

-15 디옵터(D)에서 -23 디옵터(D)까지의 고도근시환자에서 각막절삭술과 레이저 각막절삭 가공성형술의 수술성적 비교

임수진 · 김응권 · 이재범

= 요약 =

근시의 교정술에는 여러가지가 있으나 현재 국내에서는 엑시머레이저 각막절제술, 각막절삭술(Keratomileusis In Situ : KM), 레이저 각막절삭 가공성형술(Laser Assisted In Situ Keratomileusis : LASIK), 투명수정체 적출술 등이 주로 시행되고 있다. 이 중 젊은 사람의 고도근시 교정에는 KM과 LASIK이 주로 사용되어 왔다. 그러나 국내에서 상기 두 방법에 대한 비교보고는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 -15디옵터에서 -23디옵터 사이의 고도근시환자에서 KM을 시행받은 16안과 LASIK을 시행받은 11안을 대상으로 수술 후 구면렌즈대응치와 나안시력을 술 후 10개월이상 후향적으로 조사하였다.

그 결과, 굴절력은 KM에서 수술 전 평균 구면렌즈 대응치가 -17.36디옵터에서 수술 후 10개월째 평균 -3.70디옵터였으며, LASIK의 수술 전 평균 구면렌즈 대응치는 -17.41디옵터에서 수술 후 10개월째 평균 -0.31디옵터였다. 수술 후 나안시력의 수술 전 최대교정시력으로의 회복정도는 KM에서는 43.8%, LASIK에서는 63.6%이었다.

이상에서 저자들은 고도근시 환자에서 LASIK이 KM보다 우수한 수술방법이라고 생각한다 (한안지 39:872~878, 1998).

= Abstract =

Comparison of Clinical Results Between Keratomileusis In Situ and Laser Assisted In Situ Keratomileusis for High Myopia from -15 Diopter to -23 Diopter

Soo Jin Lim, M.D., Eung Kweon Kim, M.D., Jae Bum Lee, M.D.

<접수일 : 1997년 11월 3일, 심사통과일 : 1998년 2월 16일>

연세대학교 의과대학 안과학교실, 시기능개발 연구소

The Institute of Vision Research and Department of Ophthalmology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

* 본 논문의 요지는 1997년 4월 19일 제 78차 대한안과학회 춘계학술대회에서 구연 발표되었음.

Photorefractive keratectomy(PRK), Keratomileusis In Situ(KM), Laser Assisted In Situ Keratomileusis(LASIK), and clear lens extraction have been performed for high myopic patients. Among the above surgical procedures KM and LASIK are applied to young patients in general. However, comparison of clinical results of these two procedures was not reported yet in Korea.

To evaluate the clinical results of KM (n=16) and LASIK (n=11) for high myopic patients between -15 diopter(D) and -23 diopter(D), spherical equivalent(S.E) and uncorrected visual acuity were studied for more than ten months, retrospectively. The mean S.E. was changed from -17.36 D before operation to -3.70 D ten months after operation in KM, whereas it was from -17.41 D to -0.31 D in LASIK. At ten months after operation, uncorrected visual acuity equal or better than best corrected visual acuity before operation was 43.8% in KM and 63.6% in LASIK.

This results show that the clinical result of LASIK were superior to that of KM for high myopia(J Korean Ophthalmol Soc 39:872~878, 1998).

Key Words : High myopia, KM, LASIK

근시의 대부분은 안구의 안축장이 전후로 길어져서 발생하는 축성근시로서, 근시 교정은 근시안의 긴 안축장에 맞추어 초점거리를 길게 하는 데 그 목적이 있으며, 방사상 각막절개술, 엑시머레이저 각막절제술, 각막절삭술(Keratomileusis In Situ : KM), 레이저 각막절삭 가공성형술(Laser Assisted In Situ Keratomileusis : LASIK), 투명수정체 적출술 등의 다양한 방법으로 시도되어 왔다.

