

공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술이 시력에 미치는 영향

Change in Visual Acuity Following Trans-Scleral Diode Laser Cyclophotocoagulation in Refractory Glaucoma

이한민 · 김경남 · 김창식

Han Min Lee, MD, Kyong Nam Kim, MD, Chang Sik Kim, MD, PhD

충남대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Chungnam National University School of Medicine, Daejeon, Korea

Purpose: To evaluate the effects of trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation (TSDLC) on best corrected visual acuity (BCVA) in patients with refractory glaucoma.

Methods: The medical records of 148 eyes of 148 patients with refractory glaucoma who were followed-up for over 6 months after TSDLC were analyzed retrospectively. Among them, 49 eyes of 49 subjects who had BCVA greater than no light perception (NLP) before TSDLC were classified as Group 1 and the other 99 eyes of 99 patients who had NLP vision were classified as Group 2. The outcomes of TSDLC including change in BCVA following surgery were analyzed for all patients and 49 subjects.

Results: The mean follow-up period in Group 1 was 19.1 ± 13.5 months and 16.7 ± 12.7 months in Group 2. The intraocular pressure (IOP) and the number of IOP lowering medications decreased in both groups (both $p < 0.001$). In all subjects, there was no significant difference between BCVA before surgery and at the last follow-up (2.4 ± 0.9 log MAR and 2.5 ± 0.8 log MAR, respectively, $p = 0.612$). However, in Group 1, BCVA was decreased from 1.4 ± 1.0 to 1.9 ± 1.1 log MAR after the TSDLC ($p < 0.001$). In those patients, visual loss ≥ 0.2 log MAR was found in 31 eyes (63.3%) and light perception was lost in 15 eyes (30.6%). After treatment, corneal edema developed in 5 eyes (3.4%), phthisis bulbi and chronic hypotony occurred in 3 eyes each (2%) and iridocyclitis occurred in 2 eyes (1.4%).

Conclusions: TSDLC in patients with refractory glaucoma showed an efficient reduction in IOP and the number of IOP-lowering medications. However, there was a significant loss in BCVA in many patients and therefore, careful monitoring regarding potential visual loss is necessary when considering TSDLC in glaucoma patients with useful vision.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(11):1759-1766

Key Words: Complication, Refractory glaucoma, Transscleral diode laser cyclophotocoagulation, Visual acuity

섬모체파괴술은 섬모체를 파괴하여 방수생성을 억제함으로써 안압을 떨어뜨리는 치료 방법으로 Beckman and Fuller¹ 및 1950년 Bietti²에 의해 섬모체냉동술의 형태로 처음

소개되었으며 1933년에는 Weve가 섬모체열치료를 소개하였다.³ 하지만 이 방법들은 시술 후 심한 통증과 염증, 만성 저안압이나 안구로, 예기치 못한 시력상실, 유리체 출혈, 전안부 허혈과 같은 합병증의 빈도가 높아 사용이 제한적이었다.¹ 섬모체파괴술은 이후 다양한 레이저를 이용한 섬모체광응고술의 형태로 발전하였으며, Nd:YAG 레이저가 나오면서 널리 이용되기 시작했다. 보다 최근에 소개된 다이오드(diode) 레이저는 Nd:YAG 레이저에 비해 색소상피에 의한 흡수율이 더 높고 공막에 대한 투과성은 더 뛰어나며 시술 후 합병증이 적고 더 적은 에너지를 사용한다는 장

■ Received: 2015. 5. 22.

■ Revised: 2015. 7. 9.

■ Accepted: 2015. 9. 4.

■ Address reprint requests to **Chang Sik Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chungnam National University Hospital, #282 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: 82-42-280-7606, Fax: 82-42-255-3745
E-mail: kcs61@cnu.ac.kr

© 2015 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.

점이 보고되었다.^{4,8} 하지만 이러한 발전에도 불구하고 섬모체광응고술은 시술 후에 안압하강 정도를 예측하기가 어렵고, 만성 저안압이나 안구로와 같은 심각한 합병증의 위험성이 남아 있어 일반적인 녹내장 환자에서 일차치료로 사용되기보다는 시력이 낮은 말기의 난치성 녹내장 환자에서 주로 사용되어 왔다.⁹ 그러나 최근 여러 연구결과들에 의하면 섬모체광응고술 후 안압은 효과적으로 하강되었으며,^{10,11} 심각한 합병증은 드물다고 보고하였다.¹²⁻¹⁶

최근에는 건강검진 등을 통해 녹내장이 조기에 진단되면서 치료도 조기에 시작하는 경우가 많아지고 있다. 이에 따라 최대약물요법과 레이저치료, 여러 번의 수술적 치료 후에도 안압하강이 충분하지 못해 추가적인 안압하강이 요구되는 난치성 녹내장 환자들도 좋은 시력을 가지고 있는 경우가 드물지 않게 되었으며, 이 경우 추가적인 안압하강을 위해 어쩔 수 없이 섬모체광응고술이 필요한 경우가 있다.

Bloom et al^{15,16}과 Gupta and Agarwal¹⁷은 난치성녹내장에서 공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술을 시행한 후 유의한 시력저하가 없음을 보고하였으며, 국내에서는 Han and Park¹⁸과 Moon and Youn¹⁹이 각각 신생혈관녹내장 32안과 난치성 녹내장 38안에서 동일한 시술 후 유의한 시력저하 없이 효과적인 안압하강이 있음을 보고한 바 있다. 그러나 지금까지 보고된 많은 연구에서 섬모체광응고술의 적응증에 따라 시력이 나쁜 환자를 대상으로 하였기 때문에 대상에 광각소실환자가 포함되어 있다. 광각소실환자는 더 이상 시력감소가 나타날 수 없기 때문에 이들을 포함한 대상에서 시력 변화를 분석한다는 것은 시력 변화에 미치는 영향을 제대로 판단할 수 없는 문제가 있다.

