

당뇨망막병증에서 짧은 노출시간을 이용한 패턴 범망막광응고술의 단기 임상결과

조범주^{1,2} · 김태완^{1,3} · 우세준^{1,4} · 정 흠^{1,2} · 허장원^{1,2}

서울대학교 의과대학 안과학교실¹, 서울대학교병원 임상의학연구소 서울인공안구센터²,
서울대학교 보라매병원 안과³, 분당서울대학교병원 안과⁴

목적: 당뇨망막병증에서 짧은 노출시간을 이용한 패턴 범망막광응고술의 단기 임상결과 및 합병증에 대해 알아보고자 하였다.
대상과 방법: 당뇨망막병증으로 범망막광응고술이 필요한 25명 29안에 대해 노출시간을 0.02초로 줄여 한 번에 전 망막에 패턴 범망막광응고술을 시행하였다. 전향적으로 수술 시 통증과 술 후 3개월간의 시력, 황반부종, 신생혈관 퇴행, 합병증 등을 알아보았다.
결과: 수술 시간이 매우 단축되었고, 중증도의 통증이 발생하였다. 술 후 3개월 간 평균시력의 유의한 변화는 없었고, 최소황반오목 두께가 술 후 1달째 유의하게 증가하여 3달째까지 지속되었다. 유의한 황반부피의 증가가 술 후 1주째 발생(3.6%)하여, 2달째 최대(9.8%)가 되었고, 3달째(4.9%)에도 지속되었다. 비증식당뇨망막병증은 진행하지 않았고, 증식당뇨망막병증 18안 중 10안에서 신생혈관이 퇴행하였다. 일시적인 유리체 출혈 1안 외에 특별한 합병증은 관찰되지 않았다.
결론: 짧은 노출시간을 이용한 패턴 범망막광응고술은 황반 부종을 일으킬 수 있으나, 시력에 큰 영향을 주지 않았고, 특별한 단기 합병증이 관찰되지 않아, 비교적 안전하고 효과적인 치료방법으로 생각된다.
(대한안과학회지 2009;50(3):376-382)

1970년대 및 1980년대에 이루어진 당뇨망막병증 연구(Diabetic Retinopathy Study, DRS)와 조기치료당뇨망막병증 연구(Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study, ETDRS)에서 범망막광응고술(Panretinal photocoagulation, PRP)을 조기에 시행하는 것이 심한 시력손상을 50~65% 정도 줄여준다는 것이 밝혀진 이래,^{1,2} 심한 비증식당뇨망막병증이나 조기 증식당뇨망막병증 단계에서 범망막광응고술을 시작하는 것이, 당뇨망막병증의 치료에 있어 표준으로 자리잡았다.³ 수술 방법은 ETDRS의 제안 이후, 청-녹색 파장의 아르곤 레이저를 이용하여, 응고반 크기를 200~500 μ m로 하고, 노출 시간은 0.1~0.2초로 총 1,200개에서 1,600개 정도의 응고반을 2~4회에 나누어 만드는 것이 일반적이다.⁴

흔히 알려진 범망막광응고술의 합병증으로는 황반부종, 시력 저하, 시야 감소, 수술 시 통증, 맥락막 삼출, 부르크막의 파열, 맥락막신생혈관 등이 있는데,⁵ 이러한 합병증은 레이저 광응고술 시 발생하는 열이 망막색소상피나 망막 외층에

머무르지 않고, 망막 내층이나 맥락막으로 전달되는 것과 관계가 있다. 망막 내층의 과도한 파괴로 인해 시야 감소나 시력 저하가 발생할 수 있고, 맥락막의 섬모체신경이 자극될 경우, 심한 통증이 발생할 수 있다.⁵

한편, 레이저의 노출시간을 줄이면, 수술 시 발생하는 열의 주변조직으로의 전달이 감소하므로, 망막 내층이나 맥락막의 손상을 줄일 수 있다는 보고가 있다.⁶ 이에 따르면 술 후 황반부종과 시력 및 시야 감소가 줄어들고, 통증과 맥락막 삼출 등 다른 합병증의 빈도를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 그래서, 최근에는 레이저의 노출시간을 짧게 한 망막광응고술이 시도되고 있다.^{7,8}

PASCAL[®] 레이저(Optimedia, Santa Clara, CA)는 레이저의 노출시간을 짧게 줄이고, 한 번에 여러 개의 응고반을 일정한 모양으로 만드는 패턴 망막광응고 레이저기기(patterned scanning laser photocoagulator)로, 최근 국내에도 도입되어 사용되고 있다. 이 기기는 짧은 노출시간을 가지므로, 환자의 통증을 감소시키고, 황반부종, 시력저하 등의 합병증을 줄일 수 있을 것으로 기대되고, 한 번에 여러 개의 응고반을 만들기 때문에 전체 레이저 수술 시간도 절감될 것으로 생각된다.⁹

그러나, 이 기기가 도입된 지가 오래되지 않아 실제 임상 결과는 아직 국내에 보고된 바가 없고, 아직까지 이 기기의 안전성 및 효용성이 분명히 밝혀지지 않았다. 본 연구는 당뇨망막병증에서 짧은 노출시간을 이용한 패턴 범망막광응고술의 단기 임상결과를 보고하는 것이다.

