

개방각녹내장에서 선택적 레이저섬유주성형술의 조사범위에 따른 효용성과 안전성 비교

박명희 · 문정일

가톨릭대학교 의과대학 안과학교실

목적 : 선택적 레이저 섬유주성형술(SLT)에서 섬유주의 90°와 180°에 조사하는 방법 사이에 안압하강정도의 차이 및 안전성을 비교해보고자 하였다.

대상과 방법 : 2006년 1월부터 8월까지 내원한 원발개방각녹내장 및 고안압증 환자를 대상으로 동일한 환자의 우안을 90°군, 좌안을 180°군으로 정하여 SLT를 시행하였다. 술 후 1시간, 1일, 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 안압을 측정하였고 1일째에 전방내염증을 검사하고 안구통증을 조사하였다. 6개월에 주변홍채유착을 확인하였다.

결과 : 원발개방각녹내장 14명(28안)과 고안압증 2명(4안)이 대상이 되었고 술 전 안압은 양안 차이가 없었으나 술 후 1시간부터 안압 차이가 나타나서($p=0.003$) 1주에 90°군 15.6 ± 2.3 mmHg, 180°군 14.0 ± 2.5 mmHg로 가장 큰 차이를 보였으며($p=0.000$) 6개월째까지 유의한 차이를 보였다($p=0.001$). 90°군에서 32%, 180°군에서 75%가 성공적인 안압하강을 보였다. 술 후 합병증은 180°군에서 전방염증 및 일시적 안압상승이 더 많이 나타났다.

결론 : SLT시술시 최소한 섬유주의 180°에 조사하는 것이 안정적인 성공률을 얻을 수 있는 방법이다.

〈한안지 48(11):1500-1505, 2007〉

선택적 레이저섬유주성형술(Selective Laser Trabeculoplasty, SLT)은 1995년 Latina와 Park에 의해 소개된 녹내장 치료방법으로, 532 nm의 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG Laser를 이용하여 극히 짧고 약한 에너지를 섬유주에 조사하여 주변 조직의 파괴 없이 섬유주의 색소세포만 선택적으로 손상시킴으로써 안압을 떨어뜨리는 치료방법이다.¹⁻³ 안압이 하강하게 되는 기전은 아직까지 확실하게 알려진 바가 없으나, 추측되는 가설로는 SLT 치료 후 멜라닌(melanin) 과립이 유리되면서 IL-1a, IL-1b, 그리고 TNF- α 등의 화학주성(chemotactic) 인자와 혈관작용성(vasoactive) 인자의 분비가 많아져서 gelatinase가 활성화되며 대식세포가 동원되고 섬유주 세포의 기

질의 metalloproteinase 발현이 증가하여 방수유출이 증가한다는 생물학적 이론(biologic theory)이 가장 지지를 얻고 있다.³⁻⁵

SLT의 효용성은 아르곤 레이저 섬유주성형술(Argon Laser Trabeculoplasty, ALT)에 비해 거의 대등한 안압하강효과 및 지속성을 가지며, 더불어 ALT에 비해 월등한 안전성을 가지는 것으로 보고되고 있어 최근 ALT를 대체할 만한 치료 방법으로 각광받고 있다.^{2,6-10} 국내에서 발표된 보고를 살펴보면 Kim et al¹¹은 14명 20안에 대하여 섬유주의 180°에 SLT를 시행한 6개월간의 연구 결과 기존 ALT를 이용한 것과 유사한 안압하강효과를 보인다고 하였고, Lee et al¹²은 섬유주의 180°에 SLT를 시행한 15안과 ALT를 시행한 30안의 3개월간의 임상 효과 비교에서 SLT가 ALT에 비해 합병증이 적고 안전하며 단기적으로 대등한 안압하강효과를 가진다고 하였다. 또한 Suhk and Kook¹³의 연구에 따르면 섬유주의 180°에 SLT를 시행한 12명 15안을 대상으로 3년간 추적 관찰한 결과 합병증 없이 3년째까지 안정된 안압조절을 보여, SLT가 장기적으로도 효율적이고 안전한 치료방법이라고 하였다.

