

국내공여각막과 해외공여각막의 전층각막이식술 후 임상 결과 비교

Comparative Analysis of Clinical Outcome in Penetrating Keratoplasty Using Domestic or Imported Cornea

김동현^{1,2} · 이자영³ · 오주연^{1,2} · 최혁진^{1,2} · 김미금^{1,2} · 위원량^{1,2}

Dong Hyun Kim, MD^{1,2}, Ja Young Lee, MD³, Joo Yeon Oh, MD, PhD^{1,2}, Hyuk Jin Choi, MD, PhD^{1,2},
Mee Kum Kim, MD, PhD^{1,2}, Won Ryang Wee, MD, PhD^{1,2}

서울대학교 의과대학 안과학교실¹, 서울대학교병원 의생명연구원 인공안구센터 안면역각막재생연구실²,
순천향대학교 의과대학 구미병원 안과학교실³

Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine¹, Seoul, Korea
Laboratory of Ocular Regenerative Medicine and Immunology, Seoul Artificial Eye Center, Seoul National University Hospital Biomedical Research Institute², Seoul, Korea
Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Gumi Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine³, Gumi, Korea

Purpose: To compare the survival of corneal grafts and the changes in endothelial cell density in penetrating keratoplasty using domestic or imported corneas.

Methods: Medical records of 236 eyes of 211 patients who underwent penetrating keratoplasty from November 2004 to August 2011 in Seoul National University Hospital and were followed up at least 1 year were retrospectively reviewed. After excluding the patients who received the combined surgeries with other surgeries except cataract surgery, the eyes were divided into 2 groups depending on the origin of donor tissue resulting in a domestic cornea group (108 eyes) and an imported cornea group (128 eyes). Recipient demographics, preoperative diagnosis, donor age, death-to-preservation time, death-to-operation time and pre- and postoperative visual acuities were compared between the 2 groups. Kaplan-Meier survival and changes in endothelial cell density were analyzed at 3, 6 and 12 months and then every year.

Results: The most common preoperative diagnoses were re-graft and corneal opacity in the domestic and imported cornea groups, respectively, without statistical difference. Death-to-preservation time was 8.9 hours and 8.0 hours in the domestic and imported cornea groups, respectively, without statistical difference. However, death-to-operation time was longer in the imported cornea group (4.98 days) than in the domestic cornea group (2.18 days). There were no differences in pre- and postoperative visual acuities, decrease in annual changes in endothelial densities and survival up to 3 years between the 2 groups. In addition, the survival and decreased annual changes in endothelial densities were not different from each other in penetrating keratoplasty combined with cataract surgery or in penetrating keratoplasty for a corneal edema.

Conclusions: Our study results suggest that clinical outcomes of the penetrating keratoplasty using imported corneas are comparable in efficacy when compared with the clinical outcomes using domestic corneas.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(5):672-679

Key Words: Domestic cornea, Endothelial cell density, Imported cornea, Penetrating keratoplasty, Survival

■ Received: 2014. 7. 25. ■ Revised: 2014. 10. 20.

■ Accepted: 2015. 4. 20.

■ Address reprint requests to **Mee Kum Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Seoul National University Hospital, #101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea
Tel: 82-2-2072-2665, Fax: 82-2-741-3187
E-mail: kmk9@snu.ac.kr

각막이식은 약물로 호전되지 않는 각막혼탁 또는 내피세포병증으로 인한 각막부종에 표준 치료이나, 미국과 호주 등과는 달리 한국을 포함한 아시아권은 기증문화의 부족으로 기증자가 적어 각막 이식 대기자가 많다.¹ 보존액의 발달로 다른 장기와 달리 각막은 단기 보존이 가능하고, 이에 따라

장거리 지역 운송 후에도 이식이 가능하다. 서울대학교 병원 안과에서는 1981년 각막이식을 시행한 이래, 국내 기증 상황에 따라 각막이식 수술 건수의 증감 폭이 매우 컸는데, 2003년 Northwest Lions Eye Bank (현. SightLife)와 “Organ Sharing”의 인도적 차원에서 협약을 맺고, 해외공여각막을 기증 받게 되면서 이후 각막이식 수술이 매우 활발하게 되었고(Supplementary Fig. 1, 2), 이런 해외공여각막을 이용한 각막이식 수술의 증가는 전체 국내 변화 추세와도 비슷하였다.²

해외공여각막은 얼음 팩을 동봉하여 냉장상태에서 운반하지만 항공 운송 및 통관 과정에 따른 다양한 주변 환경에 노출될 수 있는 어려움이 있고, 결정적으로 기증자 사망부터 수여자 이식까지의 시간이 지연될 수밖에 없다. 다양한 상업적 보존제에 공여각막을 단기 보존할 경우 6일까지 내피세포의 변화는 큰 차이가 없는 것으로 알려졌으며,³ 최근의 대규모 연구에 의하면 해외공여각막은 국내공여각막과 임상결과에 차이가 없다는 보고도 있고,⁴ 대부분의 질환은 차이가 없었지만 각막부종 질환 이식의 생존율에는 차이가 있다는 보고도 있어⁵ 해외공여각막과 국내공여각막의 유효성이 동등한지는 아직 의견이 정립되어 있지 않다. 국내에서도 이를 걱정하는 연구진에 의해 해외공여각막의 유효성에 대한 일부 연구가 진행되었으나⁶ 연구 규모가 작아 추가 연구가 필요한 상태이다.