이에 저자들은 시술 전 시력이 남아 있는 환자를 별도로 분리하여 난치성 녹내장 환자에서 공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술 전후의 시력 변화 양상을 알아보고 이에 영향을 미치는 요인에 대하여 분석하였으며, 전반적으로 안압과 안압하강제 수의 변화 및 합병증 등의 임상경과를 함께 알아보았다.

대상과 방법

2004년 1월부터 2009년 8월까지 충남대학교병원에서 공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술을 시행 받고 6개월 이상 추적관찰이 가능했던 148명 148안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 모든 환자에서 나이, 성별, 녹내장 종류, 안내수술의 과거력, 시술 전후 안압과 안압하강제 수의 변화와 시력 변화, 시술 후 합병증 등의 정보를 수집 및 분석하였다. 시술 후 경과관찰 중 이차 섬모체광응고술이나 약물치료 이외의 다른 수술적 치료가 요구되는 경

우에는 다른 수술이 시행되기 전까지의 데이터만 분석에 사용하였다.

섬모체광응고술은 약물치료와 레이저치료를 포함한 다른 수술적 치료에도 불구하고 안압이 충분히 조절되지 않는 난치성 녹내장 환자를 대상으로 하였으며, 환자를 구후마취한 뒤에 다이오드레이저 시스템(Oculight SLx, Iridex Corporation, Mountain View, CA, USA)과 G-probe (Iridex Corporation, Mountain View, CA, USA)를 이용하여 한 명의 동일 술자가 시행했다. G-probe는 시축에 평행한 상태에서 footplate의 앞쪽 경계가 각공막윤부에 접하게 위치시켜 윤부에서 2 mm 뒤쪽에 레이저가 조사될 수 있도록 하였다. 3시와 9시 부위를 제외하고 환자의 상태에 따라 180도에서 360도에 걸쳐 레이저를 조사하였다. 시술 중 ‘pop sound’의 유무에 따라 다이오드레이저의 에너지 세기는 250 mW 단위로 최소 1,500 mW에서 최대 2,250 mW까지 조절하였고, 조사시간은 500 msec씩 최단 1,500 msec에서 최장 2,500 msec까지 조절하였다. 시술 후 항생제(Tarivid®, Santen, Japan)와 스테로이드(Pred forte®, Allergan, Irvine, CA, USA)는 1일 4회, 산동제(Isopto atropine 1%®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)는 하루 2회 점안하였는데 항생제는 시술 후 1주까지, 스테로이드와 산동제는 1개월까지 사용하였다. 시술 후 1일, 1주, 1개월, 3개월, 6개월째와 이후는 6개월 간격으로 추적관찰하였으며 내원 시에는 안압, 최대교정시력, 세극등현미경을 이용한 전안부 소견, 합병증 등을 조사하였고 안압 상태에 따라 안압하강제를 가감하였다. 시술 후 경과관찰 중 안압이 3개월 이상 지속적으로 5 mmHg 이하로 측정되는 경우를 저안압으로 정의하였다.

기존에 국내외에서 보고된 섬모체광응고술에 대한 연구들에서는 시술 전 시력이 ‘광각 없음’인 환자도 포함하여 분석을 시행하였는데,¹⁵⁻¹⁹ 저자들은 시술 전에 이미 광각이 소실된 환자에서는 더 이상의 시력저하가 불가능하다는 점을 고려하여 시술 전 ‘광각 있음’ 이상의 시력을 보였던 환자를 1군으로, 시술 전 시력이 ‘광각 없음’이었던 환자를 2군으로 분류한 뒤 전체 환자에서와 이들 중 시술 전 최대교정시력이 ‘광각 있음’ 이상이었던 1군에서의 시술 전후 시력 변화를 비교하였다. 또한 이들 ‘광각 있음’ 이상의 시력을 가진 환자에 대해서는 마지막 내원 시의 시력이 시술 전에 비해 0.1 logMAR 이상 감소된 경우를 시력저하로 정의하였으며, 시력이 저하된 군과 유지된 군으로 나누어 비교해 보았다.

통계적 분석은 SPSS Version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 1군과 2군 사이의 비교와, 1군에서 시술 후 시력이 저하된 군과 유지된 군 사이의 비교분석에서 변수의 연속성과 표본의 크기에 따라서 Student *t*-test,

Pearson's chi-square test, Mann-Whitney *U*-test, Fisher's exact test를 이용하였으며, 1군에서 시력저하의 누적빈도를 알아보기 위해 Kaplan-Meier 생존분석을 이용하였다. 각 군 내에서 시술 전과 후의 비교는 paired *t*-test를 이용하였고, *p*-value가 0.05보다 작은 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 보았다.