SLT가 안전한 치료방법이라고는 하나, 일차치료에서 안압하강반응이 없는 경우도 있으며, 따라서 재치료

〈접수일 : 2007년 3월 20일, 심사통과일 : 2007년 10월 10일〉

통신저자 : 문 정 일

서울시 영등포구 여의도동 62

가톨릭대학교 성모병원 안과

Tel: 02-3779-1243, Fax: 02-761-6869

E-mail: jmoon@catholic.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2006년 대한안과학회 제96회 추계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

가 필요한 경우도 적지 않다. 기존의 SLT의 효용성 및 안전성에 대한 연구는 대부분 섬유주의 180°에 SLT를 시술한 연구들로, 국내에서는 SLT의 조사 범위에 따른 효용성과 안전성의 비교에 대한 연구가 보고된 바가 없다. 따라서 본 저자들은 한국인의 개방각녹내장에서 SLT의 조사범위를 90°와 180°로 나누어 시행함에 따라 안압하강효과 및 안전성에 차이가 있는지 알아보고, SLT시행시에 필요한 레이저 조사의 최소범위를 알아보고자 본 연구를 계획하였다.

대상과 방법

2006년 1월부터 2006년 8월까지 가톨릭대학교 성모병원 안센터 녹내장클리닉에 내원한 원발개방각녹내장 환자 14명(28안)과 고안압증 환자 2명(4안)을 대상으로 한 명의 술자에 의한 선택적 레이저 섬유주성형술을 시행하였다.

SLT 시술 대상 환자의 선택 기준은 안압이 30 mmHg 이상이고 시신경유두모양과 시야가 정상이며 Shaffer 등급 III이상의 개방각을 가진 고안압증 환자와, Goldmann 압평안압계로 3회 이상 측정된 안압이 21 mmHg 이상이고 Humphrey 24-2 시야검사상 녹내장의 특징적인 시야결손을 보이는 Shaffer 등급 III이상의 원발개방각녹내장환자들 중에 점안안압하강제 사용에 어려움이 있고 순응도가 나쁜 경우를 대상으로 하였다. 모든 환자에서 기본적인 안과적 검사와 굴절 검사, Goldmann 압평안압계에 의한 안압측정, Humphrey 24-2 시야검사, 전방각경검사, 시신경유두 촬영, 안저검사를 시행하였으며, SLT 시술 결과에 영향을 줄 수 있는 홍채염 및 포도막염이 있는 경우 및 이전에 안구 내 수술을 받은 과거력이 있는 환자들은 제외하였다.

동일한 환자의 우안(16안)을 90° 조사군(90° 군), 좌안(16안)을 180°조사군(180° 군)으로 설정하여 SLT를 시행하였다. 한 눈에 SLT를 조사한 후 24시간 내에 반대편 눈에 SLT를 조사하는 방법으로 시행하였으며, 조사하는 순서는 각 환자별로 무작위로 정하였다. 모든 환자에서 Goldmann 압평안압계로 기저안압을 측정 후 시술 1시간 전에 apraclonine (Iopidine, Alcon)을 점안하였다. 0.5% proparacaine hydrochloride로 점안마취하고 Ritch 렌즈를 각막 위에 위치시킨 다음, 광선크기 400 μ m, 평균 에너지량 0.6-0.7 mJ, 노출시간 3 nsec 의 532 nm 파장의 레이저를 방출하는 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser (Coherent Selecta 9000(Selecta II), U.S.A)를 이용하여 90° 군에는 섬유주의 하방 90°에

평균 25회, 180° 군에는 섬유주의 하방 180°에 평균 50회의 레이저를 각각 조사하였다. 술 후 0.1% fluorometholone을 하루 4회 1주일간 점안하였으며, 이전에 점안안압하강제를 사용하고 있던 경우에는 기존의 약물을 그대로 유지하도록 하였다. SLT 시술 후 1시간, 1일, 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 안압을 측정하였다. 시술 후 1일째에 세극등현미경검사로 전방내 염증 정도를 검사하였고 안구의 통증여부를 조사하였다. 시술 후 6개월째에 전방각경검사를 통하여 주변홍채유착 여부를 확인하였다.

통계 분석은 우안과 좌안 사이의 안압 비교를 위하여 Wilcoxon signed ranks test를 사용하였다.

결 과

대상 환자의 남녀 비는 7:9이었고 평균 연령은 52.7 \pm 17.0세였다. 우안이 16안, 좌안이 16안이었다. 사용하고 있는 점안안압하강제의 개수는 평균 1.8 \pm 0.8개였다. 술 전 평균 안압은 우안 16.3 \pm 1.6 mmHg, 좌안 16.8 \pm 1.8 mmHg로 양안 사이의 안압 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(Wilcoxon signed ranks test, $p>0.05$)(Table 1).

