

## 유수정체용 전방각지지렌즈 삽입 후 각막내피세포의 장기 변화

양재니 · 이진기

대구파티마병원 안과

**목적:** 고도근시 교정을 위한 유수정체용 전방각지지렌즈(Phakic 6H) 삽입술 후 각막 내피세포의 장기 변화에 대하여 알아보고자 하였다.  
**대상과 방법:** 유수정체용 전방각지지렌즈 삽입술을 시행한 55명, 110안을 대상으로 후향적으로 의무기록을 분석하였다. 수술 전 및 수술 후 5년 이상의 추적관찰 기간 동안 각막내피세포밀도(cell density), 세포면적변이계수(polymegethism) 및 육각형세포율(pleomorphism)을 측정하였다.

**결과:** 각막내피세포밀도는 수술 전 평균  $2951 \pm 336$  cells/mm<sup>2</sup>에 비하여 수술 후 평균 감소율은 1년에 3.8%, 3년에 12.6%, 5년에 13.4%, 7년에 22.5%, 9년에 22.2%로 매년 통계적으로 의미 있는 각막 내피세포의 감소를 보였다. 13안(11.8%)에서는 각막내피세포밀도가 평균  $936 \pm 458$  cells/mm<sup>2</sup>으로 감소하여 렌즈를 제거하였다.

**결론:** 유수정체용 전방각지지렌즈(Phakic 6H) 삽입술 후 장기간 추적관찰 결과 지속적인 내피세포 소실을 관찰할 수 있었다. 이 수술을 받은 환자들은 장기간의 추적관찰을 통한 지속적인 내피세포 평가가 필요하다고 생각한다.

〈대한안과학회지 2012;53(2):208-214〉

현재 굴절교정수술에는 엑시머레이저에 의한 굴절교정 레이저각막절제술(photorefractive keratectomy, PRK), 레이저각막절삭성형술(laser in-situ keratomileusis, LASIK), 레이저각막상피절삭성형술(laser epithelial keratomileusis, LASEK), 각막상피 절삭기(epikeratome)를 이용한 레이저 각막절삭성형술(epipolis laser in-situ keratomileusis, Epi-LASIK), 투명수정체적출술, 유수정체용 인공수정체 삽입술 등이 주로 행해지고 있는데, PRK과 LASIK은 경도 및 중등도의 근시 환자에서 좋은 치료 성적을 보이고 있으나, 고도근시 환자에서는 안전하게 제거할 수 있는 각막 조직의 양에 제한이 있고 야간 눈부심, 달무리, 각막확장증, 각막혼탁 등의 부작용이 보고되어 있다.<sup>1-3</sup> PRK와 LASIK의 단점을 해결한 LASEK이나 Epi-LASIK의 경우 고도근시에서도 적응증이 되기도 하나 각막이 얇은 환자에서는 시행하기 어렵고, LASEK은 상피 제거 시 알코올의 사용으로 인해 각막에 손상을 줄 수 있고, Epi-LASIK은 의도하지 않은 각막 실질을 절제할 수 있으며 심한 고도근시에서 정확한 시력 예측이 상대적으로 어렵다.<sup>4</sup>

안내렌즈삽입술의 경우 심한 고도근시 환자 혹은 고도근시가 아니더라도 각막이 얇아 레이저를 이용한 굴절교정술을 받지 못하는 환자에게 주로 이용되며 다양한 종류의 유수정체용 인공수정체가 개발되어 정확하고 안정된 굴절교정 효과를 보여 주고 있다. 또한 수술 술기가 대부분의 안과 의사들이 보편적으로 사용하는 현미경수술의 방법과 비슷하여 익숙하고 적응하기 쉬운 장점이 있다. 투명수정체적출술과는 달리 후낭혼탁이 발생하지 않고 조절력을 보존할 수 있고 다른 구조를 제거하거나 대체할 필요가 없는 장점이 있다.<sup>5</sup> 하지만 수술 후 발생할 수 있는 전방 내 구조의 손상에 대한 논란과 함께 각막 내피세포의 손상에 대한 여러 연구가 보고되어 있다.<sup>6-8</sup> 안내렌즈삽입술에 사용되고 있는 여러 가지 종류의 인공수정체 중에서 전방에 위치하게 되는 유수정체용 전방 인공수정체의 경우 후방 인공수정체에 비하여 각막 내피와의 근접성으로 인하여 내피세포 손상을 일으킬 위험이 증가하고, 그중 전방각에 삽입하는 전방각지지렌즈는 렌즈 지지부가 전방각 내에 위치하게 되어 전방 내 구조의 손상에 대한 연구가 필요한 것으로 알려져 있다.<sup>9-12</sup> 본원에서 유수정체용 전방삽입 인공수정체 중에서 전방각지지렌즈 Phakic 6H (Ophthalmic Innovations International, Ontario, Canada) 삽입술 시행 후 장기 추적한 결과 지속적인 각막 내피세포 감소현상을 관찰하게 되었다. 현재까지 국내에서는 안내렌즈삽입술 후 6개월 이상의 단기간의 추적관찰을 통한 내피세포에 대한 연구는 보

■ 접수 일: 2011년 7월 25일 ■ 심사통과일: 2011년 9월 27일  
■ 게재허가일: 2011년 12월 8일

■ 책임저자: 이진기  
대구시 동구 아양로 99  
대구파티마병원 안과  
Tel: 053-940-7140, Fax: 053-940-7417  
E-mail: cornea21@hanmail.net

고된 바 있지만, 아직 5년 이상의 장기간의 추적관찰 결과는 보고된 바 없다. 본 연구에서는 전방각지지렌즈 삽입술 후 발생하는 장기적인 각막내피세포의 변화에 대하여 분석해 보았다.

