

선택적 레이저 섬유주성형술의 장기임상효과와 성공예측인자의 분석

Long-Term Outcomes and Predictive Factors for Success of Selective Laser Trabeculoplasty

이지영 · 이유경 · 문정일 · 박명희

Ji Young Lee, MD, You Kyung Lee, MD, Jung Il Moon, MD, PhD, Myoung Hee Park, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원 안과 및 시과학교실

Department of Ophthalmology and Visual Science, Yeouido St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To investigate long-term outcomes and predictive success factors for selective laser trabeculoplasty (SLT).

Methods: This retrospective chart review included 66 eyes of 66 glaucoma or ocular hypertension patients who underwent SLT between 2004 and 2011. All patients were followed-up for at least 2 years after the procedure. The intraocular pressure (IOP) was measured before the treatment, at postoperative 1 week, 1 month and every 3 months thereafter. Success was defined as an IOP decrease ≥ 3 mm Hg or $\geq 20\%$ of the pretreatment IOP. The success rate was determined based on the Kaplan-Meier survival analysis. The predictive success factors were analyzed using the Cox proportional hazard model.

Results: The mean follow-up period was 4.78 ± 1.98 (2-8) years. The mean pretreatment IOP was 23.79 ± 2.83 mm Hg. The mean IOP reduction was 6.64 ± 3.21 mm Hg. The success rates were 80%, 75%, 69%, 63%, 50%, 45%, and 42% after 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7 years, respectively. Only high pretreatment IOP was significantly correlated with success ($p = 0.044$).

Conclusions: SLT was an effective tool for lowering IOP in glaucoma patients. Higher pretreatment IOP was a predictive success factor.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(9):1347-1354

Key Words: Glaucoma, Intraocular pressure, Predictive factor, Selective laser trabeculoplasty (SLT), Success rate

녹내장은 특징적인 시신경 손상과 이에 따른 시야장애가 서서히 진행되는 시신경병증으로 녹내장의 병인은 아직 명확하게 밝혀져 있지 않으나 안압상승이 가장 중요한 위험 인자로 알려졌다.^{1,2} 녹내장 치료에 있어서 안압하강은 녹내장의 진행을 늦출 수 있는 유일한 방법으로 약물, 수술, 레이저 치료 등 여러 가지 방법이 연구되어 왔다.³ 1979년

Wise and Witter⁴가 개방각녹내장 환자에서 아르곤 레이저 섬유주성형술(Argon laser trabeculoplasty, ALT)을 시행하여 안압하강효과가 뚜렷함을 보고한 이후로, 레이저 치료에 대한 관심이 높아졌다. 1990년 Glaucoma Laser Trial Follow-up study에서는 7년간 추적 관찰한 결과, 초기 치료로 ALT가 효과적이고 안전함을 입증하였다.⁵ ALT는 섬유주를 광응고시켜 반흔이 형성되어 섬유주의 기계적 신장 및 설렘관의 확장으로 반흔 주변의 섬유주 내피세포의 침식 작용으로 섬유주 사이 공간이 넓어져 방수 유출률을 증가시키는 기전으로 안압을 하강시키는 것으로 알려졌다.^{6,9} 그러나 ALT는 시술 후 일시적인 안압상승, 주변홍채유착과 포도막염의 부작용이 발생할 수 있으며 조직학적으로 섬유주에 광범위한 응고성 손상과 염증, 반흔 형성을 일으켜서 재치료가 필요한 경우 안압하강 효과가 제한되는 단점이

■ Received: 2013. 12. 13. ■ Revised: 2014. 2. 11.

■ Accepted: 2014. 8. 20.

■ Address reprint requests to Myoung Hee Park, MD, PhD
Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea, Yeouido St. Mary's Hospital, #10 63-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-713, Korea
Tel: 82-2-3779-1243, Fax: 82-2-761-6869
E-mail: marypark@catholic.ac.kr

있다.⁸⁻¹³

Latina et al¹⁴은 섬유주 색소세포에만 선택적으로 작용하는 532 nm의 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser를 이용한 선택적 레이저 섬유주성형술(Selective Laser trabeculoplasty, SLT)을 소개하였다. SLT는 ALT와 달리 섬유주 색소세포에만 작용하여 섬유주 비색소세포와 다른 섬유주 구조물에 손상을 주지 않으며, 재치료가 가능하다는 장점이 있으며 ALT보다 합병증이 적게 나타난다. ALT와 SLT를 비교한 많은 연구들에서 SLT는 ALT와 동등하거나 더 우월한 안압하강 효과를 나타내었다.^{10,15-17} 또한 여러 연구들에서 개방각녹내장 및 고안압증의 초기 치료로 SLT의 안정성 및 유용성을 보고하였다.¹⁸⁻²⁰ 최근 SLT는 ALT를 대체하여 개방각 녹내장의 치료로 널리 쓰임에 따라 많은 연구에서 SLT 성공률에 대하여 보고하였는데 경과관찰기간이 상이하고 성공에 대한 정의가 연구마다 달라 결과의 차이가 크다.^{17,21-27} 대부분의 연구에서 6개월 이내의 단기간에는 안정적인 안압하강효과를 보였으나,^{14,16,21,26,28-30} 시간이 지남에 따라 안압하강효과가 감소하는 경향이 있었다.^{22,31,32} 최근에는 레이저 섬유주성형술의 성공예측인자 분석에 중점을 두고 있으나 추적관찰 기간이 짧고, 대상자 수가 적다는 제한점을 가지고 있다.^{25,30} 한국인 원발개방각녹내장을 대상으로 한 연구들에서 SLT의 장기 및 단기 안압하강효과가 우수한 것으로 발표되었다.³³⁻³⁷ 하지만 국내에서 성공예측인자에 대한 연구는 없었다. 이에 본 연구에서는 SLT를 시행 받은 녹내장 환자들을 대상으로 장기임상효과와 성공예측인자를 분석해 보고자 하였다.

