

## ABO 혈액형 부적합 신장이식 환자에서 혈연 간 신장이식과 비혈연 간 신장이식의 성적 비교

계명대학교 의과대학 <sup>1</sup>내과학교실, <sup>2</sup>외과학교실, <sup>3</sup>계명대학교 신장연구소

박우영<sup>1,3</sup> · 한승엽<sup>1,3</sup> · 황은아<sup>1,3</sup> · 박성배<sup>1,3</sup> · 박익준<sup>2,3</sup> · 김형태<sup>2,3</sup> · 조원현<sup>2,3</sup>

### Clinical Outcomes between Living Related and Living Unrelated Kidney Transplantation in ABO-Incompatible Kidney Transplant Recipients

Wooyeong Park<sup>1,3</sup>, Seungyeup Han<sup>1,3</sup>, Eunah Hwang<sup>1,3</sup>, Sungbae Park<sup>1,3</sup>,  
Uijun Park<sup>2,3</sup>, Hyungtae Kim<sup>2,3</sup>, and Wonhyun Cho<sup>2,3</sup>

*Departments of <sup>1</sup>Internal Medicine and <sup>2</sup>Surgery, Keimyung University School of Medicine,  
<sup>3</sup>Keimyung Kidney Institute, Daegu, Korea*

**Background/Aims:** Kidney transplantation (KT) is the best treatment for end-stage renal disease patients. Although previous studies have demonstrated that the clinical outcome following living related (LR) KT is better than that following unrelated (LUR) KT in ABO-compatible KT recipients, recent studies showed no differences in clinical outcomes between the two treatments. In this study, we compared the clinical outcomes of LR and LUR KT in ABO-incompatible KT recipients.

**Methods:** From January 2011 to August 2013, 19 cases of ABO-incompatible KT were analyzed retrospectively. Eight kidneys (7 cases of parent-offspring and 1 case of siblings, Group 1) were donated from living-related donors and 11 (all spousal donors, Group 2) from living-unrelated donors. We investigated patient survival, graft survival, acute rejection, graft function, and complications.

**Results:** On Kaplan-Meier analysis, patient and graft survival during follow-up were 87.5% and 87.5% in Group 1; both were 100% in Group 2. Acute rejection, graft function, and medical and surgical complications were not significantly different between the two groups.

**Conclusions:** The short-term clinical outcomes between LR and LUR KT in ABO-incompatible KT recipients were equivalent. Most domestic cases of LUR KT are from spousal donors and the spousal donor will be a major donor in ABO-incompatible KT patients. (Korean J Med 2014;87:698-704)

**Keywords:** Kidney transplantation; Living-unrelated; ABO-incompatible

Received: 2014. 4. 13

Revised: 2014. 5. 1

Accepted: 2014. 5. 15

Correspondence to Seungyeup Han, M.D., Ph.D.

Department of Internal Medicine, Keimyung University School of Medicine, Keimyung University Kidney Institute, 56 Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea

Tel: +82-53-250-7399, Fax: +82-53-253-7976, E-mail: hansy@dsmc.or.kr

Copyright © 2014 The Korean Association of Internal Medicine

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서 론

당뇨병, 고혈압 등의 만성 질환이 늘어나면서 이로 인한 신장의 기능 악화로 전 세계적으로 말기 신부전 환자는 해마다 증가하고 있으며 우리나라 또한 비슷한 경향을 보이고 있다[1]. 이러한 말기 신부전 환자의 치료로 대부분 투석 치료를 시행하고 있지만 신장이식이 말기 신부전 환자에서 가장 효과적인 신 대체 요법임에는 큰 이견이 없다. 그러나 공여 신장의 부족으로 이식 대기자 수는 해마다 증가하고 있어 2006년 기준으로 11,259명에 달하고 있으며 1,939명이 새로 뇌사자 등록을 하였으나 135명의 뇌사자가 공여되어 공여 신장은 매우 부족한 상태이다[2,3]. 이러한 상황을 극복하기 위해 비혈연 간 생체 신장이식, 확장된 뇌사자 신장이식[3]까지 공여 신장의 범위를 확대하고 있으며 또한 생체 신장이식의 금기였던 ABO 혈액형 불일치 신장이식, 고감작 신장이식[4]도 면역억제제 및 혈장교환술의 발달로 전 세계적으로 널리 시행되고 있다[5]. 과거에는 ABO 혈액형 적합 신장이식에서 혈연 공여자 신장이식이 대부분이었고 비혈연 공여자 신장이식보다 성적이 좋다고 보고 되었으나 최근에는 비혈연 간 생체 공여 신장이식에서 배우자 간 이식이 주요 공여자로서 대부분을 차지하고 있으며 혈연 공여자 신장이식의 성적과 차이가 없다고 알려져 있다[6,7]. 이 연구는 ABO 혈액형 부적합 신장이식에서 혈연 간 신장이식과 비혈연 간 신장이식 성적의 차이를 비교하였다.

