

당뇨망막병증에서 나비라스 레이저 시스템과 기존 범망막광응고술의 소요시간과 통증 비교

Comparison of the Time Required for Panretinal Photocoagulation and Associated Pain between Navilas[®] and Conventional Laser Therapy in Diabetic Retinopathy

김민석 · 이성우 · 김재석

Min Seok Kim, MD, Seong Woo Lee, MD, Jae Suk Kim, MD, PhD

인제대학교 의과대학 상계백병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To compare the pain scale and time necessary for panretinal photocoagulation (PRP) between Navilas[®] (OD-OS, Teltow, Germany) and conventional laser in diabetic retinopathy.

Methods: Fifteen patients who required PRP for diabetic retinopathy were enrolled in the present study. PRP was performed using Navilas[®] (5 x 5 array patterned system) in the superior, nasal and inferior areas, and using conventional laser at the temporal area 1 week later. Total time of laser application and number of laser shots were counted for calculating required time per 100 spots of each laser system. Immediately after the laser photocoagulation, patients were asked to quantify their pain on a visual analog pain scale (0 = no pain; 10 = worst pain).

Results: PRP using Navilas[®] required shorter time per 100 laser spots (27.7 sec vs. 102.0 sec, $p < 0.001$) and subjects had lower treatment-related pain than with the conventional laser system (3.3 vs. 6.9, $p < 0.001$).

Conclusions: PRP using Navilas[®] can be considered as an efficient method for improving patient and operator's comfort with faster laser application and lower treatment-related pain.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(8):1150-1154

Key Words: Diabetic retinopathy, Navilas, Panretinal photocoagulation

Diabetic Retinopathy Study (DRS) Group과 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) Group의 대규모 연구에서 범망막광응고술이 당뇨망막병증의 효과적인 치료 방법으로 발표되었고 현재 범망막광응고술은 당뇨망막병증

의 치료로 널리 사용되고 있다.¹ 기존의 범망막광응고술은 세극등 현미경을 이용하여 500 μm 크기의 광응고반을 형성하는데 0.1-0.2초의 노출시간으로 800-1600회 정도의 횡수를 2-3회에 나누어 후극부를 제외한 망막 전체에 조사한다. 그러나 기존 광응고술의 문제점은 레이저 조사 시 환자의 통증이 심해 갑자기 눈을 움직여 정확한 위치에 광응고술이 어려울 수 있고 환자의 협조, 시술자의 숙련 정도에 따라 소요시간이 오래 걸릴 수 있다. Subthreshold techniques²나 pattern laser generation³을 이용한 레이저 기술이 개발되어 환자의 통증을 줄이고 좀 더 빠르게 광응고술을 시행할 수 있게 되었지만 이런 기술을 통해서도 광응고술의 정확도는 높일 수 없고 세극등 현미경을 통해 보이는 좁

■ Received: 2014. 1. 11. ■ Revised: 2014. 3. 3.
■ Accepted: 2014. 6. 24.

■ Address reprint requests to **Jae Suk Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Inje University Sanggye Paik Hospital, #1342 Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea
Tel: 82-2-950-1096, Fax: 82-2-935-6904
E-mail: 991027js@hanmail.net

* This study was presented as a narration at the 110th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2013.

© 2014 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.

은 틈으로 도상의 망막에 레이저를 조사해야 하기 때문에 시술자의 숙련이 필요하다. Navilas[®] photocoagulation system (OD-OS, Teltow, Germany)은 이런 단점들을 보완한 레이저 시스템으로 세극등 현미경 방식이 아닌 실시간 안저를 모니터로 보면서 광응고술을 시행할 수 있다. Navilas[®]를 사용해 color, infrared, fluorescein angiography (FA) image를 촬영할 수 있고 이 image에 광응고술을 계획하고 실제 망막에 덧대어 시행할 수 있다. Navilas[®]의 다른 특징은 eye-tracking system으로 화면에서 광응고술을 시행할 부분을 지정해 놓으면 환자가 눈을 움직이더라도 레이저가 눈의 움직임을 따라가 계획했던 부분에만 광응고술을 시행하고 황반부, 시신경 등 원하지 않는 부분에는 레이저 조사를 피할 수 있다.⁴ 또 망막 후극부 50° 내에 국소 응고술을 시행할 때에는 눈에 직접 렌즈를 댈 필요도 없어 환자와 시술자는 더욱 편리하다.⁵ Navilas[®]가 소개된 이후 국소 응고술을 시행할 때 정확성,^{5,6} 효과,⁷ 환자의 편리함^{1,8}에 대한 논문들이 보고되었다. 하지만 Navilas[®]를 통한 범망막광응고술의 효과에 대한 보고는 그동안 없었고 국내에서는 Navilas[®]에 대한 첫 보고이다. 따라서 저자들은 Navilas[®]와 기존의 광응고술을 이용하여 범망막광응고술을 시행하고 소요시간과 환자가 느끼는 통증 정도를 비교해 보고자 한다.

