향상되었다(Figure 5). 면역억제제의 사용시에는 거부반응을 최소화하고, 면역억제제 사용에 따른 감염을 최소화하며 또한 약제에 의한 부작용을 최소화하는 서로 상충하는 3가지 측면을 신중하게 고려해서 용량을 결정한다. 급성 거부반응은 첫 1년 동안 10~20% 정도에서 발생하지만, 대부분 corticosteroid 요법에 잘 반응한다.

이식 후 감염은 생명을 위협하는 가장 위험한 합병증이 될 수 있고 감염의 양상이 매우 다양하게 나타나기 때문에 항상 주요 관심 대상이 된다. 대부분의 감염은 식후 첫 1개월 이내에 발생하는데, 이 시기는 또한 거부반응이 많이 발생하고 최고 강도의 면역억제요법을 시행하는 시기이기도 하다. 간이식 후 수술합병증과 거부반응 등이 발생하기 쉬운 3~6개월을 경과하게 되면 면역억제의 수준도 낮아지고 면역억제제 사용에 따른 여러 가지 약물 부작용도 감소한다. 따라서 이 때부터 일상적인 사회생활이 가능할 정도로 감염에 대한 저항력을 가진다고 볼 수 있다. 대개 3~5년이 경과하면 면역억제제는 최소한으로 투여하게 되고 그러한 경우 감염 등의 위험은 현저히 낮아진다.

간세포암의 재발은 간이식 수혜자 사망의 가장 흔한 원인

이다(21~23). 대개 3년 이내에 재발이 발견되기 때문에 진행암을 가진 환자에 대해서는 세심한 추적관찰이 필요하다. 면역억제제를 사용하면 일반 인구군과 비교시 더 높은 빈도로 새로운 암종을 유발시킬 수 있다(26). 이 때 발생하는 암 종은 일반 인구군에서 발생하는 암종의 종류와 유사한데, 한국에서는 위암이나 대장암 등이 발생할 위험이 높다. 따라서 정기적인 선별검사를 시행하여 조기에 진단하여 적기에 치료해야 한다.

## 생체간이식의 전망과 미래

뇌사 장기기증자의 빈도가 인구 100만명당 20~30명 수준으로 한국보다 10배 이상 높은 미국과 유럽에서도 생체간이식이 꾸준히 시행되면서 연간 전체 증례수가 비슷하게 유지되고 있다. 그 배경에는 첫째, 기증자 간절제 수술이 안전하고 적어도 수혜자에서도 뇌사자 전간이식 만큼의 우수한 성적을 기대할 수 있다는 데 공감대가 형성되었다고 볼 수 있고, 둘째, 뇌사 장기기증자 숫자를 현 수준보다 더 늘이기가 어려울 것으로 예측한다는 점이다. 건강 기증자의 사망 증례가 아주 드물게 보고되기는 하지만 합리적인 기준에 맞추어 기증자를 엄격하게 선정하고, 정확한 술기로 간절제수술을 시행하며, 철저한 수술 후 관리를 한다면 기증자의 위험도는 현저히 낮아진다는 점에 있어서 대부분 동의를 하고 있다. 뇌사 장기기증자의 숫자에 대한 한계 때문에 실제로 서구에서는 위험도가 높은 뇌사자의 장기를 이용하는 비율이 점차 높아지고 있다. 뇌사 장기기증자 나이에 대한 제한을 거의 없애고 70~80대 노인 뇌사자의 장기도 이식하고 있는 실정이다(27~29). 한국에서도 뇌사 장기기증자 숫자가 최근 증가하기는 했지만, 2000년 국립장기이식관리센터 설립 이전 정도의 수준으로 회복된 정도에 불과한 실정으로 전체 간이식 대기자 수요를 충족시키기에는 절대적으로 부족하다.

말기 간질환으로 간이식을 받아야 하는 환자가 한국의 현재 상황에서 선택할 수 있는 길은 다음의 4가지이다. 첫째, 뇌사자 간이식을 등록하고서 기다리는 것인데 2007년 말 시점에서 간이식 대기자 숫자는 3,143명이었지만 2007년

도 1년간 발생한 뇌사 장기기증자 숫자는 148명이었다. 그 중 129명의 간 장기만 실제적으로 이식이 가능했고 그 절반 이상이 응급 상황에서 우선적으로 장기가 배분되었다. 따라서 일반적인 간경변 환자가 뇌사자 간이식을 받을 확률은 아주 희박하다. 두번째 선택은 해외원정 간이식을 받은 것인데 중국 정부의 정책 변화 등으로 이 방법의 가능성성이 아주 낮아졌고, 또한 살아서 귀국했던 환자들의 50% 이상에서 주요 합병증이 발생하는 실정이다. 나머지 2가지 방법은 건강 기증자가 있는 경우 생체간이식을 받는 것이고 없는 경우에는 낮은 확률로 뇌사자 발생을 기다리다가 결국 사망하는 것이다.