이중 방사상 각막절개술은 교정시력의 정도가 -6디옵터 이내이고, -6디옵터에서 -10디옵터 사이에서는 부족교정이 빈번하며, -10디옵터 이상의 근시 교정은 불가능하다¹⁾. 엑시머레이저 각막절제술은 고도근시의 교정시 각막의 Bowman's layer를 파괴하고 불규칙한 반흔을 형성하여 심한 각막혼탁이 일부 보고되고 있으며²⁾, 투명수정체 적출술은 수술 후 원근 능력이 소실된다는 단점때문에 젊은 고도 근시환자의 치료에는 KM과 LASIK이 시도되고 있다.

KM과 LASIK은 두가지 방법 모두, 각막절편을 만들어 굴절교정 후 다시 재부착시키는 점은 동일하나, 굴절교정은 KM에서는 각막절삭기로, LASIK은 엑시머레이저로 시행하는 점이 다르다.

현재까지 단편적으로 KM의 경우 근시로회귀가 심하다는 보고는 있으나 상기 두 방법에 대한 비교보고는 없는 실정이다.

이에 저자들은 동일한 기관에서, 동일한 수술자에 의하여, 동일한 각막절삭기를 사용하여 시행한 KM과 LASIK의 효과를 조사하기 위하여, 상기 수술을 시행받은 고도근시환자를 대상으로 후향적인 방법으로 그 결과를 조사하였다.

대상 및 방법

1993년 9월부터 1995년 3월까지 연세대학교 신촌세브란스 병원에서 각막절삭술(Keratomileusis in situ : KM)을 시행받고 10개월 이상 추적관찰이 가능했던 환자 11명(16안)과, 1995년 9월부터 1996년 3월까지 역시 같은 병원에서 레이저 각막절삭 가공성형술(Laser assisted in situ keratomileusis : LASIK)을 시행받고 10개월 이상 추적관찰이 가능했던 환자 11명(11안)을 대상으로 하였다.

수술 전 검사로는 나안시력, 최대교정시력, 세극등 검사, 안압측정, 안저검사 등의 일반적 안과 검사 및 검영법에 의한 현성굴절검사, 조절마비굴

절검사, 조절마비후 굴절검사를 하였으며 각막형태검사(corneal topography), 각막두께검사(pachometer) 등을 시행하였다. 만 20세 이상의 환자에서 시행하였으며, 수술 전 콘택트렌즈를 착용한 환자에서는 적어도 3주 이상 착용을 중지한 후 상기검사를 시행하였으며 양안을 수술한 경우는 적어도 6개월 이상의 간격을 두고 시행하였다.

KM은 각막 기능중심을 sinsky hook으로 표시한 후, 수술 후 각막절편의 정확한 위치회복을 위하여 구후마취를 시행하였고, 수술 전 각막에 방사상 선이 그려진 Ruiz concentric marker로 표시하였다. Suction ring을 이용하여 안구를 고정하였으며, Ruiz의 계산도표에 따라서 각막절제량의 두께와 직경을 정하여 Chiron사의 microkeratome (Automated corneal shaper®, USA)을 이용하여 일차로 각막절편을 만든 다음, 이차로 다시 각막 절제한 후, 각막본체의 표면과 각막절편을 평형염액(Balanced salt solution)으로 세척하고, 각막절편을 각막본체에 부착하였다.

LASIK의 수술방법으로는 역시 구후마취를 시행하고, 방사상 선이 그려진 Ruiz concentric marker로 표시하였다. Suction ring을 이용하여 안구를 고정하였으며, 역시 Chiron사의 microkeratome(Automated Corneal shaper®, USA)을 이용하여 160 μ m두께를 가진 비측기저의 각막절편을 만들어 경첩모양으로 짓혀둔 후(hinge technique), VISX 20/20 Excimer laser(USA) 기계를 이용하여 각막본체에 굴절이상량에 해당하는 만큼 절제하고(Repetition rate : 5Hz, average fluence : 162mJ/cm, Ablation zone : 6.0mm), 각막본체의 표면과 각막절편을 평형염액(Balanced salt solution)으로 세척한 후, 각막절편을 부착하였다.

세균으로 인한 감염을 방지하지 위하여 점안항생제를 한 방울 점안하였으며, 각막절편의 탈락예방과 보호를 위하여 쇠안대를 대주었다.