본 연구진은 실제 임상에서 해외공여각막의 유효성을 의심하는 환자와 상담 시, 국내 자료 분석을 통한 학문적 근거를 제시할 필요를 느꼈기에 국내공여각막과 해외공여각막의 전층각막이식술 후 임상 결과 비교 연구를 통해 해외공여각막의 국내공여각막대비 유효성을 확인하고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 2004년 11월부터 2011년 8월까지 서울대학교 병원 안과에서 전층 각막이식술을 시행 받은 환자 중 1년 이상 추적관찰이 된 환자의 의무기록을 후향 분석하였다. 각막이식을 받은 환자 중 해외 기증 각막의 정보가 유실되어 없거나 주기적인 내피세포의 분석이 시행되지 않은 환자는 제외되었고, 각막 이식 중에 후방 파열 또는 맥락막상강출혈, 유리체강내 출혈 등의 합병증이 발생하였거나, 계획적으로 녹내장 수술, 유리체 절제술, 윤부 이식술을 각막 이식과 병행한 경우의 환자는 모두 제외되었다. 총 211명의 환자의 236안이 분석 대상이 되었고, 이 중 국내공여각막을 받은 군은 104명 108안이었으며(국내공여각막군), 해외공여각막을 받은 군은 122명 128안이였다(해외공여각막군)(Table 1). 각 군별 성별, 나이, 술 전 녹내장 수술 병력, 및 수술 전후 수정체 상태는 Table 1에 기술하였으며 각 군 간 변수별 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

해외공여각막은 Seattle에 위치한 Northwest Lions Eye Bank (현. SightLife)에서 기증받았고, 최소 내피세포 밀도 2,400 cell/mm² 이상, 기증자 사망부터 수여자 수술 시까지의 시간 6일 이내, 기증자 연령 70세 이하인 조건의 각막만 공여 받았다. 공여각막의 상태를 각 군 간 비교하였는데, 공여자 연령, 기증자 사망부터 각막 채취까지의 시간, 기증자 사망부터 수여자 각막이식까지의 시간을 비교하였다. 내피세포의 밀도는 국내공여각막의 경우 초기 정보가 없어서 비교하지 않았다.

국내공여각막군과 해외공여각막군의 각 군별 각막이식 수술 전 진단과 시력, 수술 후 시력 및 시간에 따른 생존율과 내피세포의 밀도 변화를 비교하였다. 추가적으로 백내장 수술 동반 여부에 따른 각 군 간 내피세포의 밀도 변화

Table 1. Demographics of the patients of penetrating keratoplasty using domestic or imported cornea

	Domestic cornea	Imported cornea
No. of eyes (patients)	108 (104)	128 (122)
Mean age (years, range)	55.7 (17-87)	53.4 (11-84)
Sex (M:F)	55:53	78:50
Laterality (R:L)	57:51	58:70
Prior glaucoma surgery (no. of eyes, %)	15 (13.9)	15 (11.7)
Preoperative lens status (no. of eyes, %)		
Phakic	56 (51.8)	82 (64.1)
Pseudophakic	38 (35.2)	36 (28.1)
Aphakic	14 (13.0)	10 (7.8)
Postoperative lens status (no. of eyes, %)		
Phakic	29 (26.9)	34 (26.6)
Pseudophakic	66 (61.1)	81 (63.3)
Aphakic	13 (12.0)	13 (10.1)

No statistical significance at all variables.

R = right eye; L = left eye.

및 생존율을 분석하였고, 각막부종 질환군(수포성 각막병증)만 따로 분리하여 국내공여각막군과 해외공여각막군의 내피세포 밀도 변화 및 생존율을 추가 분석하였다.

술 후 추적관찰 기간 중 발생하는 각막이식의 생존 실패는 원인에 상관없이 치료에도 불구하고 이식편이 비가역적으로 혼탁해지는 것으로 정의하였다. 이식편 거부반응은 상피 혹은 내피의 이식거부선이 나타나거나 이전에 투명하던 각막에 부종이 생기면서 전방염증이 나타날 때로 정의하였으며, 3개월 이상의 면역 억제 치료 후에도 비가역적인 경우는 생존 실패로 정의하였다. 카플란 마이어 생존함수를 이용한 생존분석을 시행함에 있어 이식편의 생존기간은 이식술을 시행한 날부터 마지막 내원일까지로 계산하였고, 생존 실패한 이식편에 대해서는 이식한 날부터 실패의 징후가 나타난 날까지로 계산하여 각 군별 생존율을 알아 보았다. 내피세포의 밀도 변화는 경면 내피세포 현미경(Noncon ROBO CA, Konan medical Inc., Hyogo, Japan)으로 측정하였고, 각막이식 후 3개월 시점부터 각 군에서 6개월, 1년까

지 비교하고, 1년 이후에는 1년 단위로 비교하였다.

