

## 개방각녹내장 환자에서 아르곤레이저 섬유주성형술과 선택적 레이저 섬유주성형술의 임상효과 비교

박준정 · 이종욱 · 이규원

제일안과병원

**목적:** 아르곤레이저를 이용한 섬유주성형술과 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser를 이용한 선택적 섬유주성형술의 임상효과를 비교하였다.

**대상과 방법:** 원발개방각녹내장 환자 중 안압조절을 위한 약물개수가 2개 이상인 환자 61명을 대상으로 35명(35안)은 아르곤레이저 섬유주성형술(ALT)을 시행하였고 26명(26안)은 선택적 섬유주성형술(SLT)을 시행 후 1, 3, 6, 12 개월에 안압 하강 정도와 1년째 치료 성공률을 비교하였다.

**결과:** ALT군에서 술 전 안압은  $25.54 \pm 8.16$  mmHg에서 술 후 1년째  $16.53 \pm 2.58$  mmHg로 35.27%로, SLT군에서는  $22.27 \pm 9.43$  mmHg에서  $18.40 \pm 5.61$  mmHg으로 17.37%의 안압 하강 효과가 있었다. 치료 성공률은 치료 실패 정의 1에서 ALT와 SLT 각각 62.85%와 62.50%, 치료 실패 정의 2에서 51.42%와 46.15%로 두 군간의 유의한 차이는 없었다.

**결론:** ALT와 SLT는 1년 경과관찰 기간 동안 안압 하강 효과와 치료 성공률에 유의한 차이를 보이지 않았다.

(대한안과학회지 2008;49(9):1491-1500)

개방각녹내장 환자에서 약물 및 수술적인 방법 외에 안압을 하강시키기 위한 방법으로서 1979년 Wise and Witter<sup>1</sup>가 아르곤레이저 섬유주성형술(argon laser trabeculoplasty: ALT)을 시행한 이후에 아르곤레이저 성형술은 치료방법 중 한가지로서 안압 하강의 효과가 증명되어 널리 사용되어왔다. 이러한 아르곤레이저의 안압 하강 효과로 인하여 한때 개방각녹내장 환자의 치료에 있어 섬유주 절제술이나 모양체 파괴술 등 외과적 치료방법을 대체하는 치료 수단 또는 외과적 치료의 필요를 연장할 수 있는 방법으로 인식된 적이 있었다. 그러나 아르곤레이저는 섬유주에 광범위한 파괴와 반흔을 형성하고 또한 선택적으로 섬유주 색소세포에만 변형을 일으키지 못하고 섬유주 비색소세포에도 조직학적인 손상을 일으킴으로써 반복적으로 ALT를 시행할 경우 그 성공률에 제한을 가질 수 밖에 없는 단점이 있었다. 이러한 ALT의 비선택적인 한계

를 극복하기 위하여 비색소세포 및 다른 섬유주 구조물에 손상을 주지 않고 섬유주 색소세포에만 선택적으로 작용하는 532 nm의 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser를 이용한 선택적 레이저 섬유주성형술(selective laser trabeculoplasty: SLT)이 연구되었다. 선택적 레이저 성형술은 섬유주에서 멜라닌이 풍부한 섬유주 색소세포를 목표로 하여 선택적으로 손상을 줌으로써 정상적인 섬유주 구조물에는 영향을 주지 않아 이론적으로는 ALT에 비하여 레이저 시술 시 생길 수 있는 홍채 앞 유착 등 합병증을 최소화하고, 보다 시술하기 용이하여 재시술 시에도 ALT에 비하여 성공률이 높은 장점이 있었다.<sup>2-4</sup> SLT가 여러 장점이 있음에도 오히려 SLT가 전체적인 안압 하강을 통한 치료 성공률은 낮다는 보고도 있다.<sup>5</sup> 한국인을 대상으로 ALT와 SLT 시행 후 3개월 간의 단기간 안압 하강 효과를 비교 분석한 논문 결과에서도 ALT와 비교하여 SLT가 술 후 합병증이 적고 안전하였으며 단기간 안압 하강 효과는 ALT 및 SLT간의 차이가 없다는 보고가 있었으나,<sup>6</sup> SLT 15명과 ALT 30명으로 대상자의 수가 적고 3개월이라는 짧은 추적 관찰기간을 가졌다는 점이 두 시술 후의 안압 하강 효과 및 성공률의 비교, 시술 후 안압 조절을 위하여 필요로 하는 녹내장 치료 점안액의 개수 변화 등을 비교하기에는 제한점일 수 밖

(접수일 : 2007년 9월 7일, 심사통과일 : 2008년 6월 11일)

통신저자 : 박 준 정  
대구시 동구 신암1동 803-2  
제일안과병원  
Tel: 053-959-1751, Fax: 053-959-1758  
E-mail: jjparkmd@nate.com

에 없었다.

이에 저자들은 ALT와 SLT를 시행 받은 환자들을 대상으로 시술 후 1, 3, 6, 12개월의 안압 하강 정도 및 시술 전과 비교한 안압 하강률을 비교하였다. 치료 성공률을 비교하기 위하여 두 가지 경우로 치료 실패를 정의한 후 치료 실패 정의에 따른 각각의 시술 후 치료 성공률의 차이를 비교하였으며 치료 실패에 영향을 미치는 인자에 대한 분석을 통하여 어떤 인자가 치료 성공률의 결과 있어 중요한 인자인지 알아 보고자 하였다. 또한 안압 조절을 위하여 필요로 하는 녹내장 치료 점안액의 개수 변화 등을 후향적으로 비교분석 하였다.

