

## 구면과 비구면 RGP 렌즈 장기 착용시 각막 상피, 내피에 미치는 영향 - 주사전자현미경적 관찰

김인숙\*, 류근창<sup>1</sup>, 채수철<sup>1</sup>, 전창진<sup>2</sup>  
초당대학교 안경광학과. <sup>1</sup>전남대학교 생물학과  
<sup>2</sup>경북대학교 생물학과

### Spherical and Aspherical RGP Lens Fitting to Epithelium and Endothelium of Rabbit's Cornea -Scanning Electron Microscopy

In Suk Kim\*, Gun Chang Ryu<sup>1</sup>, Soo Chul Chae<sup>1</sup> and Chang Jin Jeon<sup>2</sup>

Department of Ophthalmic Optics of Chodang University

<sup>1</sup>Department of Biology, Chonnam National University

<sup>2</sup>Department of Biology, Kyungpook National University

(Received August 30, 2006; Accepted September 25, 2006)

#### ABSTRACT

To investigate the comparative effect of spherical and aspherical RGP lens were worn during 3 weeks on rabbit's cornea. Four white rabbits were worn right eyes with spherical lens and 4 white rabbits were worn right eyes with aspherical RGP lens. Left eyes were served as control. The rabbits were sacrificed at 3 weeks after fitting and observed morphological changes by scanning electron microscopy and also investigate proliferation rate of the corneal epithelium with RGP wearing.

After spherical RGP lens wearing, the epithelial layer damaged compared to aspherical lens. The superficial cell layer strip off seriously, cell size significantly changed abnormal. Both spherical and aspherical RGP lens fitting group showed so many bacteria and back surface of lens was found like a fern shape. The aspherical RGP lens original material type was some formal than spherical lens. We thought that these pattern was significantly altered with spherical lens by prohibited transmitter oxygen from atmosphere therefore the epithelium shape was changed. This suggested wearing the aspherical lens might be less physiologic than spherical lens fitting.

**Key words** : BrdU labelled, Epithelium and endothelium of rabbit's cornea, Spherical and aspherical RGP lens

\* Correspondence should be addressed to Ass. Prof. In Suk Kim, Dept of Ophthalmic Optics, Chodang University, 419 Sung-Nam ri, Muan-Up, Muan-Gun, Jeolla-namdo 534-701, Korea. Ph.:(018) 522-9000, FAX: (061) 450-1232, E-mail: jiskim@chodang.ac.kr

## 서 론

콘택트렌즈는 근시와 난시 등 굴절이상인 사람이 시력교정의 목적으로 사용되는데 현재 콘택트렌즈 종류별 착용 양상을 보면 소프트 콘택트렌즈와 RGP (Rigid Gas Permeable) 렌즈를 주로 착용하고 있다. 소프트 콘택트렌즈는 착용감이 뛰어나고 얼굴 외형에 영향을 주지 않고 피팅에 크게 어려움이 없으며, 일회용에서 연속착용 렌즈까지 다양하게 시판되므로 콘택트렌즈 착용자의 약 85% 정도가 소프트 콘택트렌즈를 착용하고 있다. 반면 RGP 렌즈는 산소 투과율이 뛰어나고 광학적 특성이 우수하며 난시를 교정하는데 탁월하므로 나머지 시력교정 대상자들이 착용하고 있다. RGP 렌즈는 제조 공법에 따라 구면과 비구면 렌즈로 나누어지는데, 구면렌즈는 하나의 곡률로 이루어져 있기 때문에 비구면의 각막에 착용을 하게 되면, 일부는 많은 자극을 주어지게 되고, 일부는 각막과 렌즈 사이에 두꺼운 눈물층이 형성되게 된다. 이에 비해 비구면 렌즈는 B.C Zone에서 하나 이상의 곡률을 가지는데, 각막에 고른 분압을 위해 각막의 편심률에 맞춰 각막과 닿는 면에 전체적으로 비구면 처리를 한 것이다. 비구면 렌즈는 각막과 렌즈 사이에 일정 두께의 눈물층이 형성되기 때문에 압박감이 고르게 분포되어 적응기간이 짧고, 눈물 순환도 고르게 나타난다. 이러한 장점에도 불구하고 비구면 렌즈는 제조 공법이 구면렌즈에 비해 복잡하기 때문에 가격이 비싸고, 처방이 익숙하지 않아 다소 어렵게 느껴지며, 렌즈의 움직임이 좋게 하기 위해서 보다 편평하게 처방하면 중심이탈이 될 수 있다.

