

수입 각막에서 보존 기간 동안의 내피세포 감소율이 수술 후 내피세포 생존에 미치는 영향

이 국 · 황규연 · 김만수

가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학교실

목적: 수입공여각막을 이용한 원추각막 환자의 각막이식에서 이식 전 내피세포 감소량이 이식 후 내피세포 감소량에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 원추각막의 각막이식술에 사용된 수입공여각막 18안을 대상으로 하였고, 각막정보지에 있는 보존 시의 내피세포수와 이식 직전 측정된 내피세포수의 차이를 구하여 이식 6개월 후 내피세포 감소량과의 상관관계를 조사하고, 이식 전 내피세포 감소 정도에 따른 이식 후 내피세포 감소량을 조사하였다.

결과: 수입공여각막의 이식 전 내피세포 평균 감소량은 258.94 ± 128.58 cells/mm², 이식 6개월 후 내피세포 평균 감소량은 355.44 ± 371.83 cells/mm²이었다. 이식 전과 이식 6개월 후 내피세포 감소량 사이에는 양의 상관관계를 보였고($r=0.431$, $p=0.074$) 이식 전 내피세포 감소량이 250 cells/mm² 이상인 경우 250 cells/mm² 미만인 경우보다 이식 후 내피세포 감소량이 유의하게 높았다($p=0.033$).

결론: 수입공여각막을 이용한 각막이식에서 이식 전 내피세포 감소량이 이식 후 내피세포 감소에 영향을 주는 인자임을 확인하였다. <대한안과학회지 2013;54(6):862-868>

각막이식술은 크게 시력 개선, 눈의 구조 유지, 약물 등에 반응하지 않는 각막질환의 치료 및 미용 개선의 목적 등으로 시행된다. 각막이식의 예후에 영향을 미치는 인자들로 여러 가지가 있지만 그 중 가장 중요한 요인은 공여각막 내피세포의 높은 밀도이다. 이러한 각막내피세포의 생존은 각막 기증자의 나이와 각막의 내피세포수, 기증자의 사망부터 보존까지의 시간과 사체 보존 조건, 보존부터 이식까지의 시간 등이 영향을 줄 수 있다.¹

국립장기이식센터(KONOS)의 통계에 따르면² 2000년부터 2004년도까지 국내공여각막의 수술건수는 크게 증가하지 않는 양상을 보였다(2000년 207안, 2001년 234안, 2002년 160안, 2003년 215안, 2004년 255안). 국내의 경우 각막이식을 필요로 하는 대기 환자수에 비하여 국내에서 자급되는 기증 각막의 수에는 한계가 있고, 이에 따라

최근에는 수입각막을 이용한 각막이식술의 빈도가 증가하고 있다.³ 그러나 국내공여각막에 비해 수입공여각막은 수술 시간의 지연과 운송과정에서 생길 수 있는 진동 등과 같은 변수로 각막내피세포 감소에 영향을 줄 수 있다. 기존에는 대부분 각막이식 전에 수입공여각막에 대해 내피세포수를 재측정하지 않고 수술이 진행되고 있으나, 저자들은 이전 연구에서 각막이식 직전 측정된 내피세포수가 보존액 보존 시 내피세포수에 비해 감소하였고 이식까지의 시간이 지연되거나 보존액 보관 시간이 길어질수록 감소량이 유의하게 증가함을 보고하였다.⁴

그동안 각막이식 수술 후 각막내피세포의 생존에 영향을 줄 수 있는 인자들에 관한 여러 연구들이 있어 왔다. 하지만 수입 각막처럼 각막 보존 기간이 길어지면서 그 기간 동안 감소한 내피세포수와 각막이식수술의 예후를 비교한 연구는 없었다.

따라서 본 논문의 저자들은 각막이식수술 후 내피세포의 생존율이 높다고 알려진 원추각막 환자를 대상으로 수입공여각막을 이용하여 각막 보존 기간 동안의 내피세포 감소가 각막이식수술 후 내피세포 감소에 영향을 미치는지에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법

■ Received: 2012. 8. 3. ■ Revised: 2012. 11. 27.