## 대상과 방법

2004년 12월부터 2006년 6월까지 본원 안과에 내원한 원발개방각녹내장 환자 61명(61안)을 대상으로 한 명의 시술자에 의한 레이저 섬유주성형술이 시행되었다. 원발 개방각녹내장 환자는 Goldmann 압평안압계로 3회 이상 측정된 안압이 21 mmHg 이상이고 Humphrey 시야검사상 녹내장의 특징적인 변화를 보이면서 전방각경 검사상 전방각이 개방되어 있고 안압을 조절하기 위해 사용하는 약물개수가 2개 이상인 환자를 대상으로 하였다. 녹내장의 치료로써 이전에 레이저 섬유주성형술이나 홍채절개술, 방수유출에 관련된 수술을 받은 경우는 제외하였다. 대상 안 중에서 임의적으로 35명(35안)은 ALT를 시행하였고 26명(26안)은 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser를 이용한 SLT를 시행한 후 12개월간 세극등현미경검사 및 안압 측정 등을 시행하였다. 추적관찰 기간 중 치료성공률을 알아보기 위하여 치료에 실패한 대상 안을 다음과 같이 두 가지 경우로 나누어 각각 정의하였다.

1) ALT 및 SLT 치료 4주 이후에 연속된 2회 방문에서 치료 후 안압이 치료 전 안압과 비교하여 안압 하강 정도가 3 mmHg 미만일 때(치료 실패 정의 1)

2) ALT 및 SLT 치료 4주 이후에 연속된 2회 방문에서 치료 후 안압이 치료 전 안압과 비교하여 20% 미만으로 감소 하였을 때(치료 실패 정의 2)

시술 방법에 있어서 ALT는 대상안에 0.5% proparacaine hydrochloride로 점안 마취 후 Goldmann 3면경 접촉렌즈를 이용하여 연속파 argon blue-green laser photocoagulator로 레이저량 평균 720 mW, 크기는 50  $\mu$ m, 조사시간 0.1초, 섬유주의 하방 180도에 약 50회 조사하였다. 출력기준은 조사부위에 소기포가 생기거나 탈색되는 것을 기준으로 하였다. SLT는 0.5% proparacaine hydrochloride

로 점안 마취 후에 Ritch 렌즈를 각막 위에 위치시키고 섬유주의 하방 180도에 크기는 400  $\mu$ m, 평균에너지 0.7 mJ, 조사시간 3 nanoseconds로 색소 섬유주의 mid height에 초점을 맞추어 532 nm 파장의 레이저를 방출하는 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser (Coherent selecta 9,000 (selecta II), U.S.A.)를 이용하여 약 50회 연속되게 조사하였다. ALT와 SLT를 시행한 후 apraclonidine을 1회 점안한 후 1시간 후 안압 및 전방 내 염증 등을 기록하였다. 0.1% fluorometholone 점안액을 하루 4회 1주간 점안 하였고 술 후 1일, 1주, 1, 3, 6, 12개월에 안압을 관찰 하였다. 12개월의 관찰기간 동안 두 시술간의 술 후 안압 하강에 있어 유의한 차이가 있는지의 여부와 치료 실패의 정의에 따른 성공률을 비교하였다. 또한 두 군에서 각각 치료에 성공한 하위집단과 치료에 실패한 하위집단으로 각각 분류하여 치료 전 초기 안압, 나이, 성별, Hodapp classification에 따른 녹내장성 시야손상의 정도, 시술 전 사용하였던 항녹내장 약물의 개수, 레이저 조사량 등 치료 실패에 영향을 미칠 것으로 예상되는 인자들에 대하여 치료 실패 예측 중요도를 분석하여 보았다. 12개월에 안압 조절을 위하여 사용되었던 항 녹내장 점안액의 개수와 시술전의 점안액 개수가 차이가 있는지 알아보았다.

## 결 과

ALT를 받았던 군은 35명(35안)으로 평균 연령은 52.31 $\pm$ 13.15세였고 남자 30명(30안), 여자 5명(5안)이었으며 술 전 사용하였던 약물의 개수는 3.65 $\pm$ 0.98개였다. SLT를 받았던 군은 26명(26안)으로 58.27 $\pm$ 11.79세 이었고 남자 19명(19안), 여자 7명(7안)이었으며 술 전 사용한 약물 개수는 평균 2.64 $\pm$ 1.50개였다. 두 군의 환자들은 평균 연령, 성비, 녹내장성 시야손상 정도, 시술 전 안압, 술 전 사용한 점안액 개수 등에서 통계학적으로 차이가 없었다(Table 1). ALT를 시행한 군에서 레이저 치료를 시행하기 전 평균 안압은 25.54 $\pm$ 8.16 mmHg였으며, 시술 1일 후 17.31 $\pm$ 10.31 mmHg (32.22% 안압 감소), 1주일 후 20.69 $\pm$ 9.72 mmHg (18.98% 안압 감소), 1개월 후 17.37 $\pm$ 5.18 mmHg (31.98% 안압 감소), 3개월 후 16.04 $\pm$ 3.63 mmHg (37.19% 안압 감소), 6개월 후 16.54 $\pm$ 4.88 mmHg (35.23% 안압 감소), 1년 후 16.53 $\pm$ 2.58 mmHg (35.27% 안압 감소)로 술 후 1주일을 제외하고 지속적인 안압의 하강을 보였으며 시술 1개월 이후에는 안정화되어 술 후 1년까지 지속적인 안압 하강 효과가 있었다.

**Table 1.** Patient demographics at baseline

|  | ALT         | SLT         | <i>p</i> -value   |
|--|-------------|-------------|-------------------|
| Number of subjects (eye)                         | 35 (35)     | 26 (26)     |                   |
| Age (year) (Mean±SD)                             | 52.31±13.15 | 58.27±11.79 | 0.07*             |
| Sex, n (%)                                       |             |             |                   |
| Male   | 30 (85.7%)  | 19 (73.1%)  | 0.64 <sup>†</sup> |
| Female   | 5 (14.3%)   | 7 (26.9%)   |                   |
| Diagnosis, n (%)                                 |             |             |                   |
| POAG   | 35 (100.0%) | 26 (100.0%) |                   |
| Degrees of glaucomatous visual field loss, n (%) |             |             | 0.71 <sup>†</sup> |
| Early glaucomatous loss                          | 3 (8.5%)    | 4 (15.4%)   |                   |
| Moderate glaucomatous loss                       | 14 (40%)    | 10 (38.4%)  |                   |
| Advanced glaucomatous loss                       | 18 (51.5%)  | 12 (46.2%)  |                   |
| Baseline IOP (Mean±SD)                           | 25.54±8.16  | 22.27±9.43  | 0.27*             |
| No. of glaucoma medication at baseline (Mean±SD) | 3.65±0.98   | 2.64±1.50   | 0.65 <sup>‡</sup> |

POAG=primary open angle glaucoma; ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; \* Two-tailed unpaired *t*-test; <sup>†</sup> Chi-square test; <sup>‡</sup> Mann-Whitney U-test.