대상과 방법

2004년부터 2011년까지 가톨릭대학교 여의도성모병원 안센터 녹내장클리닉에서 원발개방각녹내장, 거짓비늘녹내장 및 고안압증을 진단받고 SLT를 시행 받은 환자를 대상으로 의무기록 검토를 통한 후향적 연구를 시행하였다. 경과관찰 기간이 2년 미만인 경우는 제외하였다. SLT 시술 결과에 영향을 줄 수 있는 홍채염 및 포도막염이 있는 경우, 시술 전 전신 또는 점안 스테로이드제를 사용한 경우는 연구에서 제외하였다. 또한 이전에 녹내장 수술이나 망막 수술, 아르곤 레이저 섬유주성형술을 한 경우도 제외하였다.

SLT 시술은 한 명의 술자(J.M)에 의해 시행되었으며, 532 nm Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser (Coherent selecta 9000 (Selecta II), USA)를 이용하여 다음과 같은 방법으로 시행하였다. 0.5% proparacaine hydrochloride로 점안마취하고 Ritch 렌즈를 각막 위에 위치시킨 다음, 광선크기 400 μ m, 평균 에너지량 0.6-0.7 mJ, 노출시간 3 nsec로

레이저를 조사하였다. 레이저 조사 범위는 섬유주 180도 하방에 서로 겹치지 않도록 하여 약 50회 조사하였다. 시술 후에 이전에 점안 안압하강제를 사용하고 있던 환자의 경우에는 기존의 약물을 그대로 유지하였다. 모든 환자에서 시술 1시간 전, 시술 후 1주, 1 개월, 이후 3개월마다 추적 관찰하였고 Goldman 압평안압계로 안압을 측정하였다. 모든 대상자의 성별, 나이, 진단명, 기저안압, 당뇨, 고혈압, 녹내장 가족력, 시력, 굴절력, 수정체 상태, 전방각 상태, 섬유주 색소침착 상태(0-4), 이전 안구내 수술력, 시술 전후 사용하는 항녹내장약 개수 및 종류, 시야검사 결과(Mean deviation (MD), pattern standard deviation (PSD)), SLT 시술 시 사용한 광선의 조사횟수 및 총 조사량, 시술 후 항염증제 사용 여부를 의무기록에 의존하여 조사하였다. 기저안압은 녹내장을 처음으로 진단받을 당시 항녹내장약을 사용하지 않은 상태에서 가장 높게 측정된 안압으로 정의하였고, 술 전 안압은 SLT 시행하기 1시간 전에 측정한 안압으로 정의하였다. SLT의 성공을 시술 후 안압이 시술 전 안압보다 3 mmHg 이상 또는 20% 이상 감소한 경우로 정의하였다. 추적관찰 2년째에 성공군과 실패군으로 분류하여 이에 영향을 미치는 인자들에 대하여 분석하였다.

통계분석은 실패군과 성공군 간의 요인을 분석하기 위하여 연속형 변수 비교 시 independent *t*-test를 사용하였고, 범주형 변수 비교에는 chi-square test를 사용하였고 비모수적 방법으로 Mann-Whitney test를 이용하였다. 환자들의 추적관찰 기간이 상이하여 성공률을 추정하기 위하여 Kaplan-Meier 생존분석을 이용하였다. Cox proportional hazard model을 이용하여 SLT 성공예측인자를 분석하였다. 통계적 분석은 SPSS 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) 프로그램을 이용하여 시행하였으며, 통계적 유의성은 유의수준 0.05 미만($p < 0.05$)이면 유의하다고 판정하였다.

결 과

총 66명 66안이 선정되었으며, 남자는 42명(42안), 여자는 24명(24안)이었고 평균 연령은 55.45 ± 15.98 (30-86)세였다. 원발개방각녹내장이 57안(86.4%), 거짓비늘녹내장이 5안(7.6%), 고안압증이 4안(6.1%)이었다. 술 전 평균 안압은 23.79 ± 2.82 (14-38) mmHg, 술 전 사용한 평균 항녹내장약 개수는 3.6 ± 1.34 (0-5)개였고, 4안(6.1%)은 약물치료 경험이 없었고, 3안(4.5%)은 1개, 2안(3%)은 2개, 13안(19.7%)은 3개, 28안(42.4%)은 4개, 16안(24.2%)은 5개의 항녹내장약으로 치료 중이었다. 사용한 항녹내장약의 종류는 베타차단제가 59안, 알파작동제가 55안, 점안용 탄산탈수효소억제제가 57안, 경구용 탄산탈수효소억제제가 22안,

