

## Neodymium-YAG laser를 이용한 비문증의 치료

이세엽 · 김광수 · 남상길

### = 요 약 =

3개월이상 지속적으로 중심시야에 비문증을 호소하는 28명의 환자에서 원인되는 유리체흔탁을 Neodymium(Nd)-YAG 레이저를 이용하여 광분쇄 시킨 뒤 그 치료효과와 환자의 만족도를 알아 보았다.

시술후 검안경 검사에서 비문이 확인되지 않은 경우는 46%(13례), 비문은 관찰되나 중심시야에서 벗어난 경우는 32%(9례), 크기는 작아졌지만 부서진 조각들이 망막쪽으로 이동하여 더 이상 치료를 할 수 없었던 경우가 22%(6례)이었다. 치료후 환자의 만족도를 보면 증상이 소실되어 만족한 경우가 64%(18례), 그런대로 만족이 25%(7례), 불만족이 11%(3례)이었다. 환자가 충분히 만족하지 않는 이유로는 계속적인 비문의 잔존이 5례, 비문수의 증가가 3례, 시야장애가 2례이었고, 시술의 실패원인은 비문의 크기가 2/3DD 이상으로 큰 경우, 2DD이하로 망막에 근접된 경우, 비문이 비교적 주변에 위치한 경우들이었다. 시술후 합병증으로는 부서진 비문조각이 황반부 앞쪽으로 이동한 경우와 맥락막망막손상이 각각 2례에서 발생하였다.

따라서 오래동안 중심시야를 가려서 일상생활에 지장을 줄 정도의 비문증이 있을때에 원인되는 유리체흔탁이 망막면에서 2DD이상 떨어져 있고, 크기가 1/3DD 이하로 작은 경우에는 Nd-YAG 레이저 광분쇄로 치료를 시도해 보는 것이 유용하리라 생각된다(한안지 38:1013 ~1020, 1997).

<접수일 : 1996년 10월 7일, 심사통과일 : 1997년 4월 1일>

계명대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea

\* 본 논문의 요지는 1994년 4월 15일 제 72차 대한안과학회 춘계학술대회에서 구연 발표되었음

= Abstract =

## Management of Vitreous Floaters with Neodymium-YAG Laser

Se Youp Lee, M.D., Kwang Soo Kim, M.D., Sang Kil Nam, M.D.

After Neodymium(Nd)-YAG laser photodisruption for vitreous floaters which were annoying the central visual field in 28 patients(28 eyes), we evaluated the efficacy of the procedure and the satisfaction degree of patients.

Vitreous floaters were not recognized in 46 percents(13 eyes) of the patients, stayed away from the central visual field in 32 percents of the patients(9 eyes). Broken opacities were moved to retina in 22 percents(6 eyes) after treatment. In satisfaction degree of patients, 64 percents of the patients(18 eyes) were completely satisfied, 25 percents of them(7 eyes) were fairly satisfied, and 11 percents of them(3 eyes) were not satisfied at all. Complaints of unsatisfied patients were persisting floaters in 5 eyes, increased number of the floaters in 3 eyes and central visual field disturbance in 2 eyes. The responsible factors for failure in treatment were the size of the floaters larger than 2/3 disc diameter(DD), their locations closer than 2DD from retinal surface and their peripheral locations. Complications included the fragment shifting to posterior central zone in 2 eyes and the chorioretinal damage in 2 eyes.

Our results suggest that Nd-YAG laser photodisruption seems to be useful on the discrete vitreous floaters less than 1/3DD in size and apart from retinal surface more than 2DD(J Korean Ophthalmol Soc 38:1013~1020, 1997).

**Key Words :** Neodymium-YAG laser, Photodisruption, Vitreous floater

유리체비문증은 매우 흔한 증상으로 대개 유리체망막의 이상이 있거나 혹은 정상안에서 퇴행성의 결과로 발생할 수 있다<sup>1,2)</sup>. 심각한 병변을 동반하지 않는 대부분의 비문증은 저절로 없어지거나 혹은 그 정도가 경하여 치료가 필요하지 않는 경우가 많다. 그러나 비문이 크거나 시야의 중심에 위치하게 되면 일상생활에 많은 지장을 주게 되므로 좀 더 적극적인 치료가 필요할 수 있다. 지금 까지 후안부에 대한 Nd-YAG 레이저 치료의 대부분은 증식당뇨망막병증<sup>3,4)</sup> 혹은 겹상적혈구망막병증<sup>5)</sup>에서 동반된 견인성 망막박리를 완화시켜줄

목적으로 원인되는 유리체가닥이나 막을 절단하기 위하여, 그외 유리체낭종<sup>7)</sup>, 낭포황반부종<sup>8)</sup>, 열공성 망막박리<sup>9)</sup> 백내장 수술후에 각공막절개창에 붙어있는 유리체섬유<sup>10)</sup>에 대한 치료로 시행되어 왔으나 유리체비문증에 대한 Nd-YAG 치료는 현재까지 Tsai 등<sup>11)</sup>에 의한 보고가 있을 뿐이다.

