

각막이식 삼중수술시 인공수정체의 돛수결정

조제균 · 홍성범 · 김응권* · 박병섭

= 요약 =

각막이식의 삼중수술(triple procedure)은 전층각막이식술, 백내장 적출술 및 인공수정체 삽입술을 동시에 시행하는 수술로 인공수정체의 돛수 선택이 수술 후 굴절상태를 크게 좌우하는데 각막이식술을 시행받는 대부분의 환자는 각막곡률반경을 측정하기 어려운 상태이며, 수술 후 각막곡률반경도 수술 전 각막곡률반경과 달라 정확한 인공수정체의 돛수 결정에 어려움이 있다. 이에 저자들은 이미 삼중수술을 시행받은 환자들을 대상으로 인공수정체 돛수의 보다 정확한 선택에 미치는 요소를 찾아보고자 하였다.

1993년 3월부터 1997년 4월까지 인하대 병원과 연세대 병원에서 각막이식과 백내장 수술을 동시에 받은 환자 11명 12안을 대상으로 하였다, 이들의 평균연령은 52.9세였고, 추적 관찰기간은 4개월에서 52개월이었다. 수술 후 평균 구면렌즈 대응치는 $-0.98 \pm 4.05D$ 이었고, 굴절상태가 정시안에서 $\pm 2.00D$ 이내의 경우는 42%였다.

각막이식의 삼중수술에서 인공수정체의 돛수를 결정하는데는 수술 전 안축장 길이, 각막곡률반경, 반대편 눈의 굴절상태 및 수혜각막과 기증각막의 크기가 중요하고, 수술 전 이런 정보를 알 수 없을 경우에는 평균 안축장 길이와 술자 자신의 고유한 각막곡률반경 표준치를 이용하여 인공수정체의 돛수를 결정해야 하겠다(한안지 39:2628~2634, 1998).

= Abstract =

Estimation of Intraocular Lens Power in Penetrating Keratoplasty Combined with Intraocular Lens Implantation

Jae Kun Cho, M.D., Sung Bum Hong, M.D.,
Eung Kweon Kim, M.D.*, Beung Sup Park, M.D.

<접수일 : 1998년 5월 4일, 심사통과일 : 1998년 9월 2일>

인하대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Inha University

#7-206 Shinheung-dong 3-ga, Chung-gu, Incheon 400-103, Korea

Tel : 82-032-890-2400, Fax : 82-032-890-2407

연세대대학교 의과대학 안과학교실*

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea*

* 본 논문은 1997년 9월 28일 제 79회 추계 대한안과학회에서 구연으로 발표되었음.

The corneal triple procedure is that penetrating keratoplasty, extracapsular cataract extraction, and posterior chamber intraocular lens implantation are performed simultaneously and preoperative prediction of intraocular lens implant power is necessary to achieve the desired postoperative refractive status in eyes undergoing the triple procedure. The corneal surgeon undergoes difficulty in calculating the implant power because the measurements of eyes with diseased cornea is unreliable. Therefore, we evaluated the important factors in determining intraocular implant power of patients undergoing the triple procedure.

A retrospective study was done on 12 eyes of 11 patients who underwent triple procedure between March 1993 and April 1997. Mean age was 52.9 years and mean follow-up period was 26.3 month (range, 4 to 53 months). The mean postoperative spherical equivalent was $-0.98 \pm 4.05D$. Forty-two percents of patients were within $\pm 2.00D$ of emmetropia.

The important factors in determining intraocular lens power of patients undergoing the triple procedure are axial length, corneal curvature, refractive status of the fellow eye, and donor/recipient size. If these values are unreliable, it is desirable for the corneal surgeon to use mean axial length and mean corneal curvature to determine the intraocular implant power (J Korean Ophthalmol Soc 39:2628~2634, 1998).