지금까지 알려진 일반적인 콘택트렌즈 착용의 문제점으로는 감소된 산소공급의 결과로서 각막조직을 통해 기질에 방수의 증가된 누적 때문에 부종이 발생하고, 교원섬유들의 분리를 일으킬 수 있다 (Maurice, 1984). 또한 수면 중에 소프트 콘택트렌즈를 착용해서 수면을 하게 되면 급성충혈을 불러올 수 있는데, 이는 렌즈 아래에 갇힌 찌꺼기의 결과이거나 렌즈가 세균에 오염된 것 또는 저산소에 의해 악화되어진 것이다 (Fischbarg et al., 1984).

정상인에서 소프트 콘택트렌즈 착용만으로 각막내

피 세포내에 어둡고 불규칙한 형태를 가지는 수포성 병변의 발생, 상피층의 얇아짐, 상피세포의 변형 등을 처음으로 보고한 이래 (Zantos et al., 1977; Holden et al., 1984), 경성 또는 연성 콘택트렌즈가 각막조직에 미치는 영향에 대해 많은 연구들이 이루어지고 있고, 현재 콘택트렌즈를 장기간 착용한 경우 각막조직의 대사 작용에 장애가 초래되어 각막의 상피세포나 내피세포가 많은 손상을 받는다는 사실이 널리 알려져 있다 (Bruce et al., 1990; Holden, 1990).

최근에는 RGP 렌즈의 영향에 대한 보고가 점점 증가하고 있는데, 렌즈 착용 후 각막상피와 내피세포의 중요한 형태학적, 생화학적 변화를 살펴볼 수 있다. 상피에 공급되는 산소량이 감소하면 대사 작용에 변화가 나타나고 세포분열을 억제하여 일정한 비율로 세포가 죽고, 탈락되는 상피에서는 재생을 시킬 세포의 수가 감소하여 완벽한 상피면을 구성하지 못한다 (O'Leary, 1998). 또한 각막상피가 얇아지고 각막 내피세포의 크기가 불규칙적인 상태가 나타나며 렌즈착용으로 인한 저산소증의 결과로 젖산이 증가하거나 탄소과잉의 결과로 pH가 낮아져 내피형태가 불규칙하게 변한다라고 보고되고 있다 (Lemp, 1986; Ladage et al., 2001).

현재 콘택트렌즈의 착용이 각막에 미치는 병리학적인 요인에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으며 특히 RGP 렌즈는 구면과 비구면 렌즈로 양분되어 비구면 렌즈가 소비자에게 높은 값으로 판매되고 있다. 정확하게 제조된 비구면 렌즈는 이론상으로 구면 렌즈보다 월등히 우수한 것을 알 수 있다. 이에 저자는 비구면 렌즈를 착용 시 과연 구면렌즈보다 각막에 좋은 영향을 미치는지 인위적으로 실험용 토끼안 순막을 제거하고 각막 상피 증식률을 측정하였고, 형태학적으로 알아보고자 실험용 토끼 눈에 3주일간 구면과 비구면 렌즈를 연속 착용 시켜 관찰하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물

본 연구에 사용된 실험용 토끼는 성별, 나이, 체중과 상관없는 관계로 파악하지 않았으며 콘택트렌즈를 착용하는 연령이 청·장년층인 관계로 인하여 청년층

연령대에 속하는 실험 토끼 눈 8 마리를 목포대학교 청정 동물실험실에서 실온  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $60 \pm 10\%$ 의 조건 하에서 3차 증류수와 일반사료를 공급하면서 실험하였다.

