

국립장기이식관리센터 출범 이후 단일기관의 10년 뇌사 기증자의 임상적 분석

아주대학교 의과대학 마취통증의학교실¹, 신경외과학교실², 외과학교실³, 응급의학교실⁴

이재명¹ · 이영주¹ · 경규동¹ · 임용철² · 오창권³ · 안정환⁴ · 민영기⁴ · 김지혜³ · 이미영³

Clinical Analysis of 10 Years Brain Death Donors in Single Center after Korean Network for Organ Sharing

Jae-myeong Lee, M.D.¹, Young-Joo Lee, M.D.¹, Kyu-Dong Kyung, M.D.¹, Yong-Cheol Im, M.D.², Chang-Kwon Oh, M.D.³, Jung-Hwan Ahn, M.D.⁴, Young-Gi Min, M.D.⁴, Ji-Hye Kim³, and Mi-Young Lee³

Departments of Anesthesiology and Pain Medicine¹, Neurosurgery², Surgery³, and Emergency Medicine⁴, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

Background: Brain-death donation became legal in Korea after "The law of organ transplantation" was established at 2000. Therefore, in this study, we report on the clinical analysis of brain-death donors at Ajou University Hospital since the Korean Network for Organ Sharing (KONOS) was launched in the year 2000.

Methods: We reviewed 90 brain-death donors who were managed at Ajou University Hospital from 2000 to 2009 and we retrospectively analyzed the clinical characteristics.

Results: The number of brain-death donors was 29 from 2000 to 2005 and 61 from 2006 to 2009, and this showed an increasing tendency. Forty-three brain-death donors (47.8%) were detected at our hospital and 47 donors (52.2%) were from referring hospitals. The percent of brain-death donors at our hospital was 31.0% from 2000 to 2005 and 55.7% from 2006 to 2009 ($P=0.042$). The mean age of the brain-death donors was 36.3 years (range: 8 months~70 years) and the fifth decade was the most common (25.6%). The gender ratio showed significant difference ($P=0.001$); there were 60 male donors (66.7%) and there were 30 females (33.3%). The most common cause of brain-death was cerebrovascular disease/stroke (48 donors, 53.3%) followed by traffic accident (15 donors, 16.7%). The most common blood type was Rh+ O (35.6%). The mean number of harvested organs was 3.9 and one donor (1.1%) had the largest number of harvested organs (9) (liver, 2 kidneys, pancreas, heart, lung, 2 corneas, tissue). The mean time to procurement was 3.6 days (range: 2~24 days).

Conclusions: We recommend active discovery and evaluation of brain-death donors in all the hospitals including the hospital organ procurement organization (HOPPO).

Key Words: Brain-death donor, Korean Network for Organ Sharing (KONOS), Activation of transplantation
중심 단어: 뇌사 장기기증자, 국립장기이식관리센터(KONOS), 장기이식활성화

서 론

뇌사란 뇌 전체의 기능이 완전히 멈춘 상태로 모든 자극에 대해 반응이 없고, 호흡을 비롯하여 스스로의 움직임이 전혀 없는 비가역적인 뇌의 손상을 의미한다(1). 1968년 호주에서 열렸던 세계의사회의에서 뇌사를 인정

하는 "시드니 선언"을 제창하였으며, 같은 해 미국 하버드 의과대학에서 뇌사판정 기준을 제시하였다(2,3). 뇌사의 인정은 수술기법, 면역억제제, 장기보존액의 발달과 함께 장기이식의 활성화를 가능하게 하였다(4).

국내에서 뇌사자로부터의 장기이식은 1979년부터 시작되었으며(5), 본원의 뇌사자로부터의 장기이식은 1995년부터 시작하였으나, 이는 뇌사자 장기이식이 법제화되지 않은 상태에서 행하여진 것이다. 뇌사자로부터의 장기기증에 관한 합법성과 윤리성에 관한 오랜 논쟁 끝에 2000년 2월 "장기 등 이식에 관한 법률"이 제정됨으로써 뇌사자 장기이식은 합법적인 의료행위가 되었고, 이와 함께 국립장기이식관리센터(Korean Network for Organ

책임저자 : 이영주, 경기도 수원시 영통구 원천동 산5
아주대학교 의과대학 마취통증의학과교실, 443-721
Tel: 031-219-6025,6, Fax: 031-219-5579
E-mail: leeyj@ajou.ac.kr, sicuab@hotmail.com

접수일 : 2010년 4월 26일, 심사일 : 2010년 8월 16일
게재승인일 : 2010년 9월 8일

Sharing, KONOS)가 출범하여 장기이식사업을 정부가 관리하게 되었다(6). 본 연구에서는 국립장기이식관리센터 출범 이후 2000년 2월부터 2009년 12월까지 10년간 아주대학교 의료원에서 관리하여 장기기증을 한 뇌사자의 임상적 분석을 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2000년 2월부터 2009년 12월까지 10년 간 아주대학교 의료원에서 장기기증을 목적으로 관리한 뇌사자 95명 중 실제로 장기기증이 가능하였던 90명의 뇌사자를 연구대상으로 하였다. 연도, 연령, 성별, 뇌사 기증자 발생 장소, 뇌사 원인, 연 중 월(계절)별, 중환자실 체류기간, 혈액형 및 기증 장기의 종류별 분포를 토대로 후향적으로 분석하였다. 뇌사의 원인은 국립장기이식관리센터에서 지정한 분류법에 따라 산소결핍증(anoxia), 심혈관계 질환(cardio-vascular), 뇌혈관계질환/뇌졸중(cerebrovascular/stroke), 두부외상(trauma), 중추신경계종양(central nervous system tumor), 교통사고(traffic accident), 자살(suicide), 익사(drowning), 발작(seizure), 약물중독(drug intoxication), 창상/총상(stab/gun shot), 타박상(blunt trauma), 기타(others) 그리고 모름(undetermined)로 분류하였다.

