

## 각막이식 삼중수술 시 인공수정체 삽입 시점에 따른 각막 내피 생존 비교

정연웅 · 변용수 · 김만수

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 안과 및 시과학교실

**목적:** 각막이식과 백내장 수술을 동시에 시행할 때 인공수정체를 삽입한 시점에 따른 술 후 각막내피세포의 손실을 비교해 보았다.  
**대상과 방법:** 2003년 1월부터 2008년 1월까지 백내장을 제거하고, 인공수정체를 삽입한 다음 공여각막을 봉합한 군(I군) 20명 20안과, 공여각막을 3 mm 남기고 봉합한 틈으로 인공수정체를 넣은(II군) 17명 17안을 대상으로 수술 후 안압, 각막두께 및 각막내피세포 밀도를 비교하였다.

**결과:** 3개월 후의 두 군에서 안압변동의 차이는 없었으나, 각막두께는 II군에서 유의하게 감소하였다. 각막내피세포 밀도는 1, 2, 3개월째 각각 II군에서 유의하게 더 높았으나( $p=0.01, 0.02, 0.04$ , respectively), 술 후 관찰기간 동안 각막내피 손실정도는 차이가 없었다( $p=0.33$ ).

**결론:** 삼중수술 시 전방이 완전한 상태에서의 인공수정체 삽입이 전방형성이 불완전한 상태에서 인공수정체를 삽입하는 것에 비해 수술 도중 각막내피와 안내구조물 또는 인공수정체와의 기계적 접촉이 적어 술 후 각막내피세포 손실이 적을 것이라 추정된다.

(대한안과학회지 2011;52(8):916-921)

1966년 Katzin and Meltzer<sup>1</sup>가 각막혼탁과 백내장이 동반된 경우 각막이식과 백내장 제거 및 인공수정체 삽입술(이하 삼중수술)을 최초로 성공하였다. 삼중수술은<sup>1-6</sup> 각막이식 후 재차 백내장 수술을 시행하는 단계별 수술에 비하여 수술 후의 시력 회복이 빠르고, 각막 내피세포의 손상 위험이 감소되고, 이식편의 거부 반응에 대한 위험률이 낮은 장점이 있다.<sup>7,8</sup>

그러나 삼중수술은 백내장을 제거한 후에 인공수정체를 삽입하고 인공수정체 위에 점탄물질을 주입한 다음 공여각막을 봉합하는 과정으로서, 이는 전방이 불완전하게 형성된 상태에서 각막봉합이 이루어지게 된다. 따라서 수술 중 조절되지 않은 높은 초자체의 압력으로<sup>9,10</sup> 홍채 또는 인공수정체가 공여각막 내피와 접촉할 위험성이 항상 존재하며 그 결과 내피세포의 손상을 일으켜<sup>8</sup> 이식편 실패가 일어날 가능성이 더 있다. 그러나 기존 수술순서에 인공수정체 삽입 시기를 공여각막을 봉합하여 충분한 전방이 형성된 상태에서 봉합사 사이의 틈을 이용하여 시행한다면 기존 백내장수술 후 인공수정체를 삽입하는 것과 유사한 전방 조

건이 형성되어 각막내피손상을 줄일 수 있을 것이라 예측해 볼 수 있다.

이에 저자들은 각막이식 삼중수술 시 백내장을 제거한 후 인공수정체를 삽입하고 공여각막을 봉합하는 경우와 공여각막을 봉합하여 전방이 형성된 후 인공수정체를 삽입하는 경우에 있어, 각각의 시술법의 장단점과 수술 후의 안압 및 각막 두께의 변화, 그리고 각막 내피세포 밀도를 비교해 보고자 하였다.

### 대상과 방법

2003년 1월부터 2008년 1월까지 본원에서 각막 질환과 백내장이 동반되어 있는 환자 37명 37안에 대상으로 후향적 연구를 실시하였으며, 백내장을 제거하고 인공수정체를 삽입한 후 공여각막을 봉합한 20명 20안을 I군으로, 백내장을 제거하고 공여각막을 봉합하되, 3 mm 정도 남기고 그 틈으로 인공수정체를 삽입한 17명 17안을 II군으로 설정하였다.