현재 한국에서의 생체간이식 수준으로 보면 90% 이상의 수술 성공률과 70~80%의 10년 생존율을 기대할 수 있기 때문에 간이식을 받는 자체가 새로운 삶을 얻는 것과 동일시된다(Figure 5). 생체 간이식이 기증자의 위험 부담을 안아야 하지만, 그로 인하여 생명을 구한다는 보상을 받을 수 있다. 필자들은 10대 후반의 법적 기증제한 연령을 갖 넘긴 청소년들이 말기 간질환을 앓고 있는 부모에게 간 기증을 하는 것을 드물지 않게 경험하고 있다. 부모가 자식을 살리기 위해 장기를 기증하는 것은 세계 어디에서나 볼 수 있다. 반면, 세대를 거슬러 기증하는 것은 당연한 일은 아니겠지만 밝은 모습의 자녀 기증자와 건강해진 부모 수혜자가 나란히 같이 병원을 방문하는 모습을 보면, 한국의 현실 속에서 그러한 기증이 온 가족이 다같이 살아갈 수 있게 해주는 유일한 선택이라는 것에 공감할 수 밖에 없다.

그러나 건강 기증자의 장기 기증은 기증자를 보호하는 측면에서 엄격한 기준 속에서만 허용되어야 한다. 예를 들어 며느리가 시어머니에게 장기 기증을 하려는 경우, 과연 자의에 의한 결정인지, 아니면 무언의 압력이 있었는지 밝혀야 할 것이다. 실제적으로 진심으로 친부모와 같이 생각하기 때문에 장기 기증이 가능했던 경우가 있었고 무의식적인 압력이 의심되거나 본인이 다른 가족 몰래 거부 의사를 표시해 와서 일부러 해부학적 부적격으로 판정하여 기증 자체를 원천 봉쇄하였던 경우도 있었다. 이와 같은 사회적 요소들을 생체간이식에 앞서 충분히 고려해서 합리적인 경우에만 장기 기증을 허용해야 할 것이다.



현실적으로 건강 기증자가 사회적으로 또는 신체적으로 불이익을 받지 않는 것이 생체간이식이 가지는 단점을 극복하는 데 중요한 요인이 된다. 현행의 간 기증 후의 군 복무 면제는 남자 청소년들에게 큰 보상으로 작용하는 것으로 보인다. 여성 기증자, 특히 젊은 여자의 경우 미용 측면에서의 수술 흥미 관리가 가장 큰 관심사가 된다. 본 교실에서는 복강경을 이용한 기증자 간절제수술, 상복부 정중 절개만 이용하는 축소 수술창 절개, 성형수술에 준하는 수술창 봉합 및 미용성형 전문의에 의한 수술창 관리 등 기증자의 안전을 해치지 않는 범위 내에서 가능한 방법들을 모두 동원하고 있다. 장기 기증이 사보험 가입시에 불이익을 주지 않는 현 체제와 최근의 간이식에 대한 의료보험 적용 영역의 확대는 장기 기증에 긍정적으로 작용하고 있다.

의료 측면에서 기증자와 수혜자의 안전에 최선을 다하고 사회경제적 측면에서 불이익을 받지 않도록 해준다면, 생체간이식은 한국에서 뇌사자 장기기증이 충분히 활성화될 때까지 말기 간질환 환자들의 생명을 구하는 궁극적인 치료법으로 기꺼이 받아들여질 것으로 기대된다.