본 연구결과의 통계분석은 SPSS. PC 버전 15.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 처리하였다. 모든 자료는 서술적 통계방법으로 분석하였고, 성별 및 뇌사자 발생 장소 및 발생 월별분석은 Chi-square test로 하였다. P 값은 0.05 미만을 유의한 것으로 정의하였다.

결과

1. 뇌사자 관리 후 장기기증이 불가능하였던 경우

본원에서 2000년부터 2009년 사이에 뇌사자 관리에 들어갔으나 장기기증까지 연결되지 못한 경우가 5예 있어 5.3% (5/95)를 차지하였다. 5예는 각각 심장사, 기증 의사철회, B형 간염보균자로 수여자 선정의 실패, 장기의 손상, 뇌사판정에 미흡한 경우였다.

2. 뇌사 기증자의 연도별 분포

본원의 뇌사자 장기기증은 2000년에 4명으로 시작하여 2005년까지는 매해 10명 미만이었으나, 2006년부터 2009년 12명, 2007년 13명, 2008년 18명, 2009년 18명으로 증가 추이를 보였다(Fig. 1). 뇌사자 장기기증이 급증하기 시작한 2006년을 기점으로 나누어 보았을 때, 2000년부터 2005년까지는 6년 동안 29명이었고, 2006년부터 2009년

까지는 4년 동안 61명이었다.

3. 뇌사 기증자의 연령 및 성별 분포

뇌사자의 평균 연령은 36.3 ± 16.9 세(연령 분포: 8개월 ~70세)였다. 15세 이하 소아 환자가 11명(12.2%), 16세 초과 성인 환자가 79명(87.8%)이었다. 연령대별로 분석한 결과, 1세 미만이 4명(4.4%), 1~9세 3명(3.3%), 10대 8명(8.9%), 20대 15명(16.7%), 30대 16명(17.8%), 40대 23명(25.6%), 50대 16명(17.8%), 60세 이상이 5명(5.6%)으로 40대 연령이 가장 많았다(Table 1). 2000~2005년 사이에는 20대, 10대, 30대 순으로 뇌사자가 많이 발생하였으나, 2006~2009년 사이에는 40대, 50대, 30대 순으로 많았다(Table 1). 2000~2005년 사이에 발생한 뇌사자의 평균 연령은 27.8 ± 16.1 세, 2006~2009년 사이의 뇌사자 평균 연령은 40.3 ± 15.8 세로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P=0.001$).

성별 분포는 남자가 60명(66.7%), 여자가 30명(33.3%)

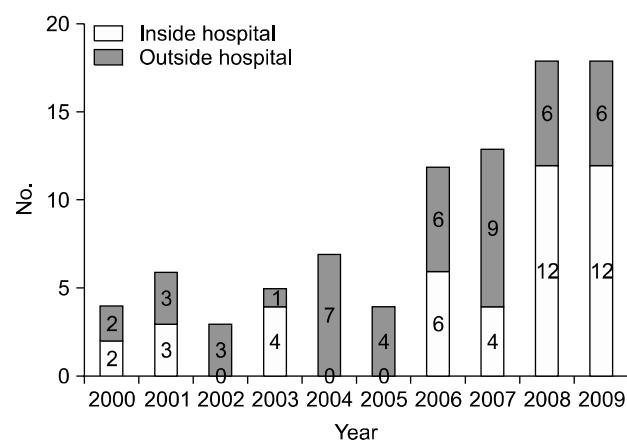


Fig. 1. Distributions of brain death donors in inside and outside hospitals.

Table 1. Age and gender distribution of brain death donors

Age (yr)	Male	Female	Total (%)	2000~2005	2006~2009
				Year	Year
< 1	3	1	4 (4.4%)	1	3
1~9	2	1	3 (3.3%)	2	1
10~19	3	5	8 (8.9%)	6	2
20~29	11	4	15 (16.7%)	9	6
30~39	12	4	16 (17.8%)	5	11
40~49	15	8	23 (25.6%)	3	20
50~59	12	4	16 (17.8%)	2	14
≥60	2	3	5 (5.6%)	1	4
Total	60	30	90 (100.0%)	29	61

Table 2 Causes of brain deaths according to the period and age

Causes/Year	2000~2005 (%)	2006~2009 (%)	Total No. (%)	Age ≤ 15 (%)	Age ≥ 16 (%)
Intracranial hemorrhage/Stroke	13 (44.8)	35 (57.3)	48 (53.3)	2 (18.2)	45 (57.0)
Traffic accident	10 (34.5)	5 (8.2)	15 (16.7)	3 (27.3)	12 (15.2)
Suicide	0 (0.0)	9 (14.8)	9 (10.0)	0 (0.0)	7 (8.9)
Head trauma	2 (6.9)	5 (8.2)	7 (7.8)	1 (9.1)	6 (7.6)
Anoxia	2 (6.9)	5 (8.2)	7 (7.8)	5 (45.5)	4 (5.1)
Drug intoxication	1 (3.4)	1 (1.6)	2 (2.2)	0 (0.0)	2 (2.5)
Cardiovascular disease	1 (3.4)	0 (0.0)	1 (1.1)	0 (0.0)	1 (1.2)
Drowning	0 (0.0)	1 (1.6)	1 (1.1)	0 (0.0)	2 (2.5)
Total	29 (100.0)	61 (100.0)	90 (100.0)	11 (100.0)	79 (100.0)

으로 남자 환자의 수가 2.03배 많았다($P=0.001$). 연령대별 성별 분포는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($P=0.536$).