통계는 SPSS Statistics version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 independent *t*-test, chi-square test, Kaplan-Meier survival analysis 및 log rank test 등을 시행하였다.

결 과

술 전 진단의 빈도를 분석하였을 때, 국내공여각막군에서는 재이식이 가장 많았고, 다음으로 각막 혼탁, 각막수포 병증순이었으며, 해외공여각막군에서는 각막혼탁이 가장 많았고, 다음으로 재이식, 각막수포병증순이었다. 질환의 분포는 각 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 2).

공여각막의 특성을 각 군별로 분석하여 보았을 때(Table 3), 기증자 연령은 국내공여각막군에서 평균 연령 46.8세로 해외공여각막군의 55.5세에 비해 유의하게 낮았고($p < 0.05$, independent *t*-test), 기증자 사망부터 각막채취까지의 시간은

Table 2. Preoperative diagnosis in the patients of penetrating keratoplasty using domestic or imported cornea

Preoperative diagnosis	Domestic cornea (no. of eyes, %)	Imported cornea (no. of eyes, %)
Regrafts	29 (26.9)	26 (20.3)
Corneal opacity/scar	25 (23.1)	35 (27.3)
Pseudophakic bullous keratopathy	23 (21.3)	25 (19.5)
Keratoconus	7 (6.5)	7 (5.5)
Herpes simplex keratitis	6 (5.6)	17 (13.3)
Others	18 (16.7)	18 (14.1)
Total	108	128

No statistical significance at all items.

Table 3. Characteristics of the donor cornea

	Domestic cornea	Imported cornea
Donor age (years, range)*	46.8 ± 14.9 (13-74)	55.5 ± 11.1 (12-71)
Death to preservation time (hours)	8.9 ± 7.7	8.0 ± 3.9
Death to transplant time (hours)*	52.3 ± 24.0 (mean 2.18 days)	119.6 ± 17.6 (mean 4.98 days)
Optisol-GS® (no. of eyes, %)	108 (100)	128 (100)
Moist chamber (no. of eyes, %)	0 (0)	0 (0)

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

* $p < 0.05$ by independent *t*-test.

Table 4. Clinical outcome of penetrating keratoplasty using domestic or imported cornea

	Domestic cornea	Imported cornea
Preoperative BCVA (log MAR)	1.67 ± 0.33	1.67 ± 0.38
Postoperative BCVA (log MAR)	0.70 ± 0.55	0.67 ± 0.55
Graft failures (no. of eyes, %)		
Graft rejection	25 (23.1)	29 (22.7)
Late endothelial failure	10 (9.3)	3 (2.3)
F/U periods (months)*	33.71 ± 18.54	42.30 ± 23.83

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

BCVA = best corrected visual acuity; F/U = follow-up.

* $p < 0.05$ by independent *t*-test.

Table 5. The percentages of combined cataract surgery in penetrating keratoplasty using domestic or imported cornea

Surgeries	Domestic cornea (no. of eyes, %)	Imported cornea (no. of eyes, %)
PKP without combined cataract surgery	71 (65.7)	67 (52.4)
PKP with combined cataract surgery	27 (25)	47 (36.7)
PKP with stepwise cataract surgery	10 (9.3)	14 (10.9)
Total	108	128

No statistical differences between the groups by chi-square test.

PKP = penetrating keratoplasty.

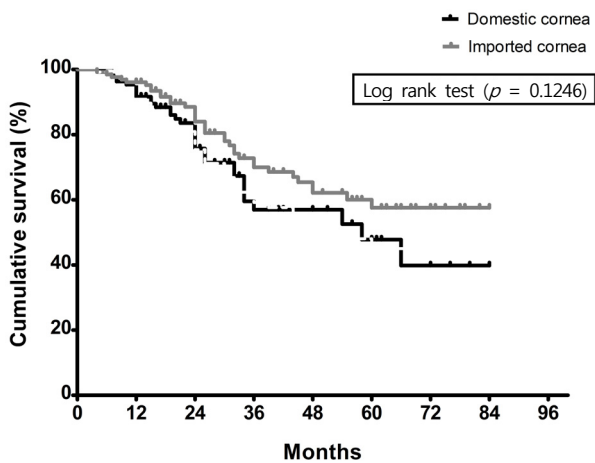


Figure 1. Kaplan-Meier survival in penetrating keratoplasty using domestic cornea (black) or imported cornea (gray).