Table 1. Baseline characteristics

Factors	Values (n = 74)
Age (range)	55.45 ± 15.98 (30-86)
Sex	
Male (%)	42 (63.6)
Female (%)	24 (36.4)
Laterality	
OD (%)	33 (50.0)
OS (%)	33 (50.0)
Diagnosis	
POAG (%)	57 (86.42)
PXG (%)	5 (7.62)
OHT (%)	4 (6.08)
Lens status	
Phakic (%)	51 (77.26)
Pseudophakic (%)	15 (22.73)
Family history of glaucoma (yes/no)	6/66
Hypertension (yes/no)	15/66
Diabetes (yes/no)	7/66
MD, median (range) (dB)	-9.43 (-32.45 ~ 0.65)
PSD, median (range) (dB)	4.53 (0.12-14.45)
Pretreatment IOP (range) (mm Hg)	23.79 ± 2.83 (14-38)
Baseline IOP (range) (mm Hg)	25.41 ± 4.96 (13-36)
Number of medications before SLT (range)	3.61 ± 1.35 (0-5)
Average pigmentation (range)	0.216 ± 0.55 (0-4)

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.
 POAG = primary open angle glaucoma; PXG = pseudoexfoliation glaucoma; OHT = ocular hypertension; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; IOP = intraocular pressure; SLT = selective laser trabeculoplasty.

Table 2. Laser parameters

Factors	Values
Number of spots per eye	51.27 ± 5.94
Total dose per eye (mJ)	39.49 ± 6.57
Postoperative medication	
Fluorometholone (%)	42 (63.58)
None (%)	24 (36.42)

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

Table 3. Mean IOP and change in pressure (mm Hg) from pre IOP

	Number of eyes	Mean IOP ± SD (mm Hg)	Mean IOP reduction (mm Hg) (%)	p-value*
PreIOP	66	23.79 ± 2.83	-	-
1 week	66	17.36 ± 4.12	6.43 (27.1)	<0.001
1 month	66	17.34 ± 4.33	6.45 (27.0)	<0.001
3 months	66	17.59 ± 3.19	6.2 (26.1)	<0.001
6 months	54	17.51 ± 3.02	6.28 (26.1)	<0.001
1 year	46	16.72 ± 2.57	7.07 (29.5)	<0.001
2 years	40	17.01 ± 2.77	6.78 (28.5)	<0.001
3 years	30	17.19 ± 3.11	6.6 (27.7)	<0.001
4 years	27	17.78 ± 3.37	6.01 (25.3)	<0.001
5 years	18	17.75 ± 2.96	6.04 (25.4)	<0.001
6 years	9	17.68 ± 2.12	6.11 (25.7)	<0.001
7 years	5	18.16 ± 3.70	5.63 (23.6)	<0.001

IOP = intraocular pressure; SD = standard deviation.

*Repeated measures ANOVA for paired data.

프로스타글란딘 제제가 58안, 축동제가 1안이었다. 시야 검사 결과 술 전 MD의 중앙값(범위)은 -9.34 (-32.45~0.65) dB이었고, 술 전 PSD의 중앙값(범위)은 4.53 (0.12-14.45) dB이었다(Table 1). 레이저 섬유주성형술 시행 시 평균 레이저 조사횟수는 56.09 ± 10.5회였고, 평균 조사량은 40.14 ± 9.40 mJ이었다. 술 후 항염증제를 사용한 경우는 45안 (60.8%)이었고, 사용하지 않은 경우는 29안(39.2%)이었다 (Table 2).

평균 추적관찰 기간은 4.78 ± 1.98 (2-8)년이었으며 시술 후 1주째 17.36 ± 4.12 mmHg로 27.1%의 안압감소를 보였고, 1개월째 17.34 ± 4.33 mmHg (27.0%), 3개월째 17.59 ± 3.19 mmHg (26.1%), 6개월째 17.51 ± 3.02 mmHg (26.1%), 1년째 16.72 ± 2.57 mmHg (29.5%), 2년째 17.01 ± 2.77 mmHg (28.5%)였으며 이후 7년째까지 지속적인 안압하강 효과를 보였으나 안압하강 정도가 시간이 지남에 따라 감

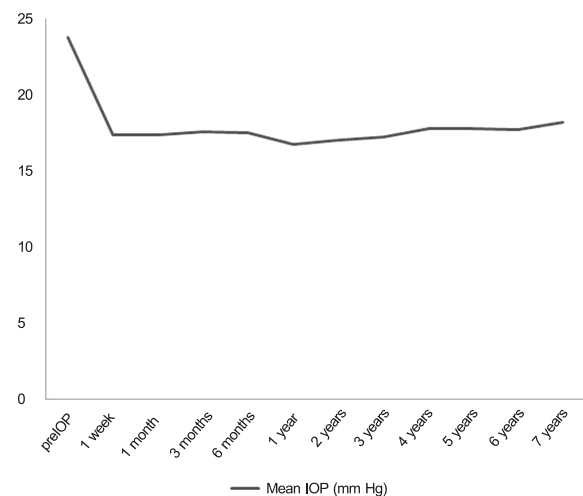


Figure 1. Mean IOP changes during follow-up. IOP = intraocular pressure.