4. 뇌사 원인별 분포

뇌혈관질환/뇌졸중이 48명(53.3%)으로 가장 많았으며, 교통사고 15명(16.7%), 자살 9명(10.0%), 두부외상 7명(7.8%), 산소결핍증 7명(7.8%), 약물중독 2명(2.2%) 순이었고, 심혈관질환과 익사가 각각 1명(1.1%)씩이었다 (Table 2). 2000~2005년과 2006~2009년 두 기간별로 분석한 결과, 2000~2005년에는 뇌혈관질환/뇌졸중 13명(44.8%), 교통사고 10명(34.5%), 두부외상과 산소결핍증이 각각 2명씩(6.9%) 순이었고, 2006~2009년에는 뇌혈관질환/뇌졸중 35명(57.4%), 자살 9명(14.8%), 교통사고, 두부외상, 산소결핍증이 각각 5명씩(8.2%) 순이었다. 2006년 이후에는 교통사고로 인한 뇌사가 줄어들고, 뇌혈관질환/뇌졸중 및 자살의 비율이 상대적으로 증가하여 두 기간 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P=0.025$).

15세 이하 소아 뇌사 장기기증자 11명의 주요 원인은 산소결핍증(5명, 45.5%), 교통사고(3명, 27.3%), 뇌혈관질환/뇌졸중(2명, 18.2%), 두부외상(1명, 9.1%) 순이었고, 16세 이상 성인 79명에서는 뇌혈관질환/뇌졸중(45명, 57.0%), 교통사고(12명, 15.2%), 자살(7명, 8.9%), 두부외상(6명, 7.6%) 순이어서(Table 2) 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P=0.004$). 1세 미만 뇌사 기증자 4명은 추락으로 인한 두부외상이 1명, 산소결핍증이 3명이었다. 산소결핍증은 우유를 먹고 엎드려 자다 발생한 산소결핍증이 1건, 바이러스성 뇌수막염 후 발생한 산소결핍증이 1건, 경기 이후 발생한 산소결핍증이 1건이었다.

뇌혈관질환/뇌졸중(n=48)을 세부 분류한 결과, 뇌내 출혈(intracranial hemorrhage) 및 뇌실내출혈(intraventricular hemorrhage)이 18명, 지주막하출혈(subarachnoid hemorrhage)이 14명, 경막하혈종(subdural hematoma),

뇌경색(cerebral infarct), 모야모야병(moyamoya disease)이 각각 3명씩이었다. 이 외에도 뇌내출혈 및 지주막하출혈이 동반된 경우가 4명, 뇌경색과 뇌내 및 지주막하출혈 모두 동반된 경우가 3명이었다. 감염성 대동맥류(mycotic aneurysm)와 동반된 승모판역류(mitral valve regurgitation)으로 수술을 받은 후 지주막하출혈이 발생하여 뇌사가 된 환자는 심혈관질환이 아닌 뇌혈관질환/뇌졸중으로 분류하였다.

교통사고로 인한 뇌사(n=15)에는 자동차를 타고 가다 발생한 교통사고(in car traffic accident) 9건, 오토바이 교통사고 2건, 보행자 교통사고 4건이 있었다. 두부외상으로 인한 뇌사(n=7)는 계단에서 굴러 두부외상을 입은 경우 3건과 고층에서 추락한 4건 때문이었다. 산소결핍증(n=7)에는 일산화탄소(CO) 중독, 바이러스성 뇌척수염(viral encephalitis), 가막성후두염(croup)으로 인한 뇌사가 각각 1명씩 있었다. 또한 전격성 간부전(fulminant hepatic failure)으로 생체 공여 간이식을 받은 환자에게 뇌부종으로 인한 뇌사가 발생하여 간이식술 후 7일째에 장기 기증자로서 공여된 간을 다시 기증한 경우가 1건 있었다. 그 외 엎드려 자면서 발생한 질식사가 3건이었다.

자살(n=9)로 인한 뇌사의 기전은 모두 액사(hanging)였다. 약물중독으로 인한 뇌사자 2명도 자살목적의 약물음독이었으나, 국립장기이식관리센터에서 지정한 분류법에 따라 약물중독으로 분류하였다. 심혈관질환으로 인한 뇌사자 1명은 심근경색으로 인한 것이었다. 그 외 중추신경계종양, 발작, 창상/총상, 타박상, 기타, 모름에 해당되는 환자는 없었다.

5. 뇌사 기증자의 월별, 계절별 발생 분포

뇌사 기증자는 1년 12개월 중 2월에 12명(13.3%), 12월 11명(12.2%), 1월 10명(11.1%) 순으로 많았고, 다음으로 6월에 8명(8.9%), 3, 4, 7, 8월에 각각 7명(7.8%), 5,

Table 3. Number of harvested organs from brain death donors according to the year

Year	No. of harvested organs								Mean harvested organs per one donors	Total
	1	2	3	4	5	6	7	9		
2000	0	0	3	1	0	0	0	0	3.3	4
2001	2	0	1	1	2	0	0	0	3.2	6
2002	0	0	2	1	0	0	0	0	3.3	3
2003	0	0	2	1	2	0	0	0	4.0	5
2004	0	0	3	3	1	0	0	0	3.7	7
2005	0	1	1	0	1	0	1	0	4.3	4
2006	3	1	5	0	3	0	0	0	2.9	12
2007	1	0	2	2	3	4	0	1	4.8	13
2008	2	0	5	3	4	4	0	0	4.1	18
2009	0	0	7	4	3	4	0	0	4.2	18
Total	9	2	29	17	19	12	1	1	Mean 3.9	90

10월에 각각 6명(6.7%), 9월에 5명(5.6%), 11월에 4명(4.4%)이 발생하였다. 3월부터 3개월씩 단위로 나누어 계절분류를 하였을 때, 봄에 20명(22.2%), 여름에 22명(24.4%), 가을에 15명(16.7%), 겨울에 33명(36.7%) 발생하였다. 겨울에 뇌사 기증자가 가장 많이 발생하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P=0.053$).