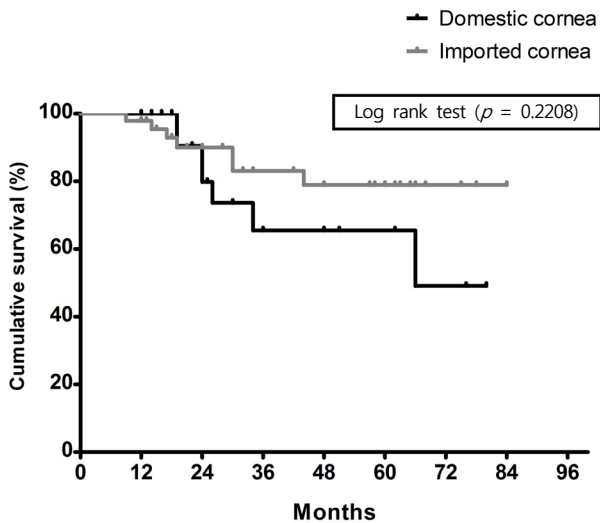


Figure 2. Kaplan-Meier survival in penetrating keratoplasty combined with cataract surgery using domestic cornea (black) or imported cornea(gray).

국내공여각막 8.9시간, 해외공여각막 8.0시간으로 차이가 없었다. 기증자 사망부터 수여자 이식까지의 시간은 국내 공여각막군이 평균 2.18일로 해외공여각막군의 평균 4.98 일에 비해 유의하게 짧았다($p<0.05$, independent t -test). 양 군 모두 Optisol-GS® (Chiron Intraoptics, Irvine, CA, USA)에 보존하였다.

임상성적을 비교하여 보았을 때(Table 4), 국내공여각막 및 해외공여각막 양군 간에 술 전 시력은 차이가 없었고(logMAR 1.67 ± 0.33 vs. 1.67 ± 0.38), 최종 추적 관찰 시술 후 양군 모두에서 시력 호전이 있었으나 군 간 차이는 없었다(logMAR 0.70 ± 0.55 vs. 0.67 ± 0.55). 이식 실패는 국내공여각막 및 해외공여각막군에서 각각 32.4%와 25.0%였고, 거부반응으로 인한 실패가 각각 23.1%와 22.7%, 말기 내피 세포부전이 각각 9.3%와 2.3%였는데, 두 군 간 유의한 차이는 없었다. 추적관찰 기간은 국내공여각막군의 평균 33.71개월에 비해 해외공여각막군이 평균 42.3개월로 유의하게 길었다($p<0.05$, independent t -test). 카플란 마이어 생존함수를 이용한 생존분석에서 전층 각막이식 후 생존율은 국내공여각막군(평균 생존시간[mean survival time]; 54.1 ± 3.9 개월)과 해외공여각막군(평균 생존시간 61.5 ± 3.0 개월)은 통계적인 차이가 없었다($p=0.125$, log rank test, Fig. 1).

백내장 수술은 공여편 내피세포 밀도에 영향을 줄 수 있으므로, 양군에서 백내장 수술을 병행한 경우와 추후 백내장 수술을 추가한 경우의 분포를 살펴 보았는데(Table 5), 백내장 수술을 병행한 경우는 국내공여각막군과 해외공여각막군이 각각 25%와 36.7%, 각막이식 술 후 백내장 수술을 추가 시행한 경우는 각각 9.3%, 10.9%로 두 군 간 통계적 유의성은 없었다. 백내장 수술을 병행 또는 추후 시행한 군을 따로 분리하여 국내공여각막군과 해외공여각막군의 생존율을 비교하였을 때, 생존율은 국내공여각막군(평균 생존시간 58.9 ± 6.3 개월)과 해외공여각막군(평균 생존시간 71.7 ± 4.2 개월)이 통계적인 차이가 없었다($p=0.221$, log rank test, Fig. 2).

또한 내피세포의 밀도 변화를 각 군에서 시간별로 비교하여 보았는데, 전체 전층각막이식군과 전층각막이식 및 백내장수술을 병행/추후 시술한 아군(Subgroup) 모두에서 국내공여각막군과 해외공여각막군 사이에 통계적인 차이는 없었다(Fig. 3).

최근 각막부종 환자에서 해외기증각막의 생존율이 낮다는 일부 보고가 있어, 각막부종 환자군만 분리하여 추가 분석하여 보았다. 생존율은 국내공여각막군과 해외공여각막군은 통계적인 차이가 없었고($p=0.900$, log rank test, Fig. 4A), 연간 내피 세포의 밀도 변화도 두 군 간에 차이가 없

