

약물로 조절되지 않는 개방각녹내장에서 선택적레이저섬유주성형술의 효용성

The Effectiveness of Selective Laser Trabeculoplasty in Patients with Medically Uncontrolled Open-angle Glaucoma

박혜원^{1,2} · 한승수^{1,2,3} · 박종운²

Hye Won Park, MD^{1,2}, Seung Soo Han, MD, MPH^{1,2,3}, Jong Woon Park, MD²

연세대학교 의과대학 안과학교실 시기능개발 연구소¹, 국민건강보험 일산병원 안과², 전라남도 순천의료원 안과³

The Institute of Vision Research, Department of Ophthalmology, Yonsei University College of Medicine¹, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, National Health Insurance Service Ilsan Hospital², Goyang, Korea

Department of Ophthalmology, Suncheon Medical Center³, Suncheon, Korea

Purpose: To determine the effect of intraocular pressure (IOP) reduction of selective laser trabeculoplasty (SLT) on medically uncontrolled open-angle glaucoma (OAG) and the factors associated with the treatment result.

Methods: Forty-seven eyes of 47 OAG patients were enrolled for 180° SLT or 360° SLT, all under maximal tolerated medical therapy and with IOP above their target pressure. All patients were followed-up for at least 1 year after the procedure. Treatment success was defined as IOP reduction $\geq 20\%$ from baseline at 12 months after SLT treatment without additional anti-glaucomatous intervention.

Results: The treatment success rate was 65.96%. Baseline IOP was 23.84 ± 4.52 mmHg in the success group and 21.44 ± 2.97 mmHg in the failure group ($p = 0.035$). Significant mean IOP reduction was observed at 6, 9, and 12 month follow-ups ($p = 0.001$ at 6 months; 0.041 at 9 months, and <0.001 at 12 months). The success rate did not vary significantly by sex ($p = 0.362$), age ($p = 0.081$), history of cataract surgery ($p = 0.470$), number of medications ($p = 0.857$), duration of medication ($p = 0.613$), or angular degree of SLT treatment (180° vs. 360°) ($p = 0.137$). There was a positive correlation between mean baseline IOP and mean reduction of IOP from baseline in the success group ($p < 0.001$, $r = 0.861$), while there was no such correlation in the failure group ($p = 0.272$, $r = -0.291$).

Conclusions: SLT was an effective treatment for IOP reduction until 12 months in medically uncontrolled OAG patients. A greater amount of IOP reduction is expected in patients with higher baseline IOP in the success group.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(7):828-835

Keywords: Intraocular pressure (IOP), Maximal tolerated medical therapy (MTMT), Selective laser trabeculoplasty (SLT), Uncontrolled glaucoma

■ Received: 2017. 1. 12.

■ Revised: 2017. 4. 24.

■ Accepted: 2017. 6. 16.

■ Address reprint requests to **Jong Woon Park, MD**
Department of Ophthalmology, National Health Insurance
Service Ilsan Hospital, #100 Ilsan-ro, Ilsandong-gu, Goyang
10444, Korea
Tel: 82-31-900-0590, Fax: 82-31-900-0049
E-mail: unij143@naver.com

* This study was presented as an e-poster at the 116th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2016.

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

SLT는 1995년 Latina and Park¹에 의해 소개된 이후로 녹내장 환자에서 1차 치료 방법으로, 약물 치료를 대체하거나 부가적인 치료로서 그 효용성에 대하여 여러 저자들에 의해 보고된 바 있다.^{2,4} 연구에 따라 레이저의 성공률에 차이를 보이는 것은 하나 일반적으로 SLT는 합병증이 낮은 안전한 시술로 보고되었다.^{5,6} SLT는 개방각녹내장 환자에서 532 nm의 frequency-doubled, Q-switched neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) laser를 사용하여

© 2017 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

선택적으로 섬유주 색소세포를 자극하여 방수유출을 향상시키는 것으로 알려져 있다.^{7,8}

한국인에서 개방각녹내장을 대상으로 SLT의 효용성에 대한 연구는 장·단기 안압하강효과,⁹ 아르곤레이저섬유주성형술과 비교,¹⁰ 백내장 수술 여부에 따른 안압하강효과 비교,¹¹ 조사 방법 간 조사 위치에 따른 효과,^{12,13} 성공예측 인자의 분석¹⁴ 등에 대한 연구가 있다. 그러나 한국인에서 약물로 조절되지 않는 개방각녹내장 환자만을 대상으로 SLT의 안압하강 효과 및 이와 관련된 인자에 대해서는 지금까지 보고된 바 없다. 본 연구에서는 최대한의 약물치료를 하였음에도 불구하고 안압이 조절되지 않아 목표안압에 도달하지 못하는 개방각녹내장 환자를 대상으로 SLT의 효용성과 안정성에 대해 알아보고, 치료 결과에 영향을 미치는 인자들을 분석하고자 한다.

