

엑시머레이저 굴절교정각막절제술과 엑시머레이저 각막절삭 가공성형술 후 각막내피세포의 변화

김 기 산 · 백 승 호

= 요 약 =

엑시머레이저를 이용한 근시수술 후 각막내피세포의 변화를 알아보기 위하여 엑시머레이저 굴절교정각막절제술(Photorefractive keratectomy, 이하 PRK)을 시행한 165안과 각막절삭 가공성형술(Laser assisted in situ keratomileusis, 이하 LASIK)을 시행한 70안 총 235안을 대상으로 술 전, 술 후 1주, 1개월, 3, 6, 9 및 12개월에 비접촉형 경면현미경(Konan, CA. SP. 8000. Japan)을 이용하여 중심각막내피세포를 촬영하고 각막내피세포분석 프로그램에 따라 각막내피세포밀도(CD), 세포면적의 변이계수(Polymegathism, CV), 육각형 세포비(hexagonality, 6A) 등을 구하였다. 또한 술 후의 변화를 술 전과 비교하여 CD가 증가했거나, CV가 감소했거나 또는 6A가 증가한 경우는 변화가 없는 것으로 간주하고, 각 변수들의 감소율 또는 증가율을 구하였다. CD는 PRK군에서 평균 술 전 2,838개/mm², 술 후 12개월에 2,831개/mm²이었으나 감소율은 2.66%였고, LASIK군에서는 평균 술 전 2,682개/mm²에서 술 후 12개월에 2,735개/mm²로 오히려 증가한 것 같이 보이나 감소율은 4.65%였다. CV는 PRK군에서 평균 술 전 36.97에서 술 후 12개월에 33.76으로 감소한 것 같이 보이나 증가율은 3.96%였다. 그리고 LASIK군에서는 평균 술 전 36.91에서 술 후 12개월에 36.66이었으나 증가율은 11.47%였다. 또한 6A는 PRK군에서 평균 술 전 57.23%, 술 후 12개월에 55.92%로 감소율은 8.01%였고, LASIK군은 평균 술 전 57.19%, 술 후 12개월에 55.44%로 감소율은 8.30%였다. 이상의 결과로 엑시머레이저를 이용한 근시수술 후 경미한 각막내피세포의 손상을 의심할 수 있었다(한안지 40:2728~2734, 1999).

<접수일 : 1999년 1월 30일, 심사통과일 : 1999년 7월 26일>

계명대학교 의과대학 동산병원 안과학교실

Address reprint requests to Ki-San Kim, M. D.

Department of Ophthalmology, Dongsan Medical Center, Keimyung University School of Medicine
#194 Dongsan-dong, Jung-ku, Taegu, 700-712, Korea

Tel : 82-53-250-7708, 7703, Fax : 82-53-250-7705

* 본 논문의 요지는 1997년 제 79차 대한안과학회 추계 학술대회에서 구연 발표되었음.

= Abstract =

Endothelial Cell Change after Photorefractive Keratectomy and Laser In Situ Keratomileusis

Ki-San Kim, M.D., Seung-Ho Baek, M.D.

To evaluate endothelial cell changes after excimer laser surgery, we performed noncontact specular microscopy(Konan, CA. SP. 8000. Japan) preoperatively, one week and 3, 6, 9 and 12 months after surgery to observe the central corneal endothelium of the eyes which underwent PRK(165 eyes) and LASIK(70 eyes). Corneal endothelial density(CD), coefficient of variation of the cell area(CV), and percentage of hexagonal cells(hexagonality, 6A) were obtained according to the corneal endothelial cell analysis program. Considering the cases which showed increased CD, decreased CV, or increased 6A as it had no changes, rate of each parameter were calculated. The mean CD was $2,838/\text{mm}^2$ preoperatively, and $2,831/\text{mm}^2$ at 12 months after PRK, with decreasing rate of 2.66%. Although preoperative CD was higher than that of 12 months after LASIK(preop: $2,682/\text{mm}^2$, 12 month: $2,735/\text{mm}^2$), its decreasing rate was 4.65%. In PRK group, CV seemed to have decreased at postoperative 12 months(preop: 36.97, postop 12 months: 33.76) but its increasing rate was 3.96%. In LASIK group, CV was 36.91 preoperatively, and 36.66 at postoperative 12 months but its increasing rate was 11.47%. In PRK group, the mean preoperative and postoperative 12 months 6A were 57.23 and 55.92% respectively. Its decreasing rate was 8.01%. In LASIK group, it was 57.19% preoperatively and 55.44% 12 months after LASIK. Its decreasing rate was 8.30%. The result showed that excimer laser treatment might have caused minor endothelial damage which would be clinically insignificant(J Korean Ophthalmol Soc 40:2728~2734, 1999).