## 대상 및 방법

본 연구는 2011년 1월부터 2013년 8월까지 계명대학교 동산병원에서 ABO 혈액형 부적합 신장이식을 받은 19예를 후향적으로 분석하였다. 연구 기간 중 총 143건의 신장이식이 있었고, 이 중 혈연 간 생체 신장이식 53예(37.1%), 배우자 간 신장이식 32예(22.4%), 배우자 간 신장이식을 제외한 비혈연 간 생체 신장이식 1예(0.7%), 뇌사자 신장이식 57예(39.8%)였다. 생체 신장이식 86예 중 ABO 혈액형 적합 신장이식은 67예(78%)였으며 이 중 배우자 간 이식은 21예였고, ABO 혈액형 부적합 신장이식 19예(22%) 중 배우자 간 이식은 11예였다. 계명대학교 동산병원에서는 2011년 1월부터 ABO 혈액형 부적합 신장이식을 시작하였고 혈액형 부적합 이식 전 배우자 간 이식이 차지하는 비율이 7.9% (69/876)에서 혈액형

부적합 이식 후 배우자 간 이식이 차지하는 비율이 22.4% (32/143)로 그 비중이 증가하였다. 조직적합항원 교차시험은 보체 의존성 세포독성법을 이용하여 시행하였고 모두 음성인 경우에 이식을 진행하였다. ABO 혈액형 부적합 신장이식군에서 초기 항A/B항체의 역가가 1:128을 초과할 경우 이식 대상에서 제외하였다. 이식 2주 전 rituximab (200 mg/m<sup>2</sup>)을 1회 투여하였고 mycophenolate mofetil (체중 60 kg 미만: 1.5 g, 60 kg 이상: 2.0 g)을 투여하였으며 이식 10일 전부터 tacrolimus (0.1 mg/kg), corticosteroid (0.5 mg/kg)를 투여하였다. 이식 10일 전부터 3-4번의 이중필터 혈장교환술을 시행하였고 수술 직전 신성동결 혈장을 사용하여 1번의 총혈장교환술을 시행하였다. 항체 역가가 목표치인 1:8까지 감소되지 않을 때에는 추가로 혈장교환술을 시행하였으며 혈장교환술 1시간 후 면역글로블린(100 mg/kg)을 각각 투여하였다. 전 처치요법을 시행하여 이식 직전 항A/B항체 역가가 1:8 이하일 경우 이식을 진행하였다. 유도 면역억제제로 basiliximab (이식 당일과 이식 4일째, 20 mg)을 사용하였다. 유지 면역억제제로는 tacrolimus (0.1 mg/kg), 수술 당일부터 3일간 methylprednisolone 500 mg, 250 mg, 125 mg을 정주하였고 이식 4일째부터 corticosteroid 30 mg으로 감량하였으며, mycophenolate mofetil (체중 60 kg 미만: 1.5 g, 60 kg 이상: 2.0 g)을 사용하였다. Tacrolimus trough level은 이식 1개월 이내에는 5-10 ng/mL로 유지하였고 이후에는 3-8 ng/mL로 유지하였다. 모든 환자들은 수술 후 1일째부터 14일간 거대세포 바이러스 예방을 위해 ganciclovir (5 mg/kg)를 사용하였고 주폐포자충 폐렴 예방을 위해 trimethoprim-sulfamethoxazole (160/800 mg), 진균 감염 예방을 위해 경구용 fluconazole (5 mL)을 사용하였다.