대상과 방법

2013년 10월부터 2013년 12월까지 본원 안과에 내원하여 증식성 당뇨병망막병증 진단 후 범망막광응고술의 대상이 되는 환자 15명 15안을 대상으로 하였다. 이전에 망막광응고술을 시행 받았던 경우와 각막혼탁, 백내장, 유리체출혈 등 매체 혼탁으로 인해 범망막광응고술을 진행하기 힘든 경우, 안과 수술을 받거나 황반부종에 대한 치료가 먼저 필요한 경우는 대상에서 제외하였다. 모든 환자들에게서 광응고술 시행에 대한 서면 동의를 받았고, 본원의 의학연구 윤리심의위원회 승인을 받아 연구를 수행하였다.

범망막광응고술은 1명의 술자가 Navilas[®]와 기존의 레이저(OcuLight[®] GL, IRIDEX Corp, CA)를 이용하여 1주 간격으로 각각 시행하였다. 각 광응고술 전 0.5% proparacaine hydrochloride (Paracaine[®])로 점안 마취를 하였고 Navilas[®]는 PRP optics contact lens (OD-OS, Teltow, Germany), 기존의 레이저는 SuperQuad[®] 접촉 렌즈(Volk Optical, Inc., USA)를 이용하였으며 회백색의 광응고반이 나타나도록 출력을 조절하였다. 먼저 Navilas[®]로 레이저 노출 시간을 0.03초로 하여 후극부를 제외한 망막의 상측, 비측, 하측에 패턴 방식(5x5)의 광응고술을 시행하였다(Fig. 1). 1주 뒤 기존의 레이저를 이용하여 0.1초의 레이저 노출 시간으로 같

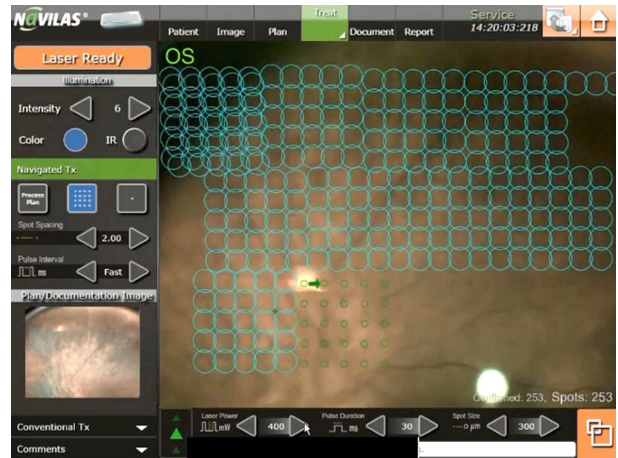


Figure 1. Photograph of the monitor of the Navilas[®]. Blue circles show treated spots. Green small circles show the aimed spots (5 × 5 array pattern) (Image courtesy of WWW.OD-OS.com).