6. 뇌사 기증자의 중환자실 체류기간별 분포

중환자실 체류기간은 뇌사 장기기증이 동의되어 본격적으로 뇌사자 관리가 시작된 시점부터 장기공여 수술에 들어가기 전까지로 정의하였다. 뇌사 원인 발생 및 뇌사자 관리 전까지 해당과에서 치료한 기간은 포함하지 않았다. 전체 뇌사 기증자의 중환자실 체류기간은 평균 3.6 ± 3.3 일 (기간 분포: 2~24일)이었다. 2일이 50명(55.6%)으로 가장 많았고 3일 16명(17.8%), 4일 7명(7.8%), 5일 5명(5.6%) 순이었다.

7. 뇌사 기증자의 혈액형별 분포

뇌사 기증자의 혈액형은 모두 Rh+이었다. O형이 32명(35.6%)으로 가장 많았고, A형과 B형이 각각 23명(25.6%)이었고, AB형은 12명(13.3%)이었다.

8. 뇌사 기증자 발생 병원별 분포

뇌사 기증자 발생은 본원 발생이 43명(47.8%), 타병원 발생이 47명(52.2%)였다. 본원 발생 환자 비율은 2000~2005년 동안에 31.0% (9명), 2006~2009년 동안에 55.7% (34명)이어서, 두 기간 동안 본원 발생 환자가 차지하는 비율은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 1, $P=0.042$). 본원 발생과 타병원 발생 모두 뇌혈관계질환/뇌졸중이 각각 47.9%, 52.1%로 가장 많았고, 그 다음으로 교통사고가 각각

16.3%, 17.0%로 많아 뇌사 발생 병원과 뇌사 원인 간에는 유의한 상관관계가 없었다($P=0.464$).

9. 구득장기별 분포

조직을 하나의 장기로 보았을 때, 구득장기의 수는 평균 3.9 ± 1.6 으로 적개는 장기 1개에서 많게는 장기 9개였다. 각막과 조직을 제외한 구득장기 수는 평균 3.2 ± 1.1 이었다. 각막 장기구들은 2005년 전에는 한 건도 없었다. 장기 3개의 구득이 29명(32.2%)로 가장 많았고, 장기 5개 구득 19명(21.1%), 장기 4개 구득 17명(18.9%), 장기 6개 구득 12명(13.3%), 장기 1개 구득 9명(10.0%) 순이었다(Table 3). 가장 많은 장기 9개 구득은 1명 (1.1%)이었다. 구득장기의 수혜자 수가 가장 많았던 경우는 8명에게 공여한 1예로, 분리한 간장 2개, 신장 1개, 신장 1개와 폐장(신폐동시이식), 각막 2개, 심장, 폐 각각 1개씩을 공여한 경우였다. 2000년부터 2009년까지 년도 별로 1명의 뇌사 장기기증자당 구득되어 이식된 장기에 대해 분석한 결과, 년도 별 구득 평균 장기의 수는 2.9~4.8의 분포를 보였다(Table 3). 뇌사자 장기기증 건수는 증가하였으나 뇌사자 1명당 구득되는 장기의 평균 수는 증가 추이를 보이지 않았다.

신장구들은 90명에서 총 161개가 구득되었다. 이 중 3개의 신장이 구득 후 수혜병원에서 폐기(1.9%)되어 총 수혜자는 158명이었다. 본원에서 폐기된 1예는 구득 시 신장에 종물로 의심되는 병변이 있어 시행한 동결절편검사에서 악성소견이 관찰되어 이용하지 않기로 결정한 후 최종 조직검사에서는 단순 물혹 외 이상소견이 없는 것으로 확인된 경우로, 이 때 타병원으로 이송된 구득신장 역시 사용하지 못 한 채 폐기되었다. 타병원에서 폐기된 다른 1예는 구득 후 이송된 신장의 혈관으로 장기 보존

Table 4. Number of harvested organs from brain death donors

Harvested organs	Year (n)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Brain death donors		4	6	3	5	7	4	12	13	18	18	90
Kidney		8	8	6	10	14	8	16	22	33	36	161
Liver		3	6	2	5	6	3	11	10	16	16	78
Pancreas		0	2	0	3	2	1	0	2	2	1	13
Heart		1	3	2	2	3	1	0	6	8	6	32
Lung		0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3
Cornea		0	0	0	0	0	4	8	20	13	14	59
Tissue		1	0	0	0	1	0	0	1	1	2	6
Total harvested organs		12	19	10	20	25	13	27	42	59	60	287
excluding cornea and tissue												
Total harvested organs		13	19	10	20	26	17	35	63	73	76	352

액의 관류가 잘 되지 않아 이식을 포기한 경우였다.