수술 후 3개월 이상 경과 관찰이 가능했고, 경과관찰 도중 거부반응이나 감염이 없었던 환자들을 대상으로 하였다.

공여각막은 수입안구각막으로 공급되었으며, 모두 Optisol-GS (Bausch and Lomb, CA, USA)에 4°C에서 냉장 보관하였고, 보관한 지 24시간 이내에 수여자에게 이식하였다.

수술 전 처치로 고삼투압 약제(mannitol 20%)를 이용하

■ 접수 일: 2010년 8월 6일 ■ 심사통과일: 2011년 2월 21일  
■ 게재허가일: 2011년 4월 29일

■ 책임저자: 김 만 수  
서울시 서초구 반포동 505  
가톨릭대학교 서울성모병원 안과  
Tel: 02-2258-6197, Fax: 02-599-7405  
E-mail: mskim@catholic.ac.kr

여 안압을 낮추었으며 모든 수술은 한 명의 술자가 시행하였다.

수술은 구후마취하에서 진행하였고, 공여각막과 수여각막을 진공절삭기(Hessberg-Barron vacuum trephine, JEDMED, USA)을 사용하여 절삭하였다. 공여각막은 수여각막보다 0.25–0.5 mm 크게 하였으며 전체적인 이식편의 크기는 7.0–8.0 mm로 하였다. Open sky 방식으로 수정체 낭의 적출술로 백내장을 제거하였으며 남은 피질은 흡인 제거하였다. 이후 I군은 기존 방식대로 점탄물질(VISCOAT<sup>®</sup>, sodium chondroitin sulphate and sodium hyaluronate, Alcon, USA)을 이용하여 후낭을 넓힌 후 three piece hydrophobic acrylic intraocular lens를 삽입한 다음 축동제(Miochol<sup>®</sup>, acetylcholine chloride, Novartis, USA)로 축동을 유발하였다. 그 다음 점탄물질을 주입하고 공여각막을 얹어놓은 후 연속봉합을 실시하였다.

한편, II군은 백내장 제거와 피질 흡인제거까지는 I군과 동일하게 진행하였고, 그 후에는 공여각막을 얹은 후 점탄물질로 전방을 형성하면서 10–12시 방향을 제외하고 단속 봉합하였다. 10–12시 방향을 틈으로 IOL injector를 이용하여 three piece hydrophobic acrylic intraocular lens를 삽입하였고, 축동제(Miochol<sup>®</sup>, acetylcholine chloride, Novartis, USA)로 축동을 유발한 후 남은 틈은 1–2회 단속봉합하였다.

수술 전후의 두 군 간에 차이가 있는지 비교해 보기 위하여 안압, 각막두께 및 각막내피세포 밀도를 측정하였다. 안압은 수술 전, 수술 후 1주, 2주, 1개월, 2개월 및 3개월 때 측정하였고, 각막두께와 각막내피세포 밀도는 수술 전과 염증이 사라지고 각막내피 측정이 가능했던 수술 1개월 이후부터 2개월, 3개월 때 측정하였다.

안압은 골드만 압평안압계로 측정하였으며, 각막두께는 Toemy pachymeter (SP-3000 Ultrasound/Compact Pachymeter, Tomey, USA)로, 각막내피세포는 경면 현미경(Nonconprobo-CA, Konan, Japan)으로 측정하였다.

통계적 분석은 SPSS 17.0의 Mann-Whitney *U* test를 사용하였고 *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 의미 있다고 정의하였다.

## 결 과

공여자의 평균 나이는 I군에서 63 ± 7.8세(58–70세), II군에서 64 ± 7.2세(59–72세)이고 절삭 크기는 I군에서 7.68 ± 0.45 mm, II군에서 7.72 ± 0.42 mm로, 각막 두께는 I군에서 641 ± 33 μm, II군에서 656 ± 40 μm, 각막 내피세포 밀도는 I군에서 2562 ± 299 cells/mm<sup>2</sup>, II군에서 2512 ± 315 cells/mm<sup>2</sup>로 양 군의 통계적인 차이는 없었다. 수여자의 평균 나이는 I군에서 55.3 ± 10.9세(45–68세)이고, II군에서 56.2 ± 12.1세(45–70세)로 역시 유의한 차이는 없었다(Table 1).