추적 관찰 기간 동안 환자 및 이식 신장 생존율, 이식 신장 기능지연, 신장 기능의 변화, 급성 거부반응, 수술 후 합병증에 대해 조사하였다. 이식 신장 생존율은 추적 관찰기간 동안 투석 치료로 전환되지 않거나 환자가 생존해 있는 경우로, 이식 신장 기능지연은 이식 후 1주일 이내 투석 치료가 필요한 경우로 정의하였고 신 기능의 변화에 대해서는 혈청 크레아티닌을 측정하여 비교하였으며 급성 거부반응은 이식 신장의 조직 검사를 통해 진단하였다.

통계 분석은 SPSS ver. 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 시행하였고 환자 및 이식 신장 생존율은 Kaplan-Meier method와 log-rank test를 이용하여 분석하였다. 두 군

간의 비교는 Student's *t*-test를 이용하였고 통계적 유의수준인 *p*값이 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

## 결 과

19예의 ABO 혈액형 부적합 이식 중 혈연 간 신장이식은 8예, 비혈연 간 신장이식은 11예였다. 혈연 간 신장이식군 수혜자의 평균 연령은 42.5 ± 18.1세, 비혈연 간 신장이식군 수혜자의 평균 연령은 49.0 ± 6.4세로 비혈연 간 신장이식군에서 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 혈연 간 신장이식군 공여자의 평균 연령은 40.1 ± 12.1세, 비혈연 간 신장이식군 공여자의 평균 연령은 47.6 ± 8.5세로 역시 비혈연 간 신장이식군에서 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 혈연 간 신장이식군의 원인 신질환은 당뇨병 4예(50%), 만성사구

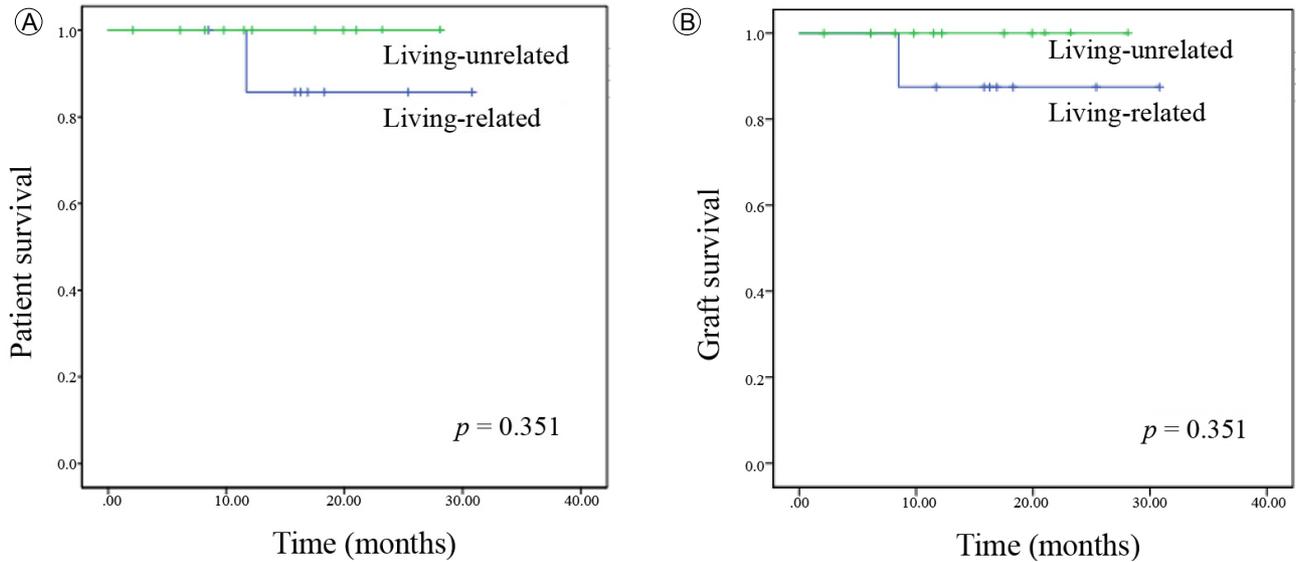
체신염 4예(50%)였고 비혈연 간 신장이식군은 당뇨병 2예(18.2%), 고혈압 1예(9.1%), 만성사구체신염 8예(72.7%)였다. 이식 전 신대체 요법으로 혈액투석이 각각 4예(50%), 8예(72.7%), 복막투석이 2예(25%), 2예(18.2%), 투석을 받지 않은 경우는 2예(25%), 1예(9.1%)였다. 투석 기간은 혈연 간 신장이식군에서 6.25 ± 10.9개월, 비혈연 간 신장이식군에서 38.5 ± 48.8개월로 비혈연 간 신장이식군에서 투석 기간이 길었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 신장이식을 2회 이상 받은 환자는 각각 1예 있었다. 혈연 간 신장이식군에서 조직적합항원 불일치는 2.8 ± 0.3이었고 비혈연 간 신장이식군에서는 4.4 ± 0.8로 비혈연 간 신장이식군에서 유의하게 높았다(*p* = 0.000). 혈연 간 신장이식군에서 부모-자식 간 7예, 형제 간 1예, 비혈연 간 신장이식군에서 11예 모두 배우자 간 이식이었고 남편이 아내에게 공여한 경우 2예, 아내가 남편에게 공여한 경우 9예였다(Table 1).