## 대상과 방법

2002년 2월부터 2006년 7월까지 본원에서 Phakic 6H (Ophthalmic Innovations International)를 이용한 유수정체용 전방각지지렌즈 삽입 수술을 받은 환자 80명, 158안 중 5년 이상 추적관찰이 가능했던 55명, 110안을 대상으로 후향적으로 의무기록을 분석하였다. 수술 대상은 만 18세 이상이고, 각막 두께가 얇아서 엑시머레이저를 이용한 굴절 교정수술의 적응이 되지 않고, 근시 도수가 -5.0디옵터 이상, 난시 도수가 4.00디옵터 이하, 전방의 깊이가 3.0 mm 이상, 각막 내피세포 2500 cells/mm<sup>2</sup> 이상인 경우 포함하였고, 전신 질환, 안과 질환 및 수술의 병력을 가진 환자는 제외하였다.

수술에 사용한 Phakic 6H (Ophthalmic Innovations International) 유수정체용 전방각지지렌즈는 heparin 처리된 PMMA 재질로 광학부는 양면 오목으로 직경이 -10D까지는 6.0 mm, -25D까지는 5.5 mm이며, 전체 길이는 11.5 mm부터 14.0 mm까지 0.5 mm 간격으로 제작되어 있다. 환자에게 삽입되는 렌즈의 도수는 초음파 검사의 전방 깊이와 각막지형도 검사의 각막 굴절력, 현성 굴절 검사의 굴절력 결과를 제조회사에서 제공한 렌즈 도수 계산 프로그램에 적용하여 정시를 목표로 결정하였다. 렌즈의 크기는 백색윤부 간의 수평 길이에 전방의 깊이에 따라 0.5-1.0 mm를 더하여 결정하였다.

수술 전 검사는 나안시력 및 최대교정시력, 현성굴절검사 및 조절마비굴절검사, 세극등검사, 안압검사, 각막내피세포검사, 각막곡률검사, 각막지형도검사, 전방깊이측정, 전방각경검사, 각막두께검사, 안저검사를 시행하였다.

수술 후 발생할 수 있는 동공차단녹내장을 예방하기 위해 모든 환자에게 수술 2주 전에 주변부홍채 Nd-YAG 레이저절개술을 시행하였다. 수술은 모두 1명의 술자에 의해 시행되었고, 수술 1시간 전부터 2% pilocarpine을 15분 간격으로 4회 점안하여 축동을 유도하였고, 0.5% proparacaine hydrochloride으로 점안 마취하였다. 절개부위는 12시 또는 난시축이 가파른 쪽을 선택하여 절개창을 광학부의 크기에 따라 6.0-6.5 mm로 공막 터널절개를 하고, 절개창에서 90도 떨어진 곳의 주변부 각막에 전방천자를 시행하였다. 점탄물질을 전방에 주입한 후 맥퍼슨 집게를 이용하여 절개창을 통해 선행 지지부와 광학부를 전방에 넣

고 광학부를 동공 중심에 위치시키고 렌즈 회전에 주의하면서 Y-hook을 이용하여 추종 지지부를 전방각에 안전하게 위치시켰다. 안구내 점탄물질을 제거한 후 절개창을 10-0 나일론으로 3개 봉합하였다. 수술 후 0.5% levofloxacin (Cravit®, Santen, Osaka, Japan)와 0.1% flumetholone (Flumetholone0.1®, Santen)을 2주 동안 하루 4회 점안하였고, 이후 전방내 염증의 소견에 따라 감량하였다.

각막내피세포검사는 각막의 중심부를 비접촉 경면현미경(Noncon Robo SP-8000, Konan Medical, Tokyo, Japan)을 이용하여 촬영하였고, 내피세포의 중앙에 점을 100개 이상 찍어 기계가 자동으로 계산하는 방법으로 2회 측정하여 평균값을 이용하였고, 내피세포밀도(endothelial cell density, ECD), 세포면적변이계수(coefficient of variation, CV), 육각형세포율(percentage of hexagonal cells, 6A) 등을 분석하였다.

수술 후 2일, 2주, 1개월, 3개월, 1년 그리고 이후 매년 경과관찰 하였고, 술 후 3개월부터 내원 시마다 시력검사, 안압검사, 현성굴절검사, 세극등검사, 각막내피세포검사를 시행하였다. 수술 후 최소 5년 이상의 추적관찰이 가능했던 환자들을 연구에 포함하였으며 수술 전과 수술 후의 각막내피세포밀도, 세포면적변이계수와 육각형세포율의 변화의 결과에 대한 통계학적 처리는 paired *t*-test를 사용하였고, *p* 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 의미 있다고 정의하였다.