■ Accepted: 2013. 3. 13.

■ Address reprint requests to **Man Soo Kim, MD**
Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea, Seoul St. Mary's Hospital, #222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea
Tel: 82-2-2258-6197, Fax: 82-2-599-7405
E-mail: mskim@catholic.ac.kr

* 이 논문의 요지는 2011년 대한안과학회 제106회 학술대회에서 e-poster로 발표되었음.

2010년 1월부터 2010년 12월까지 본원에서 수입공여각

막을 이용하여 전층각막이식술을 받은 원추각막환자 18명 18안을 대상으로 하였다.

수입공여각막은 미국의 South Dakota eye bank, California eye bank, Hawaii eye bank, Lonestar eye bank, North Carolina eye bank에서 제공되었으며, 각막 보존액인 Optisol-GS® (Bausch & Lomb Surgical, Inc., USA)에 담겨 4℃ 냉장상태로 국내로 항공 운반되었다. 모든 수입공여각막은 각각의 안은행에서 작성된 기증각막정보지가 제공되었고 이를 통해 기증자의 연령과 사인뿐만 아니라 각막을 보존액에 넣을 당시의 각막내피세포수에 대한 정보를 알 수 있었다.

국내에 도착 후 본원의 안은행에 있는 경면현미경(Eye Bank Kerato Analyser and Software, Konan Medical Inc., Hyogo, Japan)을 통해 이식 직전 다시 각막내피세포수를 측정하였다(Fig. 1). 모든 수술은 숙련된 한명의 술자(MSK)에 의해 시행되었다. 구후 마취 후 모든 공여 각막 및 수여 각막을 Hessberg-Barron suction trephine을 이용하여 각막편을 만들고 동일한 술기(20-interrupted suture)로 각막이식을 시행하였다. 전층 각막이식술 이외에 백내장 적출술이나 인공 수정체 삽입술을 동시에 시행한 경우는 연구에서 제외하였다.

각막이식술 후 추적관찰 기간에는 시력, 안압측정과 세극

등현미경 검사를 기본적으로 시행하였고 본원 안센터 검사실에 있는 경면현미경(Noncon Robo-CA, Konan Medical Inc., Hyogo, Japan)을 통해 수술 후 1주에서 1개월 사이와 6개월경에 이식된 각막의 내피세포수를 측정하였다.

수입공여각막의 기증각막정보지에 제공된 각막내피세포수와 국내로 도착 후 이식 직전 측정한 각막내피세포수의 차이를 구하였고 각막이식술 후 6개월 사이의 각막내피세포수의 감소량을 구하여 두 변화량 사이의 상관관계를 분석하고 이식 전 각막내피세포 감소량의 정도에 따라 군을 나누어 이식 후 각 군에서의 각막내피세포 감소량에 차이가 있는지 분석하였다.

통계분석은 SPSS V.17.0을 이용하였고 p -value가 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 의의가 있는 것으로 정의하였다.

결 과

총 대상은 18명의 18안이었고 이 중 남자는 14명, 여자는 4명이었다. 각막이식 수여자의 평균연령은 30.22 ± 10.80 세였고 이들은 모두 이전에 원추각막으로 진단받고 각막이식대기자로 등록된 환자들이었다.

수입공여각막 기증자의 평균 연령은 54.61 ± 16.50 세였고 기증자의 사망 원인으로 심근경색 4명, 암 4명, 뇌혈관 질환 3명, 두부외상 3명, 무산소증 2명, 호흡기질환 1명, 독극물 1명이었다. 각막이식정보지에 의하면 수입공여각막의 상태는 모두 양호한 것으로 나타났다.

기증자의 사망부터 보존액 보관까지 걸린 시간은 평균 10.12 ± 7.57 시간이었고 보존액 보관부터 이식까지 걸린 시간은 평균 180.55 ± 41.04 시간, 사망부터 이식까지 걸린 시간은 평균 190.67 ± 41.55 시간이었다.

