



뇌사자 발생과 뇌사자 장기 분배의 국내현황

Current Status of Deceased Donor Organ Recovery and Sharing in Korea

김명수 · 김순일 · 김유선 | 연세의대 외과 | Myoung Soo Kim, MD · Soon Il Kim, MD · Yu Seun Kim, MD

Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine

E-mail : ysms91@yuhs.ac

J Korean Med Assoc 2008; 51(8): 685 - 691

Abstract

The first deceased donor organ (kidney) recovery and transplantation was performed in 1979. Since February 2000, deceased donor organ recovery and allocation have been performed exclusively by the direction of the Korean Network for Organ Sharing (KONOS), the governmental authority for organ transplantation in Korea. Herein, we review the annual incidence of deceased donor occurrence, transplantation statistics, and organ allocation status in the era of KONOS, and discuss about future directions for improved organ transplantation activities in Korea.

Keywords: Deceased donor; Organ sharing; Organ transplantation

핵심 용어: 뇌사자; 뇌사자 발생; 장기분배

서 론

장기이식의 수여자 대기자에 비하여 공급되는 장기의 부족 문제는 전 세계적으로 장기이식의 가장 큰 장애이다. 1979년부터 뇌사자를 이용한 국내 장기이식은 시작되었으며 2000년 2월 9일부터는 장기등 이식에 관한 법률(이하 장기법으로 약칭함)에 의거하여 뇌사자의 빨굴, 장기 적출 및 장기이식이 국립장기이식관리센터(Korean Network for Organ Sharing, KONOS)의 관리 하에 체계적으로 시행되게 되었다. 2000년 이후의 뇌사자 발생 건수를 살펴보면 장기법 시행 초기의 낮은 뇌사자 발생 건수는 점차 증가하여 2006년부터는 장기법 시행 이전의 수준까지 증가하였다(Table 1)(1, 2). 그러나 인구 100만명 당 뇌사자 연간

발생건수에는 3.15건으로 연간 발생건수가 10~33건에 이르는 서구와는 아직도 많은 차이를 보인다(Table 2)(3, 4). 따라서 전체 이식건수의 대부분이 뇌사자 장기이식으로 충당되는 서구와 달리(5), 국내에서는 뇌사자 장기이식의 비율이 전체 이식건수의 17~28%에 불과하다(Figure 1)(2).

국내에서 뇌사자 발생이 저조한 이유로서는 뇌사와 장기 기증에 대한 인식의 부족, 유교적 관습, 장기기증의 절차상의 문제 및 주치의의 무관심과 부담감 등으로 알려졌다(6). 1999년 2월 8일 제정된 장기법은 그동안 4차례의 개정을 통하여 절차상의 문제점을 개선하고 국립장기이식관리센터 및 대한이식학회는 물론 뇌사자 관리병원을 중심으로 한 장기기증 활성화 프로그램(donor action)을 본격적으로 추진함으로써 2006년 이후부터는 연간 뇌사자 장기이식 건수가

**Table 1.** Yearly census of deceased donor and deceased donor organ transplantation

Year	Deceased donor No.	Donor recover rate* (/million population/year)	Organ transplanted per donor	Transplant no.	Transplant no. by organ type				
					Kidney	Liver	Pancreas	Heart	Lung
1979	2	0.06	1.50	3	3				
1980				0					
1981				0					
1982				0					
1983	1	0.03	2.00	2	2				
1984	1	0.03	2.00	2	2				
1985				0					
1986	1	0.02	2.00	2	2				
1987				0					
1988	1	0.02	3.00	3	2	1			
1989	1	0.02	1.00	1	1				
1990	3	0.07	1.67	5	5				
1991	2	0.05	1.50	3	3				
1992	15	0.35	2.53	38	28	5	4	1	
1993	20	0.46	2.25	45	36	6	2	1	
1994	45	1.04	2.60	117	67	20	5	25	
1995	78	1.75	2.28	178	135	22		21	
1996	66	1.48	2.50	165	112	29	2	20	2
1997	97	2.18	2.59	251	177	36	4	31	3
1998	125	2.81	2.70	338	239	61	8	30	
1999	162	3.64	2.69	435	306	84	8	34	3
2000	64	1.39	3.00	192	125	42	10	14	1
2001	52	1.13	3.15	164	101	37	5	21	
2002	36	0.78	3.33	120	70	28	8	11	3
2003	68	1.48	2.99	203	124	50	12	15	2
2004	86	1.87	3.12	268	167	64	10	23	4
2005	91	1.93	3.13	285	173	66	12	26	8
2006	141	3.00	3.15	444	263	118	29	29	5
2007	148	3.15	3.33	493	281	127	18	50	17
2008 May	112	-	3.21	360	208	98	8	38	8
Total	1,418	-	2.90	4,117	2,632	984	145	390	56