■ 접 수 일: 2008년 6월 2일 ■ 심사통과일: 2008년 9월 24일

■ 통 신 저 자: 허 장 원

서울시 종로구 연건동 28
서울대학교병원 안과
Tel: 02-2072-2438, Fax: 02-741-3187
E-mail: hjwin@lycos.co.kr

* 본 논문의 요지는 2008년 대한안과학회 제99회 춘계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

고술의 효과를 분석한 전향적 연구로, 저자들은 현재까지의 단기간 임상 결과를 분석하여 이 시술의 안전성 및 효용성에 대해 처음으로 보고하고자 한다. 이는 국내 최초로 발표되는 PASCAL[®] 레이저의 임상 결과이다.

대상과 방법

2007년 12월부터 2007년 2월까지 본원에서 당뇨망막병증으로 진단받은 환자 중 범망막광응고술이 필요한 환자 25명 29안을 대상으로 하였다.

망막혈관폐쇄, 포도막염, 녹내장 등 다른 안질환이 합병되지 않은 제2형 당뇨병 환자 중 증식당뇨망막병증과 매우 심한 비증식당뇨망막병증 환자들을 대상으로 하였다. 단 한번이라도 망막에 레이저광응고술을 받았거나, 스테로이드 또는 혈관내피성장인자 억제제 주입술을 받았던 환자는 연구에서 제외하였다. 모든 환자들에게서 충분한 설명에 근거한 서면 동의를 받았고, 본원의 의학연구윤리심의위원회 승인을 받아 전향적 연구를 수행하였다.

범망막광응고술은 PASCAL[®] 레이저와 SuperQuad[®] 160 STILL 접촉 렌즈(Volk Optical, Inc., USA)를 이용하여 시행하였다. 점안마취하에 시술하였고, 레이저 응고반의 크기는 200 μ m, 레이저 노출시간은 0.02초로 하였다. 응고반 사이에는 한 개의 응고반 간격을 두었고, 망막 전 영역에 대해 한 번에 시술하였다. 레이저 패턴은 5×5 또는 4×4 격자 형태로 시행하였고, 망막 주변부 시술 시에는 3×3 격자를 사용하였다. 레이저 세기는 400 mW에서 시작하여 50 mW씩 올리면서 L'Esperance scale 3단계의 응고반을 형성하도록 설정하였다.¹⁰ 시술 전 백내장 정도를 평가하여 백내장이 없는 군, 경도, 중등도, 중증으로 구분하였다.

모든 환자에 대해 시술 5분 후 통증 설문 검사를 시행하였다. 통증의 정도는 수평선의 왼쪽 끝을 전혀 아프지 않은 상태(0점), 오른쪽 끝을 참을 수 없는 극심한 통증(10점)으로 하는 시각화 통증 척도(visual analogue pain scale)를 사용하였다.¹¹ 환자는 시술 전에 직접 주관적 통증 정도를 표시하는 방법에 대한 충분한 설명을 들었으며, 이를 잘 이해하였음을 확인한 뒤 시술을 시행하였다.^{12,13}

경과관찰은 시술 전 1개월 이내, 시술 후 1주일, 2주일, 1달, 2달, 3달째 시행하였고, 매 방문 시 최대교정시력 및 안압 검사, 세극등현미경 검사, 안저 검사를 각각 시행하였다. 시술 전 형광안저촬영과 광간섭단층촬영(StratusOCT[™], Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA)을 시행하고, 시술 후 매 방문 때마다 광간섭단층촬영을 시행하여 지름을 3.45 mm로 하는 fast macular thickness map 스캔에서 최소황반오목 두께와 전체 황반부피를 측정하였다. 시술 전 황반부피가

2.30~3.12 mm³로 환자에 따라 상당한 차이가 있어, 단순히 황반부피의 평균만으로 비교하는 것에 무리가 있다고 판단되어, 시술 전 황반부피를 기준으로 한 매 시점의 황반부피의 비율도 함께 비교하였다. 시술 후 3달째에는 형광안저촬영을 시행하여, 시술 전후 신생혈관의 변화 등을 관찰하였다.

최대교정시력은 logMAR (logarithm of the minimal angle of resolution) 시력으로 전환하였으며, 자료는 “평균 \pm 표준편차” 형태로 제시하였다. SPSS 15.0 for windows (SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하여 통계 분석을 시행하였다. 시술 전후의 시력, 최소황반오목두께, 황반부피 등의 변화를 분석하기 위해 Wilcoxon signed-rank test를 이용하였고, 그 외에 Spearman's correlation analysis, Kruskal-Wallis analysis를 사용하였다. 모든 통계 분석에서 유의수준은 $p < 0.05$ 으로 하였다.