대상과 방법

2011년 1월부터 2013년 6월까지 본원 안과에 내원하여 개방각녹내장으로 진단 받은 후 단일 술자에게 한 번의 SLT를 시행 받은 47명 47안의 의무기록을 후향적으로 검토하였다. 18세 이상의 성인 환자 중 최대한의 항녹내장 약물 치료에도 불구하고 목표안압(기저 안압에서 3 mmHg 이상 안압이 하강하거나 20% 이상 감소)에 도달하지 못한 개방각녹내장 환자만을 대상으로 하였다. 선천녹내장, 폐쇄각녹내장, 녹내장 관련 수술이나 레이저 시술 과거력이 있는 경우, 치료를 요할 정도로 안내 염증이 심한 경우, 전신 또는 점안 스테로이드를 사용 중인 경우, 최근 6개월 이내 수술을 받은 경우, 1년 이상 경과 관찰이 불가능하였던 경우는 제외하였다. 레이저 시행 후 추가적인 레이저섬유주성형술 또는 안압하강 수술을 받은 경우는 성공에서 제외하였다. 본 연구는 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였으며 국민건강보험 일산병원 임상연구윤리위원회(Institutional review board, IRB)의 승인을 얻었다(IRB: 2016-08-010-002).

개방각녹내장은 골드만압평안압계로 3회 이상 측정된 평균 안압이 21 mmHg 이상, 시신경유두함몰비가 0.6 이상, Humphrey 30-2 시야검사상 녹내장의 특징적인 시야결손이 관찰되며 전방각경검사상 전방각이 개방되어 있는 경우로 정의하였다.¹¹ 녹내장성 시야결손은 Humphrey 30-2 glaucomatous hemifield test에서 궁상압점, 중심부근압점, 비측계단이 나타나거나 비에를 영역에 10 decibel (dB) 이상의 감도 저하가 연결된 2점 이상 혹은 5 dB 이상의 감도 저하가 연결된 3점 이상, 비측에 연결된 2점 이상에서 수평 경선을 경계로 10 dB 이상의 감도 차이를 보이는 경우로 정

의하였다.^{15,16} 골드만압평안압계로 레이저 시술 전, 시술 후 1시간, 1주, 1개월, 3개월이 경과한 시점에서 안압을 측정하였으며, 이후로 3개월 간격으로 1년까지 확인하였다. 레이저 시술 이후 1년이 경과한 시점에서 시술 전 측정하였던 안압에 비해 20% 이상 감소한 경우를 성공으로 정의하였다. 드물지만 심각한 합병증은 일시적 안압상승(시술 1시간 후 측정한 안압이 시술 전과 비교할 때 5 mmHg 이상 증가한 경우)이나 전방 내 염주 외의 전방출혈, 주변홍채유착, 맥락막삼출로 정의하였다.^{17,18}

0.5% proparacaine hydrochloride 점안약으로 국소마취 후 Hwang-Latina 5.0 SLT 렌즈(Ocular instruments, Bellevue, WA, USA)를 삽입하여 섬유주의 180° 또는 360°에 Q-switched frequency doubled Nd:YAG 레이저>Selecta® Duet™, Lumenis, Tokyo, Japan)를 이용하여 SLT를 시행하였다. 레이저의 강도는 0.8 mJ에서 시작하여 레이저 조사 부위에서 기포가 생기거나 전방에 색소가 부유할 경우 출력을 0.1 mJ씩 감소시키고, 반대로 광응고반에 의해 전방각이 넓어지지 않을 경우 출력을 0.1 mJ씩 증가시킨다. 크기 400 μm 레이저를 조사기간 3 nsec으로 180°군은 섬유주 180° 하방에 약 50회, 360°군은 섬유주 360°에 약 100회 조사하였다. 모든 환자에서 성별, 나이, 당뇨나 고혈압 유무, 항녹내장 약물 사용 개수 및 기간, SLT 시행방법, 백내장 수술 시행 여부를 기록하였고, 시력, 기본적인 세극등현미경검사와 굴절검사, Humphrey 24-2 시야검사, 전방각경검사, 안저검사를 시행하였다.

통계학적 분석은 SAS statistical software (version 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였으며, 통계학적 유의성의 기준은 양측검정 $p < 0.05$ 로 하였다. SLT 성공군과 실패군 간의 주요 특징 및 변수 간 차이는 범주형 변수에서는 카이제곱검정(Chi-square test), 연속변수에서는 Student's t 검정을 통해 비교하였다. 시술 전후 및 추적관찰 기간에 따른 안압의 평균값은 SLT 성공 여부에 따른 그룹 간 Student's t 검정을 사용하여 비교하였다. SLT 시술 성공 여부에 미치는 요인을 분석하기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석(multivariate logistic regression)을 수행하였다. 시술 전 평균 안압에 따른 안압하강 정도를 확인하기 위해 Pearson 상관관계 분석(Pearson correlation analysis)을 수행하였다.