## 결 과

수술 대상은 55명의 양안 110안으로 남자 16명, 여자 39

Table 1. Patient characteristics

Characteristics	Mean ± SD (range)
Age (yr)	26.34 ± 6.02 (18 to 47)
Sex (M/F)	16/39
Preoperative	
UCVA (log MAR)	1.39 ± 0.44 (0.5 to 2.0)
BSCVA (log MAR)	0.06 ± 0.09 (-0.1 to +0.3)
Spherical equivalent (D)	-9.66 ± 2.92 (-5.0 to -20.5)
Cylinder (D)	1.91 ± 1.24 (0 to 4.0)
Postoperative	
UCVA (log MAR)	-0.04 ± 0.09 (-0.2 to +0.1)
BSCVA (log MAR)	-0.07 ± 0.09 (-0.2 to +0.1)
Spherical equivalent (D)	-0.05 ± 0.51 (-2.0 to +1.25)
Cylinder (D)	0.62 ± 0.51 (0 to 2.0)
Implanted lens power (D)	-10.47 ± 2.52 (-5.0 to -18.0)
Anterior chamber depth (mm)	3.45 ± 0.23 (3.12 to 3.78)
Follow-up (mon)	74.76 ± 15.41 (71 to 112)

UCVA = uncorrected visual acuity; BSCVA = best spectacle-corrected visual acuity.

명이었고, 평균 연령은  $26.34 \pm 6.02$ 세(18~47세)였고, 평균 추적기간은  $74.76 \pm 15.41$ 개월(71~112개월)이었다. 수술 전 logMAR로 변환한 평균 나안시력은  $1.39 \pm 0.44$ 이었고, 수술 최종 경과관찰에 logMAR로 변환한 평균 나안시력은  $-0.04 \pm 0.09$ 이었으며, 수술 전 평균 구면렌즈대응치 굴절률은  $-9.66 \pm 2.92$ D ( $-5.0 \sim -20.5$ D)이었고, 수술 후 최종 경과관찰에는  $-0.05 \pm 0.51$ D ( $-2.0 \sim +1.25$ D)이었다. 삽입된 전방각지지렌즈의 평균 도수는  $-10.47 \pm 2.52$ D ( $-5.0 \sim -16.5$ D)이었다(Table 1).

각막내피세포밀도는 수술 전 평균  $2951 \pm 336$  cells/

$\text{mm}^2$ 에 비하여 수술 후 1년에  $2837 \pm 405$  cells/ $\text{mm}^2$ , 3년에  $2578 \pm 688$  cells/ $\text{mm}^2$ , 5년에  $2553 \pm 486$  cells/ $\text{mm}^2$ , 7년에  $2253 \pm 409$  cells/ $\text{mm}^2$ , 9년에  $2214 \pm 484$  cells/ $\text{mm}^2$ 로 감소하였고, 평균 감소율은 수술 전과 비교하여 1년에 3.8%, 3년에 12.6%, 5년에 13.4%, 7년에 22.5%, 9년에 22.2%이었다. 술 후 5년까지는 매년 누적되는 각막 내피세포의 감소율이 통계적으로 의미 있게 증가하였고, 술 후 5년 이후에도 경과관찰 가능하였던 환자들의 술 전 각막 내피세포와 비교한 최종 경과관찰 당시 각막 내피세포도 매년 통계적으로 의미 있는 감소율을 보였다(Table 2). 각

**Table 2.** Mean endothelial cell density (ECD) and standard deviation (SD) over 9 years

Period (yr)	No. of eyes	Mean ECD $\pm$ SD (cells/ $\text{mm}^2$ )	EDC loss (%)	p-value*
Preoperative	110	$2951 \pm 336$	-	-
1	110	$2837 \pm 405$	-3.8	<0.001
2	110	$2684 \pm 530$	-9.0	<0.001
3	110	$2578 \pm 688$	-12.6	<0.001
4	105	$2568 \pm 360$	-12.9	<0.001
5	105	$2553 \pm 486$	-13.4	<0.001
6	63	$2339 \pm 459$	-20.0	<0.001
7	30	$2253 \pm 409$	-22.5	<0.001
8	20	$2212 \pm 613$	-23.3	<0.001
9	9	$2214 \pm 484$	-22.2	0.005

\*Paired *t*-test between postoperative and preoperative measurements.