결 과

남자 16명 18안, 여자 9명 11안이 포함되었고, 이 중 매우 심한 비증식당뇨망막병증이 11안, 조기 및 중등도 증식당뇨망막병증이 15안 및 고위험 증식당뇨망막병증이 3안이었다. 전체 환자의 평균연령은 60.1 ± 12.2 세였고, 평균 추적관찰기간은 18.3 ± 3.6 주로, 모든 환자가 3달 이상의

Table 1. Clinical characteristics of the eyes

Characteristics	Value
Number of eyes	29
Age (years)	
Mean \pm SD	60.1 \pm 12.2
Range	35~81
Sex (eyes)	
Male	16
Female	9
Bilaterality (eyes)	
Right	14
Left	15
Postoperative follow-up period (weeks)	
Mean \pm SD	18.3 \pm 3.6
Range	13~25
Diagnosis (eyes)	
Very severe NPDR*	11
Early or moderate PDR [†]	15
High-risk PDR [†]	3
Lens status (eyes)	
Clear or pseudophakic without after cataract	6
Mild cataract	7
Moderate cataract	7
Severe cataract	1

* NPDR=nonproliferative diabetic retinopathy; [†] PDR=proliferative diabetic retinopathy.

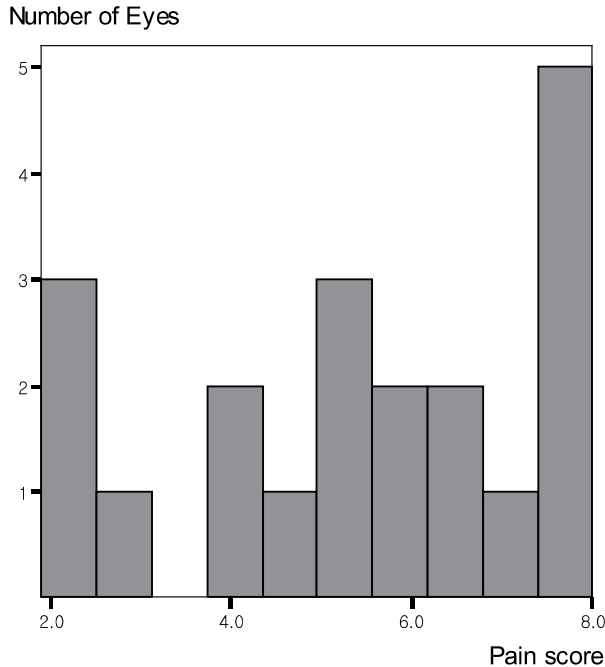


Figure 1. Pain score profile in patterned scanning laser photocoagulation.

추적관찰을 받았다(Table 1).

레이저 시술에는 평균 6.1 ± 1.0 분이 소요되었고, 총 응고 반수는 평균 1803 ± 334 개였다. 평균 레이저 세기는 625 ± 112 (400~900) mW로, 백내장 정도가 심할수록 증가하는 양상이었으나, 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.079$, Kruskal-Wallis test). 환자들이 느꼈던 시술 시 통증은 평균 5.3 ± 2.0 (1.9~8.0)점이었고, 통증 지수와 레이저 세기와의 관계를 분석한 결과 유의한 관련성은 없었으며($p=0.297$, Spearman's correlation analysis), 모든 환자에서 특별한 어려움 없이 한 번에 레이저 시술을 마칠 수 있었다(Fig. 1).

환자들의 시술 전 평균 logMAR시력은 0.318 ± 0.300 이었고, 술 후 경과관찰 기간 내내 유의한 변화를 보이지 않았다(Fig. 1). 시술 전에 비해 세 줄 이상의 시력 저하를 보인 경우가, 시술 후 1주째 4안, 2주째 1안, 1달째 0안, 2달째 3안, 3달째 2안에서 관찰되었으나, 10% 이상의 황반부피

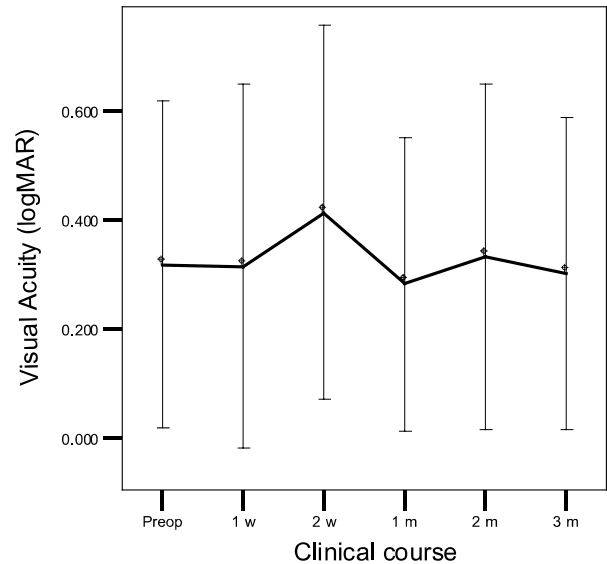


Figure 2. Change of best-corrected visual acuity in logarithm of minimum angle of resolution (logMAR) before and after patterned scanning laser photocoagulation. During a three-month follow-up, visual acuity did not change significantly.