각막이식정보지에 기술된 보존액 보관 시에 측정한 각막내피세포수의 평균은 2828.00 ± 257.77 cells/mm²이었고 각막이식 직전 본원 안은행에서 측정한 각막내피세포수는 평균 2569.06 ± 269.50 cells/mm²이었다. 이식 전 각막내피세포수의 평균 감소량은 258.94 ± 128.58 cells/mm²이었고 9.18%의 감소율을 보였다. 각막이식술 후 1주에서 1개월 사이에 측정한 각막내피세포수는 평균 2586.22 ± 508.85 cells/mm²이었고 이식술 후 6개월경에 측정한 각막내피세포수는 평균 2230.78 ± 469.13 cells/mm²이었다. 이식 후 6개월 사이에 각막내피세포수의 평균 감소량은 355.44 ± 371.85 cells/mm²이었고 13.06%의 감소율을 보였으며 보존액 보관 시의 각막내피세포수를 기준으로 하였을 때 이식술 후 6개월까지의 전체 각막내피세포 감소량은 597.22 ± 416.08 cells/mm²이었다(Table 1).

이식 전의 내피세포 감소량과 이식 후부터 6개월까지의



Figure 1. Eye Bank Kerato Analyzer, Konan Medical Inc., Hyogo, Japan.

Table 1. Endothelial cell density change before and after penetrating keratoplasty

	Endothelial cell density (cells/mm ²)
At preservation	2828.00 ± 257.77
Before keratoplasty	2569.06 ± 269.50
Preoperative cell loss count	258.94 ± 128.58
After keratoplasty 1 week-1 month	2586.22 ± 508.85
After keratoplasty 6 months	2230.78 ± 469.13
Postoperative cell loss count (for 6 months)	355.44 ± 371.83
Postoperative cell loss count (total)	597.22 ± 416.08

Value are presented as mean ± SD.

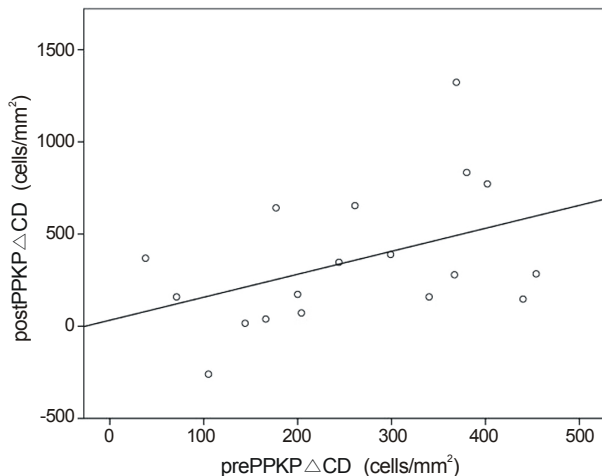


Figure 2. Correlation between prePPKP ΔCD and postPPKP ΔCD ($r = 0.431$, $p = 0.074$). prePPKP ΔCD = decrease in endothelial density before penetrating keratoplasty; postPPKP ΔCD = decrease in endothelial density after penetrating keratoplasty.

내피세포 감소량 사이에는 양의 상관관계를 보였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았고($r=0.431$, $p=0.074$, Fig. 2), 이식 전의 내피세포 감소량과 보존액 보관 시부터 이식 수술 후 6개월까지의 전체 내피세포 감소량 사이에는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다($r=0.519$, $p=0.027$, Fig. 3).

이식 전 각막내피세포수 감소의 정도에 따라 이식 후 내피세포수 감소량에 차이가 있는지 알아보기 위해 이식 전 내피세포수 평균 감소량인 250 cells/mm²을 기준으로 250