**Table 3.** Mean coefficient of variation (CV) over 9 years

Period (yr)	No. of eyes	Mean CV $\pm$ SD	CV change (mean $\pm$ SD)	p-value*
Preoperative	110	$32.35 \pm 4.81$	-	-
1	110	$31.75 \pm 5.51$	$-0.16 \pm 6.79$	0.884
2	110	$31.04 \pm 5.55$	$-0.59 \pm 6.76$	0.566
3	110	$28.72 \pm 6.08$	$-3.21 \pm 6.84$	0.021
4	105	$31.35 \pm 6.72$	$-1.68 \pm 7.52$	0.088
5	105	$31.76 \pm 6.45$	$-1.40 \pm 8.08$	0.125
6	63	$30.57 \pm 6.19$	$-1.06 \pm 7.70$	0.292
7	30	$31.75 \pm 8.95$	$-0.10 \pm 10.82$	0.959
8	20	$31.05 \pm 5.90$	$-1.24 \pm 11.59$	0.569
9	9	$29.22 \pm 3.96$	$-4.22 \pm 4.29$	0.018

\*Paired *t*-test between postoperative and preoperative measurements.

**Table 4.** Mean percentage of hexagonal cells (6A) over 9 years

Period (yr)	No. of eyes	Mean 6A $\pm$ SD (%)	6A change (mean $\pm$ SD)	p-value*
Preoperative	110	$56.20 \pm 10.21$	-	-
1	110	$57.63 \pm 11.84$	$1.41 \pm 10.15$	0.408
2	110	$60.18 \pm 12.81$	$3.50 \pm 13.48$	0.085
3	110	$61.18 \pm 12.41$	$5.11 \pm 11.99$	0.002
4	105	$60.40 \pm 12.18$	$4.11 \pm 12.60$	0.006
5	105	$60.92 \pm 12.36$	$4.34 \pm 13.41$	0.005
6	63	$62.91 \pm 11.93$	$6.61 \pm 14.20$	0.001
7	30	$63.26 \pm 15.48$	$6.80 \pm 16.52$	0.046
8	20	$61.50 \pm 8.97$	$5.05 \pm 13.78$	0.150
9	9	$63.88 \pm 10.50$	$8.11 \pm 12.74$	0.093

\*Paired *t*-test between postoperative and preoperative measurements.

막 내피세포의 형태학적 변화에서 세포면적변이계수(CV, polymegethism)는 수술 전, 수술 후 1년, 3년, 5년, 7년, 9년에 각각  $32.35 \pm 4.81$ ,  $31.75 \pm 5.51$ ,  $28.72 \pm 6.08$ ,  $31.76 \pm 6.45$ ,  $31.75 \pm 8.95$ ,  $29.22 \pm 3.96$ 이었으며, 감소하는 양상을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 3). 육각형세포율(hexagonality, pleomorphism)은 수술 전, 수술 후 1년, 3년, 5년, 7년, 9년에 각각  $56.20 \pm 10.21\%$ ,  $57.63 \pm 11.84\%$ ,  $61.18 \pm 12.41\%$ ,  $60.92 \pm 12.36\%$ ,  $63.26 \pm 15.48\%$ ,  $63.88 \pm 10.50\%$ 로 증가하는 양상을 보였고, 3년과 7년 사이에는 통계적으로 유의한 증가를 보였다(Table 4).

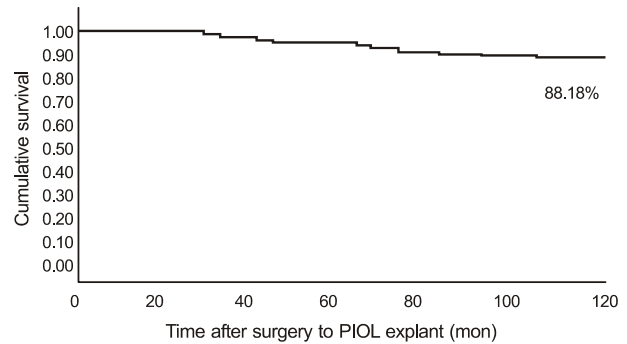
10명, 13안(11.8%)에서 각막내피세포밀도가  $1500 \text{ cells/mm}^2$  미만으로 유지되어 전방각지지렌즈 제거 수술을 시행하였다. 제거 수술을 시행 받은 10명 중 3안은 양안이었고, 제거 당시 평균 각막내피세포밀도는  $936 \pm 458 \text{ cells/mm}^2$  ( $306 \sim 1479 \text{ cells/mm}^2$ )이었으며, 삽입 수술 후 제거 시기는 평균  $63.61 \pm 24.41$ 개월( $35 \sim 107$ 개월)이었다. 각막내피세포밀도 감소 이외의 다른 원인으로 인한 렌즈 제거 수술이 시행된 경우는 없었다. Kaplan-Meier 생존 분석에서 추적관찰 기간 112개월 후 88.18%에서 유수정체용 전방각지지렌즈를 유지하고 있다(Fig. 1).

수술 후 5년의 추적관찰 기간 동안 핵백내장은 2안(1.8%)에서 발생하였으나 중심시력에 영향을 미치지 않아 경과관찰 중이며, 9안(8.1%)에서 홍채위축이 관찰되었다. 타 논문에서 보고된 바 있는 녹내장, 각막혼탁, 복시, 망막 박리 등의 합병증은 없었다.