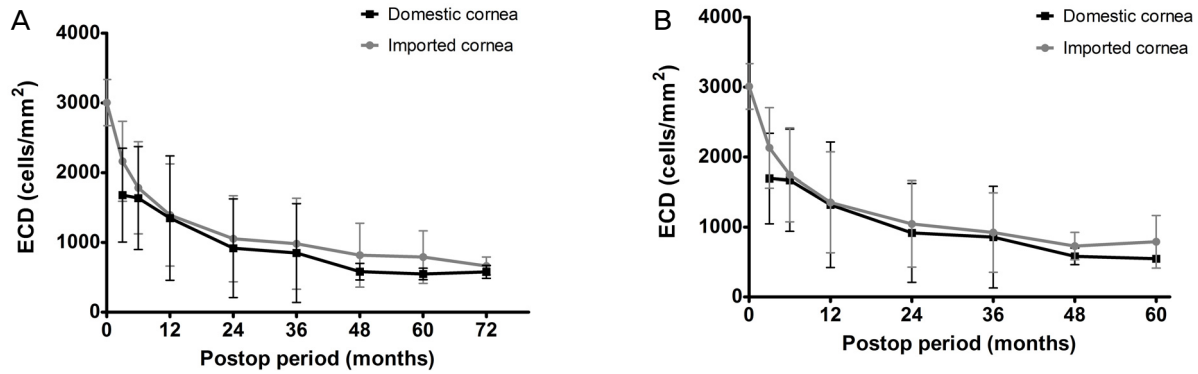


Figure 3. Annual changes of endothelial cell density in total cases of penetrating keratoplasty (A) and in penetrating keratoplasty combined with cataract surgery (B) using domestic cornea (black) or imported cornea (gray). There is no statistical difference between those in all periods. ECD = endothelial cell density.

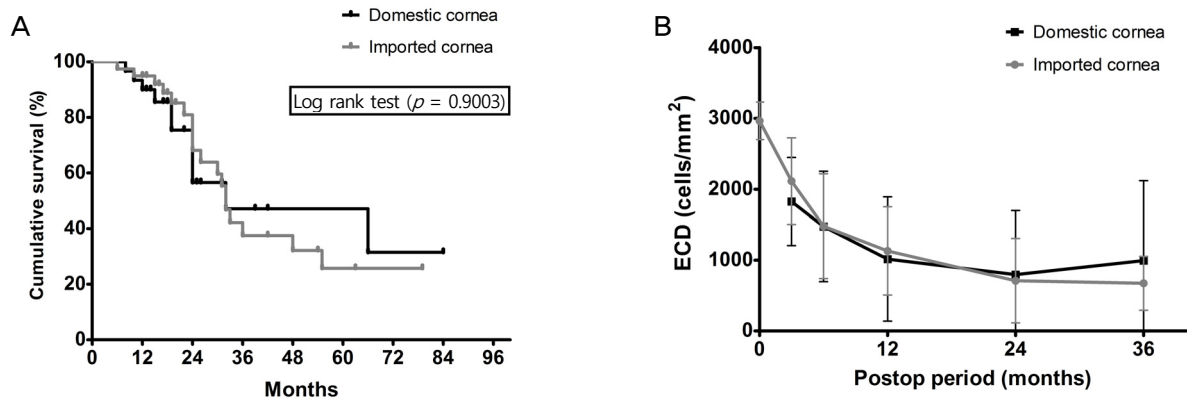


Figure 4. Kaplan-Meier survival table (A) and annual endothelial cell changes (B) in penetrating keratoplasty for a bullous keratopathy using domestic cornea (black) or imported cornea (gray). There is no statistical difference between those in all periods. ECD = endothelial cell density.

었다(Fig. 4B).

고찰

본 연구로 저자들은 전층각막이식에서 해외공여각막이 기증자 연령이 높고, 기증자 사망부터 수여자 이식까지의 시간이 많음에도 불구하고, 국내공여각막과 동등한 임상적 유효성을 보임을 확인하였다.

호주의 대규모 연구(10,952 cases)를 통한 전층 각막이식 수술 후 생존율은 1년째 86%, 5년째 73%, 10년에 62%로 최근 보고되었고,⁷ 2001년에 보고된 국내 275예의 연구를 통한 전층각막이식수술 후 생존율은 1년째 78%, 5년째 62%를 보고하였다.⁸ 본 교실의 전층각막이식수술 후 생존율은 국내공여각막과 해외공여각막 모두 1년째에는 93%이나, 5년째에는 48%, 60%로 두 군이 통계적으로 유의하지는 않으나, 국내공여각막의 생존율이 기타 보고와 차이를 보이고 있다. 국내공여각막의 생존율이 더 낮게 나온 것은

술자의 경험도 차이일 가능성이 있는데, 해외공여각막군은 대부분 숙련된 각막전문의로 인해 시행된 반면, 국내공여각막군은 비숙련된 전문의로 인해 행해진 수술이 일부 포함되면서 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 술자에 의한 요소를 제거하기 위해, 숙련된 한명의 술자(K.M.K)에 의해 시행된 수술만 분리하여 비교하였을 때(Supplementary Fig. 3), 1년 생존율은 앞의 결과와 비슷했고, 5년 생존율은 국내공여각막 65%, 해외공여각막 60%로 차이가 없었고, 기존의 보고와도 유사함을 확인하였다. 호주의 보고와 5년 생존율이 약간의 차이를 보이고 있는데, 술전 질환의 분포에 차이가 있을 가능성이 있다. 호주의 보고는 술전 질환의 분포를 제시하지 않았다. 본 연구의 환자들 분포는 두 군 모두에서 20-25%의 환자가 재이식이었기 때문에 다시 거부반응이 발생할 만한 고위험군이 많이 포함되어 있어 5년 생존율에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