간장구들은 78명에서 이루어졌고, 이 중 1예에서 분리 간장으로 2명에게 수혜하여 총 수혜자는 79명이었다. 심장구들은 32명에서 이루어졌고, 퀘장구들은 13명, 폐구들은 3명, 각막 구들은 30명에서 59개가 이루어졌다(Table 4). 조직기증은 6명에서 이루어졌다. 구득된 장기가 본원 수혜자에게 기증된 경우는 간장 20예(25.3%), 신장 72예(45.6%), 각막 39예(66.1%)였다. 심장, 퀘장, 폐는 본원 수혜자에게 기증된 경우가 없었다. 간장, 퀘장, 심장, 폐장은 구득 후 폐기된 사례가 없었다.

고 찰

우리나라 뇌사자 장기기증은 1979년 2명을 시작으로 1991년까지 년 1~3명 정도로 명맥만 유지해오다가, 1992년 15명을 시작으로 이후 매년 증가하여 1999년에는 162명에 달하였다(7). 2000년 국립장기이식관리센터가 출범하여 우리나라 장기이식사업을 정부가 관할하면서 법의 태두리 안에서 장기의 공정한 분배와 이식의 활성화를 꾀하였다. 그러나 목표했던 당초 취지와는 달리 뇌사자의 빌굴 의지와 동기, 목적을 무시한 제도 적용으로 법률 시행 초기 뇌사 기증자 수는 급격히 감소하여 2000년, 2001년에는 각각 52명, 2002년에는 36명으로 오히려 활성화가 저해되는 결과를 나았다(7,8). 이에 대한 개선책으로 정부에서는 장기기증 절차의 복잡성 완화와 기증자 가족의 처우 개선 등 여러 활성화 정책을 펼쳤고, 2003년 뇌사판정 대상자 관리전문 기관(hospital organ procurement organization, HOPO)에 지정 장기(신장) 1개를 우선 배분하는 제도를 도입하였다(9). 이로부터 당해 년도(2003년)에 전국 뇌사자 장기이식이 68명으로 거의 2배 가량 증가하였고 이후 지속적으로

증가 추이를 보였으며, 2006년 141명, 2007년 148명, 2008년 256명으로 2006년부터 그 수가 비약적으로 증가하는 양상을 보였다(10).

본 연구에 의하면 본원의 뇌사 장기기증자 수는 2000년부터 2005년까지는 연 10명 미만으로 그 수에 큰 변화가 없었으나 2006년부터 10명 이상이었고 이후 지속적으로 증가 추이를 보였다. 본원뿐만 아니라 전국적으로도 2006년 이후 눈에 띄게 뇌사자 장기기증이 증가한 이유로 2006년에 운전면허증에 장기 등 기증의사 표시, 뇌사 판정위원회의 한정요건 완화로 개정된 “장기 등 이식에 관한 법률”을 생각해볼 수 있다(11). 하지만, 위 법률은 9월 27일자로 개정된 것으로, 실제로 2006년에 발생한 뇌사자 중 이 이후에 발생한 뇌사자의 비율이 전체 뇌사자 발생 건수 증가에 영향을 미쳤다고 보기 어렵다. 실제 본원에서도 2006년도 발생한 뇌사 장기기증자 12명 중 법개정 이후 발생한 뇌사자는 단 2명뿐이었다. 따라서 이는 뇌사자 장기이식에 합법성이 부여된 이후에 오히려 뇌사 장기기증자의 숫자가 감소한 것과 국내 환자들이 중국으로 가서 이식을 받는 원정이식이 문제로 대두된 후 2005년 보건복지가족부에서 장기기증관리개선 종합대책을 논의하는 등 이를 해결하기 위한 노력을 시행한 것이 이 시기부터 반영된 것으로 보아야 할 것이다(12,13).

본 연구에서 뇌사 장기기증자의 연령별 분포는 40대가 23명(25.6%)으로 가장 많았고 30대, 50대가 각각 16명(17.8%), 20대가 15명(16.7%) 순이었다. 1998년에 발표된 최 등(5)의 보고에 따르면 20대가 39.8%로 가장 많았고, 10대 26.5%, 30대 15.6%, 40대 10.2% 순이어서 본 연구와 차이를 보였다. 그러나 2007년 6월 국립장기이식관리센터의 보고에 의하면 2006년부터 2007년 5월까지 우리나라에

서 발생한 200명의 뇌사자의 연령별 분포는 40대가 64명(32.0%), 30대 42명(21.0%), 50대 37명(18.5%) 순으로 본 연구 결과와 유사하였다(14).

많은 연구에서 뇌사 장기기증자의 대부분은 중증 두부 외상 환자이거나 뇌혈관질환/뇌출중이라고 밝힌 바 있다(15-17). 2006년부터 2007년 5월까지 우리나라에서 발생한 200건의 뇌사를 원인별로 분석한 결과 뇌혈관질환/뇌출중으로 인한 뇌사가 120명(60.0%)으로 가장 많았고, 두부외상이 29명(14.5%), 교통사고가 22명(11.0%) 순이었다(14). 본 연구에서도 뇌혈관질환/뇌출중이 53.3%로 가장 많은 원인이었으나, 교통사고(16.7%), 자살(10.0%), 두부외상(7.8%), 산소결핍증(7.8%) 순이어서 우리나라 전체 통계와는 달리 교통사고와 자살 환자의 비율이 높았다. 이는 권역응급의료센터로 중증외상 환자의 이송이 많은 것이 관련되어 있을 것으로 추측된다.