결 과

전체 환자는 148명 148안이었으며 49명 49안(1군)은 ‘광각 있음’ 이상의 시력을 가지고 있었고 나머지 99명 99안(2군)은 시술 전 시력이 ‘광각 없음’이었다. 전체 환자의 평균 연령은 60.9 ± 15.9 세였으며, 평균 추적관찰 기간은 17.3 ± 11.2 개월이었다. 시술 전 최대교정시력은 2.4 ± 0.9 logMAR였으며, 안압은 안압하강제 2.8 ± 0.8 개를 사용하면서 41.1 ± 15.3 mmHg였다. 녹내장 종류로는 신생혈관녹내장이 가장 많았으며(85안, 57.4%), 그 다음으로 안외상이나 안내수

술 후에 발생한 이차녹내장이 많았다(30안, 20.3%). 섬모체 광응고술에 사용한 평균 에너지는 $1,930 \pm 266.6$ mW, 조사 시간은 $2,174 \pm 1,399.6$ msec, 조사 횟수는 17.4 ± 2.5 회로 총 에너지량은 60.2 ± 38.4 J이었다. 1군과 2군 사이에 연령, 성별, 추적관찰 기간, 녹내장 종류, 섬모체광응고술에 사용한 에너지 등에는 유의한 차이가 없었고, 1군에서 이전에 아메드 방수유출장치 삽입술을 시행 받은 환자의 빈도가 높은 것으로 나타났다($p=0.001$, Table 1).

마지막 내원 시에 전체 환자에서는 평균 1.6 ± 1.0 개의 안압하강제를 사용하면서 안압이 19.9 ± 11.1 mmHg였으며, 1군과 2군에서는 각각 1.5 ± 1.0 개와 1.7 ± 0.9 개의 안압하강제를 사용하면서 안압이 19.3 ± 15.6 mmHg와 20.2 ± 12.9 mmHg였다. 세 경우 모두 안압과 안압하강제의 수가 시술 전보다 유의하게 감소한 것으로 나타났다($p<0.001$, Table 2). 시술 후 최대교정시력은 전체 환자에서는 2.5 ± 0.8 logMAR로 시술 전 2.4 ± 0.9 logMAR에 비해 유의한 차이를 보이지 않았으나($p=0.612$), 시술 전 시력이 ‘광각 있

Table 1. Demographics of patients

Clinical variables	Group 1	Group 2	Total	<i>p</i> -value*
No. of patients (number of eyes)	49 (49)	99 (99)	148 (148)	
Age (years)	59.3 ± 15.4	61.7 ± 13.6	60.9 ± 15.9	0.369
Sex (male/female)	33/16	57/42	90/58	0.519
BCVA (log MAR, decimal)	1.4 ± 1.0 (0.04)	2.9 (NLP)	2.4 ± 0.9 (HM)	<0.001
IOP (mm Hg)	38.8 ± 15.7	46.8 ± 12.3	41.1 ± 15.3	0.192
IOP lowering medication	2.6 ± 0.7	2.9 ± 0.8	2.8 ± 0.8	0.351
Follow up (months)	19.1 ± 13.5	16.7 ± 12.7	17.3 ± 11.2	0.293
Lens status				
Phakia (%)	26 (53.1)	49 (49.5)	75 (50.7)	0.683 [†]
Aphakia (%)	6 (12.2)	2 (2.0)	8 (5.4)	0.016 [‡]
Pseudophakia (%)	17 (34.7)	48 (48.5)	65 (43.9)	0.176 [†]
Previous ocular surgery				
AGV implantation	13	6	19	0.001 [‡]
Vitreo-retinal surgery	4	2	6	0.096 [‡]
Filtration surgery	3	3	6	0.313 [‡]
Glaucoma type				
Neovascular glaucoma (%)	23 (46.9)	62 (62.6)	85 (57.4)	0.069 [†]
Secondary glaucoma (%) [§]	12 (24.5)	18 (18.2)	30 (20.3)	0.369 [†]
Primary open angle glaucoma (%)	8 (16.3)	9 (9.1)	17 (11.5)	0.153 [†]
Primary angle closure glaucoma (%)	3 (6.1)	5 (5.1)	8 (5.4)	0.529 [‡]
Uveitic glaucoma (%)	2 (4.1)	3 (3.0)	5 (3.4)	0.537 [‡]
Congenital glaucoma (%)	1 (2.0)	2 (2.0)	3 (2.0)	0.704 [‡]
Treatment dose				
Power (mW)	$1,886.4 \pm 252.7$	$1,951.6 \pm 256.4$	$1,930.0 \pm 266.6$	0.161
Spot numbers	16.4 ± 2.8	17.9 ± 1.9	17.4 ± 2.5	0.267
Duration (msec)	$1,831.8 \pm 235.8$	$2,344.1 \pm 216.2$	$2,174.5 \pm 1,399.6$	0.235
Treatment range (°)	286.4 ± 163.5	352.3 ± 132.3	257.66 ± 78.7	0.115
Total energy (J)	54.6 ± 13.1	66.3 ± 38.4	60.2 ± 38.4	0.348

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.

BCVA = best corrected visual acuity; NLP = no light perception; HM = hand motion; IOP = intraocular pressure; AGV = Ahmed glaucoma valve.

*Student *t*-test, if not indicated otherwise; [†]Pearson's chi-square test; [‡]Fisher's exact test; [§]Secondary glaucoma included glaucoma secondary to intraocular surgery or trauma.

Table 2. Treatment outcomes after trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation

Clinical variables	Group 1	Group 2	Total
IOP (mm Hg)			
Baseline	38.8 ± 15.7	46.8 ± 12.3	41.1 ± 15.3
Last follow-up	19.3 ± 15.6	20.2 ± 12.9	19.9 ± 11.1
<i>p</i> -value*	<0.001	<0.001	<0.001
IOP lowering medication (n)			
Baseline	2.6 ± 0.7	2.9 ± 0.8	2.8 ± 0.8
Last follow-up	1.5 ± 1.0	1.7 ± 0.9	1.6 ± 1.0
<i>p</i> -value*	<0.001	<0.001	<0.001
BCVA (log MAR)			
Baseline	1.4 ± 1.0	2.9	2.4 ± 0.9
Last follow-up	1.9 ± 1.1	2.9	2.5 ± 0.8
<i>p</i> -value*	<0.001	NA	0.612

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

IOP = intraocular pressure; BCVA = best corrected visual acuity; NA = not applicable.