증가와 연관되어 나타난 경우는 1안에서만 관찰되었다.(Table 2).

환자들의 최소황반오목두께는 시술 전 평균 189 ± 33 μ m, 시술 후 1주째 195 ± 37 μ m, 2주째 202 ± 34 μ m, 1달째 214 ± 55 μ m, 2달째 234 ± 86 μ m, 3달째 215 ± 61 μ m로, 통계적으로 유의한 증가가 시술 후 1달째부터 나타나($p=0.009$), 2달($p=0.022$), 3달($p=0.013$)까지 지속되었다(Fig. 2). 시술 후 3달째 최소황반오목두께는 시술 후 2달째보다 감소하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.367$). 최소 황반오목두께가 300 μ m 이상 증가한 경우가 술 후 1달째부터 발생하여, 1달째 2안, 2달째 3안, 3달째 3안 있었으나, 시력에는 큰 변화가 없고 이 중 일부는 감소하는 양상을 보여, 경과관찰 기간 중 유리체강 내 트리암시놀론 주입술 등의 추가 시술은 시행하지 않았다.

황반부피는 시술 전 평균 2.63 ± 0.21 mm^3 에서, 시술 후 1주째 2.73 ± 0.18 mm^3 , 2주째 2.78 ± 0.18 mm^3 , 1달째

Table 2. Number of eyes with visual loss after patterned scanning laser photocoagulation

	1 week	2 weeks	1 month	2 months	3 months
1 line	9	6	5	7	0
2 lines	1	2	4	2	5
3 lines	0	1	0	1	1
4 lines	2	0	0	1	1
5 lines	0	0	0	1	0
≥ 3 lines & $\geq 10\%$ MV*	0	0	0	1	1

* ≥ 3 lines & $\geq 10\%$ MV=Eyes with visual loss of 3 or more line combined with increased macular volume by 10 or more percents.

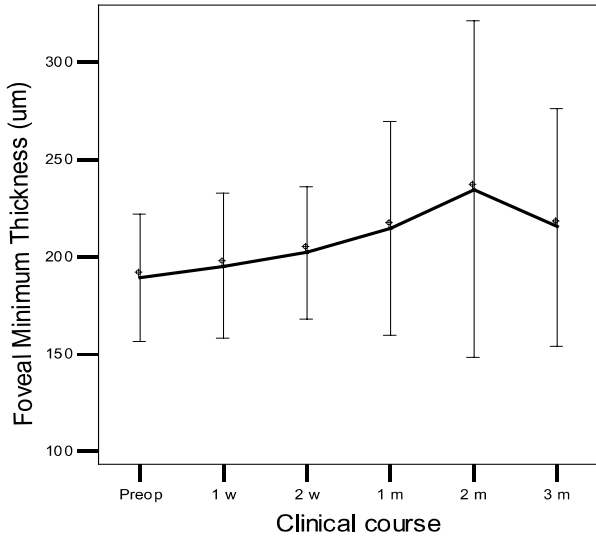


Figure 3. Change of foveal minimum thickness before and after patterned scanning laser photocoagulation. The foveal minimum thickness were significantly higher at 1, 2 and 3 months postoperatively ($p=0.009$, 0.022 , 0.013 , respectively).

$2.84 \pm 0.26 \text{ mm}^3$, 2달째 $2.90 \pm 0.43 \text{ mm}^3$, 3달째 $2.74 \pm 0.27 \text{ mm}^3$ 로, 시술 후 1주째부터 유의한 증가를 보였고 ($p<0.001$), 1달($p<0.001$), 2달($p=0.001$), 3달($p=0.016$)째 시술 전에 비해 유의한 증가가 지속되었다(Fig. 3). 시술 후 3달째 황반부피는 시술 후 2달째보다 감소하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.064$). 황반부피 비율은 시술 후 1주째부터 $3.6 \pm 2.8\%$ 증가하여($p<0.001$), 시술 후 2달째에 $9.8 \pm 15.4\%$ 로 가장 큰 증가를 보였고($p=0.001$), 시술 후 3달째에는 시술 전보다 $4.9 \pm 8.2\%$ 증가한 상태로($p=0.016$), 경과관찰 기간 내내 시술 전보다 유의한 증가 상태를 유지하였다.

술 전 매우 심한 비증식당뇨망막병증이었던 11안 모두에서 신생혈관은 발생하지 않았고, 당뇨망막병증은 안정적으로 유지되었다. 고위험군이 아닌 증식당뇨망막병증의 경우, 15안 중 10안에서 신생혈관의 퇴행이 확인되었으나, 나머지 5안에서는 술 전과 비슷하게 유지되었다. 고위험 증식당뇨망막병증 3안에서는 고위험 특성이 큰 변화 없이 지속되었다.