수술 전 원인 질환으로 I군에서는 Fuchs' dystrophy가 7안으로 가장 많았고, herpes keratitis 6안, trauma와 fungal ulcer가 각각 3안, macular dystrophy가 1안이 있었다. 한편, II군에서는 herpes keratitis가 6안으로 가장 많았으며, fungal ulcer 4안, granular dystrophy 3안, Fuchs' dystrophy와 ICE syndrome이 각각 2안이었다(Table 2).

골드만 압평안압계로 측정한 안압은 I군에서 수술 전 15.62 ± 3.11 mmHg, 수술 1주 후 17.87 ± 3.87 mmHg로 증가한 경향을 보였으나 2주, 1개월, 2개월, 3개월 후 각각 18.03 ± 2.48 mmHg, 17.55 ± 3.38 mmHg, 16.96 ± 3.54

Table 2. Preoperative diagnosis

Group I		Group II	
Fuch's dystrophy	7	Herpes keratitis	6
Herpes keratitis	6	Fungal ulcer	4
Trauma	3	Granular dystrophy	3
Fungal ulcer	3	Fuch's dystrophy	2
Macular dystrophy	1	ICE syndrome	2

Table 1. Clinical characteristics in Group I and II

	Group I	Group II	<sup>‡</sup> <i>p</i> -value
Recipient			
Age (mean ± SD, yr)	55.3 ± 10.9	58.2 ± 12.1	0.23
Sex (M/F)	11/9	10/7	
Laterality (OD/OS)	7/13	9/6	
Follow-up period (mean ± SD, mon)	7.4 ± 3.1	7.9 ± 3.9	0.10
Donor			
Age (mean ± SD, yr)	63 ± 7.8	64 ± 7.2	0.17
Trephine size (mean ± SD, mm)	7.68 ± 0.45	7.72 ± 0.42	0.08
*CD (mean ± SD, cells/mm <sup>2</sup> )	2562 ± 299	2512 ± 315	0.19
<sup>†</sup> CT (mean ± SD, μm)	641 ± 33	656 ± 40	0.14

\*CD = corneal endothelial cell density of donor; <sup>†</sup>CT = corneal thickness of donor; <sup>‡</sup>*p*-value was determined by Mann-Whitney *U* test.

mmHg,  $16.75 \pm 3.08$  mmHg였으며, II군에서는 수술 전  $15.98 \pm 3.00$  mmHg, 수술 1주 후  $17.55 \pm 3.67$  mmHg, 2주, 1개월, 2개월, 3개월 후 각각  $17.82 \pm 3.08$  mmHg,  $17.89 \pm 2.94$  mmHg,  $17.04 \pm 3.86$  mmHg,  $16.74 \pm 2.91$  mmHg로 양 군의 안압차이는 없었고( $p=0.14$ ), 21 mmHg 이상의 안압 상승을 보이는 증례도 없었다.

수술 후의 평균 각막두께는 I군에서 수술 1개월 후  $601 \pm 59$   $\mu$ m, 2개월 후  $593 \pm 48$   $\mu$ m, 3개월 후  $589 \pm 45$   $\mu$ m로 감소하였으며, II군에서는 수술 1개월 후  $593 \pm 45$   $\mu$ m, 2개월 후  $571 \pm 56$   $\mu$ m, 3개월 후  $552 \pm 34$   $\mu$ m로 감소하였다. 양 군의 수술 3개월 후 각막 두께를 비교했을 때 II군이 I군보다 유의하게 각막 부종이 감소되었음을 관찰할 수 있었다( $p=0.02$  by Mann-Whitney test) (Fig. 1). 각막내피세포 밀도는 I군에서 수술 1개월 후  $2119 \pm 752$  cells/mm<sup>2</sup>, 2개월 후  $1797 \pm 688$  cells/mm<sup>2</sup>, 3개월 후  $1621 \pm 576$  cells/mm<sup>2</sup>이었고, 수술 전에 비해 수술 3개월 후 37%의 감소를 보였다. II군에서는 수술 1개월 후  $2336 \pm 699$  cells/mm<sup>2</sup>, 2개월 후  $2087 \pm 637$  cells/mm<sup>2</sup>, 3개월