*Paired *t*-test.

Table 3. Change in BCVA in group 1*

Amount of change (log MAR)	Number of eyes	Cumulative number (%)
Deteriorated BCVA		
Amount ≥ 0.3	26 (15) [†]	26 (53.1)
0.3 > amount ≥ 0.2	5	31 (63.3)
0.2 > amount ≥ 0.1	8	39 (79.6)
No change	5	44 (89.8)
Improved BCVA	5	49 (100.0)
Total	49/49	49 (100.0)

BCVA = best corrected visual acuity.

*Patients with preoperative BCVA of 'light perception' or better. 'Change in BCVA' means last follow-up BCVA-baseline BCVA in log MAR; †Number in parenthesis indicates the number of patients who lost light perception after trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation (TSDCP).

음' 이상이었던 1군에서는 시술 후 시력이 1.9 ± 1.1 logMAR로 시술 전 1.4 ± 1.0 logMAR에 비해 유의하게 떨어진 것으로 나타났다($p < 0.001$, Table 2). 섬모체광응고술 후 최대 약물치료에도 내원 시마다 측정한 안압이 2번 이상 30 mmHg 이상이면 안구 통증, 불편감을 호소한 7명의 환자에서 이차 섬모체광응고술을 시행하였으며, 이 중 4명은 이차 시술 후 안압이 21 mmHg 이하로 조절되었고 3명은 이후에도 지속되는 고안압에 대하여 아메드 방수유출장치 삽입술을 추가로 시행하였다.

시술 후 시력이 저하된 환자는 총 39명(79.6%)이었는데 (Table 3), 시력저하의 기준을 달리하여 Kaplan-Meier 생존 분석을 시행한 결과 0.1 logMAR 이상의 시력저하를 보인 환자는 시술 후 6개월, 1년, 2년째에 각각 30명(61.2%), 35명(71.4%), 36명(73.5%)이었으며, 0.2 logMAR 이상의 시력저하를 보인 환자는 시술 후 6개월, 1년, 2년째에 각각 24명(49.0%), 29명(59.2%), 31명(63.3%)이었다. 0.3 logMAR

이상 시력이 저하된 환자는 동일한 시기에 각각 12명(24.5%), 23명(46.9%), 26명(53.1%)으로 나타났다(Fig. 1). 시력저하를 보인 39명 중 15명(30.6%)은 시술 후 시력이 '광각 없음'으로 완전히 소실되었는데, 이들 중 8명은 시술 전 시력이 2.6 logMAR ('광각 있음')에 그쳤으나 다른 7명은 2.5 logMAR ('안전수동')보다 좋았고 이 중 2명은 1.0 logMAR (0.1 decimal)보다 좋았다. 시력저하의 원인으로는 각막부종이 3안, 포도막염, 만성 저안압, 안구로가 각각 1안씩 있었고, 나머지 33안에서는 뚜렷한 원인을 찾을 수 없었다. 시술 후 시력이 저하된 39명과 시력이 유지된 10명의 평균 연령은 각각 58.0 ± 15.6 세와 64.7 ± 14.1 세로 유의한 차이가 없었으며, 이외의 성별, 시술 전 최대교정시력, 시술 전후 안압과 안압하강제의 수, 녹내장 종류, 섬모체광응고술에 사용한 다이오드레이저 에너지의 세기, 조사시간과 횟수에서도 유의한 차이를 보이지 않았다(all $p > 0.05$, Table 4). 시력저하의 판단기준을 0.2와 0.3 logMAR로 달리하여 시력저하군과 그렇지 않은 군을 비교해 보았을 때에도 마찬가지로 두 군 간에 유의한 차이를 나타내는 변수는 발견되지 않았다.

시술 후 합병증은 148명의 전체 환자 중 13명(8.8%)에서 나타났으며 각막부종이 5명(3.4%), 안구로와 만성 저안압이 각각 3명(2.0%), 포도막염이 2명(1.4%)에서 나타났다. 1군에서는 총 6명(12.2%)에서 합병증이 발생하였는데 각막부종이 3명(6.1%)으로 가장 많았고, 안구로, 만성 저안압, 포도막염이 각각 1명(2.0%)씩에서 나타났으며, 2군과 유의한 차이가 없었다($p = 0.328$, Table 5).