소하는 경향을 보였다(Table 3, Fig. 1, 2). Kaplan-Meier 생존분석 결과 SLT 성공률은 1년째 80%, 2년째 75%, 3년째 69%, 4년째 63%, 5년째 50%, 6년째 45%, 7년째 42%였다(Fig. 3).

술 후 2년째에 성공군은 43안, 실패군은 23안이였다(Table 4). 두 군 간의 변수를 비교한 결과 성공군에서 기저안압과 술 전 안압이 26.20 ± 4.56 , 25.38 ± 2.68 mmHg, 실패군에서는 23.91 ± 5.39 , 20.52 ± 2.61 mmHg로 기저안압과 술 전 안압이 성공군에서 높은 것으로 나타났으나 기저안압은 통계학적으로는 유의한 차이가 없었던 반면($p=0.073$), 술 전 안압은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.019$).

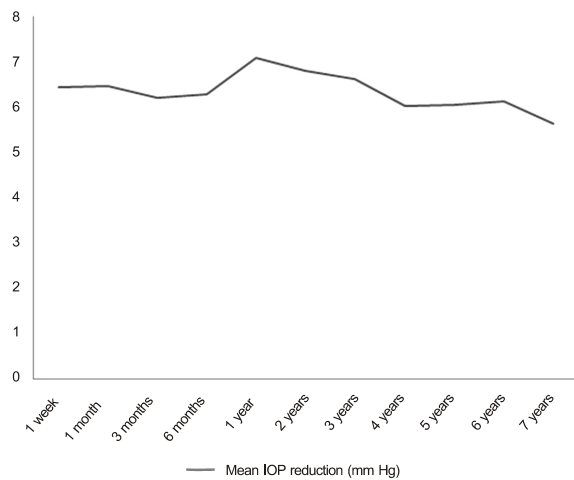


Figure 2. Mean IOP reduction during follow-up. IOP = intraocular pressure.

술 전 사용한 항녹내장약 개수는 성공군에서 3.39 ± 1.53 (0-4)개, 실패군에서 4.0 ± 0.8 (0-5)개로 실패군에서 성공군보다 술 전에 사용한 항녹내장약 개수가 많았으나 통계학적으로는 유의한 차이가 없었으며($p=0.082$), 나이는 성공군에서 54.67 ± 12.64 (39-86)세, 실패군에서 50.74 ± 9.31 (30-74)세로 실패군의 연령이 더 낮았으나 역시 통계학적으로 유의하지는 않았다($p=0.075$). 그 외에 녹내장 종류($p=0.742$), 고혈압($p=0.257$), 당뇨($p=0.461$), 녹내장의 가족력($p=0.686$), 섬유주 색소침착정도($p=0.65$), 총 에너지량($p=0.438$), 술 후

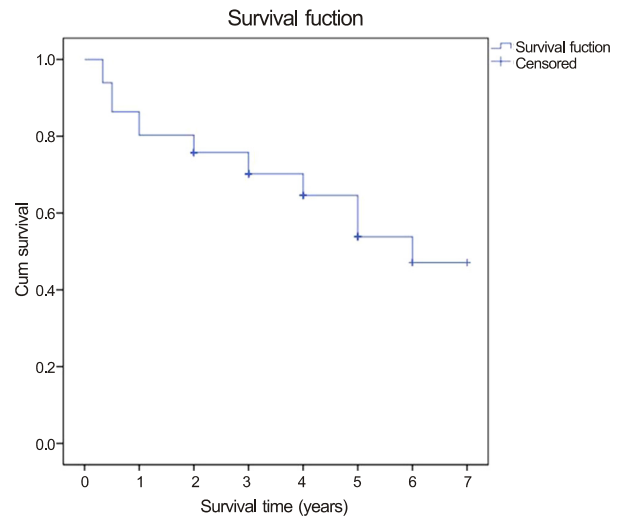


Figure 3. Kaplan-Meier survival analysis. The success rate was 82%, 78%, 71%, 64%, 59%, 53%, 43% after 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 years.

Table 4. Comparison of the success group and failure group at 2 years

Factors	Success group (n = 43)	Failure group (n = 23)	p-value
Age (range)	54.67 ± 12.64 (39-86)	50.74 ± 9.31 (30-74)	0.075*
Diagnosis			
POAG	36	21	0.742†
PXG	4	1	
OHT	3	1	
Family history of glaucoma (%)	4 (9.3)	2 (8.7)	0.686†
Hypertension (%)	9 (20.9)	6 (26.2)	0.257†
Diabetes (%)	5 (10.3)	3 (13.0)	0.461†
MD, median (range) (dB)	-12.02 (-32.04 ~ 0.59)	-8.55 (-32.45 ~ 0.65)	0.643‡
PSD, median (range) (dB)	5.12 (1.02-12.18)	4.86 (0.12-14.69)	0.578‡
Baseline IOP (range) (mm Hg)	26.20 ± 4.56 (18-38)	23.91 ± 5.39 (14-36)	0.073*
Pretreatment IOP (range) (mm Hg)	25.38 ± 2.68 (17-36)	20.52 ± 2.61 (13-31)	0.019*
Number of medications before SLT (range)	3.39 ± 1.53 (0-4)	4.0 ± 0.80 (0-5)	0.082*
TM pigmentation (range)	0.17 ± 0.59 (0-2)	0.27 ± 0.51 (0-2)	0.650*
Total energy (mJ)	39.03 ± 6.68	40.35 ± 6.42	0.438*
Use of anti-inflammatory medication (%)	26 (60.5)	16 (69.6)	0.248†

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

POAG = primary open angle glaucoma; PXG = pseudoexfoliation glaucoma; OHT = ocular hypertension; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; IOP = intraocular pressure; SLT = selective laser trabeculoplasty; TM = trabecular meshwork.