후  $1857 \pm 521$  cells/mm<sup>2</sup>로 수술 전에 비해 수술 3개월 후 26%의 감소율을 보였다. 양 군에서 1, 2, 3개월 후의 각막내피세포 밀도를 비교했을 때 II군에서 모두 유의하게 높았다( $p=0.01, 0.02, 0.04$ , respectively by Mann-Whitney U test). 한편, 수술 1개월 후부터 3개월까지 각막내피손실 정도를 비교했을 때는 I군에서 수술 후 1개월에서 3개월까지 24%의 감소를, II군에서 수술 후 1개월에서 3개월까지 21%의 감소를 보였으며 이를 통계학적으로 분석했을 때, 수술 시간에 따른 각막내피손실 정도에서 양 군의 유의한 차이는 없었다( $p=0.33$  by one way ANOVA test) (Fig. 2).

## 고 찰

전층 각막이식을 시행하는 경우 이식된 각막내피세포는 여러 가지 원인들에 의해 손상을 받게 되어 밀도가 감소한다. 각막내피세포에 손상을 줄 수 있는 요인들로 공여자의 각막 상태, 공여자 각막의 보관 방법과 시간, 수여자의 각막 질환 종류, 각막내피세포의 노화에 의한 자멸사, 수술 기술과 방법에 따른 수술 도중 전방 유지 및 수술 후의 면역 반응과 안압 상승 등이 있다.<sup>11-14</sup>

본 연구에서는 공여자의 각막 상태, 공여자 각막의 보관 방법과 시간은 양 군 간에 차이 없이 설정하였으며, 내피세포의 노화에 의한 자멸사 역시 양 군에서 공여각막의 연령에 차이를 보이지 않았다. 면역반응에 대해서는 대상군 설정에서 거부반응이 일어났던 증례는 제외했으며, 실험에 참여한 증례들은 모두 1개월 이후 전방의 염증세포는 rare 이하로 면역 반응의 증거는 없었다.

전층각막이식 후 안압이 상승한다는 것은 1989년 Kirkness et al<sup>15</sup>에 의해 보고되기 시작하였으며, 그 해 Simmons et al<sup>16</sup>은 전층각막이식 후 안압이 상승하기는 하나 삼중수술이 안압상승의 위험인자가 되지는 않는다고 보고하였다. 2002년 Seitz et al<sup>17</sup>은 각막이식 후 장기적 안압 경과 관찰에서 21 mmHg 이상의 안압상승은 평균  $3.7 \pm 2.8$ 개월(1주-9개월)부터 시작하여  $6.5 \pm 3.1$ 개월(6주-12개월)까지 지속되었다고 보고하였으며, Nguyen et al<sup>18</sup>은 전층각막이식 후 6개월 이후부터 안압상승이 각막내피세포 손실에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 또한, 단기적으로는 각막이식 시 사용하는 점탄물질의 종류에 따라서 안압이 상승할 수 있으며, 1990년 Burke et al<sup>19</sup>은 전층각막이식 수술 중 Healon과 Viscoat를 사용한 군을 나누어 수술 후 4, 10, 24, 72시간 후 안압을 측정한 연구에서 Healon이 Viscoat에 비하여 평균 6.5 mmHg만큼 유의하게 높았다고 하였다. 본 연구에서는 수술 시 Viscoat를 주입하여 점탄물질에 의한 단기간의 안압 상승을 최소화하려 하였다. 측정한 자료