## 고 찰

각막내피세포는 각막의 뒷면에 위치하고 있는 단층의 세포이며 방수와 각막기질 간의 삼 장벽 역할을 한다. 내피세포가 제대로 기능해야 내피의 장벽과 이온 펌프 기능을 통해서 각막의 투명도를 유지할 수 있다. 사람의 각막내피세포는 생체 내에서 증식에 제한이 있지만,<sup>13</sup> 창상치유 과정에서는 내피층이 활주, 재배열, 확대되면서 생리학적으로 회복에 이어 형태학적으로 정상이 된다.<sup>14</sup> 노화의 과정, 외상, 질병, 각막의 수술 등으로 인한 내피세포의 소실은 내피 기능에 이상을 초래할 수 있다.<sup>14</sup>

현재 시행되고 있는 여러 가지 굴절교정수술 중에서 유수정체용 인공수정체 삽입술은 근시 교정 효과가 우수하고 교정 가능한 근시의 정도에 제한이 비교적 덜하며, 대비감도의 저하가 적고 굴절률의 안정화가 빠르다는 장점이 있다. 또한 삽입된 렌즈를 제거할 수 있어 상대적으로 가역적인 근시 교정 방법이며, 향후 백내장 적출술 시 인공수정체



**Figure 1.** Phakic intraocular lens (PIOL) explantation. Kaplan-Meier survival table. After 112 months of follow-up, 88.18% of cases will retain the PIOL in place.

의 도수 선택에 어려움이 적다. 인공수정체가 고정되는 위치에 따라 전방에 삽입하는 유수정체용 전방 인공수정체와 후방에 삽입하는 유수정체용 후방 인공수정체가 있다. 유수정체용 전방 인공수정체는 전방에서의 고정 방식에 따라 전방각지지렌즈와 홍채고정렌즈가 있다. 전방 유수정체용 인공수정체는 고정 위치나 수술의 조작이 모두 전방 내에서 이루어지므로 후방 유수정체용 인공수정체에 비해 백내장 발생률은 낮은 것으로 알려져 있다. 그러나 전방 유수정체용 인공수정체는 각막 내피와 인접하여 수술 중 조작이나 렌즈 삽입에 의한 내피세포 손상이 증가할 수 있다.<sup>8</sup> 또한 전방각지지렌즈는 홍채고정렌즈와 비교하여 광학부를 동공의 중심에 위치시키기가 용이하지 않으며 렌즈의 지지부에 의한 동공 타원화, 홍채위축, 렌즈의 회전에 의한 전방 내에서 렌즈의 위치 변화, 눈부심 등이 발생할 수 있다. 반면 홍채고정렌즈는 홍채에 렌즈를 고정함으로써 광학부를 동공의 중심에 위치하기 용이하며 렌즈 회전에 의한 편위가 적고, 눈부심이 적으며 전방각 구조에 영향을 받지 않으며 전방 내에 더 깊이 위치할 수 있는 장점이 있지만<sup>15</sup> 지지부의 홍채 감도로 인한 전방 염증 반응의 발생 위험이 증가하는 단점이 있다. 후방 유수정체용 인공수정체는 수술 술기가 비교적 쉬우며 내피세포 손상은 적은 반면 백내장, 동공차단, 녹내장 및 악성녹내장의 발생 빈도가 더 높다.<sup>9</sup>

각막내피세포밀도 분석은 각막 내피세포에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있는 방법이지만, 내피세포형태계측 또한 기능을 평가하는 지표로서 유용하게 사용된다.<sup>16,17</sup> 즉, 내피세포 손상은 내피세포밀도를 소실시킬 뿐 아니라 정상적인 내피세포의 형태계측 분포를 변하게 하는데 세포면적변이계수, 세포크기의 다양성(polymegethism), 육각형세포율 및 세포의 다형성(pleomorphism) 측정은 내피세포밀도를 단독으로 측정하는 것보다 내피세포 손상과 기능에 대하여 더 민감한 지표로 활용된다. 세포면적변이계수가 높게 측정되는 것은 진행되는 내피세포 소실의 초기 지표가 될 수 있다.

본 연구에서, 각막내피세포밀도는 시간이 갈수록 지속적으로 감소하였지만, 형태변이계수는 감소하였고 육각형세포율은 증가하였는데, Benedetti et al<sup>18</sup>의 연구에 의하면 49안에서 홍채고정렌즈(Artisan) 삽입 후 5년 이상의 경과 관찰 기간 동안에 내피세포 소실은 지속적으로 진행되었으나 형태변이계수와 육각형세포율은 본 연구의 결과와 마찬가지로 각각 감소와 증가를 보였다. 이러한 변화는 만성적인 세포 소실보다는 형태변이계수의 감소와 육각형세포율의 증가가 특징인 각막의 리모델링(remodeling) 과정에 더 부합하는 것으로, 시간이 지남에 따라 각막내피세포밀도는 조금씩 감소하지만 상대적으로 각막 내피세포의 안정성이 증가하는 것을 반영한다고 보고하였다.<sup>18</sup>

유수정체용 전방 인공수정체 삽입 수술 후 발생한 각막 내피 소실률은 여러 임상 연구에서 보고된 바 있는데, 전방 각지렌즈 삽입술 후 3년까지 4.18%에서 15.32%로 보고되었고,<sup>11,19-23</sup> 홍채고정렌즈 삽입술 후 3년까지 0.7%에서 17.6%로 보고되어<sup>18,19,24-29</sup> 전방각지렌즈와 홍채고정렌즈 사이의 의미 있는 차이는 보이지 않았다. 본 연구에서도 수술 3년까지 발생한 각막내피 소실률은 12.6%로 지금까지 보고된 결과의 범위 안에 포함되어 있다.