결 과

총 47명(47안)이 선정되었으며, 평균 연령 66세로 남자는 28명(28안) 여자는 19명(19안)이었다. 모두 개방각녹내장으로 180° SLT 14안(29.79%), 360° SLT 33안(70.21%)이

포함되었다. 동반질환은 당뇨 24명(51.06%), 고혈압 9명(19.15%)이었으며, 수정체안이 32안(68.09%)이었다. 시술 전 7안(17.89%), 23안(48.94%), 17안(36.17%)에서 각각 1개, 2개, 3개의 항녹내장 약물을 사용하고 있었으며, 약물 사용 기간은 59.51 ± 52.34개월로 나타났다. SLT 시행 전 평균 교정시력은 0.63 (logMAR 0.19 ± 0.23), 평균 안압은 23.02 ± 4.19 mmHg였으며, 굴절검사 결과에서 구면굴절력은 -1.33 ± 2.41D, 난시굴절력은 -0.80 ± 0.71D였다. 시술 전 시야검사 결과에서 mean deviation (MD)은 -15.86 ± 7.39 dB, pattern standard deviation (PSD)은 10.05 ± 2.90 dB이었다(Table 1). 전체 환자에서 성공률은 65.96%로 나타났다. SLT 성공군과 실패군 간의 성별($p=0.362$), 연령($p=0.081$)은 통계학적 차이가 없었다. 인공수정체안 15안에서 73.33%, 수정체안 32안에서 62.50%로 백내장 수술 여부에 따른 성공률 차이는 보이지 않았다($p=0.470$). SLT시행 전 평균 약물을 사용

한 기간은 4년 이하 23안, 5년 이상 24안이었으며 각 군에서의 성공률이 69.57%, 62.50%로 항녹내장 안약을 5년 이상 사용한 군에서 낮은 성공률을 보였으나, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p=0.613$). 레이저 조사 방법에 따라 180° SLT를 받은 14안에서 성공률 50.00%, 360° SLT를 받은 33안에서 72.73%로 360° SLT군에서 더 높은 성공률을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다($p=0.137$). SLT의 성공군과 실패군 간의 당뇨($p=0.469$)와 고혈압($p=0.613$) 병력, 최대교정시력($p=0.900$), 구면굴절력($p=0.900$), 난시굴절력($p=0.117$), 시야검사 MD ($p=0.576$), PSD ($p=0.995$)는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(Table 2).

시술 전 평균 안압은 성공군에서 23.84 ± 4.52 mmHg였으며, 실패군에서 21.44 ± 2.97 mmHg로 나타났다($p=0.0347$). 성공군과 실패군의 SLT 시술 후 1주 안압은 18.06 ± 3.87 mmHg, 17.74 ± 5.93 mmHg ($p=0.850$), 경과관찰 1개월 안압은 16.58 ± 3.51 mmHg, 16.19 ± 1.94 mmHg ($p=0.624$) 지속적인 안압하강 효과를 보였으나 두 군 간의 통계적인 유의성은 나타나지 않았다. 3개월 안압은 16.32 ± 4.34 mmHg, 17.19 ± 4.65 mmHg로 실패군의 안압상승이 나타났으며, 두 군 간의 통계적인 유의성은 나타나지 않았다($p=0.531$). 성공군과 실패군의 SLT 시술 후 6개월 안압은 15.52 ± 3.00 mmHg, 19.00 ± 3.65 mmHg ($p=0.001$), 경과관찰 9개월 안압은 15.57 ± 2.83 mmHg, 19.62 ± 6.21 mmHg ($p=0.041$), 12개월 안압은 14.84 ± 2.33 mmHg, 20.81 ± 4.82 mmHg ($p<0.001$)로 두 군 간의 통계적인 유의성이 관찰되었다(Table 3).

SLT 시술 성공 여부에 미치는 요인에 대한 영향을 분석하기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석(multivariate logistic regression)을 수행하였다. 시술 전 평균 안압이 관련있는 경향성을 보였으나 엄격한 통계적인 유의성은 관찰할 수 없었다(Table 4).

SLT 성공군은 시술 전 평균 안압과 12개월 후 안압하강 정도에는 양의 상관관계를 보였으나($p<0.001$, $r=0.861$), SLT 실패군에서는 관련성이 없었다($p=0.272$, $r=-2.921$) (Fig. 1). SLT 시술 1시간 후 5 mmHg 이상의 급격한 안압상승을 보인 환자는 없었으며, 경과 관찰 기간 중 모든 환자에서 심각한 합병증은 발생하지 않았다.

고 찰

본 연구는 최대한 항녹내장 약물을 사용함에도 불구하고 안압이 조절되지 않는 개방각녹내장 환자를 대상으로 한 연구로 단일 병원에 내원한 환자를 대상으로 하였다. 본 연구에서는 47명 47안을 대상으로 SLT를 시행하였고, 그 결과 SLT의 1년 성공률은 65.96%였다. 경과 관찰 기간 중 모

Table 1. The general characteristics of 47 patients with medically uncontrolled open-angle glaucoma

Characteristics	Data
Age (years)	66.76 ± 11.90
Affected eye (n, %)	
Right eye	24 (51.06)
Left eye	23 (48.94)
Sex (n, %)	
Male	28 (59.57)
Female	19 (40.43)
Lens status, phakic (n, %)	32 (68.09)
Baseline IOP (mmHg)	23.02 ± 4.19
Type of laser (n, %)	
180° SLT	14 (29.79)
360° SLT	33 (70.21)
Mean duration of medication (months)	59.51 ± 52.34
Number of medication (n, %)	
1	7 (14.89)
2	23 (48.94)
3	17 (36.17)
Comorbidities	
Hypertension	9 (19.15)
Diabetic mellitus type 2	24 (51.06)
Visual acuity	
BCVA (logMAR)	0.19 ± 0.23
Refraction	
Spherical power (diopters)	-1.33 ± 2.41
Cylindrical power (diopters)	-0.80 ± 0.71
Visual field	
MD (dB)	-15.86 ± 7.39
PSD (dB)	10.05 ± 2.90

Values are presented as mean ± SD or n (%) unless otherwise indicated.