KM 및 LASIK의 수술 전후의 구면렌즈대응치를 맨-휘트니 검정을 이용하여 분석하였고, 수술 전후의 시력변화는 수술 전의 최대교정시력 및 수술 후의 나안시력을 Snellen시력표를 기준으로 각각 t-검정을 이용하여 분석하였다.

결 과

각막절삭술(Keratomileusis in situ : KM)을 시행받고 10개월 이상 추적 관찰된 대상은 16안이었으며 양안을 수술받은 경우는 5명이었고, 이 중 남자는 4명(5안), 여자는 7명(11안)이었다. 레이저 각막절삭 가공성형술(Laser assisted in situ keratomileusis : LASIK)을 시행받고 10개월 이상 추적 관찰된 대상은 11안이었으며 모두 단안을 수술받은 경우였고, 이 중 남자는 4명, 여자는 7명이었다. 평균 추적 관찰기간은 KM에서 20.50개월, LASIK에서는 13.09개월이었다. 연령별 분포는 KM에서 20세에서 63세(평균 37세), LASIK에서 21세에서 42세(평균 27세)였다(Table 1, 2).

수술 전 평균 굴절이상의 정도는 모두 -15디옵터에서 -23디옵터 사이였고 KM의 평균 구면렌즈

Table 1. Age and sex distribution of KM and LASIK patients

	KM	LASIK
Sex (Number of eyes)		
male	5	4
female	11	7
total	16	11
Age at Surgery (years)		
mean	37	27
range	20-63	21-42

KM : Keratomileusis In Situ

LASIK : Laser Assisted In Situ Keratomileusis

Table 2. Follow up period after surgery

Follow up period (month)	Number of eyes	
	KM	LASIK
10-14	3	7
15-19	5	4
20-24	3	0
25-	5	0
Total	16	11

KM : Keratomileusis In Situ

LASIK : Laser Assisted In Situ Keratomileusis

Table 3. Preoperative and postoperative S.E. at 10 months

	S. E(D)	
	KM	LASIK
Preoperative	-17.36±1.50	-17.41±2.88
Postoperative (10 months)	3.70±2.35	-0.31±1.54

p=0.000

S. E : Spherical equivalent

KM : Keratomileusis In Situ

LASIK : Laser Assisted In Situ Keratomileusis

Table 4. Preoperative and postoperative S.E. at last visit

	S. E(D)	
	KM	LASIK
Preoperative	-17.36±1.50	-17.41±2.88
Postoperative (last visit)	4.30±2.82	-0.71±1.45

p=0.001

S. E : Spherical equivalent

KM : Keratomileusis In Situ

LASIK : Laser Assisted In Situ Keratomileusis

대응치는 -17.36디옵터, LASIK은 평균 -17.41디옵터였다. 수술 후 최소 10개월 이상 추적관찰하였으 며 수술 후 남은 굴절이상의 정도는 술 후 10개월째, KM에서 평균 구면렌즈대응치가 -3.70디옵터, LASIK에서는 평균 -0.31디옵터였으며 최종내원시 KM에서 평균 구면렌즈대응치가 -4.30디옵터, LASIK에서는 평균 -0.71디옵터였다. 수술 전의 평균 굴절이상의 정도는 KM과 LASIK에서 통계학적으로 유의있는 차이가 없었으나, 수술 후의 평균 굴절이상의 정도는 수술 10개월째와 (*p=0.000*), 최종내원시(*p=0.001*) 모두 통계학적으로 유의있게 차이가 있었다(Table 3,4).

수술 전후의 시력변화는 수술 전의 최대교정시력과 수술 후의 나안시력을 Snellen시력표를 기준으로 하여 비교하였다. 수술 전의 최대교정시력에 비하여 수술 후의 나안시력이 같은 경우 시력변화를 0, 수술 전의 최대교정시력에 비하여 수술 후의 나

Table 5. Preoperative best corrected and postoperative uncorrected Visual acuity at 10 months