술 전 기저안압은 90°군과 180°군 사이에 차이가 없었으나, SLT 시술 후 1시간째부터 90°군 15.6 \pm 2.3 mmHg, 180°군 14.0 \pm 2.5 mmHg로 두 군 사이의 안압에 유의한 차이가 나타나기 시작하여($p=0.004$), 1

Table 1. Patient demographics

Age (mean \pm SD) (years)	52.7 \pm 17.0
Gender	
Male	7
Female	9
Diagnosis	
POAG*	14
OHT†	2
No. of Medication (mean \pm SD)	1.8 \pm 0.8
Baseline IOP‡ (mean \pm SD) (mmHg)	
OD	16.3 \pm 1.5§
OS	16.8 \pm 1.8

* POAG = primary open angle glaucoma.

† OHT = ocular hypertension.

‡ IOP = intraocular pressure.

§ Wilcoxon signed ranks test, $p>0.05$.

Table 2. Mean changes in intraocular pressure after selective laser trabeculoplasty

		Baseline	1 d	1 wk	1 mo	3 mos	6 mos
90° group	IOP* (mmHg)	16.3±1.5	15.6±2.3	14.8±3.0	14.2±3.3	15.3±3.0	15.3±3.1
	% of decrease†		4.5	10.1	14.8	6.5	6.5
180° group	IOP (mmHg)	16.8±1.8	14.0±2.5	12.8±3.6	13.1±2.7	13.8±3.0	13.6±3.1
	% of decrease†		16.4	27.3	24.4	18.1	19.8
p‡		>0.05	0.004	0.001	0.003	0.005	0.004

* IOP = intraocular pressure.

† % of decrease from baseline IOP.

‡ Wilcoxon signed ranks test.

주에 90°군 15.6±2.3 mmHg, 180°군 14.0±2.5 mmHg 로 가장 많은 차이를 보였으며(p=0.001) 이 1차이는 시술 후 6개월까지 유지되었다(p=0.004) (Table 2)(Fig. 1,2).

SLT 시술의 성공의 정의를 기저안압에서 3 mmHg 이상 안압이 하강하거나 20% 이상 감소한 것으로 정의 하였을 때 90°군에서 32% (5안), 180°군에서 75%

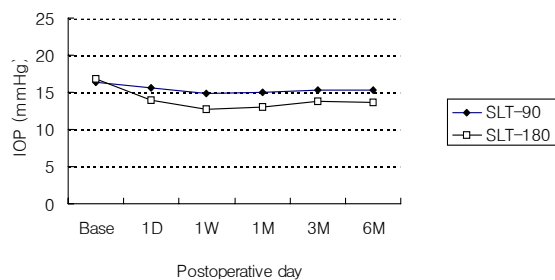


Figure 1. Changes in intraocular pressure after selective laser trabeculoplasty.

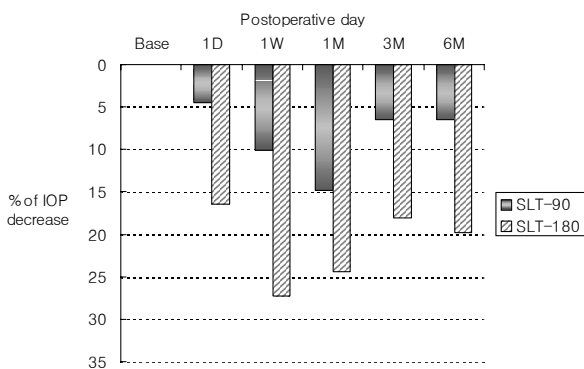


Figure 2. Mean reduction of intraocular pressure from baseline intraocular pressure (percentage) after selective laser trabeculoplasty.

(12안)이 성공하였다. 실패한 경우 중에서 안압의 변화가 없었던 경우는 90°군에서 56% (9안), 180°군에서 19% (3안)이었고, 오히려 안압이 증가한 경우가 90°군에서 12% (2안), 180°군에서 6% (1안)이었다 (Table 3).

술 후 합병증으로는 술 후 1일째 전방염증이 12안으로 가장 많았고, 일시적인 안압 상승이 2안, 안구통증이 2안으로 뒤를 이었으며, 술 후 6개월째 주변홍채유착은 발생하지 않았다. 90°군과 180°군을 비교하였을 때 180°군에서 90°군에 비해 전방염증 및 일시적 안압 상승이 더 많이 나타났다(Table 4).