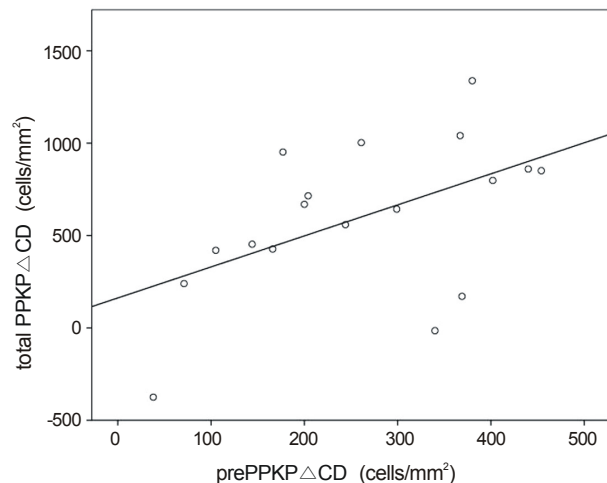


Figure 3. Correlation between prePPKP ΔCD and total PPKP ΔCD ($r = 0.519$, $p = 0.027$). prePPKP ΔCD = decrease in endothelial density before penetrating keratoplasty; total PPKP ΔCD = decrease in endothelial density since preservation.

Table 2. Comparison of endothelial cell density-related factors according to preoperative cell loss count

	Group 1*	Group 2†	p-value
Donor age (years)	58.00 ± 13.32	51.22 ± 19.37	0.400
Donor cell count (cells/mm ²)	2769.44 ± 184.19	2886.56 ± 315.53	0.351
Death to preserve time (hours)	11.21 ± 8.34	9.03 ± 7.02	0.559
Preservation time (hours)	178.13 ± 41.50	182.97 ± 42.94	0.811
Death to graft time (hours)	189.33 ± 42.33	192.00 ± 43.27	0.897
Postoperative cell loss (cells/mm ²)	173.00 ± 257.18	537.89 ± 390.89	0.033‡

Value are presented as mean ± SD.

*Preoperative cell loss count <250; †Preoperative cell loss count ≥250 (cells/mm²); ‡Statistically significant (p -value < 0.05).

Table 3. Comparison of endothelial cell density-related factors according to range of preoperative cell loss count

	Group I*	Group II†	Group III‡	p-value
Donor age (years)	49.50 ± 15.93	57.25 ± 18.45	54.50 ± 16.28	0.768
Donor cell count (cells/mm ²)	2889.00 ± 228.78	2765.88 ± 221.74	2870.17 ± 338.21	0.681
Death to preserve time (hours)	11.81 ± 10.94	7.43 ± 7.01	12.58 ± 5.73	0.423
Preservation time (hours)	204.19 ± 33.90	172.57 ± 43.51	175.43 ± 42.51	0.449
Death to graft time (hours)	216.00 ± 39.19	180.00 ± 40.57	188.00 ± 44.04	0.384
Postoperative cell loss (cells/mm ²)	71.00 ± 264.03	309.38 ± 241.37	606.50 ± 450.54	0.065

Value are presented as mean ± SD.

*Preoperative cell loss count <150; †Preoperative cell loss count ≥150, <350; ‡Preoperative cell loss count ≥350 (cells/mm²).

cells/mm² 이상인 군과 미만인 군으로 나누어 이식 후 내피세포수 감소량을 비교해 본 결과 250 cells/mm² 이상인 군이 미만인 군에 비해 감소량이 유의하게 큰 것으로 나타났다(537.89 ± 390.89 vs 173.00 ± 257.18 cells/mm², $p=0.033$) 두 군 간에 기증자의 연령, 사망부터 보존액 보관까지 걸린 시간, 보존액 보관 시간, 사망부터 이식까지의 시간은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

이식 전 각막내피세포수 감소량의 정도를 150 cells/mm² 미만, 150 cells/mm² 이상 350 cells/mm² 미만, 350 cells/mm² 이상의 세 군으로 나누어 비교해 본 결과에서도 이식 전 내피세포수 감소량이 많은 군일수록 이식 후 내피세포수 감소량 역시 높아짐을 확인할 수 있었고(71.00 ± 264.03 cells/mm² vs 309.38 ± 241.37 cells/mm² vs 606.50 ± 450.54 cells/mm², $p=0.065$) 이외에 기증자의 연령, 사망부터 보존액 보관까지 걸린 시간, 보존액 보관 시간, 사망부터 이식까지의 시간은 세 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