**Table 2.** Intraocular pressure (Mean±SD) during the follow-up period

| Time      | IOP of ALT group (mmHg) | IOP of SLT group (mmHg) | <i>p</i> -value* |
|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| Baseline  | 25.54±8.16              | 22.27±9.43              | 0.27             |
| 1 day     | 17.31±10.31             | 15.15±8.73              | 0.10             |
| 1 week    | 20.69±9.72              | 18.85±8.78              | 0.22             |
| 1 month   | 17.37±5.18              | 18.50±5.72              | 0.15             |
| 3 months  | 16.04±3.63              | 18.68±3.54              | 0.21             |
| 6 months  | 16.54±4.88              | 18.60±5.81              | 0.20             |
| 12 months | 16.53±2.58              | 18.40±5.61              | 0.19             |

ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; \* Two-tailed unpaired *t*-test.

**Table 3.** Mean IOP reduction (Mean±SD) during the follow-up period

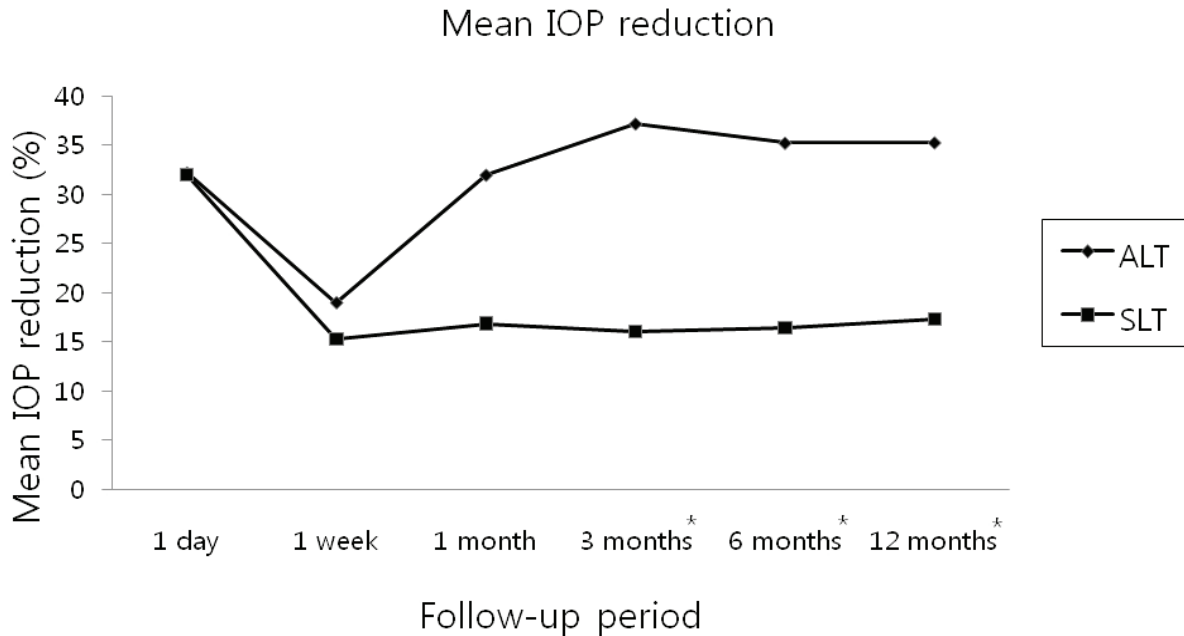
| Time      | No. of case in ALT | IOP reduction of ALT group (mmHg) | No. of case in SLT | IOP reduction of SLT group (mmHg) | ΔIOP reduction of two group (ALT-SLT) | <i>p</i> -value* |
|-----------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| 1 day     | 35                 | 8.23±2.52 (32.22%)                | 26                 | 7.12±2.10 (31.97%)                | +1.11±0.75                            | 0.38             |
| 1 week    | 35                 | 4.85±3.25 (18.98%)                | 26                 | 3.42±3.21 (15.35%)                | +1.43±0.12                            | 0.54             |
| 1 month   | 30                 | 8.17±4.05 (31.98%)                | 24                 | 3.77±3.72 (16.92%)                | +4.14±1.12                            | 0.13             |
| 3 months  | 27                 | 9.50±5.21 (37.19%)                | 26                 | 3.59±4.10 (16.12%)                | +5.12±0.98                            | 0.02             |
| 6 months  | 27                 | 9.00±4.17 (35.23%)                | 26                 | 3.67±3.18 (16.47%)                | +5.14±1.15                            | <0.01            |
| 12 months | 26                 | 9.01±3.18 (35.27%)                | 26                 | 3.87±3.10 (17.37%)                | +5.12±0.82                            | 0.03             |

ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; \* Two-tailed paired *t*-test.

SLT군에서 레이저 치료를 시행하기 전 평균 안압은 22.27±9.43 mmHg였으며, 시술 1일 후 15.15±8.73 mmHg (31.97% 안압 감소), 1주일 후 18.85±8.78 mmHg (15.35% 안압 감소), 1개월 후 18.50±5.72 mmHg (16.92% 안압 감소), 3개월 후 18.68±3.54 mmHg (16.12% 안압 감소), 6개월 후 18.60±5.81 mmHg (16.47% 안압 감소), 1년 후 18.40±5.61 mmHg (17.37% 안압 감소)로 시술 1주일 후부터 안

압이 안정화되어 술 후 1년까지 지속적인 안압 하강 효과가 있었다(Table 2).