고 찰

섬모체광응고술은 섬유주절제술이나 방수유출장치삽입

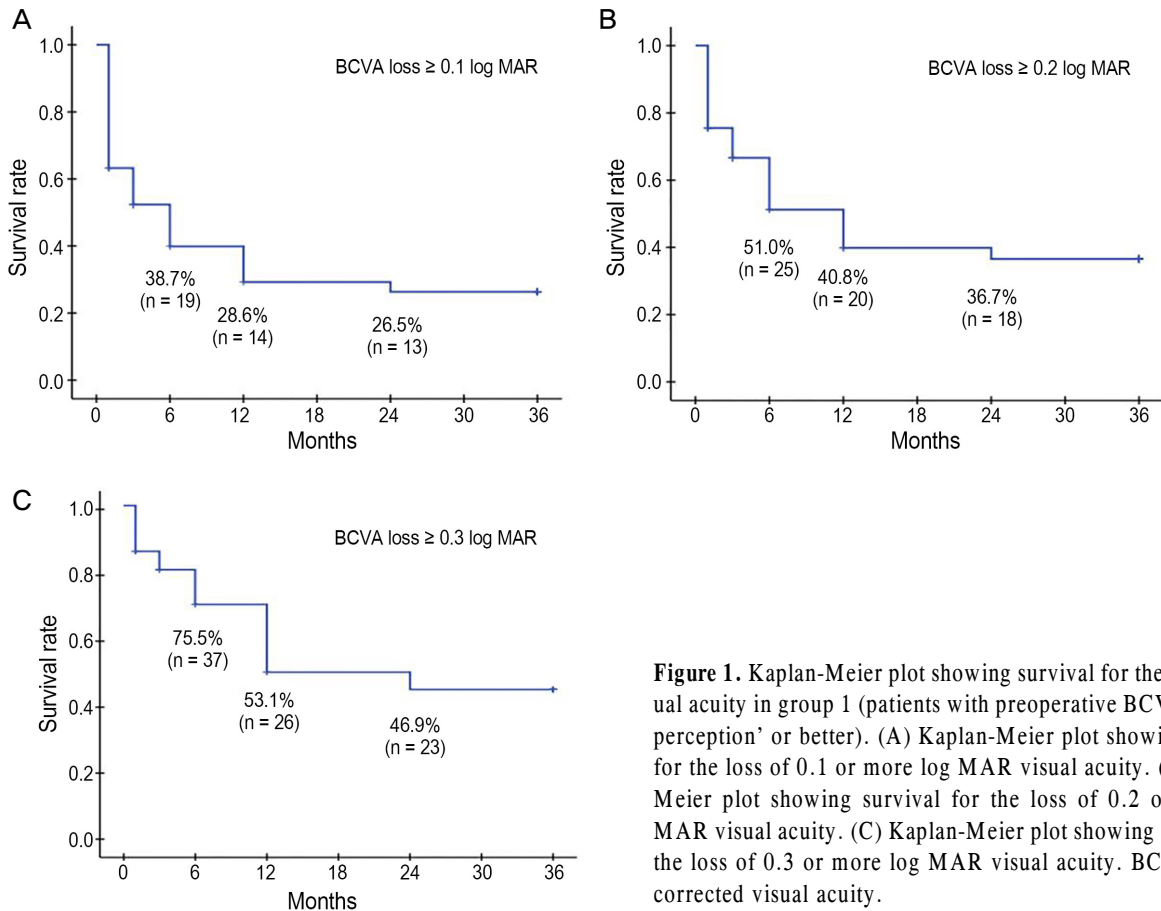


Figure 1. Kaplan-Meier plot showing survival for the loss of visual acuity in group 1 (patients with preoperative BCVA of 'light perception' or better). (A) Kaplan-Meier plot showing survival for the loss of 0.1 or more log MAR visual acuity. (B) Kaplan-Meier plot showing survival for the loss of 0.2 or more log MAR visual acuity. (C) Kaplan-Meier plot showing survival for the loss of 0.3 or more log MAR visual acuity. BCVA = best corrected visual acuity.

술과 같은 수술적 치료에 비해 비침습적이며 시술시간이 짧고 간단하다는 장점이 있고 보고에 따라 12.3-66.0%의 안압하강 효과를 보이는 것으로 알려져 있다.¹²⁻²⁰ 특히 최근에 많이 시행되는 Nd:YAG 레이저나 다이오드레이저를 이용한 섬모체광응고술은 이전의 섬모체열치로나 섬모체냉동술에 비해 안압하강 효과는 더 높고, 합병증은 더 적다.²⁰⁻²⁶ 그러나 시술 후 안압하강 정도를 예측하기가 어렵고 여러 부작용 때문에 일반적으로 유용한 시력이 없는 눈이나 전신상태가 불량하여 다른 녹내장수술이 어려운 경우 등에서 주로 이용되어 왔다.²²⁻²⁵ 하지만 몇몇 연구에서는 다이오드레이저 섬모체광응고술이 안압하강효과와 합병증의 발생 측면에서 방수유출장치삽입술에 비해 유의한 차이가 없다고 하였다.^{26,27} Sood and Beck²⁶은 유년기 녹내장에서 이 두 가지 치료 방법이 비슷한 안압하강 효과와 합병증 발생률을 보였다고 하였으며 Yildirim et al²⁷은 신생혈관녹내장에서 두 치료 방법이 비슷한 안압하강효과를 보이며 시력저하는 각각 27%와 24%의 환자에서 발생했다고 보고하였다.

본 연구에서는 섬모체광응고술을 시행한 전체 환자에 대한 분석과 함께 시술 전후 시력의 변화를 평가하기 위해 시

술 전 시력이 '광각 있음' 이상이었던 49명에서의 분석을 별도로 시행하였다. 시력이 남아 있던 1군에서 안압은 시술 전 38.8 ± 15.7 mmHg에서 시술 후 19.3 ± 15.6 mmHg로 50.3% 감소하여 12.3-66.0%의 안압하강을 보인 기존의 연구결과들과 유사하였다.¹²⁻²⁰ 안압하강제의 수도 2.6 ± 0.7 개에서 1.5 ± 1.0 개로 유의하게 감소했다($p < 0.001$, Table 2). 합병증으로 각막부종이 3명(6.1%)에서 나타났으며 안구로, 만성 저안압, 포도막염이 각각 1명(2.0%)에서 관찰되었다. 이는 시술 후에 만성 저안압은 2.7-9.5%, 안구로는 5.3-9.9%에서 발생함을 보고한 기존의 여러 연구들과 유사한 발생률을 나타낸 것이다(Table 5).^{10,14,28-32} 섬모체광응고술에 사용한 총 레이저 에너지량은 54.6 ± 13.1 J로 83.3-155.2 J의 에너지를 사용한 이전의 연구들에 비하여 다소 낮았는데^{10,14,28-32} 이는 본 연구에 시력이 남아 있는 환자가 다수 포함되어 있고, 반대 안의 시력이 좋고 시술 안의 시력이 현저히 낮은 환자에서 만성 저안압이나 안구로에 대한 위험을 고려하여 통증조절 목적으로 술자가 임의로 낮은 에너지를 조사하였기 때문으로 보인다.