*Independent t-test; †Chi-square test; ‡Man-Whitney test.

Table 5. Predictive factors associated with survival time for SLT

Covariates	Hazard ratio	95% CI	p-value*
Age	0.971	0.936-1.005	0.093
Pretreatment IOP	0.838	0.739-0.936	0.044
Baseline IOP	0.953	0.781-1.125	0.335
Number of medications before SLT	1.361	0.943-1.779	0.149

SLT = selective laser trabeculoplasty; CI = confidence interval; IOP = intraocular pressure.

*Cox proportional regression model.

항염증제 사용 여부($p=0.248$)도 유의한 차이가 없었다(Table 4).

Table 5는 Cox proportional hazard model을 이용하여 성공군과 실패군의 평균비교에서 $p<0.1$ 인 변수들의 위험도(Hazard ratio, HR)를 산출하였고, 그 결과 술 전 안압의 HR 0.838 (95% CI [confidence interval 0.739-0.936])이었으며 $p=0.044$ 로 술 전 안압과 생존시간이 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 나이($p=0.093$), 기저안압($p=0.335$), 술 전 사용한 항녹내장약 개수($p=0.149$)는 관련성이 없었다.

고 찰

녹내장의 치료는 안압을 낮추는 것이 녹내장성 시신경 손상의 진행을 막는 유일한 방법이다. SLT는 안압을 낮추는 치료로 효과적이며 ALT보다 합병증이 적고 안전한 방법으로 널리 받아들여지고 있다. SLT의 단기 및 장기 안압하강 효과에 대한 다양한 보고가 있다. Lai et al³⁸은 중국인 원발개방각녹내장 및 고안압증 환자 32명을 대상으로 한 연구에서 SLT를 시행한 군의 5년간 평균 안압하강이 8.6 ± 6.7 mmHg (32.1%)로 안약을 사용한 군과 동등한 안압하강 효과가 있음을 발표하였다. Damji et al¹⁵은 SLT를 시행 후 1년째 안압하강률을 24.6%로 보고하였으며, Zaninetti and Ravinet³²은 17.2% (3.3 mmHg)로 보고하였다. Abdelrahman and Eltanamly³⁹는 이집트인 원발개방각녹내장 환자 106안을 대상으로 시행한 연구에서 SLT가 녹내장의 초기치료 및 약물보조치료로 효과적임을 보고하였다. 국내에서는 Kim et al³⁴은 SLT 시술 1개월 후에 5.9 ± 3.7 mmHg (27.7%), 3개월 후에는 6.4 ± 3.7 mmHg (30.2%), 6개월 후에는 5.4 ± 4.7 mmHg (22.9%)로 우수한 안압하강 효과가 있음을 보고하였고, Lee et al⁴⁰은 최대약물요법에도 안압이 조절되지 않는 스테로이드 유발 고안압증 환자에서 SLT가 유용함을 보고하였다. Suhk and Kook³⁶이 12명 15안을 대상으로 섬유주 하부 180도에 SLT를 시행한 연구에서 3년째까지 24.6%의 안압하강 효과가 유지됨을 보여 SLT가 장기적으로 유용한 치료임을 보였다. 이 연구는 국내에서 가장 오랫동안 추적관찰을 한 연구이지만 대상자 수가 15안으로 적은 제한점이 있다. 본 연구에서는 66명의 환자를 대상으로

평균 4.78 (2-8)년 추적관찰한 결과로 안압하강률은 1년째 29.51%, 2년째에 28.48%, 3년째에 27.73%, 4년째에 25.25%, 5년째에 25.37%, 6년째에 25.67%, 7년째에 23.65%로 기존 연구와 유사한 우수한 안압하강 효과를 나타내었으며 시간이 경과함에 따라 안압하강 효과가 감소하는 경향을 보이거나 대체로 안정적으로 유지되었다.