IOP = intraocular pressure; SLT = selective laser trabeculoplasty; BCVA = best corrected visual acuity; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation.

Table 2. Comparison of baseline characteristics between success and failure group

Characteristics	Success* (n = 31)	Failure (n = 16)	p-value†
Age (n, %)			0.081
>70 years old	20 (76.92)	6 (23.08)	
≤70 years old	11 (52.38)	10 (47.62)	
Sex (n, %)			0.362
Male	17 (60.71)	11 (39.29)	
Female	14 (73.68)	5 (26.32)	
Lens status, phakic (n, %)			0.470
Pseudo-phakic	11 (73.33)	4 (26.67)	
Phakic	20 (62.50)	12 (37.50)	
Baseline IOP (mmHg)	23.84 ± 4.52	21.44 ± 2.97	0.035
Type of laser (n, %)			0.137
180° SLT	7 (50.00)	7 (50.00)	
360° SLT	24 (72.73)	9 (27.27)	
Mean duration of medication (n, %)			0.613
>4 years	15 (62.50)	9 (37.50)	
≤4 years	16 (69.57)	7 (30.43)	
Number of medication (n, %)			0.857
1	4 (57.14)	3 (42.86)	
2	16 (69.57)	7 (30.43)	
3	11 (64.71)	6 (32.29)	
Comorbidities			
Hypertension			0.613
Yes	15 (62.50)	9 (37.50)	
No	16 (69.57)	7 (30.43)	
Diabetic mellitus type 2			0.469
Yes	5 (55.56)	4 (44.44)	
No	26 (68.42)	12 (31.58)	
BCVA (logMAR)	0.19 ± 0.25	0.18 ± 0.19	0.900
Refraction			
Spherical power (diopters)	-1.29 ± 2.51	-1.42 ± 2.37	0.900
Cylindrical power (diopters)	-0.66 ± 0.74	-1.11 ± 0.57	0.117
Visual field			
MD (dB)	-15.40 ± 6.86	-16.71 ± 8.43	0.576
PSD (dB)	10.05 ± 2.82	10.05 ± 3.14	0.995

Values are presented as mean ± SD or n (%) unless otherwise indicated.

IOP = intraocular pressure; SLT = selective laser trabeculoplasty; BCVA = best corrected visual acuity; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation.

*Success was defined as ≥20% reduction in IOP from baseline at 12 months after treatment with no additional anti-glaucomatous intervention;

†p-value was acquired from chi-square test except baseline IOP, BCVA, refraction, and visual field of which p-value was acquired from Student's t-test.

Table 3. IOP reduction throughout the 12 months follow up period

Variables	Success	Failure	p-value*
Baseline IOP (mmHg)	23.84 ± 4.52	21.44 ± 2.97	0.062
1 week	18.06 ± 3.87	17.75 ± 5.93	0.850
1 month	16.58 ± 3.51	16.19 ± 1.94	0.624
3 months	16.32 ± 4.34	17.19 ± 4.65	0.531
6 months	15.52 ± 3.00	19.00 ± 3.65	0.001
9 months	15.57 ± 2.83	19.62 ± 6.21	0.041
12 months	14.84 ± 2.33	20.81 ± 4.82	<0.001

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

IOP = intraocular pressure.

*p-value was acquired from Student's t-test.

Table 4. Association between success and demographic variables for multivariate logistic regression

Variables	Adjusted OR	95% CI	p-value
Age			
≤70 years old	1 (ref)		
>70 years old	5.833	0.755-45.062	0.091
Sex			
Male	1 (ref)		
Female	1.295	0.224-7.476	0.773
Lens status			
Phakic	1 (ref)		
Pseudo-phakic	1.008	0.151-6.730	0.994
Baseline IOP (mmHg)	1.264	0.967-1.652	0.086
Type of laser			
180° SLT	1 (ref)		
360° SLT	2.956	0.476-18.346	0.245
Number of medication			
1	1 (ref)		
2	1.002	0.127-7.892	0.999
3	1.519	0.154-14.941	0.720
Mean duration of medication			
>4 years	1 (ref)		
≤4 years	0.893	0.200-3.996	0.883
Comorbidities			
Hypertension	0.194	0.022-1.689	0.138
Diabetic mellitus type 2	1.023	0.169-6.187	0.980

OR = odds ratio; CI = confidential interval; ref = reference; IOP = intraocular pressure; SLT = selective laser trabeculoplasty.