## 2. 실험시약 및 방법

### 1) 렌즈의 제작 및 착용

백색 실험용 토끼에 ketamine chloride 80 mg/kg과 xylazine hydrochloride 8 mg/kg을 근육주사로 마취 후 세포 증식물을 관찰하기 위해 양안은 제3의 눈꺼풀인 순막을 안과의의 도움을 받아 제거하였다. 각 실험토끼 눈에 특수 제작된 구면 RGP 9.8 mm, 비구면 RGP 9.8 mm를 우안에 착용시키고 좌안은 대조군으로 하였다(Table 1). 렌즈를 착용시킨 후 렌즈 하루 2회씩 인공누액과 항생제 오퀴프록스 1~2 방울씩 점안하였다.

### 2) BrdU 투여방법

안구 적출 24시간 전 세포증식물을 조사하기 위하여 실험토끼를 동일한 방법으로 마취 시킨 후, 염색 시약 BrdU (5-Bromo-2-deoxyuridine : Roche, Germany; 10 mmol/L in phosphate-buffered saline) 50 mg/kg을 귀정맥에 주사하였다(Goggels M et al., 1990).

### 3) 각막 추출 및 조직 표본 제작

구면과 비구면 RGP 렌즈를 착용 시킨 후 3주 뒤에도 가토 8마리 16안의 안구를 적출하고 12시 방향에 흑견사(black braided silk)로 위치를 표시한 후 각막을 면도칼로 잘라 중앙, 주변부로 나누어 분리하였다.

### 4) 각막 상피세포층의 관찰방법

각막 중심부, 중심부에서 3 mm 떨어진 윤부, 윤부에서 1 mm 떨어진 주변부로 나누어 관찰한 BrdU 염색 표본을 광학현미경하( $\times 200$ )에서 각막 상피세포의 수와 BrdU 염색된 세포의 수를 세어, 관찰된 각막 상피세포중 분화하는 세포의 비율을 계산하였다. 이 결과를 정상 대조군과 구면, 비구면 RGP 렌즈를 착용한 군과 비교 분석하였다.

Proliferation rate (%) =

$$\frac{\text{BrdU-labelled cells}}{\text{Total epithelial cell}} \times 100 \text{ per image}$$

**Table 1.** Characteristics of spherical and aspherical rigid gas permeable contact lens

	DK value	DK/L	Center thickness (mm)	Diameter (mm)
Spherical	84	78	0.1	9.8
Aspherical	90	80	0.2	9.8

\*DK: oxygen permeability; diffusion solubility coefficient

\*DK/L: oxygen transmissibility

### 5) 전자현미경적 관찰

안구를 적출 후 각막을 2.5% glutaraldehyde 용액 (0.1 M cacodylate buffer, pH 7.4,  $4^\circ\text{C}$ )에서 2시간 전 고정하고 후 0.1 M cacodylate buffer로 20분간 3회에 걸쳐 세척한 후, 1% osmotic acid (0.1 M cacodylate buffer, pH 7.4)로 실온에서 2시간 정도 후 고정하고, ethyl alcohol로 50%, 70%, 80%, 90%, 100% 탈수시킨 뒤 aluminum pin에 고정하고 gold ion particle에 coating 시켜서 DSM 940A 주사전자현미경으로 각막 상피와 내피를 관찰하였다.

### 6) 통계학적 처리

통계학적 유의성 검정은 one-way ANOVA (analysis of variance) 방법을 사용 하였으며, 각 실험토끼 마다 BrdU 투입 후 관찰에 있어 우안에 렌즈를 착용시키고 좌안은 착용시키지 않고 비교하였다. 통계학적 유의수준은 0.05 미만으로 하였다.