Key Words : Triple procedure. IOL power

각막이식의 삼중수술은 전층각막이식술과 낭외 백내장적출술, 그리고 인공수정체 삽입술을 동시에 시행하는 수술로 각막질환과 백내장으로 인하여 시력의 저하를 초래하는 경우에 시행할 수 있는 수술이다. 만일 각막이식술 후 백내장수술을 하게 되면 기증각막 내피세포가 손상을 받게 되고, 각막이식술 전에 백내장수술을 하게 되면 각막혼탁으로 인하여 백내장수술을 함에 있어 매우 어려움을 겪게 된다. 1970년대 초까지는 낭내 백내장적출술을 시행했으므로 유리체가 기증받은 각막을 자극하여 각막내피세포 부전 및 조직거부 반응이 많이 발생하였으나, 낭외 백내장적출술의 발달과 인공수정체의 개발 및 점탄 물질의 사용으로 상기의 어려움이 많이 감소하였다. 따라서 백내장수술과 각막이식술을 동시에 시행하는 삼중수술로 각막 이식편의 생존을 높이고 수술자체의 합병증 발생율을 낮추어 보다 빠른 시력회복을 기대할 수 있게 되었다.

일반적으로 백내장 수술 시에는 인공수정체 돛수 결정에 중요한 각막곡률반경과 안축장 길이,

그리고 안구 전방의 깊이가 수술 후에도 일정한 반면, 각막이식술 후에는 안축장 길이와 안구 전방의 깊이가 변화하고 특히 각막곡률반경 값의 심한 변화가 생긴다. 따라서 각막이식의 삼중수술시 인공수정체의 돛수 결정에 어려움이 많다. 만일 예측된 각막곡률반경이 실제 수술 후 각막곡률반경보다 크면 인공수정체의 부족교정으로 원시가 생기고, 수술 후 각막곡률반경보다 작으면 인공수정체의 과교정으로 근시가 생긴다. 저자들은 각막이식의 삼중수술을 시행 받은 환자를 대상으로 인공수정체 돛수 결정에 중요한 요소를 찾아보고자 한다.

대상 및 방법

1993년 3월부터 1997년 4월까지 인하대와 연세대 안과에서 전층각막이식술 및 백내장 수술을 동시에 시행받은 25명 중 수술 전후 정확한 검사 특히 술 후 굴절 상태가 파악된 11명 12안을 대상으로 인공수정체 돛수 결정에 중요한 요소를 찾

Fig. 1. Preoperative and postoperative ocular finding of 61 years old male.

- A. Ulcer perforated lesion at corneal center was found preoperatively.
- B. Conjunctival flap was made before triple procedure transiently.
- C. Post-operative finding after triple procedure.

아보았다. 환자들의 평균 연령은 52.9세(21-71세)이고 남자 7명, 여자 4명이었다. 평균 추적 관찰 기간은 26.3개월(4-52개월)이었다.

수술 전 검사로는 시력, 굴절검사, 세극등현미경 검사 와 B scan 초음파 검사를 하였고, 인공수정체 돛수 결정을 위한 안축장 길이 측정은 11안에서는 수술할 눈에서 1안은 한국인의 평균 안축장 길이인 23.04mm를 이용하였다¹⁾. 각막곡률반경 값은 10안에서 임의의 평균값으로 45.00D, 1안에서는 44.10D를, 나머지 1안에서는 40.00D를 사용하였다. 인공수정체 돛수 결정은 12안 모두에서 SRK II 공식을 사용하였다. 이때 A 상수는 모든 환자에서 PMMA의 117.7을 사용하여 수술 후 예상 굴절치를 -0.5 디옵터에 가까운 돛수로 맞추어 결정하였다. 조사 대상 12안은 전층각막이식과 백내장수술을 동시에 시행하였다.

수술은 안구 전방의 안정을 위하여 Flieringa ring을 6.0 vicryl 봉합사로 1:30, 4:30, 7:30

과 10:30 부위의 결막 및 공막에 고정하고, Hanna trephine으로 수혜각막을 절개한 뒤 전방 절개 후 백내장 적출술을 시행하고 후방 인공수정체 삽입 후 각막봉합을 시행하였다(Fig. 1). 수혜각막 크기는 10안에서 7.50mm, 1안에서 7.75mm, 나머지 1안은 7.25mm이었고, 기증각막의 크기는 11안에서 8.00mm, 1안에서 7.75mm이었다. 수혜각막과 기증각막의 크기 차는 11안에서 0.50mm, 1안에서 0.25mm였다. 후방 인공수정체 위치는 10안에서 수정체내에, 2안에서는 모양체 홈(sulcus)에 삽입하였다. 인공수정체 위치를 모양체 홈에 삽입한 경우에는 수정체내 안의 인공수정체 돛수에서 0.50D를 감하여 계산하였다. 각막봉합은 10-0 nylon 봉합사를 사용하였으며 11안에서는 단속봉합과 연속봉합을 병행하였고 1안에서는 단속봉합만을 사용하였다. 수술 후에는 각막상피세포의 재생이 이루어진 후에 시력, 안압, 각막 상태, 현성 굴절검사, 합병증 유무 등을