고 찰

각막이식은 여러 가지 원인으로 발생한 각막혼탁 때문에 시력이 저하된 눈에서 혼탁된 각막을 제거하고 투명한 각막편을 이식하여 시력을 회복하고자 하는 시술로 각막의 무혈관성 구조, 공여각막 보존방법의 발달, 향상된 수술기법, 면역억제제 사용 등으로 각막이식은 다른 장기 또는 조직의 이식에 비해 높은 성공률을 보이고 있다.^{5,6} 술 전 원인 질환에 따른 생존율을 보면 원추각막, 헤르페스각막염, 각막이영양증이 수포성각막병증에 비해 상대적으로 우수한 생존율을 보이고,⁷⁻⁹ 수술 후 내피세포 감소율도 원추각막이 다른 질환에 비해 유의하게 낮았다고 보고되었다.¹⁰⁻¹² 본 연구에서는 각막질환별 내피세포 감소율의 영향을 배제하기 위해 다른 질환에 비해 생존율이 높고 각막내피세포 감소에 영향을 주는 다른 원인들이 비교적 잘 배제된 원추각막 환자 군을 대상으로 하였다.

국내공여각막에 비해 수입공여각막의 뚜렷한 차이점은 각막이식 전 보존액에 보관된 시간이 길 수밖에 없다는 점이다. 수입공여각막은 Optisol-GS[®]에 보관되었는데, 이는 2.5% chondroitin sulfate, 1% dextran, antioxidant, amino acid, gentamicin sulfate 등이 포함된 보존액으로 일반적으로 섭씨 4도에서 14일까지 안전하게 각막을 보관할 수 있다고 알려졌다. 그러나 Optisol-GS[®]에 보관되어있는 동안에도 각막세포는 괴사나 세포사멸에 의하여 점차로 소실된다. Means et al¹³은 Optisol-GS[®]에 각막을 보관하였을 때 각막상피세포는 6일까지는 최소한의 손상을 받은 상태로 유지되지만 7일 이후부터는 30% 이상, 11일 이후에는 40%

이상의 각막상피세포의 손상이 발생하며, 각막내피세포는 21일까지는 비교적 잘 유지되나 35일이 지나면 50%의 각막내피세포가 손상된다고 하였다.¹⁴

또한 수입각막을 운송하는 과정에서 진동이나 온도변화 등과 같은 환경에 노출될 가능성이 있는데, Wang and Hu¹⁵는 동물실험을 통하여 사후 각공막편을 보존액에 담구어 5 rpm의 속도로 진동하는 환경에 두었을 때 3일 후 각막내피세포들이 데스맷막에서 분리되고 5일 후 심한 각막부종이 생긴다고 보고하였다.

또한 수입공여각막은 사전에 미생물학적 검사가 이루어지지 않은 상태로 Optisol-GS[®]에 보관되어 냉장상태로 국내로 항공 운반되고 있으며 통상적으로 수술 전까지 미생물학적 검사를 거치지 않고 수술이 시행되고 있어 국내공여각막에 비해 보존액에 보관되는 시간이 길어져 낮은 빈도이기는 하나 오염에 의한 술 후 안감염의 위험이 상존하고 있다.¹⁶

이러한 수입공여각막의 보관 및 운반과정을 생각해 볼 때 이식을 시행하기 전 내피세포수 검사를 비롯한 각막상태 검사를 재시행한 후 이식을 시행하는 것이 더 안전할 것으로 생각하며¹³ 본원에서는 수입공여각막을 이용한 각막이식술을 시행하기 전에 본원의 안은행에 있는 경면현미경을 통해 다시 각막내피세포수를 측정하고 있다.

본 연구에서 각막이식정보지에 기술된 보존액 보관 시에 측정된 각막내피세포수와 각막이식 직전 본원 안은행에서 측정된 각막내피세포수의 평균 감소량은 258.94 ± 128.58 cells/mm²이었고 9.20%의 감소율을 보였다. Hu et al¹⁷이 타이완으로 수입된 각막을 이용한 63건의 전층각막이식에서 미국에서 타이완으로 도착 후 각막내피세포의 수는 평균 590 ± 247 cells/mm²의 감소를 보였다고 보고한 바에서 나왔듯이 Optisol-GS[®]에 보관되어 국내로 운송되었음에도 불구하고 각막내피세포수는 감소하는 경향을 보였다.