이전 연구에 의하면 섬모체광응고술 후 유의한 시력의 변화 없이 효과적인 안압하강이 있음이 보고되었는데¹⁵⁻¹⁹

Table 4. Comparison of clinical variables after transscleral diode laser cyclophotocoagulation in group 1 *

Clinical variables	Patients with deteriorated BCVA	Patients with stable BCVA	p-value [‡]
No. of patients (number of eyes)	39/39	10/10	
Age (years)	58.0 ± 15.6	64.7 ± 14.1	0.085
Sex (male/female)	27/12	7/3	0.642 [‡]
BCVA (log MAR)			
Baseline (decimal)	1.4 ± 0.9 (0.04)	1.8 ± 0.9 (0.01)	0.874
Last follow up (decimal)	2.0 ± 1.0 (CF)	1.5 ± 1.1 (0.03)	0.110
IOP (mm Hg)			
Baseline	40.3 ± 15.7	32.8 ± 14.5	0.142
Last follow up	18.9 ± 16.7	20.9 ± 8.0	0.705
IOP lowering medication (n)			
Baseline	2.6 ± 0.6	2.3 ± 1.5	0.966
Last follow up	1.7 ± 1.3	1.8 ± 1.0	0.861
Follow up months	19.1 ± 13.5	19.7 ± 12.7	0.426
Lens status			
Phakia (%)	20 (51.3)	6 (60.0)	0.447 [‡]
Aphakia (%)	5 (12.8)	1 (10.0)	0.645 [‡]
Pseudophakia (%)	14 (35.9)	3 (30.0)	0.518 [‡]
Previous ocular surgery			
AGV implantation	10	3	0.533 [‡]
Vitreoretinal surgery	4	0	0.569 [‡]
Filtration surgery	1	2	0.102 [‡]
Glaucoma type			
Neovascular glaucoma (%)	19 (48.7)	4 (40.0)	0.447 [‡]
Secondary glaucoma (%)	10 (25.6)	2 (20.0)	0.534 [‡]
Primary open angle glaucoma (%)	5 (12.8)	3 (30.0)	0.197 [‡]
Primary angle closure glaucoma (%)	2 (5.1)	1 (10.0)	0.504 [‡]
Uveitic glaucoma (%)	2 (5.1)	0	0.630 [‡]
Congenital glaucoma (%)	1 (2.6)	0	0.796 [‡]
Treatment dose			
Power (mW)	1,888.9 ± 260.4	1,875.0 ± 250.1	0.902
Spot numbers	16.4 ± 2.8	16.2 ± 3.1	0.932
Duration (msec)	1,822.2 ± 239.0	1,875.0 ± 250.0	0.712
Treatment range (°)	272.0 ± 103.9	339.6 ± 180.0	0.625
Total energy (J)	53.6 ± 13.4	57.9 ± 12.3	0.466

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

BCVA = best corrected visual acuity; CF = finger count; IOP = intraocular pressure; AGV = Ahmed glaucoma valve.

*Patients with preoperative best corrected visual acuity of 'light perception' or better; [‡]Mann-Whitney U-test; [‡]Fisher's exact test.

Table 5. Postoperative complications

Complications	Group 1	Group 2	Total	p-value*
Corneal edema (%)	3 (6.1)	2 (2.0)	5 (3.4)	0.261
Phthisis (%)	1 (2.0)	2 (2.0)	3 (2.0)	0.694
Hypotony (%)	1 (2.0)	2 (2.0)	3 (2.0)	0.694
Iridocyclitis (%)	1 (2.0)	1 (1.0)	2 (1.4)	0.603
Total	6	7	13	0.328

*Fisher's exact test.

이들 연구에서는 분석 시에 광각소실환자가 포함되어 있기 때문에 시술로 인한 시력 변화를 제대로 판단하기 어려운 문제점이 있을 것으로 생각된다. 또한 Rotchford et al³³과 Ghosh et al³⁴은 시력이 좋은 환자를 대상으로 섬모체광응 고술을 시행한 뒤 임상경과를 보고하였으며, 각각에서 30.6% (49안 중 15안), 23.9% (46안 중 11안)의 환자에서 Snellen

chart 2줄 이상의 시력저하가 있었지만, 시술 후 평균 시력 저하의 정도가 통계적으로 유의하지는 않아 비교적 안전하게 시행될 수 있는 시술이라고 보고하였다.

본 연구에서 시술 전후 시력 변화를 분석하였을 때, 광각 이 소실된 환자를 포함한 전체 환자에서는 시술 전 시력이 2.4 ± 0.9 logMAR에서 시술 후 2.5 ± 0.8 logMAR로 유의

한 시력저하를 나타내지 않았으나($p=0.12$), 시력이 남아 있던 환자만 분석한 1군에서는 시술 전 1.4 ± 1.0 logMAR에서 시술 후 1.9 ± 1.1 logMAR로 시력이 유의하게 감소하였으며, 더욱이 이들 중 15명에서는 ‘광각 없음’으로 완전히 시력이 소실되어 시력이 더 좋았다면 추가적인 시력저하의 가능성이 있다고 볼 수 있다(Table 2, 3). 이러한 차이는 시력이 좋은 환자를 대상으로 한 연구^{33,34}에서는 일부 환자에서 각막부종이 해소되며 시력이 좋아졌던 환자에 의해 시력감소의 평균치가 상쇄되어 통계적 유의성에 영향을 미쳤을 가능성이 있으며, 광각이 없었던 환자가 포함된 기존의 연구들¹⁵⁻¹⁹에서 섬모체광응고술 후 시력저하의 정도가 과소 평가되었을 가능성을 암시한다.