Table 3. Success rate of selective laser trabeculoplasty (No. of eyes)

	Success	Fail	
		No Change	IOP* Increase
90° group	32% (5)	56% (9)	12% (2)
180° group	75% (12)	19% (3)	6% (1)

* IOP = intraocular pressure

Table 4. Complications after selective laser trabeculoplasty (No. of eyes)

Complications	90° group	180° group
Anterior chamber reaction	25% (4)	50% (8)
Ocular pain	6% (1)	6% (1)
Transient IOP* spike	0% (0)	7% (2)
PAS† formation‡	0% (0)	0% (0)

* IOP = intraocular pressure.

† PAS = peripheral anterior synechia.

‡ observed at postoperative 6 months.

고 찰

Chen et al¹⁴은 SLT의 조사범위에 따른 효용성 비교 연구에서, 섬유주의 90°에 25회 조사한 군과 180°에 50회 조사한 군 사이에 안압하강효과에 차이가 없다고 하였으며, 따라서 SLT의 1차 치료로 90° 조사만으로도 충분한 치료효과를 볼 수 있다고 하였다. 그 이유로 SLT의 안압하강 원리가 섬유주에 존재하는 색소세포만을 선택적으로 손상시켜 멜라닌 색소와 관련된 염증반응을 유도함으로써 안압을 하강시키기 때문이라고 하였다. 멜라닌 색소 관련 염증반응을 유발시키는 데 90°의 조사만으로도 충분하다는 주장이다.

반면에 180° 조사로도 안압하강이 충분히 이루어지지 않았다는 연구도 있다. Song et al¹⁵은 180° 시술 후 68~74%의 실패율을 보고하였다. 그러나 그들의 연구는 레이저 조사 회수가 일관되지 않았다는 점과 시술 받은 환자들의 기저 안압이 다른 연구에서보다 현저히 낮았다는 차이가 있어 직접적으로 다른 연구와 비교 적용하기는 어렵다.

현재까지 SLT의 효용성과 안전성에 대해 발표된 대부분의 연구들에서는 조사범위 180° 조사회수 50회로 시행하였다.^{2,6-10,16} Zurychetal⁶은 180° 시술 후 5년째까지 장기적으로 안압하강효과가 유지되었다고 하였고, Weinand and Althen⁷은 180° 시술 후 1년째 성공률이 60%였으며 4년째까지 44%의 성공률을 유지하였다고 하였다. 국내의 다른 연구에서도 180° SLT 시술로 단기적 또는 장기적으로 좋은 효과를 얻었다고 하였다.¹¹⁻¹³

본 연구에서는 180° 조사군의 안압하강 성공률은 75%에 이르렀으나 90° 조사군의 안압하강 성공률은 32%에 불과하였다. 시술 후 1일째부터 6개월째까지 일관되게 180° 시술군에서 안압하강효과가 더 좋은 것으로 나타났으므로, 본 연구결과를 토대로 유추해보면 SLT의 1차 치료는 180°로 시작하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 이는 Latina and Leon⁴ 및 Stein and Challa⁵가 발표한 최근 종설에서 주장하는 바와도 일치한다.

안전성 면에서는 조사범위가 늘어남에 따라 합병증이 증가하는 경향을 보였다. 180°군에서 전방염증이 50%(8안), 일시적 안압상승이 7%(2안)으로 90°군에 비해(전방염증 25%(4안), 일시적 안압상승 0%(0안)) 합병증이 더 많이 나타났다(Table 4). 따라서 가능한 조사범위를 최소화하는 것이 필요할 것으로 판단되기는 하나, 90°군과 180°군을 비교하였을 때 180°군에서 발생한 합병증이 90°군에서와 마찬가지로 대부분 24시간 안에 정상화되었고 6개월째까지 주변홍채유착

을 포함한 심각한 합병증은 없었기 때문에 조사범위를 180°로 늘려서 시행함에 있어 주저할 이유는 없다고 생각한다.

SLT를 한쪽 눈에만 시술하였을 경우 시술하지 않은 반대편 눈에서도 10% 가량의 안압 하강을 보이는 교차반응(crossover effect)이 있었다는 보고들이 있다.^{2,16} 이는 SLT가 가지는 생물학적 효과에 의해 시술 받지 않은 반대편 눈에도 섬유주의 세포외기질에 변화가 일어나 방수유출이 증가한다는 가설을 뒷받침해주고 있다. 본 연구에서 90°군과 180°군을 비교함에 있어 한 환자에 대해서 한눈에 90°, 반대쪽 눈에 180°로 나누어 시행한 것이 서로 다른 눈에 영향을 주었으리란 가능성을 배제할 수는 없으나, 첫 번째 안의 시술 후 두 번째 안의 시술 사이에 시간차를 24시간 이내로 하여 시행하였고 환자 별로 시술 순서를 무작위로 결정하였기 때문에 연구 결과에 큰 영향은 주지 않았으리라 판단된다.