Key Words : Corneal endothelial cell density, Hexagonality, LASIK, Polymegathism, PRK

엑시머레이저 굴절교정 각막절제술(Photorefractive keratectomy, PRK)과 엑시머레이저 각막절삭 가공성형술(Laser In Situ keratomileusis, LASIK)은 각막의 중심부를 연마하여 각막곡률반경을 변화시키는 굴절수술로 중등도와 고도근시에 대하여 비교적 안전하고 효과적인 수술로 시행되고 있다. Dehm 등¹⁾은 193nm excimer laser로 각막두께의 90%를 절개시 각막내피세포의 변화를 유발할 수 있다고 하였으며,

김과 김²⁾은 잔여각막두께가 $200\mu\text{m}$ 이하인 경우이 엑시머레이저조사로 각막내피세포에 손상을 초리한다고 보고하였다. 그러나 대부분의 연구에서는 엑시머레이저절제술은 각막내피세포의 손상을 유발하지 않는다고 하였으며^{3~7)}, 엑시머레이저 각막절삭 가공성형술 역시 각막내피세포에 손상을 주지 않는다고 보고하였다^{11~13)}. 그러나 이전의 각막내피세포 분석보고들은 술 후 콘택트렌즈 착용종지로 인하여 생긴 각막내피세포밀도증가와 세포

면적의 변이계수의 호전을 반영하지 못하여 술 후 각막내피세포의 정확한 변화를 알아볼 수 없는 문제점이 있었다. 그러므로 술 후 각막내피세포밀도의 증가가 있던 눈은 변화가 없는 것으로 간주해야 한다는 주장도 있다. 그래서 저자들은 PRK와 LASIK이 각막내피세포에 미치는 영향을 알아보는데 있어서 세포분석방법으로 먼저 전체 자료를 분석하고 또한 세포밀도등, 형태학적 변수들의 호전이 있던 눈은 변화가 없는 것으로 간주한 후 분석하여 그 결과를 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

1996년 10월부터 1997년 3월까지 엑시머레이저 굴절교정각막절제술(이하 PRK)을 시행한 165안과 엑시머레이저 각막절삭 가공성형술(이하 LASIK)을 시행한 70안을 대상으로 하였다. 대상군을 나눌 때 PRK는 1군은 술 전 근시 뜯수가 -6.0D 이하(평균 -4.36D), 2군은 -6.25D에서 -10.00D(평균 -7.50D) 까지로 하였으며, LASIK에서 1군은 술 전 근시 뜯수가 -6.0D에서 -10.0D(평균 -8.39D) 까지로 하였으며 2군은 -10.25D에서 -15.0D(평균 -13.52) 까지로 하였다. PRK와 LASIK 수술은 모두 한 명의 술자에 의해 시행되었고, 사용한 엑시머레이저 기종은 ExciMed UV200 LA(Summit Technology, Waltham, MD, USA)이었으며 각막절편은 Automated Lamellar Keratome (Chiron) 기종을 사용하여 직경 8.5mm, 두께 160 μm 로 만들었다. 엑시머레이저의 조사직경은 5.0mm이었고 -6.0D 이상의 근시교정을 위해서는 이중조사를 하였는데 -6.0D까지는 직경 4.5mm로 연마하고 나머지 굴절이상은 5.0mm의 직경으로 연마하였으며, -10.0D 이상은 4.5, 4.7, 5.0mm의 세 직경으로 연마하였다. 모든 환자들은 술 후에 ofloxacin(Tarivid®, 삼천제약, 일본) 안약을 점안하였고, PRK 환자들은 각막상피가 재생된 이후에 0.1% fluorometholon(삼일제약, 한국) 점안액을 사용하였으며, LASIK 환자들은 술 후 다음날부터 사용하였다. 술 후 1달까지는 매 2시간마다 한 번씩 점안하고, 다음 6개월까지

는 점안 횟수를 차차 줄여나갔다. 각막내피세포는 비접촉형 경면현미경(Konan, SP-8000)을 이용하여 술 전, 술 후 1주, 1개월, 3, 6, 9 및 12개월에 중심부각막을 관찰하였고, 각막내피세포 분석프로그램을 이용하여 각막내피세포밀도(CD), 세포면적의 변이계수(polymegathism CV), 육각형 세포비율(Hexagonality, 6A)을 분석하였다. 그리고 분석방법을 달리하여 술후 변화를 술전과 비교하여, CD가 증가하였거나, CV의 감소, 혹은 6A가 증가한 경우는 변화가 없는 것으로 간주하고 각 변수들의 감소율과 증가율을 구하였다.