해외공여각막을 기증받게 될 경우에 일반적으로 유효성, 안전성에 대해 모두 우려할 수 있다. 대부분의 안은행이 준

수하고 있는 유럽안은행연합(European Eye Bank Association) 가이드라인에서 조사한 바에 의하면, 공여각막의 보관은 안은행마다, 보관용액의 종류에 따라 약간의 차이가 있으나 상업화된 보존액을 사용하는 경우는 평균적으로 5.7일(2.6-12일) 보관해 사용하고 있으며,⁹ 상업적 보존제에 공여각막을 단기 보존할 경우 6일까지 내피세포의 변화는 큰 차이가 없다는 것이 일반적이다.³ 이에 근거해 본 교실은 6일 이내 해외공여각막만 기증을 받았다. 보존 기간뿐 아니라 보존환경도 중요한데, 일부 동물 실험 결과는 일정한 진동에 노출되면 내피세포가 손상됨을 보고하였다.¹⁰ 해외공여각막은 이러한 진동에 의한 손상을 줄이기 위해, 팩키지를 콤팩트하게 해서 운송이 되고 있다. 그럼에도 불구하고 운송과정 중의 움직임에 의한 손상 가능성을 포함하여, 시간지연에 따른 변화를 우려한 국내 연구진이 시행한 미국에서 운송된 해외공여각막 내피세포의 밀도변화를 보면, 실제 안은행에서 운송 전에 검수한 세포 밀도보다 국내에 도착하였을 때에는 9.18% 감소되어 있다고 보고하였다(평균 2,828.00 cells/mm² vs. 2,569.06 cells/mm²).¹¹ 그러나 감소된 내피세포밀도도 실제로는 이식 가능한 기준안에 포함되는 수치이기 때문에, 임상적으로는 큰 문제가 되지 않는다고 판단되며, 이는 본 연구의 임상 결과가 잘 뒷받침하고 있다고 생각한다. 또한 본 교실의 해외공여각막 안은행에서 제공된 평균 내피세포밀도는 3,004 ± 331 cells/mm²로 약 9% 감소한다고 고려해도 임상적으로 공여각막으로 사용 가능한 범위 내에 있음을 알 수 있다. 또 다른 연구인 Pre-cut 해외공여각막에서 내피세포 밀도의 변화는 사망부터 수술까지의 시간이 평균 5.64일인 조직에서 약 5.68%를 보였다.¹² 따라서 내피세포의 소실이 6-9%에서 발생한다는 전제하에, 해외공여각막 안은행 측정 내피세포밀도를 선별하여 선정하면 사망부터 수술까지의 시간이 6일 이내에서는 임상적으로 문제가 없다고 판단된다. 또한 안전성에 대한 우려로 국내 연구진이 해외공여각막에서 미생물학적 검사를 시행하여 낮은 빈도이지만 오염 가능성을 보고하였다.¹³ 본 교실에서 각막이식 직후 안내염이 발생한 사례가 2예 있었는데(unpublished data), 모두 국내공여각막을 기증 받은 환자에서만 발생하였다. 따라서 해외공여각막은 임상적으로 감염 가능성이 높지 않다고 판단하였다.

초창기에는 해외공여각막이 이식 전에 비해 이식 후 유 의한 내피세포 밀도 감소가 있다고 보고되었다.¹⁴ 최근 보존 기술의 발달로 상황은 개선되었고, 대규모로 해외공여각막의 임상적 유효성을 연구한 아시아권 논문이 두 편 있는데, 일본에서 나온 연구는 해외공여각막과 국내공여각막의 생존율이 차이가 없었으며,⁴ 이는 본 결과와 일치한다. 이 연구는 공여각막의 보존부터 수술까지의 시간이 139시

간(5.79일)으로 본 연구와 유사하였다. 이에 반해, 사우디아라비아에서 발표된 연구는 다른 질환은 생존율이 차이가 없었으나, 각막 부종 질환의 경우 5년 생존율이 39%로 다른 질환에 비해 생존율 저하를 보였는데, 이 연구는 공여각막의 보존부터 수술까지의 시간이 213 시간(8.87일)으로 길었고, 국내공여각막과의 비교 연구는 아니었다. 본 연구에서는 각막부종질환에서의 해외공여각막과 국내공여각막의 생존율은 차이가 없었으나, 전체 생존율보다는 낮은 경향을 보였고, 이는 기존의 보고와 비슷하다.¹⁵ 따라서 해외공여각막에 의한 요인보다는 수여자 질환 자체에 따른, 주변부 내피세포의 상태도 건강하지 못한 경우 각막부종 질환의 생존율 자체에 더 중요한 것으로 파악된다.