시술 중에는 특별한 합병증이 발생하지 않았고, 술 후에는 1안에서 발생한 경미한 유리체 출혈이 발생하였다. 그 외에 레이저 시술과 관련된 특별한 합병증은 관찰되지 않았다.

고 찰

망막광응고술 시 노출시간이 짧아지면 같은 응고반을 만드는 데 필요한 레이저의 세기는 더 커지지만, 결국 망막에

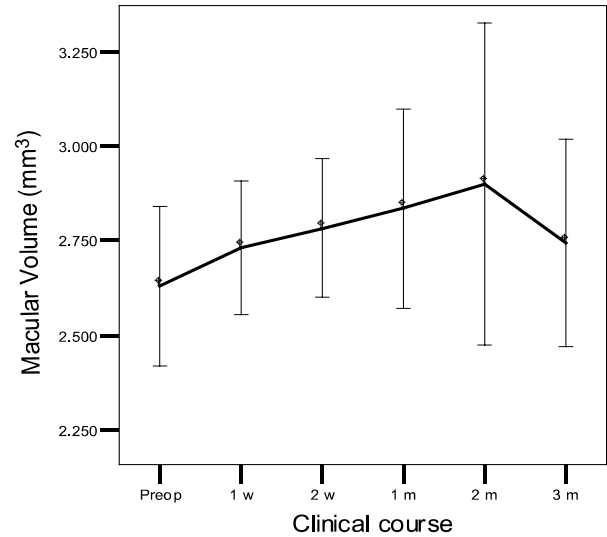


Figure 4. Change of macular volume before and after patterned scanning laser photocoagulation. Macular volume increased significantly after 1 week postoperatively ($p<0.001$), and were higher at 1, 2 and 3 months postoperatively ($p<0.001$, $p=0.001$, $p=0.016$, respectively).

가해지는 총 에너지는 줄어든다.⁹ 그리고, 열 조사 시간의 감소는 주변조직으로의 열 전달도 감소시켜, 망막생소상피와 망막 외층만을 선택적으로 파괴할 수 있다.^{9,14} 따라서, 맥락막 및 망막 내층이 보존되며, 통증, 황반부종, 시력 감소, 맥락막 삼출 등 술 후 생기는 다양한 합병증의 감소에 도움을 줄 것으로 생각된다. 본 연구는 이 시술의 효과를 분석하고, 안전성을 검증한, 국내 최초의 패턴 범망막광응고술에 대한 연구이다. 본 연구의 레이저의 노출시간은 0.02초로 기존의 0.1초에 비하면 5분의 1에 해당하였고, 레이저 세기는 기존의 2~3배 세기에 해당하였으며, 레이저 응고반수는 기존과 비슷하였다.

경과관찰 기간 내내 술 후 시력 변화는 유의하지 않았고, 경과관찰 도중 일시적 시력 저하가 5안(17%)에서 발생하였다. 기존 범망막레이저광응고술 후의 일시적 시력 저하는 6.3~35%까지 보고되고 있어,^{1,15,16} 본 시술 후의 시력 저하는 기존 시술과 비슷하다고 생각되었다. 한편, 지금까지의 일시적 시력 저하는 주로 황반부종 때문에 나타난다고 생각되었는데,¹⁷ 본 시술 후 황반부종이 다수에서 나타났으나, 10% 이상의 황반부피의 증가와 시력저하가 동반된 경우는 1안뿐이었고, 시력저하를 일으킬 정도의 유의한 황반부종은 거의 없었다.

황반부종은 당뇨망막병증에서 범망막광응고술 후 비교적 흔하게 발생하는 합병증으로, 시술 후 초기에는 주로 망막 내층의 염증반응에 기인하고, 후기에는 망막혈관의 자동조절

작용으로 발생한다고 생각된다.⁵ McDonald and Schatz¹⁸는 당뇨병망막병증에서 범망막광응고술 후 6주에서 10주 사이에 43%에서 황반부종이 증가하고, 8%에서는 황반부종이 지속되어 2줄 이상의 시력 감소가 발생하였다고 보고한 바 있다. Shimura et al¹⁹은 범망막광응고술을 4회에 나누어 시행 후, 최소황반오목두께가 급격히 350 μ m 이상으로 증가하였고, 10안 중 8안(80%)이 6개월째 황반부종이 지속됨을 보고하였다. 본 연구에서는 범망막광응고술 후 1달째부터 최소황반오목두께가 유의하게 증가하였고, 지름 3.45 mm 내의 황반부피는 술 후 1주째부터 유의한 증가를 보여 황반부종에 좀 더 민감한 지표로 사용될 수 있었다. 황반부피는 이후 점점 증가하여 2달째에 최대를 보였으나, 3달째에는 감소하여 술 후 1달째보다 작았다. 장기간 경과관찰을 하면 황반부종은 더 감소될 것으로 생각된다. 결국 본 시술 후 발생한 황반부종은 술 후 2달째 가장 심한 일과성 황반부종으로, 이는 기존 범망막광응고술에서와 같이 술 후 6주에서 10주 사이의 황반주위 모세혈관 누출에 의한 것으로 생각된다.²⁰ 본 시술은 한 번에 전 망막에 대해 모두 시술하였으므로, 황반부종이 많이 발생할 요인이 있음에도 불구하고, 최소황반오목두께가 300 μ m를 넘는 심한 황반부종이 적고, 황반부종이 발생한 대부분의 환자에서 시력의 변화가 유의하지 않아, 장점이 있는 것으로 생각된다. 충분한 시간 간격을 두고 나누어 시술할 경우 황반부종이 덜 발생하는 것이 알려져 있으므로,²¹ 추후 황반부종의 증가가 예상되는 환자들은 시술을 2~3회에 걸쳐 나누어 하는 것이 황반부종의 진행과 예방에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