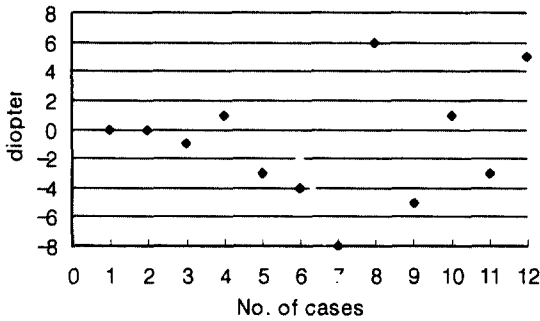


Fig. 2. The distribution of postoperative spherical equivalent after triple procedure

Table 1. K value and postoperative spherical equivalent

K value (diopter)	number of eyes	postoperative spherical equivalent (diopter)
45.00	10	-0.63±4.09
44.10	1	-4.50
40.00	1	-3.50

Table 2. Donor-recipient size and postoperative spherical equivalent

recipient size (mm)	donor size (mm)	number of eyes	postoperative spherical equivalent (diopter)
7.50	8.00	10	-0.86±3.97
7.25	7.75	1	-8.00
7.75	8.00	1	+5.00

검사하였고 수술 후 구면렌즈 대응치는 절대값이 가장 적은 것을 취하였다.

결 과

각막이식의 삼중수술을 받은 11명 12안 모두에서 비교적 투명한 각막 상태를 유지하였다. 수술 전후 시력은 12안 모두에서 호전을 보였다. 즉 12안 모두에서 수술 전 시력이 0.1 이하인 반면 수술 후에는 4안(33%)으로 줄어들었다. 각막이식의 삼중수술을 받은 환자에서 평균 구면렌즈 대응치는 $-0.98 \pm 4.05D$ 로서, $-8.00D$ 에서 $+6.00D$ 의 범위에 있었으며 $\pm 2.00D$ 범위 안에는 5안(42%)이 있었다(Fig. 2). 인공수정체의 돛수 결

정을 위해 임의로 사용한 각막곡률반경치에 따른 수술 후 구면렌즈 대응치는 각막곡률반경치를 45.00D(10안)로 사용한 경우는 $-0.63 \pm 4.09D$, 44.10D(1안)로 사용한 경우 $-4.50D$, 40.00D(1안)를 사용한 경우는 $-3.50D$ 였다(Table 1). 안축장 길이 측정에 따른 술 후 구면렌즈 대응치는 수술할 눈에서 측정된(11안) 경우에 $-0.89 \pm 3.97D$, 임의의 평균값인 23.04mm를 사용한 경우 $-3.50D$ 였다. 수술 후 평균 난시도는 $3.77 \pm 1.88D$ 이었다. 수혜각막과 기증각막의 크기별 수술 후 굴절상태를 보면 수혜각막과 기증각막의 크기가 각각 7.50mm, 8.00mm인 10안에서 수술 후 평균 구면렌즈 대응치는 $-0.86D \pm 3.97D$, 수혜각막과 기증각막의 크기가 7.25mm, 7.75mm인 1안에서는 $-8.00D$, 수혜각막과 기증각막의 크기가 7.75mm, 8.00mm인 1안에서는 $+5.00D$ 였다(Table 2). 합병증으로는 2안에서 가역적 이식거부반응을 보였다.

고 찰

1960년대 Hughes 등²⁾은 전층각막이식술과 낭내 수정체적출술을 병행한 13례에서 31%의 각막이식성공율을 보고하였고, Katzin과 Meltzer는 백내장과 각막질환이 있는 환자들의 병합수술을 동시에 시행하여 10예 중 7예에서 이식 성공율을 보였다³⁾. 1966년에서 1970년 초까지는 각막혼탁과 백내장이 병합된 경우에 대부분의 술자들이 전층각막이식과 수정체 낭내적출술을 시행하였다. 그러나 이 경우에는 수술 후 무수정체안을 교정하기 위해 각막이식을 한 눈에 콘택트렌즈를 착용해야하는 문제점이 있었다. 그러나 약 10년 후부터 인공수정체 삽입술이 발달함에 따라 인공수정체 삽입술을 각막이식술과 병행하는 것이 Taylor에 의해 기술되었다⁴⁾. 이후 Bruner등에 의해서 전층각막이식과 낭외 수정체적출술 및 인공수정체삽입술을 동시에 시행하는 각막이식의 삼중수술의 임상결과에 대한 보고가 있었고, 1970년대 후반 여러 사람들이 이런 병합수술의 장점을 보고하였다⁵⁾. 각막이식의 삼중수술은 각막이식술과 백내장수술을 따로 시행하는 경우보