* Donor recover rate = (Deceased donor No.)/(Total population in Korea)/1,000,000 per each year.

400건 이상으로 증가하여 뇌사자 장기이식에 관한 국내 연구도 이식기관 별로 적극적으로 시도되고 있다. 특히 장기 법에 의거하여 모든 장기이식 건수가 승인되는 국내의 실정에서는 전국적인 뇌사자 장기배분 및 장기이식에 관련된 자료가 누적되어 있으므로 이를 이용한 연구가 절실히 필요 한 상태이다. 그럼에도 불구하고 국립장기이식관리센터 연도별 자료를 이용한 체계적인 연구와 분석은 아직은 충분히 이루어지지는 않은 상태이다.

본 특집에서는 장기법이 발효된 이후에 발생한 국내의 뇌

사자와 이를 이용한 장기이식의 현황을 국립장기이식관리 센터 연보(2)를 분석함으로써 국내 뇌사자 장기이식과 관련된 문제점과 활성화 방안을 제시하고자 한다.

뇌사자 발생과 이를 이용한 장기 분배의 현황

1. 장기법 시행 전후의 뇌사자 발생과 장기 분배의 현황분석

1979년 최초로 뇌사자에 의한 신장이식이 성공한 이래(7),

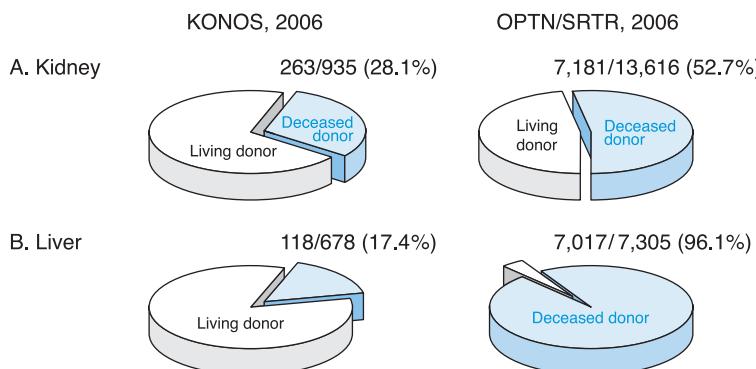


Figure 1. Proportion of deceased donor organ transplantation; Comparison between KONOS data and OPTN/SRTR data 2006.

Table 2. Deceased donor recovery rate per million populations, 2006 data

Country	Deceased donor no.	Donor recover rate* (/million population/year)
Korea	141	3.0
Spain	1,509	33.8
Austria	202	24.8
France	1,441	23.2
Italy	1,239	21.7
Finland	109	20.7
Norway	76	16.3
Germany	1,259	15.3
Sweden	137	15.1
Canada	468	14.1
UK	633	10.5
Turkey	165	10.5
Saudi Arabia	111	4.9
Mexico	428	4.0
Malaysia	25	0.9
Romania	22	1.0

* Donor recover rate = (Deceased donor No.)/(Total population)/1,000,000 per year

1999년 12월까지 620명의 뇌사자가 발생하여 1,588건의 뇌사자 장기이식이 시행되었다. 이 시기의 뇌사자 장기이식은 대한의사협회의 생명존엄성위원회의 인준 하에 시행되었으므로 이에 대한 전국적인 자료는 2001년도 국립장기이식 관리센터의 후향적인 연구로 2000년 연보에 포함되어 보고된 바가 있다(1).