결 과

PRK 수술을 받은 환자들에서 1군은 술 전 근시가 -2D에서 -6.0D까지로 평균 -4.36D이었고 엑시머레이저 교정량은 평균 -4.41D이었으며, 2군은 술전 근시가 -6.25D에서 -10.0D까지로 평균 -7.50D이었고, 교정량은 평균 -6.77D이었다. LASIK에서는 1군은 술 전 근시 뜯수가 -6.0D에서 -10.0D까지로 평균 -8.39D이었고, 엑시머레이저 교정량은 평균 -7.95D, 2군은 -10.25에서 -15.0D까지로 평균 -13.52D였으며, 엑시머레이저 교정량은 평균 -12.34D이었다. PRK 수술 후 전체군에서 CD와 6A는 평균 술 전 각각 2,838개/mm², 57.23%, 술 후 12개월에 2,831개/mm², 55.92%로 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 CV는 평균 술 전 36.97에서 술 후 6개월과 12개월에 각각 35.38, 33.76으로 통계학적으로 유의한 감소가 있었으며, 1군에서는 CV가 평균 술 전 37.31에서 술 후 12개월에 34.29로 통계학적으로 유의한 감소가 있었으나 2군에서는 유의한 차이가 없었으며 1군과 2군 사이에서도 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1). LASIK 수술을 받은 환자들에서는 전체군에서 CD와 CV는 평균 술 전에 각각 2,682개/mm², 36.91, 술 후 12개월에는 2,735개/mm², 36.66으로 통계학적으로 유의한 변화가 없었으며, 6A는 평균 술 전 57.19%에서 술 후 3개월에 54.10%로 통계학적으로 유의한 감소를 볼 수 있었고 1

— 김기산 외 : 각막내피세포의 변화 —

Table 1. Corneal endothelial changes after PRK

Groups	CD	CV	6A
I (0~ -6.0D)			
pre. op(n=111)	2834.98±506.35	37.31±6.56	57.52±9.39
3mo(n=96)	2842.33±307.33	35.90±7.08	56.72±9.44
6mo(n=97)	2854.88±342.73	35.39±6.72	58.36±10.80
12mo(n=32)	2822.96±321.79	34.29±5.34*	56.48±9.56
II (-6.25D~ -10.0D)			
pre. op(n=54)	2872.37±299.17	38.90±7.60	56.70±8.96
3mo(n=48)	2725.37±314.32	38.27±6.31	54.22±9.33
6mo(n=47)	2891.80±234.69	35.31±6.14	55.44±8.38
12mo(n=21)	2836.85±267.66	33.14±4.23	55.80±7.31
Total			
pre. op(n=165)	2838.16±245.17	36.97±7.06	57.23±9.16
3mo(n=148)	2803.16±311.89	36.73.±6.97	55.89±9.47
6mo(n=144)	2865.66±307.73	35.38±6.47*	57.20±10.09
12mo(n=53)	2831.78±297.32	33.76±4.83*	55.92±8.41

* p < 0.01

Values represent the mean ± SD

CD : cell density

CV : coefficient of variation of the cell area

6A : percentage of hexagonal cells

Table 2. Corneal endothelial changes after LASIK

Groups	CD	CV	6A
I (-6.0~ -10.0D)			
pre. op(n=34)	2767.32±311.61	35.90±5.30	57.19±11.90
3mo(n=30)	2687.8±388.85	36.66±5.58	55.00±9.00
6mo(n=27)	2758.18±258.45	33.48±6.42	57.14±8.86
12mo(n=15)	2754.46±252.45	34.25±34	57.86±12.96
II (-10.25~ -15.0D)			
pre. op(n=36)	2596.38±373.03	37.91±7.74	57.05±10.00
3mo(n=34)	2596.34±427.82	38.37±8.01	53.34±11.34*
6mo(n=28)	2641.06±303.66	39.12±8.01	56.45±11.11
12mo(n=17)	2596.94±251.08	36.82±6.83	55.23±13.38
Total			
pre. op(n=70)	2681.92±352.77	36.91±6.75	57.19±10.82
3mo(n=64)	2638.55±409.71	37.58±6.99	54.10±10.28*
6mo(n=55)	2693.76±287.92	36.58±7.81	56.76±10.08
12mo(n=32)	2735.05±246.00	36.66±6.66	55.44±13.01