Visual acuity change	Number of eyes(%)	
	KM	LASIK
+1	4(25.0)	2(18.2)
0	3(18.8)	5(45.4)
-1	5(31.3)	2(18.2)
-2	2(12.5)	1(9.1)
-3	0(0.0)	1(9.1)
-4	2(12.5)	0(0.0)
Total	16(100.0)	11(100.0)

p=0.040

p=0.373

KM : Keratomileusis In Situ

LASIK : Laser Assisted In Situ Keratomileusis

안시력이 Snellen시력표로 한 줄 감소한 경우를 시력변화 -1등으로 정의하였을 때, 술 후 10개월째 KM에서는 43.8%에서 술 후 나안시력이 술 전 최대교정시력 이상 나왔으나, LASIK에서는 63.6%에서 술 후 나안시력이 술 전 최대교정시력 이상 나왔다. KM에서 수술 후의 나안시력과 수술 전의 최대교정시력 사이에는 통계적으로 유의있는 차이가 있었으나(*p=0.040*), LASIK에서 수술 후의 나안시력과 수술 전의 최대교정시력 사이에는 통계적으로 유의있는 차이가 없었다(*p=0.373*) (Table 5). 최종내원시에도 KM에서는 43.8%에서 술 후 나안시력이 술 전 최대교정시력이상 나왔 으나, LASIK에서는 63.6%에서 술 후 나안시력 이 술 전 최대교정시력 이상 나왔다. KM에서 수 술 후의 나안시력과 수술 전의 최대교정시력 사이에는 통계적으로 유의있는 차이가 있었으나 (*p=0.014*), LASIK에서 수술 후의 나안시력과 수 술 전의 최대교정시력 사이에는 통계적으로 의의 있는 차이가 없었다(*p=0.710*) (Table 6).

합병증으로는 KM에서 20mmHg 이상의 안압증 가 1안, 각막상피세포의 경계면내로의 함입이 1 안, 3디옵터 이상의 난시가 2안, 5디옵터 이상의 부족교정이 6안이 있었다. LASIK에서는 각막상 피세포의 경계면내로의 함입이 5안, 각막절편의 이탈이 1안, 안압증가 1안 등이 있었다(Table 7).

Table 6. Preoperative best corrected and postoperative uncorrected Visual acuity at last visit

Visual acuity change	Number of eyes(%)	
	KM	LASIK
+1	2(12.5)	2(18.2)
0	5(31.3)	5(45.4)
-1	3(18.8)	2(18.2)
-2	4(25.0)	0(0.0)
-3	0(0.0)	1(9.1)
-4	2(12.5)	1(9.1)
Total	16(100.0)	11(100.0)

p=0.014 *p=0.710*

KM : Keratomileusis In Situ

LASIK : Laser Assisted In Situ Keratomileusis

고 찰

근시성 굴절이상을 교정하는 수술적 방법으로 방사상 각막절개술, 엑시머레이저 각막절제술, 상층각막렌즈이식술(epikeratophakia), KM, LASIK, 투명수정체 적출술 등이 알려져 있다. 그러나 실제로 안경이나 콘택트렌즈로 교정이 힘든 고도근시의 교정수술로는 KM, LASIK, 투명수정체 적출술 등이 사용되어 왔다.

-15디옵터 이상의 고도근시를 치료하기 위한 방법으로 1961년 Barraquer^{3,7)}는 냉동절편 각막절삭술(Cryolathe myopic keratomileusis)⁸⁾를 소개하였다. 냉동절편 각막절삭술은 각막절편을 수동각막절삭기로 분리한 뒤 선반위에서 냉동하여 냉동한 상태에서 절제후 각막본체에 부착하는 방법으로서 냉동으로 인한 세포파괴 및 긴 과정으로 인한 각막부종 및 정확도가 떨어져 굴절량의 변화가 정확치 못하였다^{9,10)}. 그 후 절편각막의 냉동으로 인한 수술의 부작용을 개선하기 위하여 1986년 Krumeich¹¹⁻¹³⁾ 등에 의하여 BKS (Barraquer-Krumeich-Swinger) system 등의 조직절편을 얼리지 않고 각막을 절제하는 생체절편 각막절삭술(Extracorporeal nonfreeze keratomileusis)이 개발되었고, 1987년 Ruiz에 의하여 수술 중 각막절편의 건조로 인한 부정확한 수술결과를

Table 7. Complications of KM and LASIK

Complications	Number of eyes	
	KM	LASIK
Epithelial ingrowth	1	5
Elevation of intraocular pressure>20mmHg	1	1
Detachment of lenticle	0	1
Astigmatism>3D	2	0
Undercorrection>5D	6	0
Total	10	7

KM : Keratomileusis In Situ

LASIK : Laser Assisted In Situ Keratomileusis

막기 위하여 본체 각막절삭술(keratomileusis in situ)이 사용되어 왔다¹²⁾. 이러한 KM의 장점은 각막흔타이 비교적 적다는 데 있다.