두 군에서 시술 후 1일, 1주, 1, 3, 6, 12개월에 안압의 추적관찰 결과 ALT군과 SLT군에서 시술 전과 비교한 시술 후 평균 안압 하강 정도를 비교하였을 때 시술 후 3, 6, 12개월째 ALT군에서 평균 안압 하강의 정도가 SLT군에 비하여 통계적으로 유의하게 크게 측정되었다(Table 3, Fig. 1).



**Figure 1.** Mean IOP reduction percent during follow-up period; \* There were significant statistical differences between the two groups at 3, 6, 12 months; ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty.

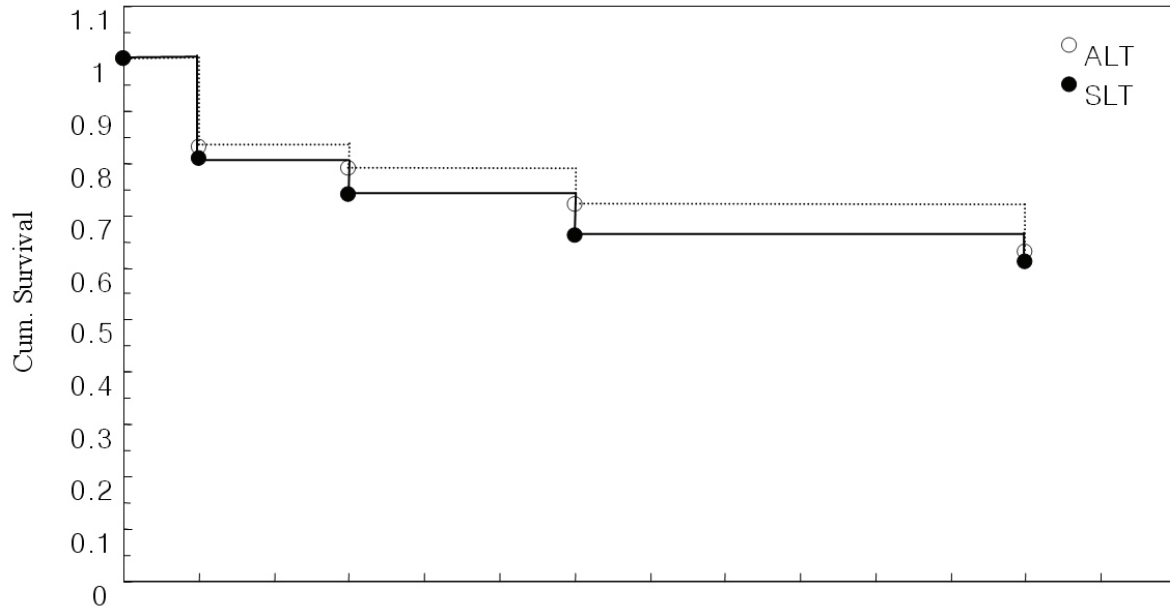
두 군간에 시술 4주 이후 연속된 2회 방문 시 측정된 안압으로 술 전에 비하여 안압 하강이 3 mmHg 미만 을 실패로 정의(Definition 1)하여 각 군에서 치료 성공률 및 치료에 성공한 하위집단과 치료에 실패한 하위 집단을 나누어 각 하위집단간 안압의 하강 정도를 비교 하여 보았다. ALT군에서는 12개월에 최종 치료 성공 률이 62.85%였고 SLT군은 62.50%로 치료 성공률에 있어서는 12개월의 관찰기간 동안 두 군간의 유의한 차 이가 없었다( $p=0.22$ ). 두 군간의 치료 성공률 비교에 서 특이할 만한 결과는 각 군에서 성공한 하위집단과 실패한 하위집단을 비교해볼 때 ALT군에서는 성공한 하위집단의 시술 전 안압이 유의하게 낮았고, SLT군에 서는 성공한 하위집단의 시술 전 안압이 유의하게 높았 다. 1, 3, 6, 12개월에 Definition 1에 의한 치료 성 공의 누적 생존율 비교에서도 두 군간의 유의한 차이가 없었다( $p=0.07$ )(Table 4, Fig. 2).

두 군간에 시술 4주 이후 연속된 2회 방문 시 측정된 안압이 술 전 안압에 비하여 20% 미만으로 감소하였을 때를 치료 실패로 정의(Definition 2)하여 각 군에서 치료 성공률 및 치료에 성공한 하위집단과 치료에 실패 한 하위집단을 나누어 각 하위집단간 안압 하강의 정도 를 비교하여 보았다. ALT군에서는 12개월에 최종 치 료 성공률이 51.42%이며 SLT군은 46.15%로 치료성 공률에 있어서는 두 군간의 유의한 차이가 없었다 ( $p=0.09$ ). 두 군간의 치료 성공률 비교에서 20% 미 만으로 감소하였을 경우를 치료 실패 정의로 하였을 때 에도 ALT군에서는 성공한 하위집단의 시술 전 안압이 실패한 하위집단의 시술 전 안압에 비하여 유의하게 낮 았고, SLT군에서는 성공한 하위집단의 시술 전 안압이 실패한 하위집단의 시술 전 안압에 비하여 유의하게 높 음을 알 수 있었다. 1, 3, 6, 12개월에 Definition 2 에 의한 치료 성공의 누적 생존율 비교에서도 두 군간

**Table 4.** Mean IOP reduction of subgroups in ALT and SLT group using definition 1

|  | Baseline IOP<br>(mmHg) | Post IOP after 12<br>month (mmHg) | $\Delta$ IOP<br>(mmHg) | <i>p</i> -value* |
|--|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|
| Success subgroup in ALT (n=22, 62.85%) | 23.62±6.02             | 15.61±2.97                        | -8.01±4.93             | <0.001           |
| Failure subgroup in ALT (n=13, 37.15%) | 28.79±10.33            | 27.28±10.84                       | -1.52±5.06             | 0.62             |
| Success subgroup in SLT (n=16, 62.50%) | 29.97±11.06            | 17.24±3.66                        | -12.72±13.67           | 0.03             |
| Failure subgroup in SLT (n=10, 37.50%) | 20.44±8.27             | 20.30±7.45                        | -0.13±6.41             | 0.96             |

ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; \* Two-tailed paired *t*-test.



|               |    |    |    |    |    |
|---------------|----|----|----|----|----|
| Time (months) | 0  | 1  | 3  | 6  | 12 |
| ALT (n)       | 35 | 29 | 27 | 25 | 22 |
| SLT (n)       | 26 | 21 | 19 | 17 | 16 |

**Figure 2.** Kaplan-Meier survival curve using definition 1 (failure defined as a decrease in IOP of 3 mmHg or less of the baseline IOP and needs for additional medication, additional laser or glaucoma surgery) in ALT and SLT groups. There were no significant statistical differences between the two groups during the follow-up period; Cum=cumulative; n=number of all eyes defined as success of treatment by definition 1 in each group at each time point; ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty.

의 유의한 차이는 없었다( $p=0.09$ )(Table 5, Fig. 3). 치료 실패에 영향을 미치는 인자에 대한 분석에서는 univariable analysis상에서 baseline IOP만이 SLT 군에서 치료 실패 정의 1과 치료 실패 정의 2 모두에서 유일한 치료 실패 예측인자였고( $p=0.04$  in definition 1,  $p=0.025$  in definition 2), ALT군에서는 유의한 치료 실패 예측인자가 존재하지 않았다(Table 6). 레이저 시술 전과 시술 후 12개월에 사용 중인 약물의 개수 변화 관찰에서는 두 군에서 비슷한 감소를 보였으며 유의한 차이가 없었다( $p=0.62$ )(Table 7). 시술 1시간 후에 전방 내 염증은 ALT군에서는 24안(68.5%), SLT군에서는 6안(23%)에서

관찰 되었다( $p=0.001$ ). 시술 1시간 뒤 5 mmHg 이상 안압이 올라가는 일시적 안압 상승은 ALT에서는 6안(17.1%) SLT에서는 4안(15.3%)이 관찰 되었다( $p=0.95$ )(Table 8).

## 고 찰

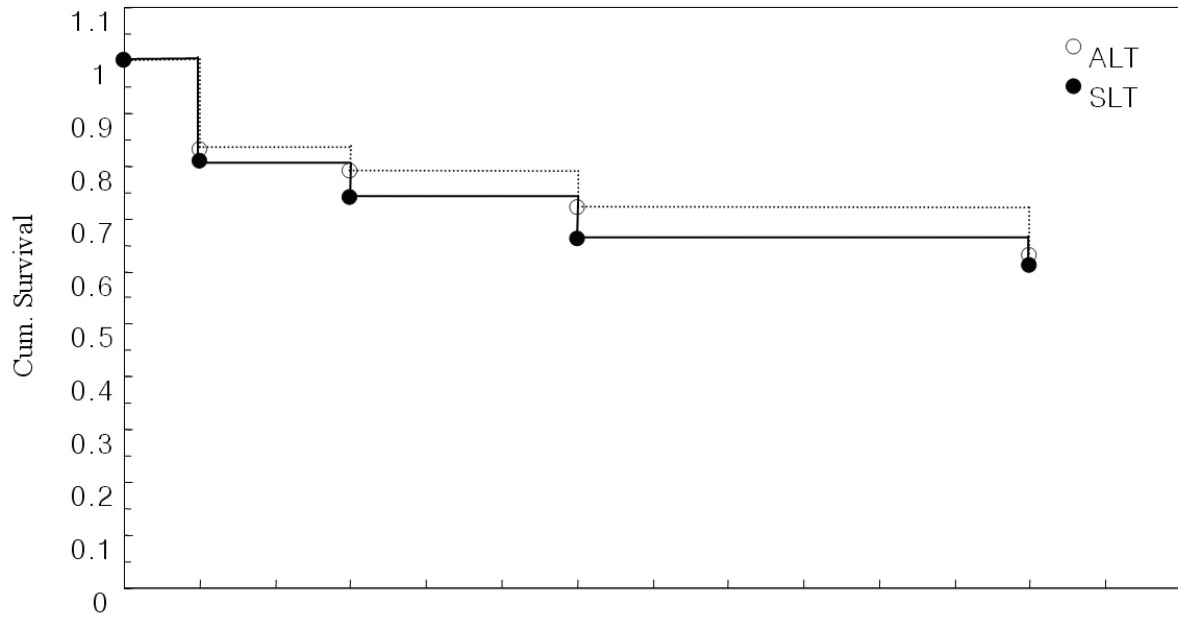
개방각녹내장에 치료방법으로서 1979년 Wise and Witter<sup>1</sup>에 의하여 아르곤레이저가 사용된 이후로 안압 하강의 효과적 치료방법으로 아르곤레이저 섬유주성형술이 이용되어 왔다. 아르곤레이저로 인한 섬유주성형술은 섬유주에 반흔형성을 통하여 안압 하강을 일으키

**Table 5.** Mean IOP reduction of subgroups in ALT and SLT group using definition 2

|  | Baseline IOP<br>(mmHg) | Post IOP after 12 month<br>(mmHg) | $\Delta$ IOP<br>(mmHg) | $p$ -value* |
|--|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------|
| Success subgroup in ALT (n=18, 51.42%) | 24.09 $\pm$ 6.44       | 15.17 $\pm$ 2.99                  | -37.0%                 | <0.001      |
| Failure subgroup in ALT (n=17, 48.58%) | 27.08 $\pm$ 9.61       | 25.00 $\pm$ 10.34                 | -7.7%                  | 0.58        |
| Success subgroup in SLT (n=12, 46.15%) | 31.79 $\pm$ 11.87      | 17.47 $\pm$ 4.18                  | -45.0%                 | 0.04        |
| Failure subgroup in SLT (n=14, 53.85%) | 20.54 $\pm$ 8.08       | 20.12 $\pm$ 7.32                  | -2.0%                  | 0.91        |

ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; \* Two-tailed paired  $t$ -test.





| Time (months) | 0  | 1  | 3  | 6  | 12 |
|---------------|----|----|----|----|----|
| ALT (n)       | 35 | 28 | 24 | 19 | 18 |
| SLT (n)       | 26 | 19 | 17 | 13 | 12 |

**Figure 3.** Kaplan-Meier survival curve using definition 2 (failure defined as a decrease in IOP of 20% or less of the baseline IOP and needs for additional medication, additional laser or glaucoma surgery) in ALT and SLT groups. There were no significant statistical differences between the two groups during the follow-up period; Cum=cumulative; n=number of all eyes defined as success of treatment by definition 2 in each group at each time point. ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty.