* p < 0.05

Values represents the mean ± SD

CD : cell density

CV : coefficient of variation of the cell area

6A : percentage of hexagonal cells

Table 3. Comparision of decreasing rate of CD, increasing rate of CV, decreasing rate of 6A after PRK

Groups	CD	CV	6A
I (0~ -6.0D)			
3mo	3.80±7.77(51/96)	9.81±23.20(38/96)	10.97±17.60(48/96)
6mo	3.38±5.52(45/97)	8.63±17.32(34/97)	6.86±9.11(51/97)
12mo	2.56±3.36(16/32)	4.42±15.21(7/32)	7.37±10.19(16/32)
II (-6.25~ -10.0D)			
3mo	6.60±9.37(31/48)	8.70±12.57(21/48)	8.73±10.94(28/48)
6mo	3.85±5.04(22/47)	6.21±15.72(13/47)	7.88±10.60(23/47)
12mo	2.83±3.67(13/21)	5.19±14.25(4/21)	8.96±9.25(15/21)
Total			
3mo	4.74±8.41(82/144)	9.44±20.25(59/144)	8.83±11.54(76/144)
6mo	3.52±5.36(67/144)	7.98±16.81(47/144)	7.19±9.60(74/144)
12mo	2.66±3.46(29/53)	3.96±12.65(11/53)	8.01±9.76(31/53)

Values represent the mean ± SD

(n) : The fraction represents the number of cases which exclude increased CD, decreased CV, or increased 6A when compared preoperative data with postoperative data.

The denominator represents all data to be investigated.

CD : cell density

CV : coefficient of variation of the cell area

6A : percentage of hexagonal cells

Table 4. Comparision of decreasing rate of CD, increasing rate of CV, decreasing rate of 6A after LASIK

Gr	CD	CV	6A
I (6.0~ -10.0D)			
3mo	5.37±7.51(13/30)	13.36±16.23(14/30)	10.47±13.62(13/30)
6mo	3.79±5.55(10/27)	4.44±10.44(5/27)	7.18±9.70(12/27)
12mo	4.54±3.23(8/15)	19.01±13.15(3/15)	5.41±3.98(7/15)
II (-10.25~ -15.0D)			
3mo	4.77±7.65(16/34)	9.27±17.82(19/34)	9.37±9.2(25/34)
6mo	2.22±3.37(15/28)	13.30±18.4(18/28)	8.71±13.46(16/28)
12mo	4.77±5.39(8/17)	3.93±7.32(4/17)	11.20±10.58(12/17)
Total			
3mo	5.03±7.53(29/64)	11.05±17.13(33/64)	9.70±11.26(38/64)
6mo	2.88±4.44(25/55)	9.57±16.06(23/55)	8.33±11.93(28/55)
12mo	4.65±4.59(16/32)	11.47±6.45(7/32)	8.30±9.35(19/32)

Values represents the mean ± SD

(n) : The fraction represents the number of cases which exclude increased CD, decreased CV, or increased 6A when compared preoperative data with postoperative data.

The denominator represents all data to be investigated.

CD : cell density

CV : coefficient of variation of the cell area

6A : percentage of hexagonal cells

군에서는 술 전과 비교하여 유의한 차이가 없었으나 2군은 6A에서 평균 술 전 57.05%에서 술 후 3개월에 53.34%로 통계학적으로 유의한 감소를 볼 수 있었으며 1군과 2군 사이에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2). 반면에 분석방법을 달리하여 술 후 변화를 술 전과 비교하여 CD가 증가하였거나, CV의 감소, 6A가 증가한 경우는 변화가 없는 것으로 간주하고, 각 변수들의 감소율과 증가율을 구하였다. 그 결과 PRK 수술군에서 CD감소율은 전체군, 1군과 2군에서 술 후 12개월에 각각 2.66%, 2.56%, 2.83%였으며, CV증가율은 3.96%, 4.42%, 5.19%였고 6A감소율은 8.01%, 7.37%, 8.96%로 변화를 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 3). LASIK 수술군에서는 술 후 12개월에 CD 감소율은 전체군, 1군과 2군에서 각각 4.65%, 4.54%, 및 4.77%였고, CV 증가율은 11.47%, 19.01% 및 3.93%, 6A 감소율은 8.30%, 5.41% 및 11.20%였으나 역시 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 또한 PRK 수술군과 LASIK 수술군에서 1, 2군 사이에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4).