각막이식술 후 1주에서 1개월 사이에 측정된 각막내피세포수와 수술 후 6개월경에 측정된 내피세포수의 평균 감소량은 355.44 ± 371.85 cells/mm²이었고 13.06%의 감소율을 보였다. 일반적으로 각막이식술 후 내피세포수의 감소는 수술초기에는 수술자체에 의한 내피세포 손상으로, 그 이후에 지속되는 내피세포수의 감소는 계속적인 세포의 소실이나 세포의 점진적인 재배치에 의한 것이라고 한다.¹⁸⁻²⁰ Bourne²¹는 전층각막이식술 후 약 10년간에 걸쳐 생리적인 내피세포밀도의 감소율보다 빠르게(0.6%/년), 최대 50%까지 감소한다고 보고하였다. 각막 이식 후 내피세포의 감소를 유발하는 원인으로서는 수술 과정에서의 물리적인 손상, 공여자와 수여자의 각막 사이의 내피 세포의 이동, 세포의 노화, 거부 반응, 만성 면역 반응, 녹내장 등이 고려되고 있다.¹

위의 결과를 토대로 각막이식 전의 내피세포 감소량과 이식 후부터 6개월까지의 내피세포 감소량 사이의 상관관계를 구했더니 양의 상관관계를 보였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았고($r=0.431$, $p=0.074$) 보존액 보관시부터 이식 후 6개월까지의 전체 내피세포 감소량과는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다($r=0.519$, $p=0.027$). 각막이식 전에 내피세포가 감소하는 양이 많을 수록 보존액 보관 시부터 이식 후 경과관찰 기간 동안의 전체 내피세포 감소량도 많을 것으로 예측할 수 있으나 각막이식 전 내피세포 감소량과 이식한 이후 내피세포 감소량과의 상관관계에 대해서는 수술 후 내피세포 감소에 영향을 주는 다른 인자들도 고려해야 할 것으로 보여 좀더 검증이 필요할 것으로 생각한다. 아직까지 국내 및 국외에서 연구한 발표 중에는 이와 같이 이식 전과 후의 내피세포 감소량 간의 상관관계에 대해 언급한 내용이 없었다. 단 Culberston et al¹⁸과 Musch et al²²은 술 후의 각막내피세포수의 감소가 술 전 기증각막의 내피세포수와 상관관계가 있다고 발표한 적이 있었고, Langenbucher et al¹¹과 Bourne et al²¹은 적출부터 이식까지 시간이 지연될수록 내피세포의 감소율이 높음을 밝힌 바 있다. 반면에 Böhringer et al²³은 적출부터 보존까지의 시간과 공여자의 연령이 내피세포의 감소율과 연관이 있다고 주장하였다.

이식 전 각막내피세포수 감소량이 이식 후 내피세포수 감소량에 미치는 영향을 좀 더 자세히 알아보기 위해 이식 전 내피세포수 평균 감소량인 250 cells/mm²을 기준으로 두 군으로 나누어 이식 후 내피세포수 감소량을 비교해 본 결과 250 cells/mm² 이상인 군이 미만인 군에 비해 감소량이 유의하게 큰 것으로 나타났다(Table 2). 또한 이식 전 각막내피세포수 감소량의 정도를 150 cells/mm² 미만, 150 cells/mm² 이상 350 cells/mm² 미만, 350 cells/mm² 이상의 세 군으로 나누어 비교해 본 결과에서도 이식 전 내피세포수 감소량이 많은 군일수록 이식 후 내피세포수 감소량 역시 높아짐을 확인할 수 있었다(Table 3). 이는 공여각막의 상태가 보존액에 보관되는 기간 동안 내피세포가 손상을 받아 내피세포수가 감소하게 되면 이식 이후 이식된 각막내피세포가 생존하는 데에도 영향을 주었을 것으로 생각한다. 기존의 발표들에서 이식수술 후 내피세포수 감소에 영향을 미치는 요인으로 알려져 있는 기증자의 연령, 수술 전 내피세포수, 사망부터 보존액 보관까지 걸린 시간, 사망부터 이식까지의 시간은 세 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았기 때문에 이들의 영향이 배제되었다고 볼 수 있고 따라서 수입공여각막을 이용하여 각막이식술을 시행할 경우 이식 전의 내피세포수 감소의 정도에 따라 이식 후 각막내피세포의 생존을 예측할 수 있다는 의미 있는 결과라고 생

각한다.