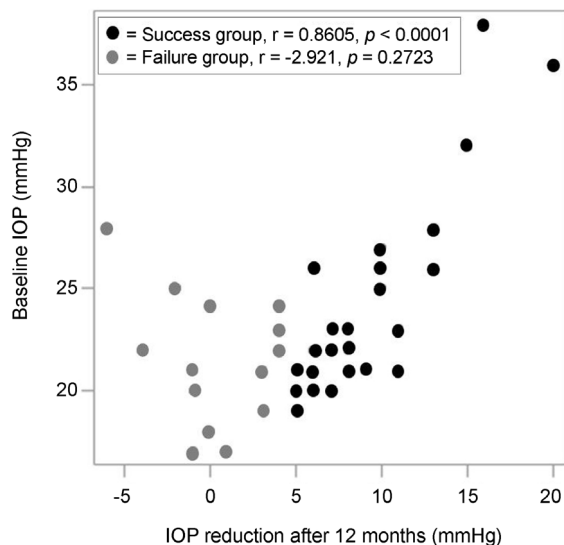


Figure 1. Pearson correlation of baseline intraocular pressure (IOP) and IOP reduction after 12 months. IOP measurements obtained by Goldmann applanation tonometer.

든 환자에서 심각한 합병증은 발생하지 않았다.

Hodge et al¹⁹은 아르곤레이저섬유주성형술(argon laser trabeculoplasty, ALT)로 실패하거나 약물로 조절되지 않는 개방각녹내장 72명의 환자를 대상으로 180° SLT를 시행하였고, 시술 전 안압보다 20% 이상의 안압하강을 보인 환자에서 1년 성공률을 60%로 보고한 바 있다. 또한 이 연구에

서 처음으로 SLT의 치료 성공에 영향을 줄 수 있는 요인에 대한 고찰을 하였는데, 높은 술 전 안압만이 SLT의 치료 성공과 통계적인 관련성이 있었고 성별, 나이, 개방각녹내장의 종류는 통계적인 관련성이 없음을 보고하였다.¹⁹ Juzych et al⁴은 최대한 항녹내장 약물을 사용함에도 불구하고 안압이 조절되지 않는 개방각녹내장 환자 195명을 대상으로 시행한 연구에서 시술 전 안압보다 3 mmHg 이상 안압하강을 보인 180° SLT치료의 1년 성공률이 68%임을 보고하였다. 또한 Weinand and Althen²⁰은 Kaplan-Meier 생존 분석을 통해서 52명을 대상으로 시행한 180° SLT 치료의 1년 성공률을 60%로 보고하였으며, Sayin et al²¹은 터키인에서의 360° SLT 치료의 1년 성공률이 64.5%로 보고하였다. 따라서 본 연구에서 약물로 조절되지 않는 개방각녹내장 환자를 대상으로 한 SLT 치료의 1년 성공률이 다른 나라에서 이전에 보고한 SLT 치료의 안압하강 결과와 비슷함을 확인할 수 있다.^{4,19-21}

그러나 Juzych et al⁴은 SLT의 장기적인 경과관찰 결과 레이저 시술을 받은 다수의 환자에서 추가적인 약물이나 수술적인 중재가 요하는 경우가 있음을 주장하였다. 그러나 이전 연구에서 비록 시간이 경과함에 따라 SLT의 안압하강 효과가 감소하는 경향성이 보고되고 있으나, SLT의 안압하강 효과는 장기적으로 대체적으로 안정적임이 보고되었다.^{3,22} 그리고 SLT는 섬유주에서 펠라닌이 풍부한 섬

유주 색소세포를 목표로 하여 선택적으로 손상을 줌으로써 방수 유출을 증가시켜 안압을 감소시키기에 주변 조직에 손상을 일으키지 않아 이론적으로 반복하여 시술할 수 있는 장점이 있다.¹⁰ 또한 SLT는 잘 알려진 녹내장 수술의 단기 합병증인 저안압, 앞은알방, 맥락막박리 및 장기 합병증인 백내장의 진행이나 평생 지속될 수 있는 안내염의 가능성이 적은 것으로 알려져 있다.²³⁻²⁵ 이전에 보고된 바 SLT는 개방각녹내장 환자에서 안압하강 수술보다 먼저 고려하거나 수술 시기를 늦추기 위해 일차적 또는 보조적인 치료 방법으로 고려될 수 있다고 알려져 있다.^{3,26} 본 연구는 개방각녹내장 환자 중 최대한 항녹내장 약물을 사용함에도 불구하고 안압이 조절되지 않는 환자를 대상으로 시행한 SLT 치료가 안압하강에 있어 1년 경과관찰까지 효과적임을 확인하였다. 본 연구는 최대한의 약물치료를 하였음에도 불구하고 목표 안압에 도달하지 못한 개방각녹내장 환자만을 대상으로 시행한 SLT의 효과라는 점에서 눈여겨볼 필요가 있다.