고 칠

엑시머레이저를 사용하는 근시교정수술 후 각막내피세포 변화에 대해 많은 보고가 있다. Cennamo등은 PRK 수술 후 적어도 단기간에서는(술 후 2개월) 각막내피세포에 손상을 주지 않는다고 보고하였고³⁾, Spadea등도 PRK 수술 후 18~24시간 이내에 중심각막내피세포를 비접촉성 경면현미경으로 검사하여 엑시머레이저가 각막내피세포의 밀도와 형태에 영향을 미치지 않는다고 하였다⁴⁾. 또한 이등⁵⁾은 PRK 수술 후 환자들을 수술 전 콘택트렌즈착용군과 비착용군, 근시 교정을 6D 이하로 시행한 군과 초과군, 수술 후 스테로이드 점안제 사용군과 비사용군으로 나누어 각각의 결과를 비교 후 PRK는 이 세가지 여건에 따른 중심부 각막내피세포밀도 변화를 초래하지 않았다고 보고하였다. Hirst등은 경성 콘택트렌즈착용환자에서 각막내피세포면적의 변이계수가

증가하였고, 각막의 만성 저산소증때문에 착용기간에 비례하여 형태의 다양성(pleomorphism)이 증가되었다고 보고하였으며⁶⁾, Carones등은 PRK 수술 후 관찰된 세포면적의 변이계수와 육각형세포비율의 호전은 수술로 인하여 Bowmans막이 없어지고 각막간질이 얇아지므로 외부에서 각막으로의 산소유입이 많아지고, 콘택트렌즈 착용중단으로 각막내피세포의 재배열이 생긴 때문이라고 주장하였다⁷⁾. 그후 위등¹⁰⁾도 콘택트렌즈착용군에서만 PRK 수술 후 3개월에 각막내피세포밀도의 증가와 수술 후 6개월에 형태 다양성 지표(pleomorphism index)의 호전이 있었으며, 그 결과로 PRK 수술 자체는 각막내피세포의 밀도와 형태에 유의한 영향을 미치지 않으며 콘택트렌즈착용군에서 수술 후에 나타나는 각막내피세포의 변화는 콘택트렌즈 착용 중단에 의한 것이라고 보고하였다. Perez-Santonja등도 LASIK 수술 후 6개월에 각막내피세포밀도가 증가하였으며 술 후 3, 6개월에 세포면적의 변이계수의 호전을 관찰하였는데 이러한 변화는 콘택트렌즈의 착용중단 때문이라고 보고하였으며^{11,12)}, 본 연구에서도 PRK 수술을 받은 전체군에서 수술 후 6개월, 12개월에 세포면적의 변이계수의 감소를 볼 수 있었으나, 앞서의 연구와는 달리 LASIK 수술 후 전체군과 -10.25디옵터 이상군에서 술 후 3개월에 육각형세포비율의 일시적인 감소를 관찰할 수 있었다. 또한 Trocme등은 PRK 수술 후 중심부 각막내피세포의 증가(6%)와 주변부 각막내피세포의 감소(6.9%)를 관찰하였다고 보고하였는데 이것은 수술 후 콘택트 렌즈 착용중지로 인해 주변부 각막내피세포에서 중심부각막내피세포로 세포의 재배열이 일어나기 때문이라고 하였다¹⁴⁾. 본 연구에서도 PRK와 LASIK 수술 후 일시적인 각막내피세포밀도의 증가를 관찰하였으며, 특히 PRK 수술 후 통계학적으로 유의한 형태의 다양성(Pleomorphism)의 호전을 볼 수 있었다. 그러나 이러한 각막내피세포의 변화가 기존의 여러 연구에서 밝혀졌듯이 콘택트렌즈착용중단으로 인한 변화일 수도 있으며, 만약 그렇다면 이러한 변화를 분석하는 방법으로 엑시머레이저로 인한 실질적인 각막내피세포의 손상이 있음에도 불구하고