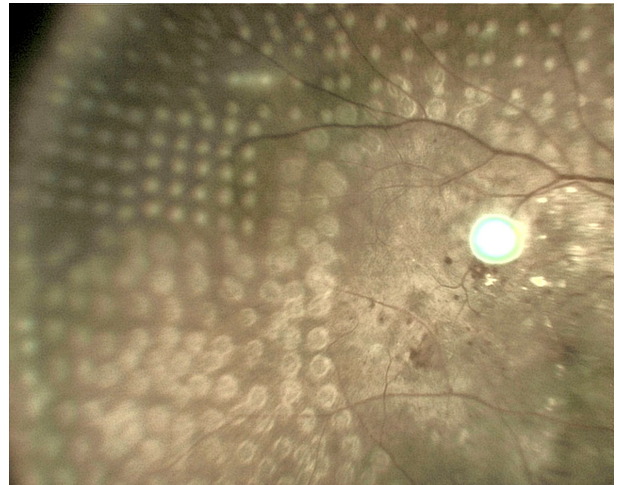


Figure 2. Color fundus photograph after photocoagulation. The upper half shows burn scars with Navilas[®], the lower half shows burn scars with conventional laser.

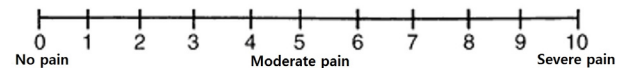


Figure 3. Visual analog pain scale.

은 눈의 망막 이측에 광응고술을 시행하였다(Fig. 2). 처음부터 마지막 광응고반을 만들기까지 소요시간과 총 광응고반 수를 각 레이저별로 구하여 광응고반 100회당 소요시간을 구하였다. 또, 환자의 주관적 통증 정도를 비교하기 위하여 각 광응고술 직후 통증 정도에 대해 설문을 하였다. 통증의 정도는 전혀 아프지 않은 상태를 0, 가장 심할 때를 10으로 하는 시각화 통증 척도(visual analog pain scale)를 이용하였다(Fig. 3). 두 광응고술의 소요시간 및 통증 정도는 Mann-Whitney U-test를 이용하여 비교하였다. 통계 프

Table 1. Comparisons of laser parameters, required time and pain scale in both groups

	Navilas [®]	Conventional laser	<i>p</i> -value*
Laser power (mW)	373.3 ± 38.1	209.3 ± 20.5	<0.001
Laser exposure time (sec)	0.03	0.1	<0.001
Time for treatment (sec)	562.2 ± 39.0	668.6 ± 51.5	<0.001
Number of laser spot	2055.2 ± 288.7	658.0 ± 65.3	<0.001
Time per 100 laser spot (sec)	27.7 ± 3.2	102.0 ± 6.6	<0.001
Visual analog pain scale	3.3 ± 1.2	6.9 ± 1.1	<0.001

Values are presented as mean ± SD.

*Mann-Whitney *U*-test.

로그그램은 SAS version 4.3을 이용하였으며, *p*값이 0.05 미만인 것을 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

증식성 당뇨망막병증 환자 15명(15인)을 대상으로 범망막 광응고술을 시행하였다. 환자들의 평균 나이는 58.3세(범위: 47-76)였으며 남자 8명, 여자 7명이었다. 평균 레이저 출력은 Navilas[®]로 시행했을 때 373.3 ± 38.1 (범위: 300-430 mW), 기존 광응고술을 시행했을 때 209.3 ± 20.5 (범위: 180-250 mW)로 Navilas[®] 이용 시 출력이 더 높았다(*p*<0.001). Navilas[®] 이용 시 562.2 ± 39.0초 동안 2055.2 ± 288.7개의 광응고반을, 기존의 광응고술 시 668.6 ± 51.5초 동안 658.0 ± 65.3개의 광응고반을 형성하여 Navilas[®]에서 기존의 광응고술보다 더 짧은 시간 동안 더 많은 수의 광응고술을 시행하였다. 광응고반 100회당 소요시간을 비교했을 때 Navilas[®]는 27.7 ± 3.2초, 기존의 광응고술은 102.0 ± 6.6초로 유의한 차이를 보였다(*p*<0.001). 시술 후 환자가 느끼는 주관적 통증은 Navilas[®] 이용 시 유의하게 적었다(3.3 ± 1.2 vs. 6.9 ± 1.1, *p*<0.001) (Table 1).