본 연구에서 국내공여각막군(평균 46.8세)과 해외공여각막군(평균 55.5세)의 기증자 연령차이가 있었는데, 이는 전체 생존율에 영향을 미치지 않았다. 연령이 일반적으로는 시간에 따른 내피세포의 밀도변화 또는 생존율에 영향을 미친다고 알려져 있으나, 60세 이전은 차이가 없고 60세 이후가 차이를 보이는 것으로 알려져 있다.^{5,15} 한편, 국내 연구인에 의한 해외공여각막의 연령분포와 내피세포밀도변화의 상관 관계에서는 차이가 없는 것으로 나타났고,¹⁶ 최근 대규모 연구에서 기증자 연령 65세 전후의 10년 전층각막이식 생존율을 분석한 결과 차이가 없는 것으로 알려져서(31-65세: 77%, 66-75세: 71%)¹⁷ 이 결과를 종합하여 볼 때, 70세 이하의 기증자 연령 해외각막을 공여 받는 것은 사망-수술까지의 시간이 7일 이내에서는 임상적으로 문제가 없다고 생각된다.

결론적으로, 저자들은 기증자 사망부터 수여자 수술까지 6일 이내, 공급 안은행 측정 내피세포 밀도가 2,400 cell/mm² 이상의 해외공여각막이 전층각막이식에 사용될 경우 국내 공여각막과 동등한 임상적 유효성을 보임을 확인하였다.

REFERENCES

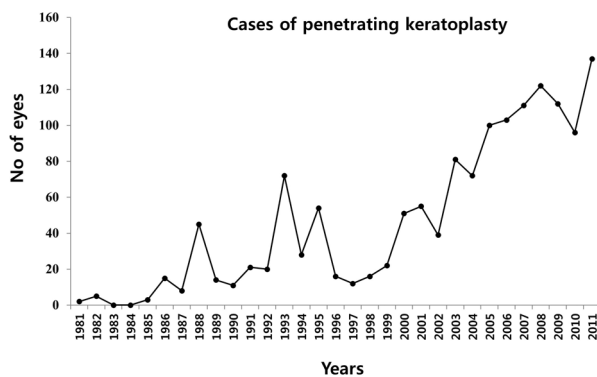
- 1) Hara H, Cooper DK. Xenotransplantation-the future of corneal transplantation? Cornea 2011;30:371-8.
- 2) Cho EY, Kim MS. Penetrating keratoplasty before and after establishment of Korean network for organ sharing. J Korean Ophthalmol Soc 2006;47:525-30.
- 3) Halberstadt M, Athmann S, Winter R, Hagenah M. Impact of transportation on short-term preserved corneas preserved in Optisol-GS, Likorol, Likorol-DX, and MK-medium. Cornea 2000;19:788-91.
- 4) Shimazaki J, Shinozaki N, Shimmura S, et al. Efficacy and safety of international donor sharing: a single-center, case-controlled study on corneal transplantation. Transplantation 2004;78:216-20.
- 5) Wagoner MD, Gonnah el-S, Al-Towerki AE; King Khaled Eye Specialist Hospital Cornea Transplant Study Group. Outcome of primary adult optical penetrating keratoplasty with imported donor

corneas. *Int Ophthalmol* 2010;30:127-36.

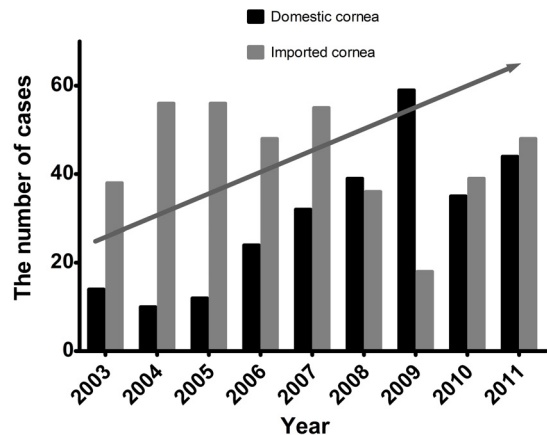
- 6) Park SH, Kim JH, Joo CK. The clinical evaluations of the penetrating keratoplasty with imported donor corneas. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:28-34.
- 7) Williams KA, Esterman AJ, Bartlett C, et al. How effective is penetrating corneal transplantation? Factors influencing long-term outcome in multivariate analysis. *Transplantation* 2006;81:896-901.
- 8) Ha D, Kim CK, Lee SE, et al. Penetrating keratoplasty results in 275 cases. *J Korean Ophthalmol Soc* 2001;42:20-9.
- 9) European Eye Bank Association. Technical guidelines for ocular tissue. 2013. Available at: http://www.europaneyebanks.org/files/Technical_Guidelines_Rev6_Feb2013.pdf.
- 10) Wang IJ, Hu FR. Effect of shaking of corneal endothelial preservation. *Curr Eye Res* 1997;16:1111-8.
- 11) Lee K, Hwang KY, Kim MS. Influence of endothelial cell loss during preservation on graft survival in imported donor cornea. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:862-8.
- 12) Yamazoe K, Yamazoe K, Shinozaki N, Shimazaki J. Influence of the precutting and overseas transportation of corneal grafts for

Descemet stripping automated endothelial keratoplasty on donor endothelial cell loss. *Cornea* 2013;32:741-4.