Bourne et al<sup>30</sup>은 수술 받지 않은 정상안에서 10년 동안에 매년 평균  $0.6 \pm 0.5\%$ 의 내피세포 소실률을 보고하였는데 이러한 정상적인 소실률을 감안해 보면 본 연구에서 유수정체용 전방각지렌즈(Phakic 6H) 삽입술 이후에 내피세포밀도 감소율은 수술 후 1년에 3.8%, 3년에 12.6%, 5년에 13.4%, 7년에 22.5%, 9년에 22.2%로 정상안에 비해 매우 빠른 속도로 감소한다고 볼 수 있다. 이는 국내에서 2006년 Jang et al<sup>31</sup>이 같은 전방각지렌즈 삽입술의 6개월 임상 결과에서 유의한 차이를 보이지 않았다는 단기간 추적관찰 결과와는 달리 장기간 관찰해 보면 내피세포가 지속적이고 의미 있게 감소됨을 알 수 있다.

전방각지렌즈 삽입술 후 각막 내피세포 소실에 대한 장기간 추적관찰 결과에 대한 보고를 보면 Alió et al<sup>32</sup>은 263안에서 전방각지렌즈(ZSAL-4, ZB5M/ZB5MF, Morcher GMBH, Stuttgart, Germany)를 삽입하고 7년의 경과관찰 후 각막 내피세포 소실률을 수술 후 3개월에는 3.8%, 7년에는 8.4%로 보고하였으며, Javaloy et al<sup>11</sup>은 225안에서 전방각지렌즈(ZB5M)를 삽입하고 12년 경과관찰 후 1년에 10.6%, 그 후 매년 평균 1.8%의 감소율을 보여 수술 후 12년에는 30.31%의 각막 내피세포 감소율을 보고하였다. 이러한 결과는 단기 연구에서 유수정체용 전방인공수정체 삽입술 후 내피세포 소실에 유의한 차이가 없었다는 내용과는 달리 장기적인 추적관찰에서는 큰 차이가 있음을 보여주고 있다.

유수정체용 전방 인공수정체 삽입술 후 발생할 수 있는 각막내피 손상은 주로 수술 중 수술 기구나 인공수정체에 의한 직접적인 외상 등 외과적 손상으로 인하여 발생하지만, 수술 후 인공수정체의 고정 위치 변화와 인공수정체 자체의 구조적인 문제로 인하여 발생할 수 있다. Doors et al<sup>12</sup>은 인공수정체의 가장자리와 각막내피와의 거리가 짧을수록 내피세포 소실률이 높다고 하였고, 나이에 따라 수정체가 조금씩 앞쪽으로 이동하는 것을 감안할 때, 연령이 증가함에 따라 인공수정체와 각막내피 간의 거리가 더욱 짧아질 수 있어 전방 깊이와 내피세포 감소의 상관관계에 대하여 보고하였다. 그 외에도 여러 문헌에서 인공수정체의 일부가 주변부에서 간헐적 혹은 지속적으로 각막 내피에 접촉하여 내피세포 감소를 초래한다고 하였다.<sup>6,7,33</sup> 또한, 불현성 염증 반응으로 인한 지속적인 내피세포의 소실이 발생할 수 있으며, 그 기전은 각막 내피세포에 대한 염증 매개체의 독성 효과에 의한 것으로 추정되고 있다.<sup>17,21,27</sup>

전방각지렌즈의 경우 백색윤부 간의 정확한 크기 측정이 어렵고, 홍채고정렌즈에 비하여 술 후에 렌즈 회전이 될 가능성이 더 있기 때문에 내피세포 감소가 더 발생할 수 있다.<sup>10</sup> 또한 렌즈의 지지부에 의해 전방각 구조의 손상이 발생할 수 있다.<sup>10,15</sup> Alió et al<sup>34</sup>은 네 가지 종류의 전방각지렌즈(ZB, ZB5M, ZSAL-4, Phakic 6) 삽입술 후 내피세포 감소에 의하여 삽입된 전방각지렌즈를 제거하였는데 그중 Phakic 6에서 과도한 vault 형태와 상대적으로 큰 광학부 크기가 내피세포 감소에 영향을 줄 수 있다고 보고하였다.

여러 문헌에서 합병증 없이 유수정체용 전방 인공수정체를 삽입하였음에도 불구하고 본 연구에서와 마찬가지로 수년 후에 예상하지 못한 갑작스러운 각막 대상부전을 경험한 증례를 보고하였다.<sup>15,19,34-37</sup> 이러한 환자들에서 특징적으로 눈을 자주 비비는 것을 발견하였다.<sup>15,19</sup> 전방 인공수정체 삽입 수술을 받는 환자들은 습관적으로 눈을 비비는 것에 대한 주의가 필요할 것이다.