고 찰

MeyerSchwickerath⁹가 1950년대 xenon arc photocoagulator를 이용한 망막 광응고술을 소개한 이후 DRS,¹⁰ ETDRS¹¹ Group에서 당뇨망막병증의 치료에 범망막광응고술이 효과적임을 보고하였고 광응고술의 적응증과 기술적인 parameter를 제시하였다. 하지만 기존의 광응고술은 국소 마취제를 점안함에도 불구하고 환자의 통증이 심하고 시야장애,¹² 시력저하,¹³ 유리체출혈, 맥락막박리¹⁴ 등의 부작용이 발생할 수 있다. 이런 단점들을 보완하고자 subthreshold technique을 이용하여 환자의 통증을 줄이고 광응고반의 확장을 최소화하거나 pattern laser를 이용하여 광응고술의 소요시간을 줄이는 기술들이 개발되었다.^{2,3} 하지만 이런 기술적인 발전에도 불구하고 광응고술의 정확도는 높이지 못하여 환

자가 눈을 갑자기 움직이면 광응고술을 잠시 멈춰야 하기 때문에 소요시간이 길어지며 원하지 않는 부위에 레이저가 조사될 수도 있다. 또, 시술자가 세극등 현미경으로 도상으로 보이는 망막의 좁은 틈만 볼 수 있기 때문에 숙련에도 시간이 걸린다.

Navilas[®]는 최근 새로 개발된 레이저 시스템으로 color, infrared, FA image를 촬영할 수 있고 그 image 위에 광응고술을 계획하여 시행할 수 있다. 시술자가 세극등 현미경으로 망막을 보는 것이 아니라 초당 25장의 image를 찍어 직상의 실시간 안저를 모니터를 통해 볼 수 있다.⁴ 눈에 직접 렌즈를 대지 않고도 50°의 안저를 한 번에 볼 수 있으며 눈에 렌즈를 대는 경우 한 번에 85°까지 볼 수 있다.¹⁵ 또, 시술자가 렌즈를 기울이거나 카메라를 움직여 적도 부위까지 화면에서 볼 수 있고 광응고술도 가능하다. Navilas[®]의 또 다른 중요한 특징은 eye-tracking system으로 망막의 혈관이나 여러 표식들을 기준으로 하여 aiming beam이 눈의 움직임을 따라갈 수 있다.⁶ 따라서 환자가 눈을 약간 움직이더라도 안전하고 정확하게 광응고술을 할 수 있다는 장점이 있다. 이런 장점으로 당뇨망막병증뿐만 아니라 중심오목주위 모세혈관확장증, 중심장액맥락망막병증처럼 황반 근처의 정확한 광응고술이 필요한 경우에도 치료 효과가 좋다는 보고가 있다.¹⁶

Navilas[®]에 대한 기존의 연구들을 살펴보면 주로 국소 광응고술에서 Navilas[®]의 효과를 다룬 내용이 대부분이었다. Kozak et al⁶은 당뇨망막병증 환자에서 국소 광응고술 시 얼마나 정확하게 미세동맥류 부위에 광응고술이 되었는지를 평가하였고 기존 광응고술의 정확도가 72%인 것에 비해 Navilas[®]의 정확도는 92%로 유의하게 높다고 하였다. 이런 이유로 당뇨황반부종 환자에서 Navilas[®]로 광응고술 시 기존의 광응고술보다 6개월 후 시력 개선의 정도가 높고 8개월까지 경과관찰에서 재치료율도 낮다고 하였다.⁷

본 연구에서는 Navilas[®]를 이용한 범망막광응고술이 기존의 광응고술보다 시각화 통증 척도에서 환자가 호소하는 통증이 적었다(3.3 vs. 6.9, *p*<0.001). Navilas[®]를 이용한 국소 광응고술 시에도 기존의 광응고술보다 통증이 적었는데