물론 본 연구에 포함된 환자의 대다수가 시술 전에 이미 상당히 진행된 말기 녹내장(terminal glaucoma) 환자이기 때문에 안압이 아주 높지 않더라도 녹내장이 진행하여 시력저하를 유발하였을 가능성을 배제할 수는 없지만, 시술 후 40안(81.6%)에서 안압이 정상범주(11-21 mmHg) 내로 조절되었음에도 불구하고 유의한 시력저하가 발생한 것은 섬모체광응고술에 의한 시력저하가 유발되었을 가능성이 더 클 것으로 보인다. 저자들은 시술 후 시력이 저하된 군과 유지된 군을 비교하여 시력저하와 연관된 요인을 찾으려 시도하였는데 두 군 사이에 유의한 차이를 보이는 요인은 없는 것으로 나타났다(all $p>0.05$, Table 4).

본 연구는 후향적으로 이루어졌다는 점 외에도 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 우선, 대상 환자의 대다수가 말기 녹내장으로 시술 후 녹내장의 진행경과를 판단할 수 있는 시신경검사나 시야검사를 시행하기 어렵거나, 검사를 시행한 경우에도 데이터의 신뢰도가 떨어져 녹내장의 진행에 의한 시력저하를 구분하여 배제할 수 없었다. 그리고 이 연구에 포함된 대부분의 환자는 시술 전 시력이 1.0 logMAR (0.1 decimal) 이상의 저시력을 보였기 때문에 좋은 시력을 가지는 환자에서 시행한 섬유주절제술이나 방수유출장치 삽입술 등 후에 나타나는 시력 변화와 객관적으로 비교하기는 어려울 것으로 보인다.

결론적으로 난치성 녹내장 환자에서 공막경유 다이오드 레이저 섬모체광응고술은 추가적인 안압하강을 위해 유용하게 사용될 수 있으나, 시술 후 각막부종, 만성 저안압, 안구로, 포도막염과 같은 합병증을 유발할 수 있으며, 시술 전 시력이 있는 녹내장환자에서 섬모체광응고술을 시행할 때에는 시술 후에 유의한 시력저하가 초래될 수 있음을 고려해야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- 1) Beckman H, Fuller TA. Carbon dioxide laser scleral dissection and filtering procedure for glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1979;88:73-7.
- 2) Bietti G. Surgical intervention on the ciliary body; new trends for the relief of glaucoma. *J Am Med Assoc* 1950;142:889-97.
- 3) Alward WLM. Laser cyclophotocoagulation. In: Weingeist TA, Sneed SR, eds. *Laser surgery in ophthalmology: Practical applications*, 1st ed. East Norwalk, Conn: Appleton and Lange, 1992; chap. 14.
- 4) Pastor SA, Singh K, Lee DA, et al. Cyclophotocoagulation: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2001;108:2130-8.
- 5) Assia EI, Hennis HL, Stewart WC, et al. A comparison of neodymium: yttrium aluminum garnet and diode laser transscleral cyclophotocoagulation and cyclocryotherapy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991;32:2774-8.
- 6) Brancato R, Leoni G, Trabucchi G, et al. Histopathology of continuous wave neodymium: yttrium aluminum garnet and diode laser contact transscleral lesions in rabbit ciliary body. A comparative study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991;32:1586-92.
- 7) Spencer AF, Vernon SA. “Cyclodiode”: results of a standard protocol. *Br J Ophthalmol* 1999;83:311-6.
- 8) Kosoko O, Gaasterland DE, Pollack IP, Enger CL. Long-term outcome of initial ciliary ablation with contact diode laser transscleral cyclophotocoagulation for severe glaucoma. The Diode Laser Ciliary Ablation Study Group. *Ophthalmology* 1996;103:1294-302.
- 9) Francis BA, Kwon J, Fellman R, et al. Endoscopic ophthalmic surgery of the anterior segment. *Surv Ophthalmol* 2014;59:217-31.
- 10) Panarelli JF, Banitt MR, Sidoti PA. Transscleral diode laser cyclophotocoagulation after baerveldt glaucoma implant surgery. *J Glaucoma* 2014;23:405-9.
- 11) Ishida K. Update on results and complications of cyclophotocoagulation. *Curr Opin Ophthalmol* 2013;24:102-10.
- 12) Egbert PR, Fiadoyor S, Budenz DL, et al. Diode laser transscleral cyclophotocoagulation as a primary surgical treatment for primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2001;119:345-50.
- 13) Wilensky JT, Kammer J. Long-term visual outcome of transscleral laser cyclotherapy in eyes with ambulatory vision. *Ophthalmology* 2004;111:1389-92.
- 14) Ansari E, Gandhewar J. Long-term efficacy and visual acuity following transscleral diode laser photocoagulation in cases of refractory and non-refractory glaucoma. *Eye (Lond)* 2007;21:936-40.
- 15) Bloom PA, Tsai JC, Sharma K, et al. “Cyclodiode”. Trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of advanced refractory glaucoma. *Ophthalmology* 1997;104:1508-19; discussion 1519-20.
- 16) Bloom PA, Clement CI, King A, et al. A comparison between tube surgery, ND:YAG laser and diode laser cyclophotocoagulation in the management of refractory glaucoma. *Biomed Res Int* 2013; 2013:371951.
- 17) Gupta V, Agarwal HC. Contact trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation treatment for refractory glaucomas in the Indian population. *Indian J Ophthalmol* 2000;48:295-300.
- 18) Han SK, Park KH. Long-term results of diode laser trans-scleral cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma. *J Korean Ophthalmol*