**Table 1. Characteristics of donors and recipients in ABO-incompatible kidney transplantation**

	Living-related (n = 8)	Living-unrelated (n = 11)	<i>p</i> value
Recipient sex (M : F)	4 (50) : 4 (50)	9 (81.8) : 2 (18.2)	0.141
Recipient age, yr	42.5 ± 18.1	49.0 ± 6.4	0.360
Donor sex (M : F)	5 (62.5) : 3 (37.5)	2 (18.2) : 9 (81.8)	0.048
Donor age, yr	40.1 ± 12.1	47.6 ± 8.5	0.131
Etiology of ESRD			0.274
Diabetes mellitus	4 (50)	2 (18.2)	
Hypertension	0 (0)	1 (9.1)	
Chronic GN	4 (50)	8 (72.7)	
Modality of RRT			0.542
Hemodialysis	4 (50)	8 (72.7)	
Peritoneal dialysis	2 (25)	2 (18.2)	
None	2 (25)	1 (9.1)	
Duration of RRT, months	6.25 ± 10.9	38.5 ± 48.8	0.086
First KT	7 (87.5)	10 (90.9)	0.811
HLA mismatch	2.8 ± 0.3	4.4 ± 0.8	0.000
Donor-to-recipient relationship			0.001
Parent to offspring	3 (37.5)		
Offspring to parent	4 (50)		
Sibling	1 (12.5)		
Husband-to-wife		2 (18.2)	
Wife-to-husband		9 (81.8)	

Values are presented as number (%) or mean ± SD (range).

M, male; F, female; ESRD, end-stage renal disease; GN, glomerulonephritis; RRT, renal replacement treatment; KT, kidney transplantation; HLA, human leukocyte antigen.



**Figure 1.** Kaplan-Meier curves for comparison of patient (A) and graft (B) survival rates between living-related and living-unrelated ABO-incompatible kidney transplantation.

**Table 2. Patient and graft survival and graft function in ABO-incompatible KT**

	Living-related (n = 8)	Living-unrelated (n = 11)	p value
Patient and graft survival			
Patient survival	7 (87.5)	11 (100)	0.228
Graft loss	1 (12.5)	0 (0)	0.228
DGF	1 (12.5)	0 (0)	0.228
Follow-up duration, mon	17.9 ± 7.1	14.5 ± 8.0	0.346
Graft function			
Serum creatinine, mg/dL			
1 wk after KT	0.91 ± 0.64	0.90 ± 0.26	0.954
1 mon after KT	0.90 ± 0.14	0.97 ± 0.22	0.464
2 mon after KT	1.00 ± 0.05	1.02 ± 0.27	0.754
3 mon after KT	1.03 ± 0.15	1.10 ± 0.29	0.562
6 mon after KT	1.04 ± 0.13	1.17 ± 0.30	0.308
1 yr after KT	0.98 ± 0.22	1.26 ± 0.41	0.178
Acute rejection	1 (12.5)	1 (9.1)	0.811

Values are presented as number (%) or mean ± SD.

KT, kidney transplantation; DGF, delayed graft function.