최대로 항녹내장 약물을 사용할 때 안압이 조절되지 않는 환자에서의 녹내장 레이저 치료는 섬유주 반흔과 임상 실패율로 인해 아르곤레이저섬유주성형술(ALT)에서 안정성과 유효성이 강화된 SLT로 전환되었다.^{3,27,28} 최대로 항녹내장 약물을 사용할 때 안압이 조절되지 않는 개방각녹내장 환자에서의 레이저 치료는 시행 시기가 중요한데 Advanced Glaucoma Intervention Study에서는 ALT와 섬유주 절제술의 선후 관계에 따라 10년의 장기적인 시기능 경과관찰 결과가 인종에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다.²⁹ 아직 한국인을 대상으로 한 SLT 및 녹내장 수술 선후 관계에 따른 장기경과 결과는 보고된 바 없기에 둘 간의 직접적인 비교를 위해서는 추후 연구가 더 필요하다.

또한 본 연구에서는 SLT 결과에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대해서 분석하였는데, 성별, 나이, 당뇨, 고혈압, 항녹내장 약물 사용 개수 및 기간, SLT 시행방법, 백내장 수술 시행 여부, 시력, 시야검사는 SLT 성공에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 SLT 성공군에서 실패군과는 달리 높은 술 전 안압만이 SLT의 성공과 유의한 양의 상관관계를 보였다($p < 0.001$, $r = 0.861$).

이전 한국인의 약물 사용에 따른 SLT의 안압하강 효과에 따르면 추적관찰 기간 중 점안 약물 수가 1개에서 3개로 변함에 따른 안압하강률의 차이는 통계학적 유의성이 없었다. 이는 독일 및 한국인을 대상으로 한 이전 연구에서 역시 항녹내장약 개수는 SLT의 성공률과 통계적으로 유의한 관련이 없었다는 보고와 일치한다.^{14,22} 그러나 중국인을 대상으로 한 연구에서는 4가지 항녹내장약을 사용한 환자군에서 특히 탄산탈수효소 억제제(carbonic anhydrase in-

hibitor)를 국소 점안제를 사용한 경우에서 SLT 성공률에 통계적으로 의미있는 결과가 나타났다. 하지만 이는 술 전 안압이 높을 경우 사용하는 항녹내장약의 개수가 증가되는 영향을 배제할 수 없다.²⁸

180° SLT와 360° SLT 비교에 대한 이전 보고에 따르면 Prasad et al³⁰은 2년간 경과관찰 결과 360° SLT를 시행한 군이 안압 변동폭의 감소율이 180° SLT에 비해 유의하게 높기 때문에 더 효과적이라는 결론을 발표한 바 있으며, Jang et al¹²은 한국인을 대상으로 6개월 경과관찰 결과 180° SLT와 360° SLT를 시행한 군 간의 통계적인 차이는 없었다고 발표한 바 있다. 조사 범위 외에 조사 부위에 대한 이전 연구에 있어서 Lee et al¹³에 따르면 상부 180° SLT와 하부 180° SLT는 두 군 모두에서 효과적인 안압하강을 보였으며 특이적인 합병증이 없어 개방각녹내장 환자의 치료에 있어 SLT는 조사 위치에 관계없이 효과적인 녹내장 치료 방법이라 발표한 바 있다. 본 연구에서의 1년 경과관찰 결과 360° SLT에서 24안, 180° SLT 7안으로 360° SLT 시행이 성공률이 더 높게 나타났으나 레이저 조사 방법에 따라 성공률 차이의 통계적인 유의성은 나타나지 않았다($p = 0.137$).

수정체안과 인공수정체안에서 SLT의 효과에 대하여 이전의 보고에 따르면 백내장 수술 여부와 관계없이 비슷한 정도의 안압하강을 보였다.³¹⁻³³ 본 연구에서 백내장 수술 여부와 성공에 대해 다변량 로지스틱 회귀분석을 이용한 결과 수정체안을 기준으로 인공수정체안의 보정대응위험도는 1.008로 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(95% confidential interval; 0.151-6.730). 이는 이전 한국인을 대상으로 한 백내장 수술 여부에 따른 SLT의 안압하강 효과 비교의 결과와 상통한다.¹¹ 수정체안 및 인공수정체안 모두에서 효과적인 안압하강 효과가 있다는 점에서 SLT는 수정체안 혹은 인공수정체안인 개방각녹내장 환자 모두에서 효과적인 치료임을 확인할 수 있다.^{3,4}

SLT의 안압하강 기전은 레이저 자극으로 인한 염증반응으로 대식세포가 유입되어 방수 유출로를 막고 있는 잔해를 제거하고 섬유주 내피세포를 지지하는 세포외기질을 재구성하여 방수 유출률을 증가시킴으로 안압을 낮추는 것으로 알려져 있다.³² 시간이 경과함에 따라 SLT의 안압하강 효과가 감소하는 경향을 보일 것으로 생각되지만 한국인을 대상으로 장기임상결과 8년째까지 SLT의 안압하강효과는 대체적으로 안정적으로 유지되고 있음을 확인한 바 있다.¹⁴ 추후 최대한 항녹내장 약물을 사용함에도 불구하고 안압이 조절되지 않는 개방각녹내장 환자만을 대상으로 한 SLT의 장기 경과 관찰에 대한 연구가 필요하다.