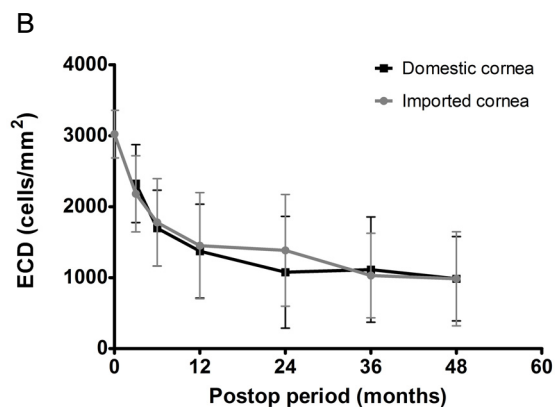
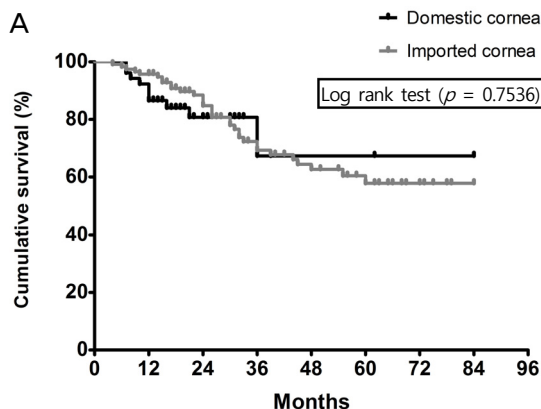
- 13) Na YS, Woo SW, Kang JH, Joo MJ. Microbiologic study of imported donor corneas and preserved solutions. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:1974-7.
- 14) Hu FR, Tsai AC, Wang IJ, Chang SW. Outcomes of penetrating keratoplasty with imported donor corneas. *Cornea* 1999;18:182-7.
- 15) Armitage WJ, Jones MN, Zambrano I, et al. The suitability of corneas stored by organ culture for penetrating keratoplasty and influence of donor and recipient factors on 5-year graft survival. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55:784-91.
- 16) Kong SJ, Cho K, Kim MS. Analysis of factors affecting the decrease of endothelial cell density in imported donor corneas. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:20-6.
- 17) Writing Committee for the Cornea Donor Study Research Group, Mannis MJ, Holland EJ, et al. The effect of donor age on penetrating keratoplasty for endothelial disease: graft survival after 10 years in the Cornea Donor Study. *Ophthalmology* 2013;120:2419-27.



Supplementary Figure 1. Annual report of the keratoplasty in Department of Ophthalmology in Seoul National University Hospital from 1981 to 2011.



Supplementary Figure 2. Annual report of the keratoplasty using domestic or imported cornea in department of Ophthalmology in Seoul National University Hospital from 2003 to 2011.



Supplementary Figure 3. Kaplan-Meier survival table (A) and annual endothelial cell changes (B) in penetrating keratoplasty performed by one experienced surgeon (K.M.K) using domestic cornea (black) or imported cornea (gray). There is no statistical difference between those in all periods. ECD = endothelial cell density.

= 국문초록 =

국내공여각막과 해외공여각막의 전층각막이식술 후 임상 결과 비교

목적: 국내공여각막과 해외공여각막을 이용한 전층 각막 이식술 후 생존율 및 각막내피세포 밀도 변화를 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법: 서울대학교병원에서 2004년 11월부터 2011년 8월까지 전층각막이식술을 시행 받은 환자 중 백내장 제거술 이외의 다른 수술이 병행된 경우를 제외하고 최소 1년간 경과관찰이 가능하였던 211명 236안을 대상으로 국내공여각막군(108안)과 해외공여각막군(128안)으로 나누어 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 각 그룹 간 나이, 성별, 수술 전 진단명, 기증자 연령, 공여자 사망부터 각막 이식편 보존시간과 공여자 사망부터 이식시간, 수술 전후 교정시력, 수술 후 3, 6, 12개월째, 이후 1년 단위마다 각막내피세포 밀도 감소율 및 생존율 등을 비교 분석하였다.

결과: 수술 전 진단명으로 국내각막군에서는 재이식, 수입각막군에서는 각막혼탁이 가장 많았으나 통계적 차이는 없었다. 각막이식편 보존까지는 국내각막군에서 8.9시간, 수입각막군에서 8.0시간으로 유의한 차이가 없었으나, 이식까지는 국내각막군에서 2.18일, 수입각막군에서 4.98일로 통계적으로 유의하게 수입각막군에서 길었다. 수술 전후 교정시력과, 각막 내피세포 감소율은 3년까지 모든 시간대에서 두 군 간 유의한 차이가 없었으며, 생존율도 백내장 수술 동반 유무 또는 각막부종질환과는 상관없이 유의한 차이가 없었다.

결론: 본 결과는 해외공여각막을 이용한 전층각막이식술 후 임상결과가 국내공여각막을 이용한 전층각막이식술과 동등한 유효성을 보임을 시사한다.

〈대한안과학회지 2015;56(5):672-679〉