Kaplan-Meier 분석에 따라 혈연 간 신장이식군에서 평균 17.9 ± 7.1개월의 추적 기간 동안 환자 생존율 및 이식 신장 생존율은 각각 87.5%, 87.5%였고 비혈연 간 신장이식군에서 평균 14.5 ± 8.0개월의 추적 기간 동안 환자 생존율 및 이식 신장 생존율은 모두 100%였다(Fig. 1A and 1B). 혈연 간 신장

이식군에서 용혈성 요독 증후군과 심정지로 인한 이식 신장 소실과 사망이 1예 있었다. 지연성 이식 신장 기능은 혈연 간 신장이식군에서 1예 있었다. 이식 후 6개월, 1년 혈청 크레아티닌 수치는 혈연 간 신장이식군에서 1.04 ± 0.13, 0.98 ± 0.22, 비혈연 간 신장이식군에서 1.17 ± 0.30, 1.26 ± 0.41로 비혈연

**Table 3. Complications in ABO-incompatible kidney transplantation**

Infectious complications			
CMV infection, n	1 (12.5)	2 (18.2)	0.754
Other viral infection, n	1 (12.5)	2 (18.2)	0.754
Bacterial infection, n	1 (12.5)	1 (9.1)	0.824
Surgical complications, n	2 (25)	3 (27.3)	0.918
NODAT, n	1 (12.5)	4 (36.4)	0.242

Values are presented as number (%).

CMV, cytomegalovirus; NODAT, new onset diabetes after transplantation.

간 신장이식군에서 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 급성 거부반응은 두 군에서 각각 1예 있었고 모두 이식 신장 생검을 통해 항체 매개성 거부반응을 진단하였다(Table 2). 거대세포 바이러스 감염, 그 외 다른 바이러스 감염, 세균 감염 발생, 이식 후 당뇨병은 비혈연 간 신장이식에서 많았으나 양군 간에 통계적으로 차이가 없었고 출혈 등의 외과적 합병증 또한 양군 간에 차이가 없었다(Table 3).

## 고 찰

평균 수명이 증가하고 고령화 시대가 도래하면서 고혈압, 당뇨병과 같은 만성 질환의 빈도가 증가하였고, 이에 따라 만성 신부전증 환자 또한 급속히 증가하고 있어 신대체 요법의 필요성이 증가하고 있다[1]. 신대체 요법 중 가장 효과적인 방법인 신장이식은 현재 수요와 공급의 극심한 불균형의 문제에 직면해 있다. 전세계적으로 심각한 공여 신장의 부족 현상을 해결하기 위해 신공여자의 범위를 확대하는 추세이다. 국내에서는 1979년부터 뇌사자 이식이 시작되었고 2000년 2월 9일부터는 뇌사자에 대한 장기 이식에 관한 법률이 시행되어 국립장기이식관리센터(Korean Network for Organ Sharing)에서 뇌사자 이식을 적극적으로 시행하고 있다[8]. 현재는 심정지된 공여자[9], 경계상 공여자[3]까지 범위가 확대되었으나 여전히 뇌사자 공여 신장은 매우 부족하다. 짧은 허혈 시간, 계획된 수술 전 처치, 유전학적으로 연결된 생체 이식이 뇌사자 이식보다 환자 및 이식신장의 생존율이 높다는 것은 잘 알려진 사실이다[10]. 우리나라에서는 부모가 자식에게 신장을 공여하는 경우가 많은 상태이나 혈연 간 생체 이식 및 뇌사자 이식만으로는 그 수요를 충족할 수 없어 생체 공여 신장의 확대를 위한 노력으로 비혈연 간 생체 이식, 배우자 간 신장이식, 고감작 생체 이식도 시행되고 있다

[4,10,11].