- mol Soc 1999;40:523-31.
- 19) Moon IA, Youn JW. The effect of transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. J Korean Ophthalmol Soc 1999;40:2252-8.
 - 20) Schuman JS, Puliafito CA, Allingham RR, et al. Contact transscleral continuous wave neodymium:YAG laser cyclophotocoagulation. Ophthalmology 1990;97:571-80.
 - 21) Schuman JS, Bellows AR, Shingleton BJ, et al. Contact transscleral Nd:YAG laser cyclophotocoagulation. Midterm results. Ophthalmology 1992;99:1089-94; discussion 1095.
 - 22) Hampton C, Shields MB, Miller KN, Blasini M. Evaluation of a protocol for transscleral neodymium: YAG cyclophotocoagulation in one hundred patients. Ophthalmology 1990;97:910-7.
 - 23) Brindley G, Shields MB. Value and limitations of cyclocryotherapy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1986;224:545-8.
 - 24) Dickens CJ, Nguyen N, Mora JS, et al. Long-term results of non-contact transscleral neodymium:YAG cyclophotocoagulation. Ophthalmology 1995;102:1777-81.
 - 25) Eid TE, Katz LJ, Spaeth GL, Augsburger JJ. Tube-shunt surgery versus neodymium:YAG cyclophotocoagulation in the management of neovascular glaucoma. Ophthalmology 1997;104:1692-700.
 - 26) Sood S, Beck AD. Cyclophotocoagulation versus sequential tube shunt as a secondary intervention following primary tube shunt failure in pediatric glaucoma. J AAPOS 2009;13:379-83.
 - 27) Yildirim N, Yalvac IS, Sahin A, et al. A comparative study between diode laser cyclophotocoagulation and the Ahmed glaucoma valve implant in neovascular glaucoma: a long-term follow-up. J Glaucoma 2009;18:192-6.
 - 28) Ramli N, Htoon HM, Ho CL, et al. Risk factors for hypotony after transscleral diode cyclophotocoagulation. J Glaucoma 2012;21:169-73.
 - 29) Nouredin BN, Zein W, Haddad C, et al. Diode laser transscleral cyclophotocoagulation for refractory glaucoma: a 1 year follow-up of patients treated using an aggressive protocol. Eye (Lond) 2006;20:329-35.
 - 30) Murphy CC, Burnett CA, Spry PG, et al. A two centre study of the dose-response relation for transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. Br J Ophthalmol 2003;87:1252-7.
 - 31) Iliev ME, Gerber S. Long-term outcome of trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. Br J Ophthalmol 2007;91:1631-5.
 - 32) Nabili S, Kirkness CM. Trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of diabetic neovascular glaucoma. Eye (Lond) 2004;18:352-6.
 - 33) Rotchford AP, Jayasawal R, Madhusudhan S, et al. Transscleral diode laser cycloablation in patients with good vision. Br J Ophthalmol 2010;94:1180-3.
 - 34) Ghosh S, Manvikar S, Ray-Chaudhuri N, Birch M. Efficacy of transscleral diode laser cyclophotocoagulation in patients with good visual acuity. Eur J Ophthalmol 2014;24:375-81.

= 국문초록 =

공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술이 시력에 미치는 영향

목적: 난치성 녹내장 환자에 시행한 공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술이 시력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술을 시행하고 6개월 이상 추적관찰이 가능했던 148명 148안의 의무기록을 후향적으로 분석하였으며, 시술 전 시력이 '광각 있음' 이상인 49명(1군)과 '광각 없음'이었던 99명(2군)으로 분류하여 섬모체광응고술 후 시력 변화를 포함한 임상결과를 분석하였다.

결과: 평균 추적관찰 기간은 1군은 19.1 ± 13.5 개월, 2군은 16.7 ± 12.7 개월이었다. 1군과 2군에서 안압($p < 0.001$), 안압하강제의 수($p < 0.001$)는 유의하게 감소하였다. 전체 환자에서 시술 전 최대교정시력은 2.4 ± 0.9 logMAR에서 시술 후 2.5 ± 0.8 logMAR로 유의한 변화는 없었지만($p = 0.612$), 1군에서는 1.4 ± 1.0 logMAR에서 1.9 ± 1.1 logMAR로 통계적으로 유의하게 감소하였다($p < 0.001$). 1군의 31안(63.3%)에서는 시술 후 0.2 logMAR 이상의 시력저하가 관찰되었고, 이들 중 15안(30.6%)에서는 광각소실이 발생하였다. 전체 환자에서 합병증으로는 각막부종이 5안(3.4%)에서 관찰되었고, 안구로, 만성 저안압이 각각 3안(2.0%), 포도막염이 2안(1.4%)에서 발생하였다.

결론: 난치성 녹내장 환자에서 공막경유 다이오드레이저 섬모체광응고술은 안압하강 목적으로 유용하게 사용될 수 있지만 시력이 있는 환자에서는 유의한 시력저하를 유발할 수 있다는 점을 염두에 두어야 하겠다.

(대한안과학회지 2015;56(11):1759-1766)