Shimazaki et al²⁴은 2004년 일본의 국내각막과 수입각막을 이용한 전층각막이식의 결과를 비교한 연구에서 수입각막군이 자국각막군에 비해 사후 수술까지 걸린 시간은 더 길었으나 두 군 간에 수술 성공률과 합병증 발생은 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 수입각막을 이용한 국내각막이식이 활발히 시행되고 있는 만큼 국내공여각막을 이용한 각막이식과 수입공여각막을 이용한 각막이식의 장기적인 생존율 및 합병증 유무 등에 대한 분석이 추후 필요할 것으로 생각하며, 국내공여각막과 비교하여 수입공여각막을 이용한 이식에서 이식 후 각막내피세포 감소에 영향을 끼칠 수 있는 인자들에 대한 추가적인 연구도 필요할 것으로 본다.

본 논문에서 수입공여각막의 보존액 보존 시와 이식 전 본원 안은행에서, 그리고 이식 수술 후 추적 관찰 시에 각각 각막내피세포를 측정할 때 측정 기기와 검사자 간의 차이가 있어 이로 인한 오차가 발생했을 가능성이 있고 이식 후 각막내피세포수의 수치만을 이용하였다는 점은 본 논문이 지닌 한계점으로 생각한다. 또한 이식 수술 후 추적 관찰 기간을 6개월 이내로 제한한 점과 전체 대상안이 18인인 점 역시 한계로 본다.

본 연구의 결과에 따르면 수입공여각막의 공여자의 나이와 이식 전 각막내피세포수, 기증자의 사망부터 보존 및 이식까지의 시간뿐만 아니라 이식 전의 내피세포수 감소량 역시 이식 후 각막내피세포수의 감소에 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 수입공여각막을 이용하여 각막이식술을 시행할 때 수입공여각막의 특성 및 수술 후 내피세포 감소에 영향을 줄 수 있는 여러 인자들을 고려하여 술 후 내피세포 감소를 최소화하고 이식된 각막의 생존율을 높일 수 있도록 해야 할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- 1) Kim TK, Byun YS, Kim MS. Analysis of factors affecting corneal endothelial cell loss after penetrating keratoplasty. Korean J Ophthalmol 2011;52:807-15.
- 2) Cho EY, Kim MS. Penetrating keratoplasty before and after establishment of Korean network for organ sharing. Korean J Ophthalmol 2006;47:525-30.
- 3) Park SH, Kim JH, Joo CK. The clinical evaluations of the penetrating keratoplasty with imported donor corneas. Korean J Ophthalmol 2005;46:28-34.
- 4) Kong SJ, Cho K, Kim MS. Analysis of factors affecting the endothelial cell density in imported donor corneas. Korean J Ophthalmol 2012;53:20-6.
- 5) Williams KA, Roder D, Esterman A, et al. Factors predictive of corneal graft survival. Report from the Australian Corneal Graft