패턴 망막광응고술은 한번에 여러 개의 응고반을 자동적으로 전달하여 생성하기 때문에, 각 응고반을 시술자가 일일이 만들어야 하는 기존 망막광응고술에 비해 시술 시간 단축을 기대할 수 있다. 기존 방법에서 하루에 전체 망막의 3분의 1에 광응고술을 시행하고, 이에 5~15분 가량이 소요되었으나, 본 연구 결과, 전체 망막을 한번에 시술하는 데에 평균 6분 가량이 소요되어, 기존 방법에 비해 시술 시간이 5분의 1 정도로 현저히 단축됨을 확인할 수 있었다. 이처럼 시술 시간이 줄어들면 환자와 시술자 모두 더 편안하게 시술에 임할 수 있을 것으로 생각된다.

Al-Hussainy et al¹²은 증식망막병증 환자에서 범망막광응고술 시, 절반에는 레이저의 노출시간을 0.1초로 하고, 나머지 절반에는 노출시간을 0.02초로 짧게 줄여 시술한 뒤 환자가 느낀 통증을 보고하였다. 이들에 따르면 환자들의 통증점수는 노출시간이 0.1초인 경우 5.11점, 0.02초인 경우 1.40점으로 유의한 통증의 감소를 보였고($p=0.001$), 모든 환자에서 노출시간을 줄인 시술을 선호하였다. 본 연구에서 환자의 통증을 시각화 통증척도로 측정한 결과, 환

자들은 평균 5.3점의 통증을 호소하였고, 이는 앞선 보고보다는 심한 통증이었다. Al-Hussainy et al¹²은 평균 레이저 세기를 489 mW로 사용하였고, 본 연구에서는 625 mW로 그보다 높았던 점이 통증이 기존 연구보다 심했던 주된 이유로 생각된다.

레이저의 세기는 기존 범망막광응고술에서의 목표인 L'Esperance scale 3단계에 준하여 백색 중심부가 뚜렷한 응고반을 생성하였다. 기존의 일반적인 레이저 세기가 200~300 mW에서 행해졌지만, 본 시술에서는 같은 목표의 응고반을 만드는 데 2~3배의 세기가 필요하였다. 이는 Blumenkranz et al⁹이 제시한 레이저 세기와 노출시간의 반비례 경향에 부합하였다. 최근 연구들에서 훨씬 약한 응고반으로도 당뇨병망막병증에서 충분한 치료 효과를 얻었다는 보고가 있어, 향후 본 시술의 레이저 세기를 더 약하게 하여도 비슷한 효과를 얻을 수 있는지 추가적인 연구가 필요하다.²²

신생혈관의 퇴행에 관해서 기존의 범망막광응고술에서는 Rogell²³이 증식당뇨망막병증에서 한 번의 시술로 38%에서 성공을 거둔 바가 있고, Wei et al²⁴은 67%에서 완전 퇴행을 보고하였다. 고위험군 증식당뇨망막병증에서는 Doft and Blankenship²⁵이 6개월째 62%에서 신생혈관이 퇴행하였다고 하였고, Vander et al²⁶은 3개월째 59%에서 고위험 특성이 없어졌다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 증식당뇨망막병증 18안 중 10안(56%)에서 신생혈관이 퇴행하였으며, 고위험군에서는 3안 모두 유두신생혈관이 퇴행하지 않고 고위험 특성이 지속되었다. 환자의 수가 작아서 기존 연구 결과들과 바로 비교하기는 힘들지만, 증식당뇨망막병증 및 고위험 증식당뇨망막병증 모두에서 신생혈관 퇴행 효과 약간 낮은 것으로 나타났다.