**Table 6.** Predictive factors for failure of treatment by definition 1 and definition 2

| Factors           | ALT group                       |                                  | SLT group                       |                                  |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|                   | Definition I<br><i>p</i> value* | Definition II<br><i>p</i> value* | Definition I<br><i>p</i> value* | Definition II<br><i>p</i> value* |
| Baseline IOP      | 0.12                            | 0.268                            | 0.04                            | 0.025                            |
| Age               | 0.25                            | 0.38                             | 0.29                            | 0.35                             |
| Perimetric grade  | 0.27                            | 0.31                             | 0.26                            | 0.30                             |
| No. of medication | 0.27                            | 0.48                             | 0.29                            | 0.37                             |
| Laser spot count  | 0.28                            | 0.37                             | 0.29                            | 0.38                             |

ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; Definition 1=failure defined as a decrease in IOP of 3 mmHg or less and needs for additional medication, additional laser or glaucoma surgery; Definition 2=failure defined as a decrease in IOP of 20% or less of baseline IOP and needs for additional medication, additional laser or glaucoma surgery;

\* univariable analysis.

는 것으로 알려져 있으며 안압 하강의 효과는 주로 치료부위의 섬유주판의 분쇄 및 열공 형성, 섬유화를 유발하고 인접한 비치료 부위의 섬유주 사이의 공간을 넓혀 방수유출을 증가시킴으로 인하여 장기적인 안압 하강 효과가 나타난다는 기계적 이론<sup>7</sup>과 아르곤레이저에 의한 섬유주 손상이 섬유주세포의 탐식력과 분열을 증가시켜 방수유출을 증가시킨다는 생물학적 이론<sup>8</sup>이 있다. 아르곤레이저는 비선택적으로 섬유주에 광범위한

파괴와 반흔형성을 일으켜 이후 ALT를 재치료 시에 섬유주에 대한 심한 손상을 일으켜 재치료 성공률이 낮고 오히려 안압이 상승하며 주변홍채 앞 유착의 형성을 조장할 수 있는 단점이 있었다. 또한 ALT는 전방각의 광응고 변화를 유발하여 포도막공막 유출로의 폐쇄를 일으킬 수 있으며 각막내피세포의 증식을 유발하여 내피막 (endothelial membrane)의 형성을 일으켜 안압 상승과 치료 실패의 요인이 될 수 있었다.

**Table 7.** Mean number of medications in ALT versus SLT at baseline and 12 months

|           | ALT group (mean±SD) | SLT group (mean±SD) | p-value* |
|-----------|---------------------|---------------------|----------|
| Baseline  | 3.65±1.05           | 2.64±0.75           | 0.73     |
| 12 months | 3.19±0.72           | 2.54±0.50           | 0.62     |

ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; \* Mann-Whitney U-test.

**Table 8.** Early inflammation in the anterior chamber and early IOP elevation in ALT versus SLT

|                     | ALT group  | SLT group | p-value* |
|---------------------|------------|-----------|----------|
| Inflammation in AC  | 24 (68.5%) | 6 (23%)   | 0.001    |
| Early IOP elevation | 6 (17.1%)  | 4 (15.3%) | 0.95     |

ALT=argon laser trabeculoplasty; SLT=selective laser trabeculoplasty; AC=anterior chamber. \* Chi-square test.

최근 532 nm의 Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser를 이용하여 섬유주 색소세포막을 선택적으로 파괴하는 선택적 레이저 섬유주성형술이 개발되었다. SLT는 섬유주 색소세포에 선택적인 치료를 함으로써 섬유주판의 구조적인 형태를 보존하면서 섬유주 비색소세포나 다른 구조물의 손상을 줄일 수 있으며 532 nm 파장의 레이저를 3 nanoseconds의 짧은 시간 동안 조사함으로써 적은 에너지를 효율적으로 섬유주 색소세포에 전달하고 열손상이 적으며 방수의 흐름을 방해하는 반흔형성이 적기 때문에 여러 번 시술이 가능하다는 이론적 장점이 있다. SLT의 단기간 안압 하강 효과에 대해서 Kim et al<sup>9</sup>은 한국인을 대상으로 개방각녹내장 환자들을 6개월간의 관찰에서 22~30%의 안압 하강이 있었음을 보고하였으며 Kim and Moon<sup>10</sup>은 개방각녹내장 환자를 대상으로 1년간의 성적에서 20.2% (4.5 mmHg)의 안압 하강을 보고하였다. Latina et al<sup>3</sup>은 26주간의 경과관찰 동안에 평균 24%의 안압 하강을 보고하였다.

SLT와 ALT의 안압 하강 효과를 비교한 연구에서 Damji et al<sup>11</sup>은 SLT군에서 6개월 후에 5.0 mmHg의 안압 하강(21.9%), ALT 군에서는 4.8 mmHg의 안압 하강(21.3%) 효과를 보였으며 개방각녹내장 환자에서 ALT와 SLT 모두 비슷한 정도로 안압을 하강시킨다고 보고하였다. 그러나 이전에 ALT에 실패한 환자에서는 다시 레이저 시술을 한 경우에 ALT 군에서는 평균 3.6 mmHg의 안압 감소가 있었고, SLT군에서 6.8 mmHg의 안압 감소를 보여 재치료 환자에서는 ALT군에 비하여 SLT군에서 뚜렷한 안압 하강 효과를 보고하였으며 이러한 결과는 재치료 환자에서의 SLT의 우수성을 보여주는 결과였다.