### 참고문헌

1. Kim ST. Liver transplantation. Korean J Gastroenterol 1993; 25: 9-17.
2. Kim KM, Lee SG, Lee YJ, Park KM, Kim SC, Chun HB, Yoo ES, Ko KS, Han SH, Lee MG, Choi KT, Ko JK, Moon HN. Living related donor liver transplantation in children: indication and clinical outcome. J Korean Pediatr Soc 1998; 41: 622-632.
3. Lee SG, Lee YJ, Park KM, Jeon HB, Hwang S, Lee KH, Lee RK, Lee JJ, Jung JH, Choi WY, Choi JW, Ahn CS, Ha TY, Jung HJ, Lee BC, Koh KS, Park SH, Choi KT, Lee YS, Chung YH, Suh DJ, Kim MH, Lee MG, Sung KB, Kim MK, Ha HS, Min PC. Adult-to-adult living donor liver transplantation. J Korean Surg Soc 1998; 55: 719-725.
4. Lee SG, Hwang S, Park KM, Kim KH, Ahn CS, Lee YJ, Cheon JY, Joo SH, Moon DB, Joo CW, Min PC, Koh KS, Han SH, Choi KT, Hwang KS. Seventeen adult-to-adult living donor liver transplants using dual grafts. Transplant Proc 2001; 33: 3461-3463.
5. Liu CL, Fan ST. Adult-to-adult live-donor liver transplantation: the current status. J Hepatobiliary Pancreat Surg 2006; 13: 110-116.
6. Hwang S, Lee SG, Ha TY, Ahn CS, Park KM, Kim KH, Lee YJ, Moon DB, Kim KK, Kim YD. Simplified standardized technique for living donor liver transplantation using left liver graft plus caudate lobe. Liver Transpl 2004; 10: 1398-1405.
7. Brown RS Jr, Russo MW, Lai M, Schiffman ML, Richardson MC, Everhart JE, Hoofnagle JH. A survey of liver transplantation from living adult donors in the United States. N Engl J Med 2003; 348: 818-825.
8. Lo CM. Complications and long-term outcome of living liver donors: a survey of 1,508 cases in five Asian centers. Transplantation 2003; 75: S12-15.
9. Wiederkehr JC, Pereira JC, Ekermann M, Porto F, Kondo W, Nagima I, Amaral W, Camargo CA, Moreira M. Results of 132 hepatectomies for living donor liver transplantation: report of one death. Transplant Proc 2005; 37: 1079-1080.
10. Akabayashi A, Slingsby BT, Fujita M. The first donor death after living-related liver transplantation in Japan. Transplantation 2004; 77: 634.
11. Hwang S, Lee SG, Lee YJ, Sung KB, Park KM, Kim KH, Ahn CS, Moon DB, Hwang GS, Kim KM, Ha TY, Kim DS, Jung JP, Song GW. Lessons learned from 1,000 living donor liver transplantations in a single center: how to make living donations safe. Liver Transpl 2006; 12: 920-927.
12. Imura S, Shimada M, Ikegami T, Morine Y, Kanemura H. Strategies for improving the outcomes of small-for-size grafts in adult-to-adult living-donor liver transplantation. J Hepatobiliary Pancreat Surg 2008; 15: 102-110.
13. Hwang S, Lee SG, Sung KB, Park KM, Kim KH, Ahn CS, Lee YJ, Lee SK, Hwang GS, Moon DB, Ha TY, Kim DS, Jung JP, Song GW. Long-term incidence, risk factors, and management of biliary complications after adult living donor liver transplantation. Liver Transpl 2006; 12: 831-838.
14. Kasahara M, Egawa H, Takada Y, Oike F, Sakamoto S, Kiuchi T, Yazumi S, Shibata T, Tanaka K. Biliary reconstruction in right lobe living-donor liver transplantation: Comparison of different techniques in 321 recipients. Ann Surg 2006; 243: 559-566.
15. Liu CL, Lo CM, Chan SC, Fan ST. Safety of duct-to-duct biliary reconstruction in right-lobe live-donor liver transplantation without biliary drainage. Transplantation 2004; 77: 726-732.
16. Hwang S, Lee SG, Ahn CS, Kim KH, Moon DB, Ha TY, Song GW, Jung DH, Park JI, Ryu JH, Lee HJ, Suh DJ, Lim YS. Prevention of hepatitis B recurrence after living donor liver transplantation: primary high-dose hepatitis B immunoglobulin monotherapy and rescue antiviral therapy. Liver Transpl 2008; 14: 770-778.
17. Yi NJ, Suh KS, Cho JY, Kwon CH, Lee KW, Joh JW, Lee SK, Kim SI, Lee KU. Recurrence of hepatitis B is associated with cumulative corticosteroid dose and chemotherapy against hepatocellular carcinoma recurrence after liver transplantation. Liver Transpl 2007; 13: 451-458.