- Registry. *Ophthalmology* 1992;99:403-14.
- 6) Kim MK, Lee JH. Long-term outcome of graft rejection after penetrating keratoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 1997;38:1553-60.
- 7) Ha DW, Kim CK, Lee SE, et al. Penetrating keratoplasty results in 275 cases. *J Korean Ophthalmol Soc* 2001;42:20-9.
- 8) Boruchoffe SA, Jensen AD, Dohlman CH. Comparison of suturing technique in keratoplasty for keratoconus. *Ann Ophthalmol* 1975; 7:433-6.
- 9) Buxton JN, Apisson JG, Hoefle FB. Corticosteroids in 100 keratoplasties. *Am J Ophthalmol* 1969;67:46-51.
- 10) Lee HS, Kim MS. Influential factors on the survival of endothelial cells after penetrating keratoplasty. *Eur J Ophthalmol* 2009;19: 930-5.
- 11) Langenbucher A, Seitz B, Nguyen NX, Naumann GO. Corneal endothelial cell loss after nonmechanical penetrating keratoplasty depends on diagnosis: a regression analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2002;240:387-92.
- 12) Kim SH, Ahn BC, Chung YT. Endothelial cell changes after penetrating keratoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 2000;41:1124-31.
- 13) Means TL, Geroski DH, L Hernault N, et al. The corneal epithelium after optisol-GS storage. *Cornea* 1996;15:599-605.
- 14) Means TL, Geroski DH, Hardley A, et al. Viability of human corneal endothelium following optisol-GS storage. *Arch Ophthalmol* 1995;113:805-9.
- 15) Wang IJ, Hu FR. Effect of shaking of corneal endothelial preservation. *Curr Eye Res* 1997;16:1111-8.
- 16) Na YS, Woo SW, Kang JH, Joo MJ. Microbiologic study of imported donor corneas and preserved solutions. *Korean J Ophthalmol* 2005;46:1974-7.
- 17) Hu FR, Tsai AC, Wang IJ, Chang SW. Outcomes of penetrating keratoplasty with imported donor corneas. *Cornea* 1999;18:182-7.
- 18) Culberston WW, Abbott RL, Forster RK. Endothelial cell loss in penetrating keratoplasty. *Ophthalmol* 1982;89:600-4.
- 19) Bourne WM, O'Fallon WM. Endothelial cell loss during penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 1978;85:760-6.
- 20) Obata H, Ishida K, Murao M, et al. Corneal endothelial cell damage in penetrating keratoplasty. *Jpn J Ophthalmol* 1991;35:411-6.
- 21) Bourne WM. Penetrating keratoplasty with fresh and cryopreserved corneas. Donor endothelial cell survival in primates. *Arch Ophthalmol* 1978;96:1073-4.
- 22) Musch DC, Meyer RF, Sugar A. Predictive factors for endothelial cell loss after penetrating keratoplasty. *Arch Ophthalmol* 1993; 111:80-3.
- 23) Böhringer D, Reinhard T, Spelsberg H, Sundmacher R. Influencing factors on chronic endothelial cell loss characterised in a homogeneous group of patients. *Br J Ophthalmol* 2002;86:35-8.
- 24) 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.

=ABSTRACT=

Influence of Endothelial Cell Loss During Preservation on Graft Survival in Imported Donor Cornea

Kook Lee, MD, Kyu Yeon Hwang, MD, Man Soo Kim, MD

Department of Ophthalmology and Visual Science, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the influence of preoperative endothelial cell loss on the outcome of keratoplasty for keratoconus in imported donor corneas.

Methods: Eighteen imported corneas used in keratoplasty for keratoconus patients were evaluated. Corneal endothelial cell density at the moment of preservation was obtained from the medical records and was measured immediately before the keratoplasty. Correlation of the endothelial cell loss count before and after keratoplasty was analyzed and post-operative endothelial cell loss count according to the range of preoperative endothelial cell loss was evaluated.

Results: Mean endothelial cell loss before and after keratoplasty was 258.94 ± 128.58 cells/mm² and 355.44 ± 371.83 cells/mm², respectively. There was a positive correlation between preoperative and postoperative endothelial cell loss count ($r = 0.431$, $p = 0.074$). The results showed statistically significant higher endothelial cell loss count after keratoplasty in the range above 250 cells/mm² rather than below 250 cells/mm² of preoperative endothelial cell loss count ($p = 0.033$).

Conclusions: The preoperative decrease in endothelial cell density affected the endothelial cell loss after keratoplasty for keratoconus in imported donor corneas.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(6):862-868

Key Words: Endothelial cell density, Imported donor corneas, Penetrating keratoplasty

Address reprint requests to **Man Soo Kim, MD**

Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea, Seoul St. Mary's Hospital

#222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea

Tel: 82-2-2258-6197, Fax: 82-2-599-7405, E-mail: mskim@catholic.ac.kr