SLT 성공률 역시 기존의 연구에서 다양하게 보고되었다. Ayala and Chen⁴¹은 SLT 후 추적기간 동안 추가적인 치료가 필요 없었던 경우를 성공으로 정의하여 1년째 성공률 62%, 2년째, 3년째, 4년째는 34%, 28%, 24%로 장기적으로 낮은 성공률을 보고하였고, Weinand and Althen²²은 동일한 정의를 사용하여 1년째 성공률 60%, 2년째, 3년째, 4년째에는 53%, 44%, 44%로 보고하였고, Gracner et al⁴²은 SLT 후 술 전 안압의 20% 이상 하강한 경우를 성공으로 정의하여 1년째 성공률 88%, 7년째 성공률 48%로 장기적으로 우수한 성공률을 보고하였다. 본 연구에서도 SLT 성공을 술 전보다 3 mmHg나 20% 이상 안압이 감소한 경우로 정의하여 분석한 결과 1년째 80%, 2년째 75%, 3년째 69%, 4년째 63%, 5년째 50%, 6년째 45%, 7년째 42%였다. 각 연구의 성공률은 인종, 연령, 녹내장 진행 정도 등 연구 대상자의 특성에 따라 달라질 수 있으며, SLT 시술 방법과 술자의 숙련도에 따라 서로 달라질 수 있다. 또한 연구마다 성공의 정의가 달랐는데 성공의 정의에 따라 서로 영향을 받게 된다.

이전 연구들에서 SLT의 성공예측인자에 대한 다양한 보고가 있었다. 본 연구에서는 Cox proportional hazard model을 이용하여 분석한 결과 높은 술 전 안압만이 생존시간과 통계적으로 유의한 상관관계를 보였고 나이, 기저안압, 술 전 사용한 항녹내장약 개수는 관련이 없었다 Ayala and Chen⁴¹은 높은 술 전 안압과 연령, 사용된 레이저양이 성공예측인자라고 하였고, Hodge et al²⁵은 1년째, Martow et al⁴³은 3개월과 6개월째 술 후 안압이 술 전 안압보다 20% 이상 하강한 경우를 성공으로 정의하여 높은 술 전 안압을 성공예측인자로 보고하였다. Gracner et al⁴²은 높은 술 전 안압은 양의 상관관계가, 섬유주 색소침착과 당뇨는 음의 상관관계가 있음을 발표하였다. 이 연구들에서 높은 술 전 안압이 성공률과 상관관계를 보이는 것은 본 연구와 일치하

는 결과였으나 다른 연구에서는 상반되는 결과를 보였다. Kano et al²¹은 낮은 술 전 안압이 SLT 성공의 예측인자라고 보고하였고, Odberg and Sandvik⁴⁴은 높은 술 전 안압과 중증도 이상의 섬유주 색소침착, 술 전 시야결손의 존재가 ALT 실패의 예측인자라고 보고하였다. 대부분의 연구에서 성별, 이전 수술력, 술 전 사용한 안압하강제의 종류 및 개수는 연관이 없는 것으로 나타났는데 본 연구와 일치하는 결과였다.^{21,25,41-47} 그러나 성공군이 실패군에 비해 비교적 높은 연령대의 환자가 많았고, 평균 기저안압이 상대적으로 높았으며, 수술 전 사용하고 있던 안압하강제의 개수가 더 많은 편이었고, 비록 이러한 차이가 통계적으로 유의하지는 않았지만 임상적으로는 상당한 차이를 나타내는 범위였다고 판단된다(Table 4). 성공예측인자에 대한 여러 연구들에서 다른 결과를 보인 것은 성공률 분석과 마찬가지로 연구 대상자의 특성뿐만 아니라 성공의 정의에 의해서도 영향을 받게 된다. 성공을 안압하강의 정도만으로 정의한 경우, 술 전 안압이 높을수록 시술 후 안압이 더 많이 하강할 수 있어 성공으로 분류되기 쉽다. 추가치료 여부를 성공의 정의로 한 경우 충분한 안압하강을 보여도 술자가 더 많은 안압하강을 원할 경우 추가치료를 하게 되어 안압하강 효과가 높아도 실패로 분류될 수 있다. 이러한 이유에서 성공률 및 성공예측인자 분석을 위해서는 연구들 간에 SLT 성공의 정의에 대한 일치가 필요할 것으로 생각한다.

SLT의 기전은 생화학적 기전으로 SLT로 인한 국소 염증반응으로 섬유주로 대식세포가 유입되어 섬유주 내피세포를 지지하고 있는 세포외기질을 재구성하고 방수 유출로를 막고 있는 잔해들을 청소하여 방수 유출률을 증가시켜 안압을 낮추는 것으로 알려졌다.⁴⁸ 따라서 항염증제를 사용하여 시술 후 염증반응을 억제하면 안압하강 효과가 떨어질 것으로 생각하였으나 결과는 그렇지 않았다. Realini et al⁴⁶은 SLT 시술 후 스테로이드제의 사용이 안압하강 효과를 떨어뜨리지 않는다고 발표하였다. 본 연구에서도 항염증제 사용 여부와 SLT의 성공과는 관련이 없었다. SLT의 안압하강 기전으로 국소 염증반응 외에도 다른 기계적, 세포학적 기전들이 관련 있기 때문으로 생각한다.

본 연구에서 장기적으로 SLT는 우수한 안압하강 효과를 보였다. 따라서 치료에 불응하는 녹내장이나 수술적 치료를 지연시키길 원하는 경우, 항녹내장약을 사용할 수 없는 경우에 안압을 낮추는 치료로 효과적으로 사용할 수 있는 방법으로 생각한다. 다만, 높은 술 전 안압만이 SLT의 성공과 유의한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났으므로, SLT를 시행하는 경우 술 전 안압이 낮을 경우 SLT에 의한 안압하강 효과가 낮거나 없을 가능성을 염두에 두어야 할 것으로 보인다.