결론적으로, SLT는 개방각녹내장환자의 치료에 있어 안전하고 효율적인 치료방법이며, 1차 치료 시 치료 방법 선택에 있어 최소한 섬유주의 180°에 50회 조사하는 것이 90°에 25회 조사하는 것 보다 더 높고 안정적인 성공률을 얻을 수 있는 방법이라고 판단된다. 다만 향후 더 많은 환자를 대상으로 한 무작위 임상시험이 이루어 져야 할 것이다.

참고문헌

- 1) Latina MA, Park C. Selective targeting of trabecular meshwork cells: in vitro studies of pulsed and CW laser interactions. *Exp Eye Res* 1995;60:359-72.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) Latina MA, DeLeon JM. Selective laser trabeculoplasty. *Ophthalmol Clin North Am* 2005;18:409-19.
- 5) Stein JD, Challa P. Mechanisms of action and efficacy of argon laser trabeculoplasty and selective laser trabeculoplasty. *Curr Opin Ophthalmol* 2007;18:140-5.
- 6) Jurych 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A, et al. Selective vs argon laser trabeculoplasty: hypotensive efficacy, anterior chamber inflammation, and postoperative pain. Eye 2004;18:498-502.
- 10) Kajiya S, Hayakawa K, Sawaguchi S. Clinical results of selective laser trabeculoplasty. Jpn J Ophthalmol 2000;104:160-4.
- 11) Kim JS, Lee YG, Hong YJ. Q-switched, frequency doubled Nd:YAG laser trabeculoplasty. J Korean Ophthalmol Soc 1999;40:2591-6.
- 12) Lee HY, 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.
- 13) 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.
- 14) Chen E, Golchin S, Blomdahl S. A comparison between 90° and 180° selective laser trabeculoplasty. J Glaucoma 2004;13:62-5.
- 15) Song J, Lee PP, Epstein DL, et al High failure rate associated with 180° selective laser trabeculoplasty. J Glaucoma 2005;14:400-8.
- 16) 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.

=ABSTRACT=

A Comparison of Efficacy and Safety Between 90° and 180° Selective Laser Trabeculoplasty

Myoung Hee Park, M.D., Jung-II Moon, M.D.

Department of Ophthalmology, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: To compare the intraocular pressure-lowering effect and safety between 180° and 90° selective laser trabeculoplasty (SLT).

Methods: From January 2006 to August 2006, in patients with primary open-angle glaucoma and ocular hypertension, SLT was performed 90° to the right eye and 180° to the left eye within the same patient. Intraocular pressure was checked at 1 hour, 1 day, 1 week, 1 month, 3 months, and 6 months after SLT. Anterior chamber reaction and ocular pain was checked at postoperative 1 day. Peripheral anterior synechia was examined at 6 months postoperatively.

Results: Fourteen patients (28 eyes) of primary open-angle glaucoma and two patients (4 eyes) of ocular hypertension were included. There was no difference of intraocular pressure between 180° group and 90° group preoperatively. However, there were statistically significant differences from postoperative 1 hour ($p=0.003$), through 1 week (15.6 ± 2.3 mmHg in 90° group, 14.0 ± 2.5 mmHg in 180° group; $p=0.000$), to 6 months ($p=0.001$). Thirty-two percent of the 90° group and Seventy-five percent of the 180° group showed successful intraocular pressure decrease. There was a slightly higher complication rate of anterior chamber reactions and transient intraocular pressure spikes in the 180° group.

Conclusions: Performing 180° SLT seems the safest procedure that guarantees the successful intraocular pressure decrease.

J Korean Ophthalmol Soc 48(11):1500-1505, 2007

Key Words: Intraocular Pressure, Open Angle Glaucoma, Selective Laser Trabeculoplasty, Trabecular Meshwork

Address reprint requests to **Jung II Moon, M.D.**

Department of Ophthalmology, St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea

#62 Yoido-dong, Youngdeungpo-gu, Seoul 150-713, Korea

Tel: 82-2-3779-1243, Fax: 82-2-761-6869, E-mail: jmoon@catholic.ac.kr