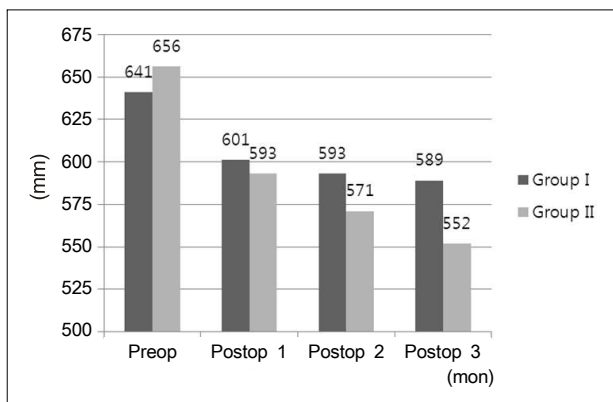


Figure 1. Comparison of preoperative and postoperative corneal central thickness in Group I and II.

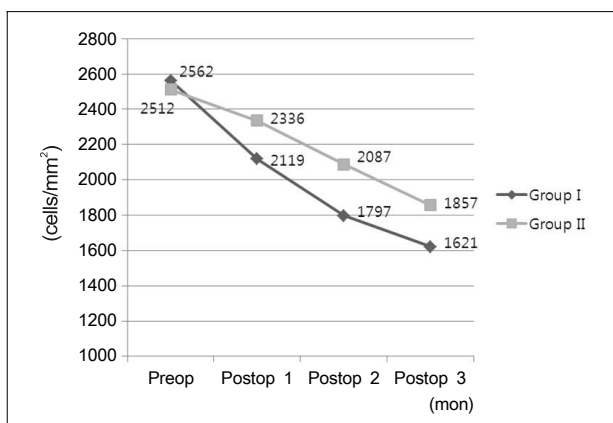


Figure 2. Comparison of preoperative and postoperative corneal endothelial cell density in Group I and II.

를 바탕으로 수술 후 안압은 수술 전보다 상승하였으나 21 mmHg를 넘은 경우는 없었고, 양 군에서 안압의 통계학적인 차이를 보이지 않아 안압에 의한 각막내피세포 손실을 배제할 수 있었다.

수여자의 각막상태에 따른 각막이식 후 각막내피세포 생존에 대한 연구도 진행되어 2002년 Langenbucher et al<sup>20</sup>은 원추각막, 폭스이영양증과 수포각막병증 환자들을 대상으로 전층각막이식 2년 동안 연간 각막내피손실률을 비교하여 수여자의 각막 혼탁을 일으킨 원인 질환에 따라 전층각막이식 후 각막내피세포 생존에 영향을 준다고 하였다. 그러나 이 연구는 원추각막 환자들을 제외한 다른 두 군에서 전층각막이식뿐만 아니라 백내장 수술도 병행한 삼중수술이 같이 포함되어 있었다. 삼중수술은 수술 도중에 전방형성이 거의 되지 않으며 공여각막을 봉합하는 사이에도 전방이 유지되지 않는 경우가 종종 발생하는 등 여러 단계에서 각막에 손상을 줄 수 있어 백내장 제거 후 인공수정체 삽입 시 발생할 수 있는 각막내피세포 손실을 고려하지 않은 점이 한계점으로 작용할 수 있다. 한편, 2006년 Gil et al<sup>21</sup>은 내피세포 질환군, 내피세포 손상이 의심되는 질환군 및 내피세포 이상이 없는 질환군을 대상으로 전층각막이식 6개월 후 내피세포 변화 관찰에서 원인 질환과 각막내피세포의 생존은 통계적으로 유의한 연관성을 보이지 않는다고 발표하였다. 최근에 Chung et al<sup>22</sup>은 공여각막내피세포가 정상인 원추각막군과 공여각막내피세포가 감소한 수포각막병증과 폭스이영양증을 진단받은 환자군을 대상으로 전층각막이식 후 2년 동안 각막내피세포 손실을 관찰한 후에 3개월째까지 각막내피손실은 통계적으로 유의하지 않았으나 6개월 후부터 원추각막군의 손실이 유의하게 적어 술 전 진단에 따라 술 후 각막내피세포 생존에 영향을 줄 수 있다고 하여 만성적으로 각막내피세포손실이 있는 환자에서 각막 절삭(trephine) 크기를 크게 할 것을 권유하였다. 본 연구에서는 양 군 간의 기저질환은 차이가 있었으나(Table 2), 경과관찰 기간을 3개월까지로 제한하여 수여자의 각막 질환으로 인한 내피세포손실의 가능성을 최소화하였다.