신생혈관의 퇴행이 예상보다 부족했던 이유로 생각할 수 있는 것은 첫째, 노출시간이 짧아 시술 후 생긴 응고반의 크기가 작다는 점이다. 기존 레이저광응고술은 시술 후 평균 290 μ m 가량 커지지만,²⁷ 본 시술 후 3개월간의 추적관찰 기간 중 응고반의 확장은 더 작았고, 이는 주변 조직으로의 열 전달이 적은 시술 특성 때문으로 생각된다. 따라서, 응고반 수가 같다면, 기존 광응고술보다 시술 후 응고 영역의 넓이가 더 작고, 이로 인해 신생혈관의 퇴행 효과가 예상보다 부족했던 것으로 생각된다. 둘째는, 응고반의 숫자가 충분하지 않았다는 점이다. Al-Hussainy et al¹²은 노출시간을 0.02초로 줄였을 때 필요한 최종 응고반 수를 평균 2,900개 정도로 보고하였다. 본 시술의 경우 평균 1,800여 개로 이에 못 미친 점이 신생혈관 퇴행 효과를 감소시켰을 것으로 생각된다. 셋째는, 한 번에 여러 개의 응고반이 동시에 생성될 때 그 중 일부가 성공적으로 응고되지 않는 경우

가 발생한다는 점이다. 이후 추가 광응고술을 통해, 충분한 치료효과를 얻을 수 있는 응고반의 개수를 확립하는 것이 필요하다고 생각된다.

본 시술의 합병증으로 주변부 망막에서의 경미한 유리체 출혈이 1안에서 발생하였는데, 이는 초기 시술에서 레이저 세기가 과도하여 발생한 망막 파열 때문이었고, 수주 이내에 흡수되었다. 따라서, 주변부 망막 시술 시 레이저 세기를 단계적으로 줄여 시술하는 것이 바람직하다. 3개월까지의 단기 임상 결과를 보았을 때, 본 시술에 있어 향후 계속적인 연구를 수행하는 데 문제가 될 만한 위험성은 발견되지 않았고, 기존의 범망막광응고술에 비교하여 충분한 안전성이 있는 것으로 생각되었다.

본 결과는 짧은 노출시간을 이용한 패턴 범망막광응고술의 초기 결과 보고에 해당한다. 짧은 노출시간을 이용한 패턴 범망막광응고술은 당뇨병망막병증의 치료에 있어 특별한 합병증 없이 안전하게 할 수 있는 시술이었다. 본 연구는 환자 수가 작고 경과관찰 기간이 짧아, 이러한 결과는 향후 더 많은 환자를 대상으로 장기간의 연구를 통해 확인이 필요하다. 또한, 다양한 레이저 특성으로 시술해 보고, 기존 레이저광응고술과 비교하여, 최적의 레이저 특성을 찾는 연구도 필요할 것이다.

참고문헌

- 1) Diabetic Retinopathy Study Research Group. Photocoagulation treatment of proliferative diabetic retinopathy: Clinical application of DRS findings. DRS report no. 8. Ophthalmology 1981;88:583-600.
- 2) Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study Research Group. Early photocoagulation for diabetic retinopathy. ETDRS report No. 9. Ophthalmology 1991;98:766-85.
- 3) Petrovic V, Bhisitkul RB. Lasers and diabetic retinopathy: the art of gentle destruction. Diabetes Technol Ther 1999;1:177-87.
- 4) Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study Research Group. Techniques for scatter and local photocoagulation treatment of diabetic retinopathy: ETDRS report No. 3. Int Ophthalmol Clin 1987;27:254-64.
- 5) Prendiville PL, McDonnell PJ. Complications of Laser Surgery. Int Ophthalmol Clin 1992;32:179-204.
- 6) Mainster MA. Decreasing retinal photocoagulation damage: principles and techniques. Semin Ophthalmol 1999;14:200-9.
- 7) Laursen ML, Moeller F, Sander B, Sjoelie AK. Subthreshold micropulse diode laser treatment in diabetic macular oedema. Br J Ophthalmol 2004;88:1173-9.
- 8) Framme C, Schuele G, Kobuch K, et al. Investigation of selective retina treatment (SRT) by means of 8 ns laser pulses in a rabbit model. Lasers Surg Med 2008;40:20-7.
- 9) Blumenkranz MS, Yellachich D, Andersen DE, et al. Semi-automated patterned scanning laser for retinal photocoagulation. Retina 2006;26:370-6.
- 10) L'Esperance FA. Ophthalmic lasers, 3rd ed. Vol. 1. St Louis: CV Mosby Co., 1989;78-112.
- 11) Scott J, Huskisson EC. Graphic representation of pain. Pain 1976;2:175-84.
- 12) Al-Hussainy S, Dodson PM, Gibson JM. Pain response and follow-up of patients undergoing panretinal laser photocoagulation with reduced exposure times. Eye 2008;22:96-9.
- 13) Moon HS, Nam DH, Paik HJ. Comparison of anesthetic efficacy and intraocular pressure by volume of sub-Tenon's anesthetic in vitreoretinal surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2006;47:1759-68.
- 14) Dorin G. Evolution of retinal laser therapy: minimum intensity photocoagulation (MIP). Can the laser heal the retina without harming it? Semin Ophthalmol 2004;19:62-8.
- 15) Prskavec FH, Fulmek R, Klemen C, Stelzer N. Changes in the visual field and dark adaptation following panretinal photocoagulation in diabetic retinopathy. Klin Monatsbl Augenheilkd 1986;189:385-7.
- 16) Tsujikawa A, Kiryu J, Dong J, et al. Quantitative analysis of diabetic macular edema after scatter laser photocoagulation with the scanning retinal thickness analyzer. Retina 1999;19:59-64.
- 17) Fong DS, Girach A, Boney A. Visual side effects of successful scatter laser photocoagulation surgery for proliferative diabetic retinopathy: A literature review. Retina 2007;27:816-24.
- 18) McDonald HR, Schatz H. Macular edema following panretinal photocoagulation. Retina 1985;5:5-10.
- 19) Shimura M, Yasuda K, Shiono T. Posterior sub-Tenon's capsule injection of triamcinolone acetonide prevents panretinal photocoagulation-induced visual dysfunction in patients with severe diabetic retinopathy and good vision. Ophthalmology 2006;113:381-7.
- 20) Meyers SM. Macular edema after scatter laser photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy. Am J Ophthalmol 1980;90:210-6.
- 21) Shimura M, Yasuda K, Nakazawa T, et al. Quantifying alterations of macular thickness before and after panretinal photocoagulation in patients with severe diabetic retinopathy and good vision. Ophthalmology 2003;110:2386-94.
- 22) Bandello F, Polito A, Del BM, et al. Light versus classic laser treatment for clinically significant diabetic macular edema. Br J Ophthalmol 2005;89:864-70.
- 23) Rogell GD. Incremental panretinal photocoagulation: results in treating proliferative diabetic retinopathy. Retina 1983;3: 308-11.
- 24) Wei ZY, Hu SX, Tang N, et al. Effect of argon laser photocoagulation on diabetic retinopathy. Di Yi Jun Yi Da Xue Xue Bao 2004;24:1313-5.
- 25) Doft B, Blankenship G. Retinopathy risk factor regression after laser panretinal photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy. Ophthalmology 1984;91:1453-7.
- 26) Vander JF, Duker JS, Benson WE, et al. Long-term stability and visual outcome after favorable initial response of proliferative diabetic retinopathy to panretinal photocoagulation. Ophthalmology 1991;98:1575-9.
- 27) Morgan CM, Schatz H. Atrophic creep of the retinal pigment epithelium after focal macular photocoagulation. Ophthalmology 1989;96:96-103.