(1.6 vs 4.4, $p < 0.001$)¹ Navilas®군이 접촉 렌즈를 사용하지 않은 것이 하나의 원인이라 생각한다. 본 연구에서는 두 레이저 모두 접촉 렌즈를 사용하여 렌즈 사용에 따른 통증 차이는 배제하였다. 패턴 방식 광응고술과 기존 망막광응고술을 비교했던 연구에서 패턴 방식이 레이저 출력은 높았으나 노출 시간이 짧아 망막의 단위 면적당 도달하는 에너지의 양은 적어 주위 조직에 열 전달을 적게 하여 통증이 더 적다고 하였다.¹⁷ 본 연구에서도 Navilas®가 기존의 광응고술보다 레이저 출력은 더 높았으나 노출 시간이 짧아 통증이 더 적었을 것으로 생각한다. 또 Navilas®는 기존의 광응고술에 비해 소요시간이 짧은 것도 통증이 적은 이유 중 하나라고 생각한다. 각 광응고술을 시행한 안저의 면적과 위치가 달라 통증의 직접적인 비교에 제한점이 있으나 Navilas®로 더 넓은 면적에 광응고술을 시행했음에도 불구하고 기존의 광응고술보다 통증이 적은 것으로 보아 같은 면적에 광응고술 시 통증정도는 더 적을 것으로 예상된다.

Navilas®를 이용한 범망막광응고술은 기존의 광응고술에 비해 광응고반 100회당 소요시간이 유의하게 짧았다 (27.7초 vs. 102초, $p < 0.001$). 이는 기존에 알려진 대로 패턴 방식 광응고술의 큰 장점이나 Navilas®는 이뿐만 아니라 소요시간이 짧은 다른 특징들도 있다. 먼저 기존의 광응고술보다 넓은 안저를 직상으로 보면서 모니터상에서 레이저를 계획하고 시행하기 때문에 시술자의 학습곡선이 짧고 eye-tracking system으로 환자가 눈을 움직이더라도 광응고술을 멈추지 않고 계속 시행할 수 있다.⁸ 또 infrared light source를 이용해 광응고술을 시행할 수 있어 환자의 눈부심이 적어 환자의 협조가 잘 된다. 특히 국소 광응고술에서는 접촉 렌즈를 사용하지 않고, 같은 기계 내에서 FA image를 촬영하고 그 image 위에 광응고술을 계획할 수 있어 기존의 광응고술처럼 분리된 FA image와 시술자의 view를 일일이 비교할 필요가 없는 장점도 있다.⁴ 본 연구에서는 Navilas®의 사용기간 때문에 대상자가 충분하지 못하였고, 추후 더 많은 수의 환자들을 대상으로 PASCAL (Optimedica, Santa Clara, CA)까지 포함한 비교연구가 필요하리라 생각한다. 또, 이번 연구는 양안의 통증 민감도 차이에 의한 오차를 줄이고자 한쪽 눈에 두 레이저 시스템을 모두 시행하였는데 이로 인해 두 레이저 시스템 간의 치료 효과를 비교할 수 없었다. 추후 각 광응고술을 분리하여 시행한 후 시력, 황반두께 등 치료효과를 비교해 보는 연구도 필요하겠다.

본 연구에서는 기존의 광응고술과 Navilas®를 이용하여 당뇨병망막병증에서 범망막광응고술을 시행하였고 Navilas®가 기존의 광응고술보다 소요시간이 짧고 환자가 느끼는

통증이 적은 것으로 나타났다. 따라서 Navilas®를 이용한 범망막광응고술은 기존의 광응고술에 비해 환자와 시술자의 편리함을 높일 수 있는 효과적인 방법이라 생각한다.