수술 도중에 받는 자극으로 인한 이식각막의 내피손상도 보고도 있었다. 1976년 Kramer and Stewart<sup>14</sup>는 전방을 유지할 수 있는 전층각막이식방법을 소개하면서, 봉합을 시행하는 동안 전방이 유지되면 안내구조물들과의 기계적 접촉으로 발생할 수 있는 각막내피손실을 최소화할 수 있을 것이라 발표하였다. 1978년 Bourne and O'Fallon<sup>13</sup>은 27안을 대상으로 술 전에 각막내피세포를 측정하고 전층각막이식을 시행한 후 내피세포를 측정하여 수술 도중 각막내피세포 손실을 관찰한 결과 23%의 각막내피세포 손실을 확인하였으며, 유수정체안에서 무수정체안보다 유의한 각막

내피세포 감소가 있었다고 보고하면서 이에 대한 가능한 원인으로 유수정체안에서 전방이 얇아서 초기 이식편 위치시 영향을 더 줄 것이라고 예측했다. 이후 삼중수술에서 초자체의 부피를 줄여 전방을 깊게 하여 각막내피의 인공수정체와의 접촉으로 인한 기계적 손상을 줄이려는 시도로 수술 전 안구 압박과 만니톨 등의 고삼투압 제제 등이 사용되었으나 초자체 압력을 충분히 낮추지 못한 것으로 밝혀졌다.<sup>23,24</sup> 그 후 삼중수술 전에 core vitrectomy를 시행하여 초자체의 부피를 줄여보려고도 하였으나,<sup>6,10,25</sup> 2004년 Konomi et al<sup>26</sup>은 큰 효과가 없었다고 발표하였다. 본 연구에서 인공수정체 삽입시기를 달리한 두 군의 비교에서 공여각막을 봉합한 후 인공수정체를 넣은 II군에서 공여각막 봉합 전 인공수정체를 삽입한 I군보다 3개월 후 각막두께는 얇고, 각각의 경과 관찰기간에서 측정한 내피세포 손실도 유의하게 적었다. 한편, 각막내피세포 측정을 시행한 술 후 1개월부터 3개월까지의 각막내피세포 손실률을 비교했을 때 I군은 24%, II군은 21%였으며, 통계학적으로 시간에 따른 손실률 차이는 없었다. 이는 양 군의 각막내피세포의 차이가 수술 중과 술 후 1개월 이내의 발생했다는 것을 나타내며, 본 연구에서 술 후 면역반응이나 감염으로 인하여 염증이 심한 증례는 대상에서 제외하였으므로 양군의 차이가 난 원인은 수술 중 발생한 인공수정체와의 기계적 접촉에 의한 것일 가능성이 가장 높다고 추정된다. I군에 있어 수술 중 기계적 접촉이 일어날 가능성은 다음과 같다. 첫째, 전방 형성이 불안정하여, 점탄물질을 주입하여 이식편과 안내구조물과의 접촉을 줄이려고 해도 점탄물질이 옆으로 새어나가 최소 5-6회 이상 재주입해야 하며 이러한 상황에서 홍채 등의 안내구조물 혹은 인공수정체와 각막내피의 접촉이 일어날 수 있다. 둘째, 인공수정체 삽입 후 축동을 시키지만 축동이 잘되지 않는 경우 각막봉합도중 인공수정체와 각막내피가 접촉이 일어날 수 있다. 한편, II군은 인공수정체 삽입 전 전방이 유지되어 안내구조물 또는 인공수정체와 맞닿을 가능성이 적어지며, 형성된 전방의 압력이 초자체의 압력을 일부 상쇄하는 효과가 있어 초자체의 압력으로 인하여 홍채와 삽입된 인공수정체가 앞으로 밀려나와 각막내피와 접촉할 가능성도 적어진다. 이는 단순 백내장 수술 시 절개창을 3 mm 시행한 상태와 비슷한 조건이 되므로 수술에서 발생하는 각막내피의 기계적 내피세포의 손상이 적을 것으로 생각한다.