다 시력회복이 보다 빠르고, 여러 단계의 수술에 따르게 되는 장기적인 약물치료나 각막내피세포의 반복된 손상 등의 합병증들을 줄일 수 있었다. 그리고 두 가지 수술을 각각 하는 것보다 비용이 저렴하고, 백내장 수술 후 각막이식을 하는 것에 비하여 후발성 백내장을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 또한 각막이식술 후 발병한 백내장의 적출술을 시행하는 경우 각막이식술만을 시행했던 경우보다 각막이식편의 거부반응이 거의 두 배로 증가하므로⁶⁾ 백내장적출술을 동시에 시행하는 것이 각막이식편의 생존을 유지하는데 도움을 준다. 반면에 각막이식 후에 백내장수술을 하면 인공수정체의 돛수를 보다 정확히 측정할 수 있다는 장점이 있다.

각막이식의 삼중수술시 인공수정체 돛수 결정의 문제점은 기존의 각막혼탁이 술 전 각막 만곡도의 변화를 가져오며, 수술 자체가 유발하는 각막만곡도의 변화와의 차이를 예상하기 어렵고, 수술에 의한 각막곡률반경, 안축장길이의 변화, 전방깊이의 변화 등의 여러 요인이 생긴다는 점이다. 최근 보고에 의하면 각막이식의 삼중수술 후에 $\pm 2.00D$ 이내의 굴절이상 비율이 26%에서 67%라고 한다⁷⁾. 이와 대조적으로 백내장적출술과 인공수정체 삽입술만을 시행한 눈에서는 이 비율이 거의 100%에 이른다고 하였다⁸⁾. 초기의 술자들은 각막이식의 삼중수술시 인공수정체 돛수 결정을 수술의 결과를 검토하여 $+18.00D$ 의 홍채결찰인공수정체를 사용하기도 하였으나 수술 후 굴절이상 비율이 높았다. 그후 Arm 등은⁹⁾ 백내장 시행시에 인공수정체 돛수 결정의 공식인 Binkhorst나 SRK 공식을 사용하여 공여각막과 수술 후 결정되는 K값과의 관계를 수학적으로 계산하여 보고하였고, Claoue 등¹⁰⁾은 각막이식의 삼중수술의 결과로 굴절이상치가 원시성 변화를 보이므로 인공수정체의 돛수 계산 후 좀더 낮은 돛수의 인공수정체를 삽입할 것을 제안하였다.

Paton은 전층각막이식의 경우 이식편의 크기가 6.5mm와 8.0mm 사이에 해당하는 적정 이식각막 크기를 설정하여 이보다 적은 이식편은 난시가 심하고 주위의 병적 조직이 많아짐에 따라 부작용이 올 수 있고, 큰 이식편인 경우 신생혈관의 생

성과 동족이식반응의 정도가 높아진다고 하였다^{11,12)}. 일반적으로 기증각막의 크기를 수혜각막의 크기보다 크게 하는데 이것의 장점은 기증각막을 수혜각막에 봉합할 때 술기가 더 쉽고, 시력 회복 시간을 줄일 수 있고, 전층각막이식술 후 발생할 수 있는 녹내장의 빈도를 줄일 수 있다는 점이다¹³⁾. Sanford 등은 기증각막과 수혜각막 크기의 차이를 0.0mm, 0.2mm, 0.3mm, 0.5mm로 두고 수술 후 각각의 난시 정도를 보고하였다¹⁴⁾. 본 논문에서는 수혜각막과 기증각막과의 차이를 11안에서는 0.5mm, 1안에서는 0.25mm로 하였다. 수혜각막과 기증각막 크기가 7.50mm, 8.00mm인 10안에서는 0.86D의 근시를 나타냈고, 수혜각막과 기증각막 크기가 7.25mm, 7.75mm인 1안에서는 8.00D의 근시를 나타냈으며, 수혜각막과 기증각막 크기가 7.75mm, 8.00mm인 1안에서는 5.00D의 원시를 나타내어 수혜각막과 기증각막의 크기 차이에 따라 수술 후 구면렌즈 대응치가 크게 차이가 나는 것을 알 수 있다.