2000년 2월 9일, 장기법이 발효된 이후 국내의 모든 뇌사

판정, 장기분배 및 장기이식은 장기법과 이의 시행령 규정에 의하여 법적으로 인정된 뇌사판정의료기관, 장기이식 등록기관, 장기이식의료기관, 뇌사자 관리병원에서만 시행되었다. 이러한 법적 인 제약은 장기법 시행 초기에 뇌사자 발생 건수의 급격한 감소를 가져와서 1999년 연간 164건에 이르렀던 뇌사자 발생 건수는 2000년 이후 64건, 52건 (2001년), 36건(2002년)까지 감소하였다. 그러나 2003년 이후 뇌사자 발생건 수는 다시 증가하여 2007년도에는 연

간 148건으로 회복되었으며 2008년 5월까지는 112건의 뇌사자 발생하여 2000년 이전의 발생 건수를 상회할 것으로 기대하고 있다(Table 1).

장기법 시행 전후의 이식 상황을 비교한 국내 연구는 매우 드물다. 단일기관의 신장이식을 비교한 보고가 유일한데, 이에 의하면 장기법 시행 후 다장기 적출의 빈도와 하나의 공여자로부터 적출하는 장기의 갯수가 증가하였다(8). 국립장기이식관리센터의 연보자료를 장기법 시행 전(2000년 이전)과 시행 후(2000년 이후)로 나누어 비교해 보면 장기법 시행 후 장기분배의 변화를 확인할 수 있다. 장기법 시행 후 공여자당 이식되는 장기의 숫자(organ transplanted per donor, OTPD)가 증가하여 공여자당 3.17건의 고형 장기 이식이 가능하였다. 이와 같은 공여자당 장기이식의 건수는 미국장기분배조직(United Network for Organ Sharing, UNOS)의 2006년도 보고(9)인 3.05건과 비슷한 수준이다. 장기법 시행 후의 신장이식이나 심장이식의 상대적 빈도나 장기 적출율(혹은 장기 배분율, organ sharing rate)은 장기법 시행 전과 비교하여 차이가 없었으나 간이식, 퀘장이식 및 폐장이식은 상대적 빈도나 장기 적출률이 현저하게 증가하였다. 특히 간이식의 경우 장기법 이전에 42.6%의 공여자에서만 간이식을 위한 간 적출이 이루어진 반면, 장기법 시행 이후에는 78.9%의 공여자에서 간 적출이 이루어져서 2000년 이후 간이식을 위한 간장의 분배가 적극적으로 이루어짐을 알 수 있다(Table 3).

**Table 3.** Comparisons of organ sharing by transplant era

Transplant era	Deceased donor no.	Organ transplanted per donor	Transplant no.	Transplant no. by organ type				
				Kidney	Liver	Pancreas	Heart	Lung
Before 2000	620	2.56	1,588	1,120	264	33	163	8
		Relative %*		70.5%	16.6%	2.1%	10.3%	0.5%
		Sharing rate [†]		180.6%	42.6%	5.3%	26.3%	1.3%
After 2000 (KONOS)	798	3.17	2,529	1,512	630	112	227	48
		Relative %*		59.8%	24.9%	4.4%	9.0%	1.9%
		Sharing rate [†]		189.5%	78.9%	14.0%	28.4%	6.0%
Total	1,418		4,117	2,632	894	145	390	56

* Relative % means percentage of organ transplant no. versus transplant no.

[†] Sharing rate means percentage of organ transplant no. versus deceased donor no.

Table 4. Yearly transplant rate by deceased donor among the waiting list; kidney transplantation.