본 연구는 비교적 많은 환자를 대상으로 장기간 추적 관찰한 연구로 한국인에서 최초로 SLT의 장기임상성적 및 성공예측인자를 분석하였다. 그러나 후향적으로 의무기록에 의존하여 분석한 결과라는 제한점이 있으며, 5년까지 장기 추적 관찰이 가능하였던 경우는 18안으로 정확한 장기예후 분석을 위해서는 좀 더 많은 대상자가 필요할 것으로 생각한다. 따라서 향후 많은 환자를 대상으로 한 전향적인 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- 1) Van Buskirk EM, Cioffi GA. Glaucomatous optic neuropathy. *Am J Ophthalmol* 1992;113:447-52.
- 2) Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120:701-13; discussion 829-30.
- 3) Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2002;120:1268-79.
- 4) Wise JB, Witter SL. Argon laser therapy for open-angle glaucoma. A pilot study. *Arch Ophthalmol* 1979;97:319-22.
- 5) The Glaucoma Laser Trial (GLT) and glaucoma laser trial follow-up study: 7. Results. Glaucoma Laser Trial Research Group. *Am J Ophthalmol* 1995;120:718-31.
- 6) Brubaker RF, Liesegang TJ. Effect of trabecular photocoagulation on the aqueous humor dynamics of the human eye. *Am J Ophthalmol* 1983;96:139-47.
- 7) Melamed S, Pei J, Epstein DL. Delayed response to argon laser trabeculoplasty in monkeys. Morphological and morphometric analysis. *Arch Ophthalmol* 1986;104:1078-83.
- 8) Van Buskirk EM. Pathophysiology of laser trabeculoplasty. *Surv Ophthalmol* 1989;33:264-72.
- 9) Van Buskirk EM, Pond V, Rosenquist RC, Acott TS. Argon laser trabeculoplasty. Studies of mechanism of action. *Ophthalmology* 1984;91:1005-10.
- 10) Kramer TR, Noecker RJ. Comparison of the morphologic changes after selective laser trabeculoplasty and argon laser trabeculoplasty in human eye bank eyes. *Ophthalmology* 2001;108:773-9.
- 11) Pham H, Mansberger S, Brandt JD, et al. Argon laser trabeculoplasty versus selective laser trabeculoplasty. *Surv Ophthalmol* 2008;53:641-6.
- 12) Feldman RM, Katz LJ, Spaeth GL, et al. Long-term efficacy of repeat argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmology* 1991;98:1061-5.
- 13) Fink AI, Jordan AJ, Lao PN, Fong DA. Therapeutic limitations of argon laser trabeculoplasty. *Br J Ophthalmol* 1988;72:263-9.
- 14) Latina MA, Sibayan SA, Shin DH, et al. Q-switched 532-nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (selective laser trabeculoplasty): a multicenter, pilot, clinical study. *Ophthalmology* 1998;105:2082-8; discussion 2089-90.
- 15) Damji KF, Bovell AM, Hodge WG, et al. Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty: results from a 1-year randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol* 2006;90:1490-4.
- 16) Damji KF, Shah KC, Rock WJ, et al. Selective laser trabeculo-