REFERENCES

- 1) Kernt M, Cheuteu RE, Cserhati S, et al. Pain and accuracy of focal laser treatment for diabetic macular edema using a retinal navigated laser (Navilas). *Clin Ophthalmol* 2012;6:289-96.
- 2) Nakamura Y, Mitamura Y, Ogata K, et al. Functional and morphological changes of macula after subthreshold micropulse diode laser photocoagulation for diabetic macular oedema. *Eye (Lond)* 2010;24:784-8.
- 3) Bolz M, Kriechbaum K, Simader C, et al. In vivo retinal morphology after grid laser treatment in diabetic macular edema. *Ophthalmology* 2010;117:538-44.
- 4) Chhablani J, Kozak I, Barteselli G, El-Emam S. A novel navigated laser system brings new efficacy to the treatment of retinovascular disorders. *Oman J Ophthalmol* 2013;6:18-22.
- 5) Chalam KV, Murthy RK, Brar V, et al. Evaluation of a novel, non contact, automated focal laser with integrated (NAVILAS) fluorescein angiography for diabetic macular edema. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2012;19:158-62.
- 6) Kozak I, Oster SF, Cortes MA, et al. Clinical evaluation and treatment accuracy in diabetic macular edema using navigated laser photocoagulator NAVILAS. *Ophthalmology* 2011;118:1119-24.
- 7) Neubauer AS, Langer J, Liegl R, et al. Navigated macular laser decreases retreatment rate for diabetic macular edema: a comparison with conventional macular laser. *Clin Ophthalmol* 2013;7:121-8.
- 8) Ober MD, Kernt M, Cortes MA, Kozak I. Time required for navigated macular laser photocoagulation treatment with the Navilas. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251:1049-53.
- 9) MeyerSchwickerath G. Light coagulation; a method for treatment and prevention of the retinal detachment. *Albrecht Von Graefes Arch Ophthalmol* 1954;156:234.
- 10) Photocoagulation treatment of proliferative diabetic retinopathy. Clinical application of Diabetic Retinopathy Study (DRS) findings, DRS Report Number 8. The Diabetic Retinopathy Study Research Group. *Ophthalmology* 1981;88:583-600.
- 11) Treatment techniques and clinical guidelines for photocoagulation of diabetic macular edema. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Report Number 2. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. *Ophthalmology* 1987;94:761-74.
- 12) Pahor D. Visual field loss after argon laser panretinal photocoagulation in diabetic retinopathy: full- versus mild-scatter coagulation. *Int Ophthalmol* 1998;22:313-9.
- 13) Lewis H, Schachat AP, Haimann MH, et al. Choroidal neovascularization after laser photocoagulation for diabetic macular edema. *Ophthalmology* 1990;97:503-10.
- 14) Yuki T, Kimura Y, Nanbu S, et al. Ciliary body and choroidal detachment after laser photocoagulation for diabetic retinopathy. A high-frequency ultrasound study. *Ophthalmology* 1997;104:1259-64.
- 15) Kernt M, Cheuteu R, Vounotrypidis E, et al. Focal and panretinal photocoagulation with a navigated laser (NAVILAS®). *Acta Ophthalmol* 2011;89:e662-4.
- 16) Kozak I, Kim JS, Oster SF, et al. Focal navigated laser photo-

coagulation in retinovascular disease: clinical results in initial case series. Retina 2012;32:930-5.

ventional panretinal photocoagulation on diabetic retinopathy. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:1590-7.

17) Yang JW, Lee YC. Comparison of the effects of patterned and con-

= 국문초록 =

당뇨망막병증에서 나비라스 레이저 시스템과 기존 범망막광응고술의 소요시간과 통증 비교

목적: 당뇨망막병증에서 Navilas[®] (OD-OS, Teltow, Germany)와 기존의 레이저를 이용하여 범망막광응고술 시 통증 정도와 소요시간을 비교하고자 한다.

대상과 방법: 범망막광응고술이 필요한 증식성 당뇨망막병증 환자 15명 15안을 대상으로 하였다. 먼저 Navilas[®]로 망막의 상측, 비측, 하측에 패턴 방식(5×5)을 이용하여 광응고술을 시행하였고 1주 뒤 기존의 광응고술을 이측에 시행하였다. 각각의 레이저에서 처음 광응고반을 만들기 시작한 순간부터 마지막 광응고반을 만들기까지 소요시간과 총 레이저 횟수를 구하여 100회당 소요시간을 구하였다. 또, 각 레이저 시술이 끝난 직후 통증이 없는 상태를 0, 가장 심할 때를 10으로 하는 시각화 통증 척도(Visual analog pain scale)를 이용하여 환자에게 통증의 정도를 답하도록 하였다.

결과: Navilas[®]를 이용한 범망막광응고술은 기존의 광응고술에 비해 광응고반 100회당 소요시간이 유의하게 짧았고(27.7초 vs 102.0초, $p < 0.001$) 통증의 정도도 적었다(3.3 vs 6.9, $p < 0.001$).

결론: Navilas[®]를 이용한 범망막광응고술은 기존의 광응고술에 비해 빠르고 환자의 통증이 적어 환자와 시술자의 편리함을 높일 수 있는 효과적인 방법으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2014;55(8):1150-1154〉