## 결과 및 고찰

각막 상피 증식물을 관찰하기 위하여 순목을 제거 하였으며 3주 후 안구를 적출하기 24시간전 BrdU 염색 시약을 정맥주사 하였다. 대조군과 구면과 비구면을 착용한 실험군 세가지 지역으로 나누어 분석하였다.

구면과 비구면 렌즈를 착용한 대조군의 세포 증식률은 거의 유사하게 윤부에서  $3.83 \pm 2.23\%$ 로 가장 높았으며, 각막 윤부에서 1 mm 떨어진 주변부  $3.65 \pm 0.33\%$ 로 나타났으며, 중심부  $2.48 \pm 1.16\%$ 로 낮아졌다. 주변부와 중심부의 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.001$ , ANOVA test). 구면 RGP 렌

**Table 2.** The proliferation rate of corneal epithelium from center to peripheral 24 hours after BrdU injection in spherical and aspherical RGP lens fitting group

	Spherical	Aspherical	Control
Center	1.16±0.44	1.77±0.53	2.48±1.16
Limbus	1.87±0.34	2.34±0.77	3.83±2.23
Peripheral	2.10±0.51	2.24±0.54	3.65±0.33

즈 착용 군에서는 각막 윤부 1.87±0.34%, 주변부 2.10±0.51%, 중심부 1.16±0.44%로 나타나 대조군보다 약 50~70% 이상 증식을 저해를 보였으며 비구면 RGP 렌즈 착용군은 대조군보다 약 30~50%의 세포증식을 저해를 보인 것으로 나타나 비구면 렌즈 착용군이 구면렌즈 착용군보다 생리적으로 더 적합한 것으로 사료된다. 각막 상피세포의 증식 및 탈락의 향상은 외부 요인에 의하여 변화하는데 특히 RGP 렌즈를 착용하는 경우 각막 상피세포의 정상적인 증식 및 탈락 과정이 억제된다고 알려져 있다 (Ren et al., 1999). 소프트콘택트렌즈는 RGP 렌즈에 비해서 각막의 저산소증을 더욱 많이 유발하므로 각막 상피세포의 증식을 억제에 RGP 렌즈보다 더 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 본 연구에서 실험군인 구면과 비구면 두 군다 DK/L이 78과 80으로 산소투과도가 비교적 높은 렌즈를 착용시켰는데 렌즈 착용 후 21일째 구면과 비구면 렌즈 각막 중심부의 상피 세포 증식은 대조군보다 50% 정도로 감소된 결과를 보였다. 이는 주목할 만한 사실로서 더 높은 산소 투과도를 가진 재질개발이 시급한 것을 보여준다.

전자현미경적 관찰에서 구면 렌즈를 착용한 실험토끼 눈의 각막 상피 중심부와 주변부는 상피가 한결 벗겨져 나갔으며, 형태가 비구면 렌즈를 착용한 각막 상피 보다 불규칙적인 모양의 양상이 나타났다 (Figs. 1-4). 내피는 형태학적으로 살펴보면 구면 렌즈와 비구면 렌즈를 착용한 군에서 6각형의 전형적인 모양으로 큰 차이를 나타내지는 않았으나, microvilli가 구면 렌즈를 착용한 실험토끼 눈에서는 현저히 줄어들었고 (Figs. 5, 6), 이물질은 비구면 렌즈를 착용한 내피에 비해서 많았다 (Figs. 7, 9). 구면 렌즈를 착용한 렌즈 주변부는 알려지지 않은 사각형 형태의 곰팡이류가 다량 관찰되었으며, 후면부 렌즈는 눈물고임 현상으로

인하여 관찰되는 꽃 모양의 형상이 나타났다 (Fig. 8). 비구면 렌즈를 착용한 렌즈 주변부 역시 크고 작은 모양의 이물질이 나타났으며, 두 군 모두 콘택트렌즈를 착용함으로써 발생하는 *Pseudomonas aeruginosa* 균이 발견되었고, 후면부 역시 전형적인 눈물고임 현상으로 인하여 발생하는 고사리 모양이 관찰되었다 (Fig. 10). 구면 렌즈와 비구면 렌즈 재질을 확대한 결과, 구면 렌즈는 재질이 일정한 방향으로 배열되어 있지 않았으나 비구면 렌즈 재질은 한 방향으로 향해 있었다 (Figs. 13, 14). 이는 중합과 제조 공법시 나타나는 차이로서 아마도 일정 방향의 렌즈 재질이 산소 투과도에 좋은 영향을 미치지 않을까 사료된다.