전방각지렌즈와 홍채고정렌즈에서 오목렌즈의 가장 두꺼운 부분인 인공수정체 광학부의 가장자리에서 각막내피와 인공수정체가 접할 가능성이 가장 높다.<sup>10</sup> 그러므로 술 전에 각막 주변부의 광간섭단층촬영이나 초음파촬영을 통해 술 후의 안전성을 미리 예상할 필요가 있다. 또한 내피세포 소실이 주로 주변부에서부터 발생하는 것을 감안하여 술 후 주변부 내피세포 수를 검사하여 조기에 내피 손상에 대한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

본 연구에서 전방각지렌즈 제거 수술을 시행 받은 10명, 13안 중 3명은 양안, 7명은 단안의 렌즈 제거 수술을 받았다. 양안의 제거술을 받은 환자 3명에게는 안경을 처방하

였으며, 단안의 제거술을 받은 7명에게는 단안에 콘택트렌즈를 처방하여 양안의 굴절 차이를 교정하였다.

결론적으로 전방각지지렌즈 삽입술 후 장기간 추적관찰 결과 시간이 지날수록 각막내피세포밀도가 감소됨을 알 수 있었다. 레이저 굴절교정수술을 받지 못하는 심한 고도근시 환자나 각막이 얇은 환자에서 우수정체용 인공수정체 삽입을 고려할 때 장기적인 각막의 안정성 측면에서는 후방렌즈가 더 안전하며, Phakic 6H 전방각지지렌즈는 사용하지 않는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 전방각지지렌즈 삽입을 시행할 경우, 수술 전에 장기적으로 각막내피세포밀도의 감소로 인해 각막기능의 저하가 올 수 있음과 함께, 지속적인 각막내피세포밀도의 감소가 진행되는 경우 삽입했던 렌즈를 제거해야 하므로 장기적 추적관찰의 중요성을 반드시 인지시켜야겠다.

## 참고문헌

- 1) Seiler T, Holschbach A, Derse M, et al. Complications of myopic photorefractive keratectomy with the excimer laser. *Ophthalmology* 1994;101:153-60.
- 2) Binder PS. Ectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2419-29.
- 3) Pallikaris IG, Kymionis GD, Astyrakakis NI. Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1796-802.
- 4) Teus MA, de Benito-Llopis L, García-González M. Comparison of visual results between laser-assisted subepithelial keratectomy and epipolis laser in situ keratomileusis to correct myopia and myopic astigmatism. *Am J Ophthalmol* 2008;146:357-62.
- 5) Javitt JC. Clear-lens extraction for high myopia. Is this an idea whose time has come? *Arch Ophthalmol* 1994;112:321-3.
- 6) Saragoussi JJ, Cotinat J, Renard G, et al. Damage to the corneal endothelium by minus power anterior chamber intraocular lenses. *Refract Corneal Surg* 1991;7:282-5.
- 7) Mimouni F, Colin J, Koffi V, Bonnet P. Damage to the corneal endothelium from anterior chamber intraocular lenses in phakic myopic eyes. *Refract Corneal Surg* 1991;7:277-81.
- 8) Pérez-Santonja JJ, Iradier MT, Sanz-Iglesias L, et al. Endothelial changes in phakic eyes with anterior chamber intraocular lenses to correct high myopia. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1017-22.
- 9) Kohnen T, Kook D, Morral M, Güell JL. Phakic intraocular lenses: part 2: results and complications. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:2168-94.
- 10) Hwang D, Schallhorn SC, Sugar A, et al. Phakic intraocular lens implantation for the correction of myopia. *Ophthalmology* 2009;116:2244-58.
- 11) Javaloy J, Alió JL, Iradier MT, et al. Outcomes of ZB5M angle-supported anterior chamber phakic intraocular lenses at 12 years. *J Refract Surg* 2007;23:147-58.
- 12) Doors M, Cals D, Berendschot T, et al. Influence of anterior chamber morphometrics on endothelial cell changes after phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:2110-8.
- 13) Engelmann K, Bednarz J, Valtink M. Prospects for endothelial transplantation. *Exp Eye Res* 2004;78:573-8.
- 14) Joyce NC. Cell cycle status in human corneal endothelium. *Exp Eye Res* 2005;81:629-38.
- 15) Güell JL, Morral M, Gris O, et al. Five-year follow-up of 399 phakic Artisan-Verisyse implantation for myopia, hyperopia, and/or astigmatism. *Ophthalmology* 2008;115:1002-12.
- 16) Waring GO 3rd, Bourne WM, Edelhauser HF, Kenyon KR. The corneal endothelium. Normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology* 1982;89:531-90.
- 17) Yee RW, Matsuda M, Schultz RO, Edelhauser HF. Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age. *Curr Eye Res* 1985;4:671-8.
- 18) Benedetti S, Casamenti V, Benedetti M. Long-term endothelial changes in phakic eyes after Artisan intraocular lens implantation to correct myopia. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:784-90.
- 19) Knorz MC, Lane SS, Holland SP. Angle-supported phakic intraocular lens for correction of moderate to high myopia: Three-year interim results in international multicenter studies. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:469-80.
- 20) Allemann N, Chamon W, Tanaka HM, et al. Myopic angle-supported intraocular lenses: two-year follow-up. *Ophthalmology* 2000;107:1549-54.
- 21) Pérez-Santonja JJ, Alió JL, Jiménez-Alfaro I, Zato MA. Surgical correction of severe myopia with an angle-supported phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1288-302.
- 22) Leccisotti A, Fields SV. Clinical results of ZSAL-4 angle-supported phakic intraocular lenses in 190 myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:318-23.
- 23) Alió JL, Pinero D, Bernabeu G, et al. The Kelman Duet phakic intraocular lens: 1-year results. *J Refract Surg* 2007;23:868-79.
- 24) Stulting RD, John ME, Maloney RK, et al. Three-year results of Artisan/Verisyse phakic intraocular lens implantation. Results of the United States Food and Drug Administration clinical trial. *Ophthalmology* 2008;115:464-72.
- 25) Budo C, Hessloehl JC, Izak M, et al. Multicenter study of the Artisan phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1163-71.
- 26) Landesz M, van Rij G, Luyten G. Iris-claw phakic intraocular lens for high myopia. *J Refract Surg* 2001;17:634-40.
- 27) Menezo JL, Avino JA, Cisneros A, et al. Iris-claw phakic intraocular lens for high myopia. *J Refract Surg* 1997;13:545-55.
- 28) Pérez-Santonja JJ, Bueno JL, Zato MA. Surgical correction of high myopia in phakic eyes with Worst-Fechner myopia intraocular lenses. *J Refract Surg* 1997;13:268-81.
- 29) Silva RA, Jain A, Manche EE. Prospective long-term evaluation of the efficacy, safety, and stability of the phakic intraocular lens for high myopia. *Arch Ophthalmol* 2008;126:775-81.
- 30) Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO. Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997;38:779-82.
- 31) Jang BH, Lee DW, Cho NC, Ahn M. Clinical results of anterior chamber phakic intraocular lens. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:31-6.
- 32) Alió JL, de la Hoz F, Pérez-Santonja JJ, et al. Phakic anterior chamber lenses for the correction of myopia: a 7-year cumulative analysis of complications in 263 cases. *Ophthalmology* 1999;106:458-66.
- 33) Baikoff G. The refractive IOL in a phakic eye. *Ophthalmic Practice* 1991;9:58-61.