LASIK은 엑시머레이저 각막절제술의 단점인 각막흔타이를 줄이고 정확도를 높이기 위하여 1990년 Pallikaris¹⁴⁻¹⁶⁾ 등에 의해 소개된 것으로 가장 최근에 개발된 근시교정술중의 하나이다.

KM은 엑시머레이저 각막절제술과 비교하여 수술 후 통증이나 염증의 가능성을 줄일 수 있고, Bowman's layer에 손상을 주지 않아 각막흔타이를 일으키지 않는 장점이 있으며, 또한 투명수정체 적출술과 비교하였을 때 안내염이나, 망막박리 등의 안내 합병증등의 부작용이 없는 장점이 있으나, 이차절제량이 정확치 않아 실제교정량의 오차가 많고 부정난시, 부족교정, 각막절편의 훼손, 분실이 있을 수 있는 단점이 있다. 이에 반해 LASIK은 고도근시 환자에서 보다 정확하게 절제할 수 있으며, 시력회복이 빠르고, 안정성이 높으며, 부정난시 및 부족교정이 적은 장점이 있으나, 각막내피세포의 손상가능성 및 중심부 융기(central island), 중심부 이탈(decentration)이 있을 수 있고, 숙련이 어려운 단점이 있다^{18,19)}.

KM은 본원에서 1993년부터 1995년까지 시행되었으며, 그 당시에 본원에서는 -15디옵터 미만의 환자에겐 엑시머레이저 각막절제술을 시술하였고, -15디옵터 이상의 환자에겐 KM을 시술하였다.

LASIK은 1995년 9월부터 본원에서 시술하기

시작하였으며, -10디옵터 미만의 환자에는 엑시머 레이저 각막절제술을 시술하였고, -10디옵터 이상의 환자에는 LASIK을 시술하였다. 또한 -23디옵터 이상의 환자에서는 투명수정체 적출술을 시술하였다.

따라서 본 연구에서는 KM 및 LASIK을 시술 받은 환자 중 수술 전 굴절력의 차이에 따른 수술 결과의 차이를 줄이기 위하여, -15디옵터에서 -23디옵터까지의 환자를 대상으로 비교하였다.

비교 결과, 수술 후 남은 구면렌즈대응치는 LASIK에서 KM보다 적어, 보다 예측치에 가까웠으며, 또한 표준편차도 적어, 보다 정확도가 높았다고 할 수 있다. 시력의 변화도 LASIK에서 KM보다 수술전 최대교정시력에 근접하였다.

KM 및 LASIK의 합병증으로는 난시, 경계면 이물¹⁵⁾, 각막절편의 세로주름¹⁶⁾, 과교정, 부족교정, 감염, 각막절편의 이탈 및 소실, 각막상피의 경계면내로의 함입¹⁷⁾, 전방천공¹⁸⁾ 등이 문헌에 보고되어 있다.

본 연구에서는 수술 후 합병증으로 일시적인 안압의 증가가 각각 한 예씩 있었으나 베타차단제 안약사용 후 호전되었으며, 각막절편의 이탈이 LASIK에서 한 예 있었으며, 수술당일 발견하여 절편과 본체를 이중연속복합하였고, 이 예에서 술 후 남은 구면렌즈 대응치가 -3.25디옵터로 가장 많이 남았다. KM에서 3디옵터 이상의 난시가 두 예에서 남아 수술 후 각각 17개월째와 18개월째에 방사상 각막절개술을 하였다. 각막상피의 경계면내로의 함입이 KM에서 1예, LASIK에서 5예 있었다. 5디옵터 이상의 부족교정은 KM에서만 6예 있었다.

LASIK은 엑시머레이저를 이용하여 각막조직을 제거함으로써 보다 정확한 양을 제거할 수 있고, 절제면이 부드러워 보다 나은 굴절량을 유지할 수 있다고 보고되어 있다. 또한 엑시머레이저 기계의 기종에 따라 보다 유동적인 절제구역을 가질 수 있는 장점이 있다¹³⁾.