사람의 각막 상피층은 두께가 50µm 정도로 상피는 5~6개의 상피 층으로 되어 있으며, 표층세포, 익상세포 및 기저세포로 나눌 수 있다. 기저 세포는 세포분열에 의하여 새로운 세포를 형성하며, 새로 형성된 세포는 성장하여 각막의 표층 쪽으로 이동되면서 약간 다른 형태로 바뀌어 익상세포로 되고, 다시 표층세포로 변하게 되면서 노후된 표층세포와 교체된다. 가장 바깥층에 도달한 세포는 차례대로 죽어서 눈물에 의해 씻겨 나가게 된다. 이와 같이 세포가 죽어서 눈물 속으로 흘러가는 것을 탈락 (desquamation) 이라고 한다 (Madigan et al., 1992). Fig. 1의 구면 렌즈를 착용한 실험토끼 눈의 각막 상피를 살펴보면 일주일에 한번씩 탈락과 재생을 반복하는 정상적인 탈락은 내부적으로 계획된 단독 세포반응으로서 microvilli를 관찰하면 알 수 있다. 렌즈를 3주간 연속 착용한 외부의 자극으로 인하여 발생된 손상된 상피층에서는 정상적인 microvilli를 관찰할 수 없으며, 병적인 관개로 인하여 표면이 터진 듯한 양상을 나타내었다. 본 연구에서는 산소투과도와 직경이 비슷한 구면과 비구면 RGP 렌즈를 착용 시킴으로써 두 렌즈의 차이점을 비교하고자 하였다. 각막은 각막지형도 검사계 (Corneal Topography System)를 이용하여 검사하여 보면 비구면 형상을 나타낸다. 그러므로 최근에 각광받고 있는 비구면 RGP 렌즈가 과연 구면보다 어떤 영향력을 미치는지 세포증식률 측정과 형태학적으로 관찰하면 쉽게 판별을 할 수 있을 것으로 사료되어 본 연구를 진행하였다. Fig. 11에 의하면 구면 렌즈를 착용한 실험토끼 눈에서는 눈물고임으로 인한 미생물과의 결합으로

인하여 수많은 종류의 곰팡이와 박테리아가 발견되었으나, 비구면 렌즈는 전형적인 *Pseudomonas aeruginosa* 외 다량의 이 물질만 관찰되었다. 이는 구면 렌즈가 비구면 렌즈보다 눈물교환 양과 비율이 감소되어 나타나는 현상으로 사료된다.