본 논문에서는 각 군의 수가 적고 관찰 기간이 수술 1개월 후부터로 제한되어 결론 도출의 한계점으로 작용할 수 있어, 향후 증례의 추가와 수술 후 조기 각막내피세포 측정 등이 필요할 것으로 생각한다. 또한, 봉합사 틈을 이용하여 인공수정체를 삽입하게 될 경우, 인공수정체가 후방에 삽입

된 것을 확인한 후 공여각막을 봉합하는 기존방법에 비해 삽입 후 후방에 잘 위치하는지 술 후에 파약을 해야 하나, 술 후 각막부종으로 각막의 투명도가 회복되지 않은 시기에는 확인을 할 수 있는 방법이 부족하여 또 하나의 단점으로 작용할 수 있다. 그러나 각막이식 수술 후 내피세포의 수가 예후에 미치는 영향이 크다고 볼 때, 까다로운 술기이지만 각막이식 삼중수술 시 공여각막을 먼저 봉합한 후 인공수정체를 삽입하는 것이 각막내피세포의 생존율을 높일 수 있다고 보고하는 바이다.

## 참고문헌

- 1) Katzin HM, Meltzer JF. Combined surgery for corneal transplantation and cataract extraction. *Am J Ophthalmol* 1966;62: 556-60.
- 2) Taylor DM. Keratoplasty and intraocular lenses. *Ophthalmic Surg* 1976;7:31-42.
- 3) Taylor DM, Khaliq A. Keratoplasty and intraocular lenses: follow-up study. *Ophthalmic Surg* 1977;8:49-57.
- 4) Taylor DM, Khaliq A, Maxwell R. Keratoplasty and intraocular lenses: current status. *Ophthalmology* 1979;86:242-55.
- 5) Hunkeler JD, Hyde LL. The triple procedure: combined penetrating keratoplasty, extracapsular cataract extraction and lens implantation. An expanded experience. *J Am Intraocul Implant Soc* 1983;9:20-4.
- 6) Skorpik C, Menapace R, Gnad HD, Grasl M. The triple procedure--results in cataract patients with corneal opacity. *Ophthalmologica* 1988;196:1-6.
- 7) Binder PS. The triple procedure. Refractive results. 1985 update. *Ophthalmology* 1986;93:1482-8.
- 8) Meyer RF, Musch DC. Assessment of success and complications of triple procedure surgery. *Am J Ophthalmol* 1987;104:233-40.
- 9) McCartney DL, Gottsch JD, Stark WJ. Managing posterior pressure during pseudophakic keratoplasty. *Arch Ophthalmol* 1989; 107:1384-6.
- 10) Inoue Y. Corneal triple procedure. *Semin Ophthalmol* 2001;16: 113-8.
- 11) Kim MK, Lee JH. Long-term outcome of graft rejection after penetrating keratoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 1997;38:1553-60.
- 12) Patel SV, Hodge DO, Bourne WM. Corneal endothelium and postoperative outcomes 15 years after penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 2005;139:311-9.
- 13) Bourne WM, O'Fallon WM. Endothelial cell loss during penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 1978;85:760-6.
- 14) Kramer SG, Stewart HL. Maintenance of the anterior chamber during penetrating keratoplasty. *Trans Sect Ophthalmol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1976;81:794-805.
- 15) Kirkness CM, Ling Y, Moshegov C. Penetrating keratoplasty and raised intraocular pressure. A brief review of the problems and its management. *Ann Acad Med Singapore* 1989;18:168-70.
- 16) Simmons RB, Stern RA, Teekhasaene C, Kenyon KR. Elevated intraocular pressure following penetrating keratoplasty. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1989;87:79-91; discussion 91-3.
- 17) Seitz B, Langenbacher A, Nguyen NX, et al. Long-term follow-up of intraocular pressure after penetrating keratoplasty for keratoconus and Fuchs' dystrophy: comparison of mechanical and Excimer laser trephination. *Cornea* 2002;21:368-73.
- 18) Nguyen NX, Langenbacher A, Seitz B, et al. Impact of increased intraocular pressure on long-term corneal endothelial cell density after penetrating keratoplasty. *Ophthalmologica* 2002;216:40-4.
- 19) Burke S, Sugar J, Farber MD. Comparison of the effects of two viscoelastic agents, Healon and Viscoat, on postoperative intraocular pressure after penetrating keratoplasty. *Ophthalmic Surg* 1990;21: 821-6.
- 20) Langenbacher 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.
- 21) Gil SY, Park CK, Hahn TW. Evaluation of donor corneal endothelium after keratoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:519-24.
- 22) Chung SH, Kim HK, Kim MS. Corneal endothelial cell loss after penetrating keratoplasty in relation to preoperative recipient endothelial cell density. *Ophthalmologica* 2010;224:194-8.
- 23) Sud RN, Loomba R. Achievement of surgically soft and safe eyes--a comparative study. *Indian J Ophthalmol* 1991;39:12-4.
- 24) Guindon B, Harvey J, Peacocke A, et al. Factors modifying vitreous pressure in cataract surgery. *Can J Ophthalmol* 1981;16:73-5.
- 25) Shimomura Y, Hosotani H, Kiritoshi A, et al. Core vitrectomy preceding triple corneal procedure in patients at high risk for increased posterior chamber pressure. *Jpn J Ophthalmol* 1997;41: 251-4.
- 26) Konomi K, Shimazaki J, Shimmura S, et al. Efficacy of core vitrectomy preceding triple corneal procedure. *Br J Ophthalmol* 2004;88:1023-5.