없는 것처럼 처리될 수도 있는 기존의 일률적인 분석방법 대신, 술 후 변화가 호전되는 쪽으로 진행한 경우는 변화가 없는 것으로 간주하고 각각의 감소율과 증가율을 구하였다. 그 결과 술 후 12개 월에 CD 감소율은 PRK에서 2.66%, LASIK은 4.65%였으며, CV증가율은 각각 3.96%, 11.47%였고 6A감소율은 각각 8.01%, 11.20%로 통계학적으로 유의한 차이를 볼 수는 없었으므로(Table 3, 4) 앞으로의 연구에서는 좀더 정확한 결과를 얻기 위하여 조사 대상안의 수를 늘리고, 단안 수술 후 반대쪽 눈에 콘택트렌즈착용을 중지시킨 후 각막내피세포변화를 함께 관찰하여 비교, 분석하는 방법이 필요할 것으로 생각된다. 그러나 이 방법은 실제 임상적으로 시행하기가 힘들므로 콘택트렌즈를 전혀 착용하지 않았던 군과 비교해 볼 수 있을 것이나 이 방법도 앞서 Trocme가 보고하였듯이 수술 후 주변부 각막내피세포가 중심부 각막내피세포로 재배열되기 때문에 중심부 각막내피세포의 손상으로 인하여 생길 수 있는 변화를 발견하지 못할 수도 있으므로 수술 전 후 검사시 주변부 각막내피세포의 변화도 함께 관찰해 보는 것이 좋을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Dehm EJ, Puliafito CA, Adler CM, Steinert RF : *Corneal endothelial injury in rabbits following excimer laser ablation at 193nm and 248nm*. Arch Ophthalmol 104:1364-1368, 1986.
- 2) 김근태, 김기산 : 엑시머레이저 각막절제술 후 각막내피세포의 손상. 한안지 37:1111-1119, 1996.
- 3) Cennamo G, Rosa N, Guida E, Prete AD, Sebastiani A : *Evaluation of corneal thickness and endothelial cells before and after excimer laser photorefractive keratectomy*. J Refract & corneal surg 10:137-141, 1994.
- 4) Spadea L, Dragani T, Blasi MA, Mastropini MC, Balestrazzi E : *Specular microscopy of the corneal endothelium after excimer laser photorefractive keratectomy* : J Cataract Refract Surg 22:188-193, 1996.
- 5) 이가영, 장진호, 이진학 : 굴절교정 레이저 각막절제술이 각막내피세포 밀도에 미치는 영향. 한안지 37: 573-577, 1996.
- 6) Amano S, Shimizu K : *Corneal endothelial changes after excimer laser photorefractive keratectomy*. Am J Ophthalmol 116:692-694, 1993.
- 7) Mardelli PG, Piebenga LW, Matta CS, Hyde LL : *Corneal endothelial status 12 to 55 months after excimer laser photorefractive keratectomy*. Ophthalmology 102:544-549, 1995
- 8) Hirst LW, Tseng SCG, Auer C, Khodadoust AA : *Specular microscopy of hard contact lens wearers*. Ophthalmology 91:1147-1153, 1984.
- 9) Carones F, Brancato R, Venturi E, Morico A : *The corneal endothelium after myopic excimer laser photorefractive keratectomy*. Arch Ophthalmol 112:920-924, 1994.
- 10) 위원량, 이가영, 이명희, 장진호, 이진학 : 엑시머레이저 굴절교정각막절제술이 각막내피 세포의 밀도와 형태에 미치는 영향. 한안지 39:37-41, 1998.
- 11) Perez-Santoja JJ, Sakla HF, Gobbi F, Alio JL : *Corneal endothelial changes after laser in situ keratomileusis*. J Cataract Refract Surg 23:177-183, 1997.
- 12) Perez-Santoja JJ, Sakla HF, Alio JL : *Evaluation of endothelial cell changes 1 year after excimer laser in situ keratomileusis*. Arch Ophthalmol 115:841-846, 1997.
- 13) Kent DG, Solomon KD, Peng Q, Whiteside SB, Brown SJ, Apple DJ : *Effect of surface photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis on the corneal endothelium*. J Cataract Refract Surg 23:386-397, 1997.
- 14) Trocme SD, Mack KA, Gill KS, Gold DH, Milstein BA, Bourne WM : *Central and peripheral endothelial cell changes after excimer laser photorefractive keratectomy for myopia*. Arch Ophthalmol 114:925-928, 1996.