콘택트렌즈의 산소투과성을 나타내는 지표로는 DK/L (oxygen transmissibility coefficient) 수치가 사용되며, 본 연구에서 사용한 렌즈의 DK/L 수치는 비슷한 것을 사용하였다. Kwak et al. (1998)은 실험토끼에서 대조군 및 소프트 콘택트렌즈와 RGP 렌즈를 4일간 착용한 후 세포사의 발생을 관찰한 연구에서 대조군 및 RGP 렌즈를 착용한 군에서는 각막의 전 층에서 세포사가 발생하지 않았고, 소프트 콘택트렌즈를 착용한 군에서는 세포사가 일어났다고 보고하였는데 (Ren et al., 1999; Ladage et al., 2001), 그 원인은 저산소증 때문이라고 하였다. 소프트 콘택트렌즈에서는 저산소증이 발생하여 당 분해 작용의 증가로 젖산의 축적이 일어나 각막에 수분을 증가시켜 각막 부종을 일으키고, ATP의 양이 감소하면서 세포내의  $Ca^{2+}$  항상성에 영향을 주어 세포질내에  $Ca^{2+}$ 가 증가하게 되어 세포사가 유발될 수 있다고 하였다 (Hodson et al., 1991). 그러나 장기간 RGP 렌즈를 연속 착용한 경우에 발생하는 지속적인 각막실질의 부종을 실질 내 젖산 축적의 증가로는 설명할 수 없고 렌즈 착용 자체의 지속적인 물리적 압박효과 (prolonged mechanical effect)에 의한 표면 자극에서 기인할 것이라고 하였다. 이러한 가설이 사실이라면 산소투과도가 아무리 좋은 RGP 렌즈를 착용 해도 물리적 압박이 발생할 가능성이 높으며 장기간 착용 시는 이로 인해 원치 않는 각막부종이 미량이지만 발생할 것으로 생각된다. 따라서, RGP 렌즈의 착용은 각막 곡률 반경을 고려하여 물리적 압박을 최소화하는 렌즈를 선택적으로 처방하는 것이 좋다고 더욱 강조되지 않을 수 없다. 본 연구에서는 두 군에서 모두 산소투과성이 좋은 렌즈를 사용했으므로 RGP 렌즈에 의한 상피의 찰과는 각막의 지속적인 마찰에 의한 것으로 설명하는 것이 타당하다고 생각한다. 결론적으로 RGP 렌즈를 연속 착용한 경우 착용 기간이 길어질수록 각막에 주는 손상은 증가하며 비구면 렌즈에서 보다 구면렌즈에서 세포증식을 저해가 크게 나타난것은 각막이 비구면 이라는 점

을 미루어 볼 때 구면보다 비구면 렌즈가 각막에 주는 물리적 손상이 적을 것으로 사료한다. 향후 구면렌즈와 비구면 렌즈 착용과 관련하여 세포사와 각막두께 감소 등에 의한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Bruce AS, Brennan NA: Corneal pathophysiology with contact lens wear, *Surv Ophthalmol* 25-58, 1990.
- Fischbarg J, Lim JJ: Fluid and electrolyte transports across corneal endothelium, In *Current Topics in Eye Research*, Vol 4 (Ed. Zadunaisky JA, Davson H), Academic Press, New York 201-223, 1984.
- Gobbles M, Breitbach R, Spitznas M: Barrier function of the corneal epithelium of contact lens patients. *Forsch Ophthalmol* 87 : 646-648, 1990.
- Holden BA, Mertz GW: Critical oxygen Levels to corneal edema for daily and extended wear contact lens, *Invest Ophthalmol Vis Sci* 25 : 1161-1167, 1984.
- Holden BA: The ocular response to contact lens wear, *Optom Vis Sci* 66 : 717-733, 1990.
- Hodson SA, Guggenheim J, Kaila D, Wiogham C: Anion pumps in ocular tissues, *Biochem soc trans* 19 : 849-852, 1991.
- Ladage PM, Yamamoto K, Ren DH, et al.: Effects of rigid and soft contact lens daily wear on corneal epithelium, tear lactate dehydrogenase and bacterial binding to exfoliated epithelial cells, *Ophthalmology* 108 : 2001.
- Ladage PM, Yamamoto K, Ren DH, et al.: Proliferation rate of rabbit corneal epithelium during overnight rigid contact lens wear, *Invest Ophthalmol vis Sci* 42 : 2804-2812, 2001.
- Lemp MA, Gold JB: The effect of extended-wear hydrophilic contact lens on the human corneal epithelium, *Am J Ophthalmol* 101 : 274-277, 1986.
- Maurice DM: The cornea and the sclera: *Invest Physiology of the eye* (Ed. Davson, H), Academic Press, Orlando 1-158, 1984.
- Madigan MC, Holden BA: Reduced epithelial adhesion after extended contact lens wear correlates with reduced hemidesmosome density in cat cornea, *Invest Ophthalmol Vis Sci* 33 : 314-323, 1992.
- O'Leary DJ, Madgewick R, Wallace J, Ang J: Size and

number of epithelial cells washed from the cornea after contact lens wear, *Optom Vis Sci* 692-696, 1998.