과거에는 신장이식이 ABO 혈액형 적합 신장이식에서만 가능하였고 혈액형 불일치는 이식의 금기 사항으로 여겨졌으나 1955년 Hume 등[12]이 B형 뇌사자와 O형 수혜자 ABO 혈액형 부적합 신장이식을 처음 보고하였고, 1985년 Alexandre 등[13]이 혈장 교환술 및 비장적출술을 시행하여 ABO 혈액형 부적합 신장이식이 가능해졌으나 결과는 혈액형 적합 신장이식보다 좋지 않았다. 2000년도 이후 Tacrolimus, mycophenolate mofetil 등의 면역억제제의 발달과 비장적출술 대신 림프종 치료로 사용되었던 rituximab이 도입되면서 ABO 혈액형 부적합 신장이식의 성적이 향상되었고[14] 혈연 간 생체 이식뿐 아니라 비혈연 간 생체 이식도 시행되고 있다. ABO 혈액형 적합 신장이식에서 조직적합항원 불일치가 혈연 간 생체 이식 환자에 비해 비혈연 간 생체 이식 환자에서 높았으나 양군 간의 이식 성적의 차이가 없다고 보고되었다 [6]. 본 연구에서 ABO 혈액형 부적합 신장이식에서도 조직적합항원 불일치가 비혈연 간 생체 이식 환자에서 의미 있게 높은 결과를 보였으나 혈연 간 생체 이식과 비혈연 간 생체 이식의 환자 생존율, 이식 신장 생존율, 급성 거부반응의 발생률, 수술 후 합병증의 발생률은 통계적으로 유의한 차이가 없어 ABO 혈액형 부적합 신장이식에 있어서도 비혈연 간 생체 이식은 공여 신장 부족 문제의 좋은 대안이라고 할 수 있다. 가족의 규모가 매우 축소되고 대부분의 생활들이 부부간에 이루어지는 현대사회에서 배우자 간 신장이식의 빈도가 증가하고 있으며 본 기관에서 시행한 ABO 혈액형 부적합 신장이식에서 비혈연 간 생체 이식 모두 배우자 간 신장이식이 차지하고 있었다. 배우자 간 이식은 혈연 간 생체 이식보다 수혜자와 공여자의 나이가 많았고 조직적합항원 불일치가 높으나 본 연구와 같이 ABO 혈액형 부적합 신장이식에서도 그 성적이 ABO 혈액형 적합 신장이식과 비교하여 혈연 간

생체 이식보다 나쁘지 않았다. 말기 신부전증 환자는 투석이 라는 경제적, 심리적 부담감을 갖고 있고 이를 극복하는 것이 부부간의 공통적인 목적이다. 이러한 상황을 배우자 간 신장이식을 통해 다른 사람의 도움을 빌리지 않고 해결할 수 있고, 이를 통해 부부간의 유대감과 가정의 안정성이 더 견고해질 수 있다는 보고도 있다[15]. 유전적으로는 적합하지 않지만 정서적 혈연관계를 유지하고 서로의 건강을 함께 관리해야 한다는 공통된 생각을 토대로 면역억제제 복용의 순응도도 잘 유지되어 배우자 간 신장이식의 결과가 혈연 간 신장이식의 결과만큼 좋을 것으로 생각된다. 현대 사회는 가족의 규모가 매우 축소되고 있으며 이에 따라 신장이식의 공여자로서 배우자의 역할이 매우 크다고 하겠다.

면역억제제의 발달과 적절한 전 치료로 ABO 혈액형 부적합 신장이식은 ABO 혈액형 적합 신장이식과 성적에서 큰 차이가 없다고 보고되어 왔으며 본 기관에서 시행한 ABO 혈액형 부적합 신장이식에서 비혈연 간 신장이식은 환자 및 이식 신장 생존율, 이식 신장 기능, 급성 거부반응 발생률, 수술 후 합병증의 발생률에 있어 혈연 간 신장이식과 성적의 차이가 없었다. 하지만 본 연구는 단지 19예만 시행하였고 추적 기간 또한 32개월인 단기간 연구로 오랜 기간의 추적 관찰과 더 많은 수의 예가 필요할 것으로 생각된다. 신장이식 전 국내 비혈연 간 신장이식의 대부분은 본 연구에서와 같이 배우자 간 신장이식으로 정서적으로 강하게 결합된 배우자는 ABO 혈액형 부적합 신장이식에서도 주요 공여자가 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 요 약

**목적:** 신장이식은 말기 신부전 환자의 치료에 있어 가장 효과적인 신대체 요법이다. 과거 ABO 혈액형 적합 신장이식에서 혈연 공여자 신장이식이 비혈연 공여자 신장이식보다 성적이 좋다고 보고 되었으나 최근에는 성적에 차이가 없다고 보고되고 있다. ABO 혈액형 부적합 신장이식에서 혈연 간 신장이식과 비혈연 간 신장이식 성적을 비교하였다.