인공수정체의 돛수 결정을 정확히 하기 위해서는 각막곡률반경, 안구전방깊이, 안축장 길이가 수술 후에도 비교적 일정해야 하는데, 전층각막이식술 시행 시 각막곡률반경뿐만 아니라 안구 전방깊이와 안축장 길이에 변화가 생기며, 인공수정체의 돛수 결정 시 각막곡률반경치 예측에도 어려움이 많다. 위의 변화들은 수술 전 어느 정도 예측할 수 있어야 하며, 많은 술자들이 각막이식시 인공수정체 돛수 결정에 있어 여러 가지 접근방법을 사용하였다. Taylor 등¹⁵⁾은 될 수 있으면 각막 질환이 생기기 전에 각각의 눈에서 굴절정보를 얻으려고 했고 만일 이것이 불가능하고 수술할 눈에서 A-scan 측정의 신뢰성이 떨어진다면 반대쪽 눈에서 굴절상태, 각막곡률반경, 안축장길이를 측정하여 사용하였다. 만일 수술 전 자료 획득이 불가능하다면 평균값인 19.50D를 인공수정체 돛수로 사용하였다. 이런 방법으로 수술 후 $\pm 2.00D$ 이내의 굴절이상 비율을 60.9%로 보고하였다. Katz 등은 최근에 전층각막이식을 시행한 눈들의 평균 각막곡률반경치와 SRK 공식을 사용하여 인공수정체 돛수를 결정한 결과 $\pm 2.00D$ 이내의 술 후 굴절이상 비율이 26%였다고 보고하였다.

Binder 등⁷⁾은 같은 봉합 방법뿐만 아니라 수혜 각막과 기증각막의 크기를 같게 하여 각막이식의 삼중수술을 시행한 환자로부터 얻은 각막곡률반경치를 기초로 SRK 공식에 의해 인공수정체 돛수결정을 하여 수술 후 $\pm 2.00D$ 이내의 굴절이상 비율이 58%이었다고 보고하였는데, 각막이식 삼중수술에서 SRK 공식이 매우 불안정하다고 보고하고 A상수를 116으로 사용하였다. Mattax와 McCulley 등¹⁷⁾은 임의의 각막곡률 표준 값인 43.00D와 SRK 공식을 사용한 결과 $\pm 2.00D$ 이내의 굴절이상 비율을 62.5%라고 보고하였다. Ruusuvaara 등은 SRK 공식에서 K값은 45.00D, A상수는 116.8을 사용하여 수술 후 구면렌즈 대응치를 $-0.8 \pm 2.75D$ 라고 보고하였다¹⁸⁾. Sanford 등은 44.00D인 임의의 각막곡률반경치의 평균값과 SRK 공식을 사용하여 각막이식 삼중수술 환자의 술 후 평균 구면렌즈 대응치가 $-1.38 \pm 2.89D$ 라고 보고하였다.

본 연구에서는 삼중수술 각막이식을 시행한 11명 12안에서 평균 구면렌즈 대응치는 $-0.98 \pm 4.05D$ 로 $-1.00D$ 정도이었으나, 표준편차가 심하여 $\pm 2.00D$ 이내의 구면렌즈 대응치의 비율은 42%에 불과하였다. 인공수정체 돛수 결정은 SRK II 공식을 사용하였고 A 상수는 PMMA의 117.7을 사용하였다. 각막곡률반경치는 임의의 평균값으로 10안에서는 45.00D, 1안에서는 44.11D, 그리고 나머지 1안에서는 수술할 눈에서 측정한 각막곡률반경치와 임의의 평균값의 중간치인 40.00D를 사용하여 각각 술 후 구면렌즈 대응치는 각각 $-0.63 \pm 4.09D$, $-4.50D$, $-3.50D$ 가 나왔다. 안축장 길이는 11안에서는 수술할 눈에서 측정하였고, 1안에서는 한국인의 평균 안축장 길이인 23.04mm를 사용하였다. 그리고 각각의 술 후 구면렌즈 대응치는 $-0.89 \pm 3.97D$, $-3.50D$ 였다. 그러나 아직까지도 각막이식의 삼중수술에서 정확하게 인공수정체 돛수를 결정할 수 있는 보편적인 방법은 없다.