Ren DH, Petroll WM, Jester JV, Cavanagh HD: The effect of rigid gas permeable contact lens wear on proliferation of rabbit corneal and conjugatival epithelial cell, *CLAO J* 25 : 136-141, 1999.

Zantos SG, Holden BA: Transient endothelial changes soon after wearing soft contact lenses, *Am J Optom Physiol Opt* 54 : 856-858, 1977.

Ilhwon Kwak, jooхва Lee, myungjin Ju: Cell apoptosis induced by contact lens fitting of rabbit's cornea, *J KOS* 39 : 2591-2597, 1998.

#### < 국문 초록 >

구면과 비구면 RGP 렌즈 착용시 효과를 비교하기 위

하여 3주간 실험토끼 눈의 각막에 콘택트렌즈를 착용 시켜 조사하였다. 8마리의 흰 실험토끼 눈 중 4마리의 우안은 구면 RGP 렌즈, 4마리의 우안은 비구면 RGP 렌즈를 착용 하였다. 원눈은 대조군으로 사용하였다. 콘택트렌즈 착용 3주 후 안구를 적출하여 형태변화를 주사전자현미경으로 관찰하였으며 RGP 렌즈를 착용시 각막 상피 세포증식률을 조사하였다. 구면 RGP 렌즈를 착용 후, 상피층은 비구면에 비하여 손상을 받았고 상피층은 심하게 벗겨져 나갔으며 세포 크기는 비정상적으로 변하였다. 구면과 비구면 렌즈 두 군 모두 많은 박테리아가 보였으며 렌즈의 후면은 양치류 모양의 형태를 발견하였다. 비구면 렌즈의 원재료는 구면렌즈보다는 다소 정형적으로 보였다. 이러한 형태는 대기로부터 산소 전달을 방해함으로 인하여 구면렌즈를 착용한 군에서 각막을 변화시킨 것으로 생각된다. 이 논문은 구면 렌즈보다는 비구면 렌즈가 생리적으로 각막 세포에 덜 영향을 미쳐 더 적합한 것을 제시한다.

## FIGURE LEGENDS

- Fig. 1. Epithelium center of cornea by spherical RGP lens of rabbit's.  $\times 1,000$
- Fig. 2. Epithelium center of cornea by aspherical RGP lens of rabbit's.  $\times 1,000$
- Fig. 3. Epithelium peripheral of cornea by spherical RGP lens of rabbit's.  $\times 1,000$
- Fig. 4. Epithelium peripheral of cornea by aspherical RGP lens of rabbit's.  $\times 1,000$
- Fig. 5. Endothelium of cornea by spherical RGP lens of rabbit's.  $\times 1,000$
- Fig. 6. Endothelium of cornea by aspherical RGP lens of rabbit's.  $\times 1,000$
- Fig. 7. Front surface of spherical RGP lens after 3 weeks fitting.  $\times 1,000$
- Fig. 8. Flower shape of back surface of spherical RGP lens after 3 weeks fitting.  $\times 1,000$
- Fig. 9. Front surface of aspherical RGP lens after 3 weeks fitting.  $\times 1,000$
- Fig. 10. Fern shape of back surface of aspherical RGP lens after 3 weeks fitting.  $\times 1,000$
- Fig. 11. Bacteria and fungi of spherical RGP lens after 3 weeks fitting.  $\times 1,000$
- Fig. 12. Bacteria and fungi of aspherical RGP lens after 3 weeks fitting.  $\times 1,000$
- Fig. 13. Original materials of spherical RGP lens.  $\times 1,000$
- Fig. 14. Original materials of aspherical RGP lens.  $\times 1,000$