반면 1998년에 발표된 Choi 등(5)의 보고에서는 교통사고가 58.5%, 뇌혈관질환/뇌출중이 16.4%의 순이어서, 2000년 이전에는 젊은 연령대의 교통사고가 뇌사의 주원인이었으나 본 연구에서처럼 최근에는 중년의 뇌혈관질환/뇌출중의 비중이 높아지고 있는 것으로 사료된다. 실제로 본 연구에서 2000~2005년 사이에 발생한 뇌사자의 평균 연령은 27.8세, 2006~2009년 사이의 뇌사자 평균 연령은 40.3세로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이($P=0.001$)를 보여 위 사실을 뒷받침한다고 할 수 있다. 2000~2005년 사이의 스페인의 국립장기이식협회(Spanish National Transplant Organization, ONT) 보고에 의하면 교통사고가 1992년에는 43%로 가장 많았으나 점점 감소하여 2006년도에는 16.9%였고, 뇌출혈은 1992년에는 39%로 2번째였으나 점점 증가하여 2006년도에는 59.8%로 가장 많은 원인이어서 본 연구와 변화 경향이 유사하였다(18). 반면 1995년 미국 국립장기이식관리센터(United Network for Organ Sharing, UNOS) 보고에 의하면 당시에도 미국은 뇌출혈이 33.3%로 가장 많았고, 교통사고가 26.3%, 총기사고가 17.2%, 두부외상이 10.9% 순이어서 뇌혈관질환/뇌출중이 증가하는 것은 서구화되는 질병양상으로 생각할 수 있다(19).

뇌사 기증자는 12월, 1월, 2월에 가장 많았는데, 봄, 여름, 가을, 겨울의 사계절을 3개월 단위로 나누어보았을 때 겨울에 뇌사자 발생이 많았다. 본 연구에서는 통계적인 유의성이 없는 것으로 나왔으나($P=0.053$), 연구대상자가 증가할 경우 유의한 결과가 도출될 수도 있을 것이다. 겨울에 뇌사자 발생이 많은 것은 뇌혈관질환/뇌출중이 겨울에 호발하는 것과 상관관계가 있을 것으로 생각된다(20-22).

본원에서 뇌사 기증자가 장기구득까지 중환자실에서 체류한 기간은 평균 3.6일로 2006년 사우디아라비아에서 발표한 뇌사 발생 후 장기구득까지 걸린 평균 2일보다는 길었다(23). 이 보고에서는 저혈압, 저체온, 고나트륨혈증이나 신부전이 동반된 환자들에서 중환자실 체류기간이 길었다. 잠재 뇌사자의 대부분은 첫 6시간에 심각한 병태생리적 장애로 진행되며(17), 뇌사로 진행된 후 기계적인 도움으로 1주일 이상 생존할 수 있는 환자는 30%가 안 된다(23). 따라서 잠재 뇌사자는 항상 장기기증의 가능성을 염두하여 초기에 적극적인 소생과 장기보존을 위한 노력을 해야 한다(17). 그리고 미리 뇌사자 관리 의료진에게 연락을 취하여 뇌사판정을 신속하게 하고 장기이식 관련 의료진에게 연락을 취하여 수혜자 준비와 구득 수술 준비를 하게 함으로써 장기구득까지의 시간을 줄이도록 해야 한다.

본원에서 2000년부터 2009년 사이 뇌사자 관리에 들어갔으나 장기기증까지 연결되지 못한 경우가 5예 있었 다. 최근 본원에서는 대사성 산증이 심한 경우 지속적 신 대체요법을 시행함으로써 환자의 생체정후를 안정화시키고 있어 이로 인해 심장사가 발생하는 것을 예방하고 장기기능을 보존하는데도 도움을 주고 있다. HBsAg (+)로 기증을 하지 못한 경우는 2003년도 5월의 일이었는데, 최근에는 국립장기이식관리센터에서 HBsAg (+)인 신장 이식 대기자 명단을 관리하고 있어 앞으로는 아깝게 장기기증을 하지 못하는 일이 없을 것으로 기대된다. 뇌사자 관리를 하다 보면 환자의 생체정후 등 의학적 상태뿐만 아니라 법적인 문제, 보호자의 동의 문제가 장기기증의 걸림돌이 되는 경우가 많지만 적극적인 노력을 통해 최대한 장기기증으로 연결될 수 있도록 노력하여야 할 것이다.

잠재 뇌사자를 발굴하고 장기기증을 활성화하는데 무엇보다 중요한 것은 장기구득 코디네이터의 역할과 뇌사자 담당 의료진들의 적극적인 자세라는 것은 이미 여러 문헌에서 주장되어 왔다(24-26). 구득 코디네이터가 얼마나 적극적으로 협력병원을 방문하면서 뇌사자를 발굴하느냐와 이 코디네이터의 인간관계 개선노력에 따라 협력 병원으로부터의 뇌사자 신고가 증가하였다는 보고는 결국 타병원 뇌사자 발굴에 장기구득 코디네이터의 적극성이 중요함을 시사한다(9). 반면 원내 뇌사자 장기기증은 뇌사자가 발생한 해당과 의료진의 뇌사자 장기이식에 대한 이해와 협조가 절실하고, 이를 위해 병원 내 뇌사자 장기이식에 대한 홍보와 교육이 필요하다. 그리고 뇌사자 관리 의료진들의 적극적인 뇌사자 발굴 및 보호자 설득 등에 대한 개입이 중요하다고 하겠다.

본원은 구득 코디네이터로부터 협력병원에서 뇌사자가 발생하였다는 연락이 올 경우, 뇌사자 관리 담당 전문의와 신경과 의사, 수련의, 본원 이식관련 코디네이터가 협력병원을 방문한다. 우선 신경과 의사의 진찰을 통해 뇌사자 또는 잠재 뇌사자 여부를 확인한다. 뇌사자 관리 담당 전문의가 중심 정맥관을 삽입하고 생체징후를 안정화 할 수 있도록 약물 및 수액치료를 한 후 모니터링을 하면서 본원으로 이송한다.