각막이식의 삼중수술에서 적절한 인공수정체의 돛수 결정을 위해서는 수술 전 수술할 눈의 안축장 길이, 각막곡률반경치, 그리고 과거력 상 양안의 굴절이상의 차이가 없었던 경우에 반대편 눈의 굴절상태 및 수혜각막과 기증각막의 크기가 중요하

다. 위의 변수 중 각막곡률반경치는 가장 큰 변화를 보이고 있고 수술자 개인의 수술방법 및 봉합 정도에 따라 차이가 클 것으로 생각된다. 따라서 각막이식 삼중수술시 인공수정체 돛수 결정은 같은 조건하에서 시행한 수술 후 측정된 각막곡률반경 값을 분석하여 술자 자신의 고유한 각막곡률반경 값을 산출해내고 여기에 기증각막의 곡률반경을 미리 알아서 술자 자신의 수술봉합방법에 따른 각막곡률반경의 변화를 알 수 있다면 앞으로 각막이식 삼중수술시의 정확한 인공수정체 돛수 결정을 위해서 수술 전과 수술 후의 안축장 길이 및 각막곡률반경값의 변화에 대한 연구가 있어야겠다.

REFERENCES

- 1) 김상덕, 이두석, 김재덕 : 한국인 성인의 각막굴절력 및 안축장에 대한 임상적 고찰. 한안지 31:1365-1365, 1990.
- 2) Hughes WF : Keratoplasty for corneal dystrophies. *Am J Ophthalmol* 50:1100-1114, 1960.
- 3) Katzin HM, Melzer JF : Combined surgery for corneal transplantation and cataract extraction. *Am J Ophthalmol* 62:556-60, 1966.
- 4) Taylor DM : Keratoplasty and intraocular lenses. *Ophthalmic Surg* 7:31-42, 1976.
- 5) Bruner WE, Start WJ : Combined Keratoplasty, Cataract extraction and intraocular lens implantation: Experience at the Wilmer institute. *Ophtha. Surg*, 2(9):657-660, 1981.
- 6) Martin TP, Reed JW : Cataract formation and cataract extraction after penetrating keratoplasty. *Ophthalmol* 101(1):113-119, 1994.
- 7) Binder PS : Intraocular lens power used in the triple procedure. *Ophthalmology* 92:1561-1566, 1985.
- 8) Bourne WM : One year observation of transplanted human corneal endothelium. *Ophthalmology* 87:673-679, 1980.
- 9) Amr SE, Abdel H, Ahmad K : Intraocular power calculations in the triple surgery. *Br J Ophthalmol* 73:709-713, 1989.
- 10) Claoue C, Flicker L, Kirkness C, Steele A : Refractive results after corneal triple procedure. *Eye* 7:446-451, 1993.
- 11) 이상욱 : 각막이식에 대한 최근의 문제. 가톨릭 대학

의학부 논문집 34:1-5, 1981.

- 12) Barraquer JI, Binder PS, Buxton JN, Fine M, Jones DB, Laibson PR : *Symposium on medical and surgical diseases of the cornea. CV. Mosby Co* :213-214, 1980.
- 13) Wilson SE, Bourne WM : *Effect of recipient-donor trephine size disparity on refractive error in keratoconus. Ophthalmology* 96:299-305, 1989.
- 14) Keith SD, Lisa M : *Simultaneous keratoplasty, extracapsular cataract extraction, and intraocular lens implantation. J Cataract refractive surgery* 17:824-829, 1990.
- 15) Taylor DM, Khailig R, Maxwell R : *Keratoplasty and intraocular lens. Ophthalmology* 86:242-254, 1979.
- 16) Katz HR, Forster RK : *Intraocular lens calculation in combined penetrating keratoplasty, cataract extraction and intraocular lens implantation. Ophthalmology* 92:1203-1207, 1985.
- 17) Mattax JB, McCulley JP : *The effect of standardized keratoplasty technique on IOL power calculation for the triple procedure. Acta Ophthalmol* 67:24-29, 1989.
- 18) Pekka R, Kirsi S : *The triple procedure. Acta Ophthalmologica* 85:433-443, 1987.