**방법:** 2011년 1월부터 2013년 8월까지 ABO 혈액형 부적합 신장이식 19예가 후향적으로 분석되었다. 혈연 간 신장이식은 8예(부모-자식 간 7예, 형제간 1예), 비혈연 간 신장이식은 11예(배우자 간 11예)였다. ABO 혈액형 부적합 신장이식에서 혈연 간 신장이식군과 비혈연 간 신장이식군의 환자 및

이식 신장 생존율, 급성 거부반응, 이식 신장 기능, 합병증에 대해 조사하였다.

**결과:** Kaplan-Meier 분석에 따라 혈연 간 신장이식군에서 추적 기간 동안 환자 생존율 및 이식 신장 생존율은 각각 87.5%, 87.5%였고 비혈연 간 신장이식군에서 모두 100%였다. 급성 거부반응, 이식 신장 기능, 내외과적 합병증은 양군 간에 의미 있는 차이가 없었다.

**결론:** ABO 혈액형 부적합 신장이식에서 혈연 간 신장이식과 비혈연 간 신장이식 단기 성적의 차이가 없었다. 국내 비혈연 간 신장이식의 대부분은 배우자 간 신장이식으로 배우자는 ABO 혈액형 부적합 신장이식의 주요 공여자가 될 수 있을 것이다.

**중심 단어:** 신장이식; 비혈연공여자; ABO 혈액형 부적합

## REFERENCES

1. Jin DC. Current status of dialysis therapy in Korea. Korean J Intern Med 2011;26:123-131.
2. Satayathum S, Pisoni RL, McCullough KP, et al. Kidney transplantation and wait-listing rates from the international dialysis outcomes and practice patterns study (DOPPS). Kidney Int 2005;68:330-337.
3. Audard V, Matignon M, Dahan K, Lang P, Grimbert P. Renal transplantation from extended criteria cadaveric donors: problems and perspectives overview. Transpl Int 2008;21: 11-17.
4. Yoon HE, Hyoung BJ, Hwang HS, et al. Successful renal transplantation with desensitization in highly sensitized patients: a single center experience. J Korean Med Sci 2009;24 (Suppl 1):S148-155.
5. Holechek MJ, Hiller JM, Paredes M, Rickard JC, Montgomery RA. Expanding the living organ donor pool: positive crossmatch and ABO incompatible renal transplantation. Nephrol Nurs J 2003;30:195-204.
6. Simforoosh N, Basiri A, Fattahi MR, et al. Living unrelated versus living related kidney transplantation: 20 years' experience with 2155 cases. Transplant Proc 2006;38:422-425.
7. Chung BH, Jung MH, Bae SH, et al. Changing donor source pattern for kidney transplantation over 40 years: a single-center experience. Korean J Intern Med 2010;25:288-293.
8. Kim MS, Kim SI, Kim YS. Current status of deceased donor organ recovery and sharing in Korea. J Korean Med Assoc 2008;51:685-691.
9. Kim YH. Renal transplantation from non-heart beating donors: a promising alternative to enlarge the donor pool. J

- Korean Soc Transplant 2007;21:4-8.
10. Terasaki PI, Cecka JM, Gjertson DW, Takemoto S. High survival rates of kidney transplants from spousal and living unrelated donors. *N Engl J Med* 1995;333:333-336.
  11. Yoon HE, Yang CW. Renal transplantation in highly sensitized recipients. *J Korean Soc Transplant* 2008;22:8-12.
  12. Hume DM, Merrill JP, Miller BF, Thorn GW. Experiences with renal homotransplantation in the human: report of nine cases. *J Clin Invest* 1955;34:327-382.
  13. Alexandre GP, De Bruyere M, Squifflet JP, Moriau M, Latinne D, Pirson Y. Human ABO-incompatible living donor renal homografts. *Neth J Med* 1985;28:231-234.
  14. Ichimaru N, Takahara S. Japan's experience with living-donor kidney transplantation across ABO barriers. *Nat Clin Pract Nephrol* 2008;4:682-692.
  15. Watanabe T, Hiraga S. Influence on family psychodynamics on spousal kidney transplantation. *Transplant Proc* 2002;34:1145-1147.