원내 발굴의 경우 뇌사자 관리를 전담하는 외과계 중환자의학팀에서 먼저 발견하는 경우와 해당과에서 먼저 뇌사자 발생을 연락하여 주는 2가지 경로로 이루어진다. 외과계 중환자의학팀의 외과계 중환자실 및 응급중환자실 회진 시에 잠재 뇌사자로 의심되는 환자가 발견될 경우, 해당과에 연락을 취하여 뇌사 및 장기이식 가능성에 대한 해당과 주치의의 의견을 듣고 동의를 얻는다. 이후 뇌사자 관리 의사 및 코디네이터가 직접 보호자 면담을 시행한 후 보호자의 장기기증 동의가 확인되면 뇌사자 관리를 시작한다.

본원에서 뇌사자의 원내 발굴에 노력을 기울인 이후, 실제로 2006년부터는 본원 발생 뇌사자의 비율이 통계적으로 유의하게 증가하는 양상을 보였다($P=0.042$). 본원 발생 뇌사자 43명의 해당과는 신경외과가 20명(46.5%)로 가장 많았고, 응급의학과 8명(18.6%), 소아과 3명(7.0%) 순으로, 본원 신경외과, 응급의학과 의료진의 뇌사자 장기이식에 대한 협조가 원내 발굴 뇌사자 증가에 기여했다고 생각한다. 해당과에서 직접 뇌사자가 발생하였음을 연락할 경우와 달리 외과계 중환자의학팀이 먼저 뇌사자를 발견한 경우에는 환자의 상태에 대해 보호자에게 충분한 설명이 되어 있지 않거나 보호자가 환자의 상태에 대해 못 받아들이고 있는 경우가 많아 상대적으로 보호자 설득에 어려움이 있다. 이처럼 뇌사자 장기이식에 대한 보호자의 동의를 구하기 어려울 때, 원내 종교인들의 면담 등을 주선함으로써 설득을 하려는 노력을 기울였다. 그리고 무엇보다도 뇌사자 관리 의료진과 장기 이식 코디네이터가 적극적으로 뇌사자를 발굴하고 평가한 노력이 가장 기여도가 높다고 하겠다.

결 론

각종 장기의 말기 질환으로 고통받는 많은 환자들에게 장기이식이 궁극적인 치료방법인 상황에서 공여자, 수혜자 간 불균형의 문제로 뇌사자 장기이식의 활성화가 시급하다. 2000년 뇌사자 장기이식이 합법화되고, 여러 제도적 보완을 통해 전국적으로 뇌사자 장기이식이 꾸준히

증가하고는 있지만, 아직은 미흡하다 하겠다. 구득 코디네이터의 노력을 통한 협력병원으로부터의 뇌사자 신고도 중요하지만, 본원은 잠재 뇌사자의 원내 발굴에 노력함으로써 뇌사자 장기이식의 활성화를 꾀하고 있다. 특히 뇌사판정 대상자 관리전문기관과 같은 3차 의료기관은 물론 모든 병원에서 원내 신경외과, 응급의학과 등과의 협력을 통해 적극적인 원내 뇌사자 발굴을 위해 노력할 것을 권유하는 바이다.

REFERENCES

- 1) Zamperetti N, Bellomo R, Defanti CA, Latronico N. Irreversible apnoeic coma 35 years later. Towards a more rigorous definition of brain death? *Intensive Care Med* 2004;30:1715-22.
- 2) Beecher HK; Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain-Death. A definition of irreversible coma. Special communication: Report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. *JAMA* 1968;205: 337-40.
- 3) Lee SB. Medical definition of death and progression of the hypothesis about the brain death. *J Korean Med Assoc* 1999;42:342-8. (이상복. 죽음에 관한 의학적 정의와 뇌사설의 전개과정. 대한의사협회지 1999;42:342-8.)
- 4) Han SS, Kim JH, Hong HJ. A study on the organ transplantation according to the law of organs transplantation. *J Korean Soc Transplant* 2003;17:203-19. (한성숙, 김중호, 홍현자. 장기 등 이식에 관한 법률에 따른 장기이식 실태조사. 대한이식학회지 2003;17:203-19.)
- 5) Choi KT, Lee YM, Seong KW, Lee C, Lee DM, Suh BT, et al. An analysis of the clinical status of the brain death donors. *Korean J Anesthesiol* 1998;34:160-6. (최규택, 이유미, 성규완, 이청, 이동명, 서병태, 등. 장기기증 뇌사자 분석. 대한마취과학회지 1998;34:160-6.)
- 6) Ministry of Health and Welfare (MOHW). The laws of organs transplantation. [Internet]. Seoul: MOHW; 2010 [cited 2010 April 1]. Available from: <http://www.mohw.go.kr>.
- 7) Cho WH, Kim SI, Kim MS, Ahn C, Bang KT, Jeon KO, et al. A proposal to activate organ donation: report of organ allocation study group. *J Korean Soc Transplant* 2009;23: 8-14. (조원현, 김순일, 김명수, 안규리, 방기태, 전경옥, 등. 국내 장기기증 활성화를 위한 방안:Organ Allocation 연구회 보고서. 대한이식학회지 2009;23:8-14.)
- 8) Chung UK, Cho WH, Kim HT, Koo JH, Joo SH, Hwang EA, et al. Cadaveric renal transplantation, before and after 국립장기이식관리센터 System (single center report) *J Korean Soc Transplant* 2004;18:171-8. (정운경, 조원현, 김형태, 구자현, 주신현, 황은아, 등. 국립장기이식관리센터 전후의 뇌사자 신이식의 변화양상(단일센터 성적). 대한이식학회지 2004;18:171-8.)
- 9) Cho WH, Kim HT, Lee HJ, Seo YM, Lee SD, Son EI,