- 34) Alió JL, Abdelrahman AM, Javaloy J, et al. Angle-supported anterior chamber phakic intraocular lens explantation causes and outcome. *Ophthalmology* 2006;113:2213-20.
- 35) Couillet J, Mahieu L, Malecaze F, et al. Severe endothelial cell loss following uneventful angle-supported phakic intraocular lens implantation for high myopia. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1477-81.
- 36) Kim M, Kim JK, Lee HK. Corneal endothelial decompensation after iris-claw phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:517-9.
- 37) Saxena R, Boekhoorn S, Mulder P, et al. Long-term follow-up of endothelial cell change after Artisan phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2008;115:608-13.

=ABSTRACT=

## Long-Term Endothelial Cell Changes after Angle-Supported Anterior Chamber Lens Implantation in Phakic Eyes

Jenny Yang, MD, Jin Ki Lee, MD, PhD

*Department of Ophthalmology, Daegu Fatima Hospital, Daegu, Korea*

**Purpose:** To evaluate long-term endothelial cell changes in phakic eyes that underwent implantation of an angle-supported anterior chamber lens to correct myopia.

**Methods:** A retrospective analysis was performed in 110 eyes of 55 patients who underwent implantation of angle-supported anterior chamber lenses with a follow-up period longer than 5 years. Comparisons were made between pre-operative and postoperative endothelial cell density, coefficient of variation, and percentage of hexagonal cells.

**Results:** Mean preoperative corneal endothelial cell density was  $2951 \pm 336$  cells/mm<sup>2</sup> and the percentage of cell loss was 3.8% at year 1, 12.6% at year 3, 13.4% at year 5, 22.5% at year 7, and 22.2% at year 9. Explantation was required in 13 eyes (11.8%) due to the decrease of endothelial cell count to  $936 \pm 458$  cells/mm<sup>2</sup> over 9 years of follow-up.

**Conclusions:** Continuous endothelial cell loss was observed after implantation of angle-supported anterior chamber lens in the long-term follow-up. A constant decline in the endothelial cell density necessitates periodic ophthalmologic evaluation including specular microscopy.

*J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53(2):208-214

**Key Words:** Angle-supported anterior chamber lens, Endothelial cell loss

---

Address reprint requests to **Jin Ki Lee, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, Daegu Fatima Hospital

#99 Ayang-ro, Dong-gu, Daegu 701-600, Korea

Tel: 82-53-940-7140, Fax: 82-53-940-7417, E-mail: cornea21@hanmail.net