18. Park JI, Choi KM, Lee SG, Hwang S, Kim KH, Ahn CS, Moon DB, Chung YH, Lee YS, Suh DJ. Clinical outcome after living donor liver transplantation in patients with hepatitis C virus-associated cirrhosis. *Korean J Hepatol* 2007; 13: 543-555.
19. Hwang S, Lee SG, Kim KK, Kim KH, Ahn CS, Moon DB, Ha TY, Song GW. Efficacy of 6-month pretransplant abstinence for patients with alcoholic liver disease undergoing living donor liver transplantation. *Transplant Proc* 2006; 38: 2937-2940.
20. Mazzaferro V, Regalia E, Doci R, Andreola S, Pulvirenti A, Bozzetti F, Montalito F, Ammatuna M, Morabito A, Gennari L. Liver transplantation for the treatment of small hepatocellular carcinomas in patients with cirrhosis. *N Engl J Med* 1996; 334: 693-699.
21. Sugawara Y, Tamura S, Makuchi M. Living donor liver transplantation for hepatocellular carcinoma: Tokyo University series. *Dig Dis* 2007; 25: 310-312.
22. Ito T, Takada Y, Ueda M, Haga H, Maetani Y, Oike F, Ogawa K, Sakamoto S, Ogura Y, Egawa H, Tanaka K, Uemoto S. Expansion of selection criteria for patients with hepatocellular carcinoma in living donor liver transplantation. *Liver Transpl* 2007; 13: 1637-1644.
23. Lee SG, Hwang S, Moon DB, Ahn CS, Kim KH, Sung KB, Ko GY, Park KM, Ha TY, Song GW. Expanded indication criteria of living donor liver transplantation for hepatocellular carcinoma at one large-volume center. *Liver Transpl* 2008; 14: 935-945.
24. Lee SG, Ahn CS, Kim KH. Which types of graft to use in patients with acute liver failure? (A) Auxiliary liver transplant (B) Living donor liver transplantation (C) The whole liver. *J Hepatol* 2007; 46: 574-578.
25. O'Grady JG, Alexander GJ, Hayllar KM, Williams R. Early indicators of prognosis in fulminant hepatic failure. *Gastroenterology* 1989; 97: 439-445.
26. Herrero JI, Lorenzo M, Quiroga J, Sangro B, Pardo F, Rotellar F, Alvarez-Cienfuegos J, Prieto J. De novo neoplasia after liver transplantation: an analysis of risk factors and influence on survival. *Liver Transpl* 2005; 11: 89-97.
27. Gruttaduria S, Vizzini G, Biondo D, Mandalà L, Volpes R, Palazzo U, Gridelli B. Critical use of extended criteria donor liver grafts in adult-to-adult whole liver transplantation: a single-center experience. *Liver Transpl* 2008; 14: 220-227.
28. Silberhumer GR, Pokorny H, Hetz H, Herkner H, Rasoul-Rockenschaub S, Soliman T, Wekerle T, Berlakovich GA, Steininger R, Muehlbacher F. Combination of extended donor criteria and changes in the model for end-stage liver disease score predict patient survival and primary dysfunction in liver transplantation: a retrospective analysis. *Transplantation* 2007; 83: 588-592.
29. Cameron AM, Ghobrial RM, Yersiz H, Farmer DG, Lipshutz GS, Gordon SA, Zimmerman M, Hong J, Collins TE, Gornbein J, Amersi F, Weaver M, Cao C, Chen T, Hiatt JR, Busuttil RW. Optimal utilization of donor grafts with extended criteria: a single-center experience in over 1000 liver transplants. *Ann Surg* 2006; 243: 748-753.



### Peer Reviewers Commentary

말기 간질환의 가장 확실한 치료법인 간이식은 공여 장기에 따라 뇌사자의 장기를 이용하는 사체 간이식과 건강한 성인 간의 일부를 떼어 이식하는 생체 부분 간이식으로 나눌 수 있다. 그러나 법적인 장치와 사회적 인식 부족으로 뇌사자 장 기기증이 드문 동양에서는 생체 부분 간이식을 시행할 수 밖에 없었고 이로 인해 일본과 한국을 중심으로 지난 10여년간 생체 부분 간이식은 괄목할 만한 발전을 이루었다. 현재 세계에서 가장 많은 생체 부분 간이식을 시행하고 있는 본 논문의 필자들은 생체 간이식에서 최우선되어야 하는 것으로 기증자의 안전을 들었으며 또한 수혜자에게 적용되는 고난도 술기 습득은 세계적 표준 모델이 되는 의료기관에서 배울 것을 필수과정으로 들었다. 필자들은 뇌사자 간이식과의 비교에서 생체 부분 간이식은 적당한 대상질환과 시기를 선택하여 수술할 수 있다는 것과 이식 장기의 질이 우수하다는 것을 장점으로 들었으며 기증자에서 수술의 합병증, 이식편 크기에 대한 재한과 고난이도의 수술 술기 등을 단점이라고 하였다. 그러나 현재 개선되어 수술 성공률이 뇌사자 간이식의 결과보다 우수하다. 더욱이 뇌사 장기기증자 숫자가 현 수준보다 더 늘이기 어려울 것으로 예측하는 현 상황에서는 합리적인 기준에 맞추어 기증자를 엄격히 선정하고 정확한 술기로 간 절제술을 시행하고 철저한 수술 후 관리로 기증자의 위험도를 최대한 낮추는 것에 대부분 동의한다고 하였다. 특히 향후 전망에서 기증자에 대한 자유선택 등 보호 측면과 수술 후 사회적으로 불이익을 받지 않도록 우리 사회가 해야 할 일도 제시하였다.

[정리: 편집위원회]