- et al. Development of Korean model for independent organ procurement organization. *J Korean Soc Transplant* 2008;22:109-19. (조원현, 김형태, 이현진, 서영민, 이상도, 손은익, 등. 지역 장기구득기관의 한국형 모델 개발. *대한이식학회지* 2008;22:109-19.)
- 10) Korean Network for Organ Sharing (국립장기이식관리센터). Statistics of organ transplantation [Internet]. Seoul: 국립장기이식관리센터; 2009 [cited 2010 Apr 1]. Available from: <http://www.국립장기이식관리센터.go.kr>.
- 11) Kwak JY. Special report: the law about the brain-death donation and organs transplantation. *J Korean Soc Transplant* 2007;21:1-3. (곽진영. 뇌사자 장기이식과 장기 등 이식에 관한 법률. *대한이식학회지* 2007;21:1-3.)
- 12) Lee YC, Huh KH, Kim HJ, Jeon KO, Kim SI, Kim YS, et al. Review of patients who underwent renal transplantation in China. *J Korean Soc Transplant* 2004;18:61-4. (이영찬, 허규하, 김현정, 전경옥, 김순일, 김유선, 등. 중국에서 신장이식수술을 받고 귀국한 환자의 문제점. *대한이식학회지* 2004; 18:61-4.)
- 13) Ministry of Health and Welfare (MOHW) Blood and Organ Team. A comprehensive plan to improve for management of organ donation. Seoul: MOHW; 2005.10. (보건복지부 혈액장기팀. 장기기증관리개선 종합대책. 서울: 보건복지부; 2005.10.)
- 14) Ahn SY. Status of organ donation in Korea and the role of 국립장기이식관리센터. Education about brain-death organ donation for nurses in the field of neuro and neurosurgery; 2007 June 27; Seoul, Korea. Seoul: Korean Network for Organ Sharing (국립장기이식관리센터); 2007:11-21. (안소영. 우리나라의 장기기증 현황 및 국립장기이식관리센터 역할. 전국 신경과 및 신경외과 간호사 뇌사자 장기기증 교육; 2007년 6월 27일; 서울, 대한민국. 서울: Korean Network for Organ Sharing (국립장기이식관리센터); 2007:11-21.)
- 15) Gortmaker SL, Beasley BC, Brigham LE, Franz HG, Garrison RN, Lucas BA, et al. Organ donor potential and performance: size and nature of the organ shortfall. *Crit Care Med* 1996;24:432-9.
- 16) Madsen M, Bøgh L. Estimating the organ donor potential in Denmark: a prospective analysis of deaths in intensive care units in northern Denmark. *Transplant Proc* 2005; 37:3258-9.
- 17) Lee SJ, Park JB, Lyo IU, Sim HB, Song SK, Kwon SC. The organ donation rates in the neurosurgical field: preliminary study in a single institute. *J Korean Soc Transplant* 2009;23:252-6. (이승진, 박준범, 여인숙, 심홍보, 송순경, 권순찬. 신경외과 영역에서 발생하는 장기 기증률: 단일병원에서의 예비연구. *대한이식학회지* 2009;23:252-6.)
- 18) Spanish National Transplant Organization (ONT) [Internet]. Asturias, Spain: ONT; 2010 [cited 2010 April 5]. Available from: <http://www.ont.es/Paginas/default.aspx>.
- 19) Philips MG. UNOS organ procurement. UNOS update 1995:11.
- 20) Wang Y, Levi CR, Attia JR, D'Este CA, Spratt N, Fisher J. Seasonal variation in stroke in the Hunter Region, Australia: a 5-year hospital-based study, 1995-2000. *Stroke* 2003;34:1144-50.
- 21) Haberman S, Capildeo R, Rose FC. The seasonal variation in mortality from cerebrovascular disease. *J Neurol Sci* 1981;52:25-36.
- 22) Gill JS, Davies P, Gill SK, Beevers DG. Wind-chill and the seasonal variation of cerebrovascular disease. *J Clin Epidemiol* 1988;41:225-30.
- 23) Al-Attar B, Shaheen F, Salam MA, Al-Sayyari A, Babiker A, Zakaria H, et al. Implications of ICU stay after brain death: the Saudi experience. *Exp Clin Transplant* 2006;4: 498-502.
- 24) Ha HS, Hong JJ, Kim SC, Lee SG, Song MG, Han DJ. Study on physician's perceptions and attitudes on organ donation in brain dead donors. *J Korean Soc Transplant* 2001;15:51-7. (하희선, 홍정자, 김송철, 이승규, 송명근, 한덕종. 뇌사자 장기기증에 대한 담당의사의 관심 및 태도 조사연구. *대한이식학회지* 2001;15:51-7.)
- 25) Lee WH, Moon OR, Kwak JY. A study on the analysis of relative factors of intensive care unit nurses attitude in brain death organ donation. *J Korean Soc Transplant* 2001;15:217-24. (이원희, 문옥륜, 곽진영. 뇌사자 장기기증에 관한 중환자실 간호사의 태도에 영향을 미치는 요인분석 연구. *대한이식학회지* 2001;15:217-24.)
- 26) Kang KJ, Kim SH. Nurse's knowledge and attitudes on organ donation in brain death. *J Korean Soc Transplant* 2004;18:81-6. (강경자, 김상희. 뇌사자 장기기증에 대한 간호사의 지식과 태도. *대한이식학회지* 2004;18:81-6.)