한국인을 대상으로 한 ALT와 SLT의 3개월간의 임상효과 비교에서 Lee et al<sup>6</sup>은 ALT군은 술 후 3개월째 6.8 mmHg 안압 하강 효과(26.3% 안압 감소)가 있었으며 SLT군에서는 8.1 mmHg의 안압 하강 효과

(31.2% 안압 감소)가 있어 ALT와 SLT 두 군에서 비슷한 안압 하강 효과가 있음을 보고하였다.

본 연구에서는 시술 후 12개월의 관찰 기간 동안 ALT군에서는 시술 전 안압에 비하여 8.16 mmHg (35.27% 안압 감소)가 있었으며 SLT군에서는 4.59 mmHg (17.37% 안압 감소)가 있었다. 기존에 보고된 결과들에 비교하여 본 연구에서는 두 군에서 시술 1 일째부터 12개월째의 평균 안압에 있어서 유의한 차이는 없었으나 ALT군에서 시술 3, 6, 12개월째의 안압 하강 효과가 더 높게 나왔으며 이는 무작위로 배정된 ALT환자 군의 시술 전 초기 안압이 25.54±8.16 mmHg로 SLT 환자군 22.27±9.43 mmHg에 비해 통계학적인 유의한 차이는 없었지만 ALT군에서 높았던 것과 관련성이 있을 것 같다. 아르곤레이저 섬유주성형술 전 초기 안압이 높을수록 시술 후 더 많이 안압이 하강한다<sup>12,13</sup>는 기존의 보고가 선택적 레이저 섬유주성형술에서도 같은 원리가 적용되어 baseline IOP가 더 높았던 ALT군에서 더 많은 안압 하강이 있었던 것 같다.

Yoon and Oum<sup>14</sup>이 개방각녹내장에 대한 ALT의 임상성적결과에서 ALT후 3주 내지 4주에 안압 하강이 안정되고 이후 하강된 안압이 지속적으로 유지되었다고 한 보고와 같이 본 연구에서도 1개월째부터는 안정화되어 1년까지 지속적으로 안압 하강이 유지되었다. 그러나 SLT군에서는 ALT군에서보다 보다 조기에 안압 하강이 안정화되어 시술 1주일 후부터 안압이 안정화 되었음을 알 수 있다.

SLT가 ALT에 비교하여 시술 초기 조직손상에 따른 전방 내 염증반응과 정상적인 섬유주 구조물에 대한 손상이 적다는 점과 포도막공막 유출로에 대한 영향이 적음으로 인하여 조기에 안압의 하강 효과가 안정화되었을 것으로 추론된다. 2가지 정의에 따라 치료 실패를 규정한 후에 각 군에서 치료 성공률과 치료 실패에 영향을 미치는 인자들에 대한 분석결과에서 ALT과 SLT

군간의 12개월째 최종 치료 성공률은 치료 실패 정의 1에 의한 경우 62.85%와 62.50%이며 치료 실패 정의 2에 의한 경우 51.42%와 46.15%로 두 군간의 유의한 차이는 없었다.

그러나 본 연구에서 시술 전 안압을 기준으로 안압의 하강 정도만을 기준으로 치료 실패를 정의함으로써 ALT와 SLT 두 시술 후에 각각의 군에서 치료 후 녹내장 치료를 위한 유용한 안압 하강(목표 안압)이 어느 정도 성취되었는지는 조사하지 못하였다는 것이 단점이라고 할 수 있다.

ALT군과 SLT군 각각에서 치료 성공군과 치료 실패군을 분류하여 분석하였을 때 ALT군에서는 성공한 하위집단의 시술 전 안압이 치료 실패군 보다 유의하게 낮았고 SLT군에서는 성공한 하위집단의 시술 전 안압이 치료 실패군보다 유의하게 높았다. 이는 ALT 치료 성공에 대한 기존의 보고에서 시술 전 최고 안압이 낮은 경우와 시술 전 필로카르핀을 투여하지 않은 경우에 레이저 시술 후 치료 성공률이 높다<sup>12</sup>는 기존의 결과가 ALT군에서는 동일한 결과가 나왔으나 SLT군에서는 치료 성공한 하위집단이 치료 실패한 하위집단 보다 시술 전 안압이 높다는 것은 특이할 만한 결과 같다.

치료 실패에 영향을 미치는 인자에 대한 분석에서 ALT군에서는 univariable analysis상 유의한 치료 실패 예측인자가 존재하지 않았으나, SLT군에서는 univariable analysis에서 시술 전 초기 안압이 통계학적으로 유의한 치료 실패 예측인자였다. 그 외 나이나 술 전 녹내장성 시야손상의 정도, 술 전 점안약 개수, laser spot count 등은 치료 실패 예측인자가 아니었다.

두 군에서 시술 후 12개월에 안압조절을 위해 필요한 항녹내장 약제의 개수에서도 큰 차이가 없이 비교적 안정적인 안압 하강을 유지하였다. 그러나 12개월에 적절한 안압의 유지를 위하여 필요한 항녹내장 약제의 개수 감소가 두 군 모두에서 큰 폭의 감소가 없음을 알 수 있었다. 이는 대상군의 선택에서 두 군 모두 안압조절을 위해 2가지 이상의 점안액을 사용하고 있었으며 목표안압 수준의 충분한 안압 하강을 이루기 위해서 점안액을 많이 줄여 사용할 수 없었음을 나타내는 것 같다. 또한 1년 이상 장기적인 관찰 시에는 ALT가 5년이 지나면 환자의 약 절반에서 아르곤레이저 섬유주성형술이 효과가 없어져 점차 점안약을 추가해야 한다는 기존의 결과와 같이 SLT군에서도 유사한 경과를 가질 것이라 예측할 수 있다.