Characteristics	Yearly transplant rate						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
No. deceased kidney donor		51	35	63	79	88	135
No. transplant, kidney	125	101	70	124	167	173	263
No. waiting, at start	1,833	3,651	5,207	6,623	8,097	9,631	11,259
No. waiting, new registration	1,963	1,609	1,465	1,501	1,543	1,635	1,939
No. censored	145	53	49	27	9	7	3
Transplant rate	4.6	2.3	1.2	1.7	1.9	1.7	2.2
Gender	Male	3.5	2.3	1.2	1.4	1.6	1.8
	Female	6.0	2.3	1.2	2.1	2.3	1.5
ABO blood type	A	4.8	3.2	1.4	1.9	1.9	1.1
	B	4.3	1.1	0.7	1.8	1.6	2.2
	O	3.6	1.6	1.4	1.3	2.0	1.6
	AB	6.4	4.3	1.3	1.5	2.2	2.1
Transplant history	Primary	3.9	2.0	1.1	1.6	1.8	1.6
	Retransplant	10.4	4.7	1.9	2.9	2.7	2.3
							2.6

* Yearly transplant rate = (No. transplant) / (Mean no. waiting) * 100 (%)

Mean No. Waiting = 1/2 x ((No. waiting at start) + (No. waiting at finish))

No. Waiting at finish = (No. waiting at start) + (No. waiting, new) - (No. censored)

2. 장기법 시행 이후의 장기이식 대기자, 뇌사자 및 이식자의 현황 분석¹⁾

(1) 신장

신장이식 대기자는 장기법 시행 후 꾸준히 증가하여 2000년 이후 매년 1,500~2,000명의 대기자가 새로이 등록

하였다. 반면에 신장이식이 가능하였던 뇌사자 발생 건수는 2002년도에 연간 35건까지 떨어져 대기자 중 신장이식을 받은 환자의 비율은 1.2%에 불과하였다. 2002년 이후 뇌사자 건수가 다소 증가하였으나, 대기자 중 신장이식을 시행받은 환자의 비율은 최고 2.2%에 불과하였다. 2006년까지의 국

주1) 현재 국립장기이식관리센터 홈페이지에 제시되어 있는 고령장기 이식대기자 수자는 2006년도 연보에 제시된 이식대기자의 수자와 일치하지 않는다.

이는 연보자료에서는 이식대기자 등록 후 사망하거나 취소한 환자(즉 철수된 환자)의 수자가 충분히 반영되지 못한 것으로 판단된다. 그러나 국립장기이식관리센터 홈페이지에 제시된 통계에는 세부적인 분석을 위한 정보가 없는 관계로 2006년 연보에 의거하여 자료를 분석하였음을 밝혀둔다. 따라서 실제 이식률은 본 논문에서 제시된 것보다 높을 수 있다.

Table 5. Yearly transplant rate by deceased donor among the waiting list; liver transplantation

Characteristics	Yearly transplant rate						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
No. deceased liver donor		35	28	49	60	63	117
No. transplant, liver	42	37	28	50	64	66	118
No. waiting, at start	239	579	1,045	1,538	2,239	3,192	4,423
No. waiting, new registration	525	706	686	868	1,065	1,289	1,424
No. censored	185	240	193	167	112	58	68
Transplant rate	10.3	4.6	2.2	2.6	2.4	1.7	2.3
Gender	Male	9.2	4.6	1.8	2.3	1.7	2.3
	Female	12.9	4.4	3.0	3.5	2.5	1.8
ABO blood type	A	9.1	6.4	3.3	2.4	2.4	1.1
	B	12.4	3.6	1.4	2.8	2.4	2.3
	O	6.3	2.3	1.1	1.3	1.4	1.2
	AB	19.3	7.1	3.0	6.7	4.5	3.8
Transplant history	Primary	9.0	4.0	2.1	2.5	2.2	1.4
	Retransplant	80.0	29.4	7.5	8.2	11.9	15.3
							10.1

* Yearly transplant rate = (No. transplant) / (Mean no. waiting) * 100 (%)

Mean No. Waiting = 1/2 x ((No. waiting at start) + (No. waiting at finish))

No. Waiting at finish = (No. waiting at start) + (No. waiting, new) - (No. censored)