=ABSTRACT=

Short-term Clinical Outcome of Patterned Scanning Laser Photocoagulation With Short Exposure Time in Diabetic Retinopathy

Bum Joo Cho, MD^{1,2}, Tae Wan Kim, MD^{1,3}, Se Joon Woo, MD^{1,4}, Hum Chung, MD^{1,2}, Jang Won Heo, MD^{1,2}

Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine¹, Seoul, Korea
Seoul Artificial Eye Center, Seoul National University Hospital Clinical Research Institute², Seoul, Korea
Department of Ophthalmology, Seoul Metropolitan Boramae Hospital³, Seoul, Korea
Department of Ophthalmology, Seoul National University Bundang Hospital⁴, Seongnam, Korea

Purpose: To investigate the clinical effect and complications of patterned scanning laser photocoagulation with short exposure time in diabetic retinopathy.

Methods: A prospective study was performed on patients with diabetic retinopathy who required panretinal photocoagulation (PRP). Twenty-nine eyes of twenty five consecutive patients underwent patterned scanning laser photocoagulation with exposure time of 0.02 sec over the entire retina. Pain score at treatment, best-corrected visual acuity, the development of macular edema, regression of neovascularization in fluorescein angiography, and related complications were monitored during a three-month follow-up.

Results: Treatment time for PRP was much reduced to 6.1 min on the entire retina. Pain during the photocoagulation was moderate, and enabled patients to finish PRP with ease. During a three-month follow-up, visual acuity was well preserved. Foveal minimum thickness increased at 1 month after treatment and maintained in a study period of three months. Macular volume showed significant increase (3.6%) at 1 month after treatment, maximum increase (9.8%) at 2 months, and persistent increase (4.9%) at 3 months. In every patient with very severe nonproliferative diabetic retinopathy, retina was maintained, and in 10 of 18 eyes with proliferative diabetic retinopathy, neovascularization regressed during follow-up period. No significant complication occurred except a transient vitreous hemorrhage in one eye.

Conclusions: Patterned scanning laser photocoagulation with short exposure time may induce transient macular edema, but the visual acuity was preserved without any other significant complication. It is considered to be a safe and efficient treatment method in diabetic retinopathy.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(3):376-382

Key Words: Panretinal photocoagulation, Patterned scanning laser photocoagulation

Address reprint requests to **Jang Won Heo, MD**
Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine
#28 Yongon-dong, Chongno-gu, Seoul 110-744, Korea
Tel: 82-2-2072-2438, Fax: 82-2-741-3187, E-mail: hjwin@lycos.co.kr