- plasty v argon laser trabeculoplasty: a prospective randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol* 1999;83:718-22.
- 17) Juzych MS, Chopra V, Banitt MR, et al. Comparison of long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 2004;111:1853-9.
- 18) Melamed S, Ben Simon GJ, Levkovitch-Verbin H. Selective laser trabeculoplasty as primary treatment for open-angle glaucoma: a prospective, nonrandomized pilot study. *Arch Ophthalmol* 2003;121:957-60.
- 19) McIlraith I, Strasfeld M, Colev G, Hutnik CM. Selective laser trabeculoplasty as initial and adjunctive treatment for open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2006;15:124-30.
- 20) Katz LJ, Steinmann WC, Kabir A, et al. Selective laser trabeculoplasty versus medical therapy as initial treatment of glaucoma: a prospective, randomized trial. *J Glaucoma* 2012;21:460-8.
- 21) Kano K, Kuwayama Y, Mizoue S, Ito N. [Clinical results of selective laser trabeculoplasty]. *Nihon Ganka Gakkai Zasshi* 1999;103:612-6.
- 22) Weinand FS, Althen F. Long-term clinical results of selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2006;16:100-4.
- 23) Gracner T, Pahor D, Gracner B. [Efficacy of selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open-angle glaucoma]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2003;220:848-52.
- 24) Cvenkel B. One-year follow-up of selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma. *Ophthalmologica* 2004;218:20-5.
- 25) Hodge WG, Damji KF, Rock W, et al. Baseline IOP predicts selective laser trabeculoplasty success at 1 year post-treatment: results from a randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol* 2005;89:1157-60.
- 26) Chen E, Golchin S, Blomdahl S. A comparison between 90 degrees and 180 degrees selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma* 2004;13:62-5.
- 27) Song J, Lee PP, Epstein DL, et al. High failure rate associated with 180 degrees selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma* 2005;14:400-8.
- 28) Latina MA, Tumbocon JA. Selective laser trabeculoplasty: a new treatment option for open angle glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2002;13:94-6.
- 29) Kajiya S, Hayakawa K, Sawaguchi S. Clinical Results of Selective Laser Trabeculoplasty. *Jpn J Ophthalmol* 2000;44:574-5.
- 30) Johnson PB, Katz LJ, Rhee DJ. Selective laser trabeculoplasty: predictive value of early intraocular pressure measurements for success at 3 months. *Br J Ophthalmol* 2006;90:741-3.
- 31) Cvenkel B, Hvala A, Drnovsek-Olup B, Gale N. Acute ultrastructural changes of the trabecular meshwork after selective laser trabeculoplasty and low power argon laser trabeculoplasty. *Lasers Surg Med* 2003;33:204-8.
- 32) Zaninetti M, Ravinet E. [Two-year outcomes of selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma and ocular hypertension]. *J Fr Ophthalmol* 2008;31:981-6.
- 33) Lee HS, Baek NH, Moon JI. Comparison of short-term outcomes of argon laser versus selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:2004-9.
- 34) Kim JS, Lee YG, Hong YJ. Q-switched, frequency doubled Nd:YAG laser trabeculoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 1999;40:2591-6.
- 35) Jang YS, Kim JM, Lim TH, et al. Comparison of 180° and 360° selective laser trabeculoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:291-6.
- 36) Suhk HJ, Kook MS. Three year follow up of laser trabeculoplasty using Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:93-9.
- 37) Moon SJ, Choi ES, Park JI, Lee KH. Two-year follow-up of selective laser trabeculoplasty as initial and adjunctive treatment for ocular hypertension and open Angle glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:974-80.
- 38) Lai JS, Chua JK, Tham CC, Lam DS. Five-year follow up of selective laser trabeculoplasty in Chinese eyes. *Clin Experiment Ophthalmol* 2004;32:368-72.
- 39) Abdelrahman AM, Eltanamly RM. Selective laser trabeculoplasty in Egyptian patients with primary open-angle glaucoma. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2012;19:299-303.
- 40) Lee JH, Seong MC, Cho HY, Lee YJ. The effectiveness of selective laser trabeculoplasty in steroid-induced ocular hypertension. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:876-80.
- 41) Ayala M, Chen E. Long-Term Outcomes of Selective Laser Trabeculoplasty (SLT) Treatment. *Open Ophthalmol J* 2011;5:32-4.
- 42) Gracner T, Naji M, Hudovernik M, et al. [Predictive factors of successful selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2007;224:922-6.
- 43) Martow E, Hutnik CM, Mao A. SLT and adjunctive medical therapy: a prediction rule analysis. *J Glaucoma* 2011;20:266-70.
- 44) Odberg T, Sandvik L. The medium and long-term efficacy of primary argon laser trabeculoplasty in avoiding topical medication in open angle glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand* 1999;77:176-81.
- 45) Ayala M, Landau Högbeck I, Chen E. Inflammation assessment after selective laser trabeculoplasty (SLT) treatment. *Acta Ophthalmol* 2011;89:e306-9.
- 46) Realini T, Charlton J, Hettlinger M. The impact of anti-inflammatory therapy on intraocular pressure reduction following selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2010;41:100-3.
- 47) Scherer WJ. Effect of topical prostaglandin analog use on outcome following selective laser trabeculoplasty. *J Ocul Pharmacol Ther* 2007;23:503-12.
- 48) Latina MA, de Leon JM. Selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmol Clin North Am* 2005;18:409-19, vi.

= 국문초록 =

선택적 레이저 섬유주성형술의 장기임상효과와 성공예측인자의 분석

목적: 선택적 레이저 섬유주성형술(Selective laser trabeculoplasty, SLT)의 장기임상효과 및 성공예측인자를 분석하고자 하였다.

대상과 방법: 2004년부터 2011년까지 SLT를 시행 받고 2년 이상 추적 관찰한 녹내장 및 고안압증 환자 66명 66안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 대상 환자는 시술 1시간 전, 시술 후 1주, 1개월, 이후 3개월마다 안압을 측정하였다. SLT의 성공을 시술 후 시술 전 안압보다 3 mmHg 이상 또는 20% 이상 감소한 경우로 정의하였다. Kaplan-Meier 생존분석을 이용하여 성공률을 산출하였고 Cox proportional hazard model을 이용하여 성공예측인자를 분석하였다.

결과: 평균 추적관찰 기간은 4.78 ± 1.98 (2-8)년이었으며 술 전 평균 안압은 23.79 ± 2.83 mmHg, 추적관찰 기간 동안 평균 안압하강은 6.64 ± 3.21 mmHg였다. SLT 성공률은 1년째 80%, 2년째 75%, 3년째 69%, 4년째 63%, 5년째 50%, 6년째 45%, 7년째 42%였다. 높은 술 전 안압만이 SLT성공과 통계학적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다($p=0.044$).

결론: SLT는 녹내장 환자에서 장기적으로 안압을 하강시킬 수 있는 효과적인 치료방법이며 술 전 안압이 높을수록 SLT의 성공률이 높았다.

〈대한안과학회지 2014;55(9):1347-1354〉