Table 6. Yearly transplant rate by deceased donor among the waiting list; pancreas, heart and lung transplantation

Characteristics	Yearly transplant rate						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Pancreas							
No. deceased pancreas donor		5	8	12	8	12	29
No. transplant, Pancreas	10	5	8	12	10	12	29
No. waiting, at start	30	70	100	133	166	199	238
No. waiting, new registration	45	31	34	33	33	39	88
No. censored	5	1	1	0	0	0	0
Transplant rate, pancreas	20.0	5.9	6.9	8.0	5.5	5.5	10.3
Heart							
No. deceased heart donor	21	11	15	21	26	29	
No. transplant, Heart	14	21	11	15	23	26	29
No. waiting, at start	49	101	134	161	193	239	292
No. waiting, new registration	77	53	41	45	54	56	52
No. censored	25	20	14	13	8	3	2
Transplant rate, heart	18.7	17.9	7.5	8.5	10.6	9.8	9.1
Lung							
No. deceased lung donor		0	2	2	3	6	3
No. transplant, lung	1	0	3	2	4	8	5
No. waiting, at start	7	22	28	35	42	50	62
No. waiting, new registration	22	11	8	13	12	18	9
No. censored	7	5	1	6	4	6	1
Transplant rate, lung	6.9	0.0	9.5	5.2	8.7	14.3	7.6

* Yearly transplant rate = (No. transplant) / (Mean no. waiting) * 100 (%)

Mean no. waiting = 1/2 x ((No. waiting at start) + (No. waiting at finish))

No. waiting at finish = (No. waiting at start) + (No. waiting, new) - (No. censored)



립장기이식관리센터 장기분배의 결과를 분석을 하면 남성에 비하여 여성에게, O형보다는 AB형 대기자에게, 그리고 1차 이식 대기자보다 재이식 대기자에게 보다 많은 신장의 분배가 이루어졌다(Table 3).

(2) 간장

장기법 시행 초기에는 간이식 대기자가 적은 관계로 대기자 중 10.3%에서 간이식을 시행받을 수 있었으나 이후 간이식 대기자가 급격하게 증가하면서 대기자 중 간이식을 받는 경우는 2.0%대로 하락하였다. 뇌사자의 간장 분배는 응급도에 따른 우선 분배가 가능하기 때문에 신장이식과 달리 ABO 혈액형과 재이식 여부에 따른 분배의 차이가 뚜렷하다. 이식 대기자의 ABO 혈액에 따른 간이식 여부를 살펴보면 O형 대기자의 간이식을 받을 확률은 AB형 대기자에 비하여 1/3 수준으로 낮은 반면에 간 재이식이 필요한 대기자의 간이식 확률은 1차 이식이 필요한 간이식 대기자에 비하여 5~10배 가량 높았다(Table 4).

(3) 췌장, 심장 및 폐장

최근까지도 연간 이식 건수가 30건이 넘지 않는 췌장, 심장 및 폐장은 신장 혹은 간장과는 다른 장기 분배 양상을 보인다. 신장이나 간장과 달리 이들 장기이식 대기자의 증가 폭이 미미하며 따라서 매년 대기자 중 5% 이상이 지속적으로 이식받고 있다. 2006년에는 췌장이식 대기자 중 10.3%, 심장이식 대기자 중 9.1%, 폐이식 대기자 중 7.6%가 이식을 받아, 이들 장기이식이 활성화되고 있음을 알 수 있다(Table 5). 췌장, 심장 및 폐장의 조건에 따른 분배양상은 종례가 적어서 분석을 생략하였다.