SLT 성공률은 연구 대상자의 특성 및 술자의 숙련도에

영향을 받을 수 있으나 이전 연구들에 따르면 성별과 연령, 알려진 녹내장의 위험인자 역시 SLT 성공과 통계적으로 의미있는 관련성이 없는 것으로 나타났으며, 레이저 시술 전 안압만이 SLT 성공과 유일하게 통계적으로 유의한 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.^{14,19} 이것은 본 연구의 결과와 상응하는 것으로, 즉 약물로 조절되지 않는 개방각녹내장 환자에서 높은 술 전 안압만이 SLT의 성공과 유의한 양의 상관관계를 보였다($p<0.001$, $r=0.861$). 그렇기 때문에 결과적으로 약물로 조절되지 않는 개방각녹내장 환자에 있어서 SLT는 녹내장 수술 전에 추가적으로 시도해 볼 수 있는 효과적인 치료 방법으로 고려해 볼 수 있다. 또한 시술 전 안압이 낮은 경우 SLT에 의한 안압하강 효과가 적을 수 있다는 가능성을 염두에 두는 것도 잊지 말아야 한다.

이전과 다르게 최대한 항녹내장 약물을 사용함에도 불구하고 안압이 조절되지 않는 개방각녹내장 환자를 대상으로 시행한 연구로, SLT의 1년 성공률 65.96%이며 경과 관찰 기간 중 모든 환자에서 심각한 합병증은 발생하지 않았다. 성공군의 SLT 시술 후 6, 9, 12개월에 성공군에서 실패군과 달리 안압하강 효과에 유의한 차이가 있었던 것으로 볼 때 SLT 시술 후 6-12개월에 의미있는 안압하강이 관찰되지 않을 경우 부가적인 치료를 고려해야 함을 확인할 수 있었다. 또한 같은 환자군을 대상으로 SLT 성공에 영향을 줄 수 있는 요인 분석을 시행하였고, 고려했던 요인 중 레이저 시술 전 안압만이 통계적으로 유의한 상관관계를 보이는 것으로 분석되었다. 그러나 본 연구에서는 일개병원에 내원한 환자만을 대상으로 한 후향적으로 의무기록을 분석한 결과이며, 경과관찰 기간이 1년으로 길지 않다는 제한점이 있다. 또한 대상군인 최대한 항녹내장 약물을 사용함에도 안압이 조절 되지 않는 개방각녹내장 환자의 기준 안압의 cut-off가 임의적이기 때문에 그 기준 근거에 대한 약속이 추후 필요하다. 개방각녹내장 환자를 대상으로 하였으나 원발성인지 거짓비늘녹내장, 색소녹내장 등의 녹내장 종류에 대한 정확한 진단에 대한 명시가 부족하며, 타 병원에서 전원된 환자의 경우 잘못 진단된 녹내장 환자가 대상자에 포함될 가능성 또한 배제하기 어렵다. 추후 정확한 진단명을 가진 더 많은 대상자를 대상으로 한 장기적인 경과관찰을 하는 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Latina MA, Park C. Selective targeting of trabecular meshwork cells: in vitro studies of pulsed and CW laser interactions. *Exp Eye Res* 1995;60:359-71.
- 2) Lai JS, Chua JK, Tham CC, Lam DS. Five-year follow up of selective laser trabeculoplasty in Chinese eyes. *Clin Exp Ophthalmol* 2004;32:368-72.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Song J, Lee PP, Epstein DL, et al. High failure rate associated with 180 selective laser trabeculoplasty. *J Glaucoma* 2005;14:400-8.
- 6) Ayala M, Chen E. Comparison of selective laser trabeculoplasty (SLT) in primary open angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2011;5:1469-73.
- 7) Stein JD, Challa P. Mechanisms of action and efficacy of argon laser trabeculoplasty and selective laser trabeculoplasty. *Curr Opin Ophthalmol* 2007;18:140-5.
- 8) Latina MA, Gulati V. Selective laser trabeculoplasty: stimulating the meshwork to mend its ways. *Internati Int Ophthalmol Clin* 2004;44:93-103.
- 9) 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.
- 10) Park JJ, Lee JW, Lee KW. Comparison of clinical outcomes of argon laser versus selective laser trabeculoplasty in POAG. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:1491-500.
- 11) Park HJ, Park JW. Effect of prior cataract surgery on the clinical outcome of selective laser trabeculoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:911-6.
- 12) Jang YS, Kim JM, Lim TH, et al. Comparison of 180 and 360 selective laser trabeculoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:291-6.
- 13) Lee JW, Kim EJ, Lee TY, Lee KW. Comparison of efficacy and safety between superior 180 degree and inferior 180 degree selective laser trabeculoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:1642-8.
- 14) Lee JY, Lee YK, Moon JI, Park MH. Long-term outcomes and predictive factors for success of selective laser trabeculoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:1347-54.
- 15) O'conor DJ, Caprioli J. Comparison of methods to detect glaucomatous damage. *Ophthalmology* 1993;100:1498-503.
- 16) Suh W, Jun RM, Choi KR. Longitudinal analysis of retinal nerve fiber layer thickness with GDx-VCC in glaucoma suspect. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:235-41.
- 17) Kim DY, Singh A. Severe iritis and choroidal effusion following selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2008;39:409-11.
- 18) Song J. Complications of selective laser trabeculoplasty: a review. *Clin Ophthalmol* 2016;10:137-43.
- 19) 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.
- 20) 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.
- 21) Sayin N, Alkin Z, Ozkaya A, et al. Efficacy of selective laser trabeculoplasty in medically uncontrolled glaucoma. *ISRN Ophthalmol* 2013;2013:975281.