ALT군이 SLT군에 비하여 초기 전방 내 염증의 빈도가 높았으나 대부분이 스테로이드 점안액의 사용 등으로 1주일 내에 소실되었으며 그로 인한 합병증은 없

었다. 시술 후 초기 일시적인 안압 상승은 두 군 모두에서 유의한 차이가 없었다. SLT가 시술 후 안내염증이 적고 환자에게 보다 고통없이 시술될 수 있다는 장점이 있다는 것이 대부분의 결론이지만 일부에서는 SLT이후 안내염증이 ALT보다 더 많이 생겼다<sup>15</sup>는 보고와 심한 색소침착이 있는 섬유주를 가진 개방각녹내장 환자에서 SLT 시술 후에 심각한 안압 상승이 관찰되었다는 보고도 있다.<sup>16</sup>

본 연구에서 적은 수의 환자를 대상으로 12개월간의 단기 관찰 결과이지만 ALT 및 SLT 치료 모두가 비교적 안전하게 시술될 수 있는 치료방법이며 개방각녹내장 환자에서 통계학적으로 비슷한 안압 하강 효과를 보였으며 치료 성공률 또한 비슷한 결과를 보였다. ALT 치료 후에 흔히 보고되는 광범위한 섬유주의 손상과 초기 안내염증, 주변홍채 앞 유착, 포도막공막 유출로의 파괴 및 각막 내피막 형성 등의 합병증과 재시술의 제한 등을 고려한다면 SLT는 이러한 가능성이 적으면서 비슷한 안압 하강 및 치료 성공률을 획득할 수 있다는 점에서 유리하다고 생각된다. 그러나 장기적인 임상 효과 및 추후 발생 가능한 부작용에 대한 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 1) Wise JB, Witter SL. Argon laser therapy for open-angle glaucoma. A pilot study. Arch Ophthalmol 1979;97:319-22.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) Noecker RJ, Kramer TR, Latina M, et al. Comparison of acute morphologic changes after selective laser trabeculoplasty and argon laser trabeculoplasty by electron microscopic evaluation. Invest Ophthalmol Vis Sci 1998;39:472-3.
- 5) Song J, Lee PP, Epstein DL, et al. High failure rate associated with 180 degrees selective laser trabeculoplasty. J Glaucoma 2005;14:400-8.
- 6) 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.
- 7) Wise JB. Glaucoma treatment by trabecular tightening with argon laser. Int ophthalmol Clin 1981;21:69-78.
- 8) 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.
- 9) Kim JS, Lee YG, Hong YJ. Institute of Vision Reseach, Q-switched frequency doubled Nd:YAG laser trabeculeoplasty. J Korean Ophthalmol Soc 1999;40:2591-6.
- 10) Kim YJ, Moon CS. One-year follow-up of laser trabeculoplasty using Q-switched frequency-doubled Nd:YAG laser 523 nm wavelength. Ophthalmic Surg Lasers 2000;31:394-9.
- 11) Damji KF, Shah KC, Rock WJ, et al. Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty: a prospective randomized clinical trial. Br J Ophthalmol 1999;83:718-22.
- 12) Tuulonen AN, Airaksinen J, Kuulosmaa K. Factors influencing the outcome of laser trabeculoplasty. Am J ophthalmol 1985;99:388-91.
- 13) Thomas JV, El-Moffy T, Hamdy EE, Simmons RJ. Argon laser trabeculoplasty as initial therapy for glaucoma. Arch Ophthalmol 1984;102:702-3.
- 14) Yoon HS, Oum BS. Clinical result of argon laser trabeculoplasty in open angle glaucoma. J Korean Ophthalmol Soc 1986;27:179-85.
- 15) Damji KF, Bovell AM, Hodge WG, et al. Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty: results from a 1 year randomized clinical trial. Br J Ophthalmol 2006;90:1490-4.
- 16) Harasymowycz, Papamatheakis DG, Latina M, et al. Selective laser trabeculoplasty complicated by intraocular pressure elevation in eyes with heavily pigmented trabecular meshworks. Am J Ophthalmol 2005;139:1110-3.

=ABSTRACT=

## Comparison of Clinical Outcomes of Argon Laser Versus Selective Laser Trabeculoplasty in POAG

Joon Jeong Park, M.D., Jong Wook Lee, M.D., Kyoo Won Lee, M.D.

*Cheil Eye Hospital, Daegu, Korea*

**Purpose:** To compare the clinical outcomes between patients undergoing argon laser trabeculoplasty (ALT) and those undergoing selective laser trabeculoplasty (SLT).

**Methods:** Sixty-one eyes of 61 patients with primary open-angle glaucoma who were treated with more than 1 kind of antiglaucoma medication eye drop were enrolled in this study. Thirty-five eyes of 35 patients were treated with argon laser trabeculoplasty (ALT). Twenty-six eyes of 26 patients were treated with selective laser trabeculoplasty (SLT). The mean IOP at 1, 3, 6, and 12 months and the success rate of treatment at the 12-month follow-up period were evaluated in all patients.

**Results:** At 12 months postoperative, the ALT group had a mean IOP of  $16.53 \pm 2.58$  mmHg with a mean IOP reduction of 35.27%, while the SLT group had a mean IOP of  $18.40 \pm 5.61$  mmHg with a mean IOP reduction of 17.37%. The success rates of treatment defined as definition 1 were 62.85% in ALT and 62.50% in SLT, and the success rates defined as definition 2 were 51.42% in ALT and 46.15% in SLT.

**Conclusions:** There were no significant differences in the IOP lowering effect or success rates between the ALT and SLT patients at 12 months postoperatively.

J Korean Ophthalmol Soc 2008;49(9):1491-1500

**Key Words:** Argon laser trabeculoplasty, Nd:YAG laser, Primary open angle glaucoma, Selective laser trabeculoplasty

---

Address reprint requests to Joon Jeong Park, M.D.

Cheil Eye Hospital

#803-2 Sinam 1-dong, Dong-gu, Daegu 701-011, Korea

Tel: 82-53-959-1751, Fax: 82-53-959-1758, E-mail: jjparkmd@nate.com