본 연구에서는 -15디옵터에서 -23디옵터까지의 고도근시환자에서 KM 및 LASIK을 시행한 후 10개월 이상 장기 추적관찰한 결과, 술 후 시력 및 굴절이상에서 LASIK이 KM보다 좋은 결과

를 얻었다. 합병증에 있어서도 역시 LASIK은 KM에 비하여 부족교정 및 난시발생이 적었다. 이에 비하여 각막상피의 경계면 함입이 보다 많이 발생하였는데 이는 LASIK이 KM보다 이차절제의 직경이 커서 각막절편의 경계면과 가까웠기 때문이라고 생각된다.

따라서 본 연구결과 KM보다는 LASIK이 고도근시의 술 후 시력회복에 있어서 보다 우수한 방법이라고 생각한다.

REFERENCES

- 1) G. Smolin : *The Cornea*, 3rd Ed, Boston, Little, Brown and Company, 1994, pp. 673-680
- 2) Antonio Marinho, R. Eugenio : *LASIK for high myopia: One year experience. Supplement to ophthalmic surgery and lasers* 27:517-520, 1996.
- 3) Barraquer JI : *Queratomileusis para la correccion de la miopia. Arch Soc Amer Oftal Optom* 5:27-48, 1964.
- 4) Swinger CA, Barraquer JL : *Keratophakia and keratomileusis: clinical results. Ophthalmology* 88:709-715, 1981.
- 5) Barraquer J, Vitrieri E : *Results of myopic keratomileusis. J Refract Corneal Surg* 3:98-101, 1987.
- 6) Swinger CA, Barker BA : *Prospective evaluation of myopic keratomileusis. Ophthalmology* 91:785-792, 1989.
- 7) Barraquer C, Gutierrez AM, Espinosa A : *Myopic keratomileusis short term results. J Refract Corneal Surg* 5:307-313, 1989.
- 8) Joachim W, Andreas S, Friedrich H : *Accuracy of Corneal Lenticles produced for lamellar Refractive Corneal Surgery. Cornea* 14:235-242, 1995.
- 9) Hoffmann F, Harnisch JP : *Effects of freezing on the corneal stroma of the rabbit after keratophakia. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 8:215-243, 1981.
- 10) Friedlander FH, Werblin TP, Kaufman HE, Granet NS : *Clinical results of keratophakia and keratomileusis. Ophthalmology* 88:716-720, 1981.
- 11) Swinger CA, Krumeich J : *Cassiday D. Planar*

- lamellar refractive keratoplasty. J Refract Corneal Surg* 2:17-24, 1986.
- 12) Barraquer JI : *The history and evolution of keratomileusis. International ophthalmology clinics* 36:1-7, 1996.
- 13) Oscar Gris, JL Guell, Ana Muller : *Keratomileusis update. Journal of cataract and refractive surgery* 22:620-623, 1996.
- 14) Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Siganos DS, Tsilimbaris MK : *A Corneal flap technique for laser in situ keratomileusis. Human studies. Arch ophthalmol* 109:1699-1702, 1991.
- 15) Pallikaris I, Papatsanaki M, Stathi E, Frenschock O, Georgiadis A : *Laser in situ keratomileusis. Laser Sug Med* 10:463-468, 1990.
- 16) Pallikaris I, Siganos DS : *Excimer laser in situ keratomileusis (LASIK) versus photorefractive keratectomy for the correction of high myopia. J Refract Corneal Surg* 10:498-510, 1994.
- 17) I Kremer, M Blumenthal : *Myopic keratomileusis in situ combined with VISX 20/20 photorefractive keratectomy. Journal of Cataract and refractive surgery* 21:508-511, 1995.
- 18) HV Gimbel, S Basti, GB Kaye, M Ferenso-wicz : *Experience during the learning curve of laser in situ keratomileusis. Journal of cataract and refractive surgery* 22:542-550, 1996.
- 19) M Duplessie : *Surgical technique for laser-assisted in situ keratomileusis. International ophthalmology clinics* 36:45-51, 1996.