- 22) 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.
- 23) Busbee BG, Recchia FM, Kaiser R, et al. Bleb-associated endophthalmitis: clinical characteristics and visual outcomes. *Ophthalmology* 2004;111:1495-503; discussion 1503.
- 24) DeBry PW, Perkins TW, Heatley G, et al. Incidence of late-onset bleb-related complications following trabeculectomy with mitomycin. *Arch Ophthalmol* 2002;120:297-300.
- 25) Jampel HD, Musch DC, Gillespie BW, et al. Perioperative complications of trabeculectomy in the collaborative initial glaucoma treatment study (CIGTS). *Am J Ophthalmol* 2005;140:16-22.
- 26) Gracner T. Intraocular pressure response to selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open-angle glaucoma. *Ophthalmologica* 2001;215:267-70.
- 27) The Glaucoma Laser Trial (GLT). 2. Results of argon laser trabeculoplasty versus topical medicines. The Glaucoma Laser Trial Research Group. *Ophthalmology* 1990;97:1403-13.
- 28) Reiss GR, Wilensky JT, Higginbotham EJ. Laser trabeculoplasty. *Surv Ophthalmol* 1991;35:407-28.
- 29) Ederer F, Gaasterland DA, Dally LG, et al. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 13. Comparison of treatment outcomes within race: 10-year results. *Ophthalmology* 2004;111:651-64.
- 30) Prasad N, Murthy S, Dagianis JJ, Latina MA. A comparison of the intervisit intraocular pressure fluctuation after 180 and 360 degrees of selective laser trabeculoplasty (SLT) as a primary therapy in primary open angle glaucoma and ocular hypertension. *J Glaucoma* 2009;18:157-60.
- 31) Seymenoglu G, Baser EF. Efficacy of selective laser trabeculoplasty in phakic and pseudophakic eyes. *J Glaucoma* 2015;24:105-10.
- 32) Shazly TA, Latina MA, Dagianis JJ, Chitturi S. Effect of prior cataract surgery on the long-term outcome of selective laser trabeculoplasty. *Clin Ophthalmol* 2011;5:377-80.
- 33) Werner M, Smith MF, Doyle JW. Selective laser trabeculoplasty in phakic and pseudophakic eyes. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2007;38:182-8.

= 국문초록 =

약물로 조절되지 않는 개방각녹내장에서 선택적레이저섬유주성형술의 효용성

목적: 약물로 조절되지 않는 개방각녹내장에서 선택적레이저섬유주성형술(selective laser trabeculoplasty, SLT)의 안압하강 효과와 그 결과에 영향을 미치는 요인을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 개방각녹내장으로 진단받고 최대한의 약물치료를 하였음에도 불구하고 목표안압에 도달하지 못한 환자 47명 47안을 대상으로 180° SLT 또는 360° SLT를 시행하였다. 모든 환자는 레이저 시술 이후 1년 이상 경과 관찰을 하였다. 치료의 성공은 기존 안압에서 12개월이 경과한 시점에서 20% 이상의 안압하강으로 정의하였다.

결과: SLT 치료 성공률은 65.96%였으며, 시술 전 평균 안압은 성공군에서 23.84 ± 4.52 mmHg였고 실패군에서 21.44 ± 2.97 mmHg로 나타났다($p=0.0347$). 성공군의 SLT 시술 후 6, 9, 12개월에 유의한 안압하강 효과가 있었다(6개월[$p=0.001$], 9개월[$p=0.041$], 12개월[$p<0.001$]). 성별($p=0.362$), 나이($p=0.081$), 백내장 수술 여부($p=0.470$), 시술 전 사용한 약물의 개수($p=0.857$), 약물을 사용한 기간($p=0.613$), 레이저 조사 방법(180° SLT or 360° SLT, $p=0.137$)에 따른 성공의 차이는 보이지 않았다. SLT 성공군은 시술 전 평균 안압과 시술 후 안압하강 정도에는 양의 상관관계를 보였으나($p<0.001$, $r=0.861$), SLT 실패군에서는 상관관계가 나타나지 않았다($p=0.272$, $r=-0.2921$).

결론: 약물로 조절되지 않는 개방각녹내장 환자에서 SLT는 안압하강에 있어 1년 경과 관찰까지 효과적인 치료 방법으로 성공군에서는 시술 전 안압이 높은 경우 시술 후 더 큰 폭의 안압하강을 기대할 수 있겠다.

〈대한안과학회지 2017;58(7):828-835〉