**=ABSTRACT=**

## The Effect of Intraocular Lens Insertion Sequence during the Triple Procedure on Corneal Endothelial Cell Survival

Yun Woong Chung, MD, Yong Soo Byun, MD, Man Soo Kim, MD, PhD

*Department of Ophthalmology and Visual Science, Seoul St. Mary's Hospital,  
The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** To evaluate the differences in corneal endothelial cell density in patients undergoing intraocular lens insertion at 2 different sequences during the triple procedure.

**Methods:** The present retrospective study divided 37 eyes of 37 patients and into 2 groups: trephination, phacoemulsification and intraocular insertion, followed by graft suturing (20 eyes, Group I), and trephination, phacoemulsification, graft suturing leaving 3 mm gap, followed by intraocular lens insertion and suturing of the gap (17 eyes, Group II). Intraocular pressure, corneal thickness, and endothelial cell density were measured for 3 months postoperatively.

**Results:** No significant difference in intraocular pressure between the 2 groups ( $p = 0.14$ ) was observed. However in Group II, the mean corneal thickness showed a greater decrease ( $p = 0.02$ ) during the 3 months following surgery, and the mean corneal endothelial cell density in this group was higher at 1, 2, and 3 months postoperatively than that of Group I ( $p = 0.01, 0.02$  and  $0.04$  respectively). There were no significant difference in the rate of endothelial cell loss during the post-operative period between the 2 groups.

**Conclusions:** The anterior chamber formation before intraocular lens insertion in the triple procedure is hypothesized to decrease corneal endothelial cell loss by minimizing mechanical contact with intraocular structures or intraocular lenses during surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2011;52(8):916-921

**Key Words:** Anterior chamber formation, Corneal endothelial cell density, Mechanical contact, Triple surgery

---

Address reprint requests to **Man Soo Kim, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology and Visual Science, Seoul St. Mary's Hospital  
#505 Banpo-dong, Seocho-gu, Seoul 137-040, Korea  
Tel: 82-2-2258-6197, Fax: 82-2-599-7405, E-mail: mskim@catholic.ac.kr