결 론

2000년 2월 장기법에 근거한 뇌사자 장기이식이 시행되면서 침체되었던 국내의 뇌사자 장기이식은 최근 들어 점차 증가 추세에 있으나 아직은 뇌사공여자 활성화에 많은 노력

을 기울여야 할 것이다. 국립장기이식관리센터 시스템 하에서는 공여자당 이식되는 장기의 숫자와 간장의 분배가 활발하게 증가한 반면에 급격한 이식 대기자의 증가로 말미암아 대기자 중 이식확률은 점차 감소하였다. 신장과 간장의 분배에서는 ABO 혈액형과 재이식군 여부에 따른 분배 불균형이 유의한 수준으로 확인되었다. 따라서 향후 대기자 개별자료를 이용한 분석을 통하여 현재의 분배원칙이 합당한지에 대한 검증이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Korean Network for Organ Sharing. Annual Report of Brain Death Organ Transplantation, 1979-2000. Korean Network for Organ Sharing, 2001: 1- 83.
2. Ministry of Health and Welfare, National Medical Center, Korean Network for Organ Sharing. Annual Report 2006. Korean Network for Organ Sharing, 2007: 1-339.
3. Sanz A, Boni RC, Ghirardini A, Costa AN, Manyalich M. IRODaT 2006. International activity on organ and tissue. <http://www.etco.org/irodat/new/IRODAT06.pdf>. accessed July 8, 2008.
4. The Australia and New Zealand Organ Donation Registry (ANZOD). Annual Report, 2007 Report. <http://www.anzdata.org.au/> accessed July 8, 2008.
5. United Network for Organ Sharing. OPTN/SRTR Annual Report 2006, <http://www.unos.org/> accessed July 13, 2008.
6. Ha HS, Hong JJ, Kim SC, Lee SG, Song MG, Han DJ. Study on physician's perception and attitudes on organ donation in brain death donors. J Korean Soc Transplant 2001; 15: 51-57.
7. Kwak JY, Park CD, Lee KS, Won CK, Kang CM, Park HC, Lee TY, Woo YN. An analysis of 15 cases of cadaveric kidney transplantation. J Korean Surg Soc 1993; 44: 128-136.
8. Chung UK, Cho WH, Kim HT, Koo JH, Joo SH, Hwang EA, Han SY, Park SB, Kim HC. Cadaveric renal transplantation, before and after KONOS system (Single center report). J Korean Soc Transplant 2004; 18: 171-178.
9. Sung RS, Galloway J, Tuttle-Newhall JE, Mone T, Laeng R, Freise CE, Rao PS. Organ donation and utilization in the United States, 1997-2006. Am J Transplant 2008; 8: 922-934.



Peer Reviewers Commentary

본 논문은 2000년 장기이식법이 발효된 이후에 발생한 국내의 뇌사자와 이를 이용한 장기이식의 현황을 국립장기이식 관리센터 연보를 분석함으로써 국내 뇌사자 장기이식과 관련된 문제점과 활성화 방안을 제시하고자 한 논문으로 필자가 밝힌 대로 국립장기이식관리센터 연도별 자료를 이용한 체계적인 연구와 분석이 아직은 충분히 이루어지지는 않은 상태를 고려할 때 중요한 가치를 지닌다고 볼 수 있다. 본 논문은 국립장기이식관리센터 설립을 전후하여 몇 가지 뚜렷한 변화를 기술하고 있다. 즉 장기이식법이 시행되면서 초기 침체되었던 국내의 뇌사자 장기이식이 최근 들어 점차 증가 추세에 있는 점, 공여자당 이식되는 장기의 숫자와 간장의 분배가 활발하게 증가한 점, 혈액형과 재이식군 여부에 따른 분배 불균형이 있는 점 등이다. 이러한 분석은 앞으로의 장기이식 활성화에 단기적이고 즉흥적 차방이 아닌 근본적이고 중장기적인 계획이 절대적으로 필요함을 시사한다. 또한 정기적인 장기이식 현황의 분석을 통해 장기분배 원칙을 포함한 장기 수급계획에 대한 동적인 의견 수렴이 필요함을 제시하고 있다. 향후 공공성을 바탕으로 한 장기이식의 활성화를 위해서는 장기분배 뿐만 아니라 장기 수혜자를 포함한 장기이식 전반에 대한 정보를 관장하는 범 국가적인 시스템이 구축되어야 할 것이다.

[정리: 편집위원회]