이에 저자들은 3개월이상 지속적으로 중심시야에 비문증을 주소로 내원한 28명의 환자에서 원인되는 유리체흔탁을 Nd-YAG laser로 광분쇄(photodisruption)를 시도하였으며 이에 따르는 임상효과와 환자의 만족도를 알아보았다.

## 대상 및 방법

3개월 이상 지속적으로 중심시야에 비문증을 호소하는 28명을 대상으로 원인되는 유리체흔탁을 Neodymium-YAG laser(Nd-YAG laser 7061, Coherent Technology, Paloalto, U. S. A.)를 이용하여 광분쇄를 시도하였다.

시술전 병력문진과 시력 및 안압 등을 측정하였고, 직상 및 도상 검안경, 골드만 삼면경 및 +90 디옵터 렌즈 등을 이용하여 망막과 유리체를 상세히 검사하였으며 비문의 크기, 형태, 위치, 유동성 등을 조사하였다. 비문증을 호소하는 환자 중에서 망막박리 혹은 중식당뇨망막병증 등의 망막질환으로 비문의 변화를 빨리 감지할 수 없는 경우는 그 대상에서 제외하였다.

레이저 치료는 동공을 확대시킨 다음 0.5% proparacaine hydrochloride를 점안 후 머리를 고정시키고 비문의 위치에 따라 각막에 Peyman 렌즈(Peyman wide field YAG laser lens, 18mm 혹은 20mm)나 일반 평면렌즈를 대고 원하는 방향으로 안구를 움직이게 하여 비문에 정확하게 레이저광을 조사하였다. 치료 에너지는 5mJ부터 시작하여 점차 증가시켰고 대부분의 경우 20 내지 50 pulse로 시간은 2 내지 5분 정도 소요되었다. 부서진 비문조각에 더 이상 레이저광의 촛점을 맞출 수 없을 때를 치료의 끝으로 하였고, 비문조각이 망막쪽으로 이동하여 계속적인 치료시 망막손상의 위험이 있을 때는 치료를 중단하였다.

**Table 1.** Nd-YAG laser for photodisruption of floaters

Laser Application	No. of Eyes (%)
Energy-setting(mJ)	
5-6.9	6
7-8.9	18( 64)
>9	4
No. of Procedure	
1	22( 79)
2	5
3	1
Total	28(100)

환자가 만족하지 못하는 경우에는 재시술을 하였고 그 횟수는 3회까지 실시하였다(Table 1).

치료후 즉시, 1주, 2주, 매달마다 초자체와 망막을 검사하였고 모든 환자는 최소한 3개월 이상 경과관찰 한 뒤 환자가 만족하는 정도를 3가지 상태 즉 만족, 그런대로 만족, 불만족으로 나누었다. 환자의 만족도는 환자의 자각증상을 기준으로 하였고 “만족”은 환자의 증상이 소실된 경우, “그런대로 만족”은 술전에 비해 증상은 호전되었으나 완전히 만족하지 못한 경우, “불만족”은 술후 증상의 호전이 없거나 다른 증상이 출현하여 전혀 만족하지 않는 경우로 하였다.

## 결 과

Nd-YAG 레이저 광분쇄를 받은 환자는 총 28명(28안)으로 이 중 남자가 9명(32%), 여자가 19명(68%)이었으며, 연령분포는 35세에서 79세 까지 다양하였고 평균 59세이었다(Table 2). 비문의 특성 중 크기가 1/3DD 이하인 경우는 12안(42.8%), 1/3-2/3DD 사이는 10안(35.7%), 2/3DD 이상인 경우는 6안(21.5%)이었다. 형태상으로 퍼져있는 경우보다 뭉쳐진 양상으로 독립되어 있는 경우가 25안(89.3%)으로 대부분을 차지하였고 이 중에서 난형으로 생긴 혼탁이 10안으로 가장 많았다(Table 3). 비문의 위치상 황반부를 중심으로 4개의 상한에서 하비측 및 하이측에 있는 경우가 16안(57.1%)으로 주로 하반부에 위치하였고, 방사상 분획에서는 중심에 위치한 경우가 21안(75%)으로 다수를 차지하였고 이 중

**Table 2.** Distribution of age and sex of the patients

Age(years)	Sex		Total(%)
	Male	Female	
<50	5	0	5
50-59	2	6	8
60-69	1	9	10
≥70	1	4	5
Total	9(32.1)	19(67.9)	28(100)

Range of age: 35-79 years, Mean age: 59 years

**Table 3.** Characteristics of the floaters in 28 eyes

Characteristics	No. of Eyes(%)
Size (DD) of Floaters	
<1/3	12(42.8)
1/3-2/3	10(35.7)
>2/3	6(21.5)
Shape of Floaters	
Isolated	25(89.3)
Oval or round	10
Ring- or C-shaped	6
Rectangular	2
Linear	2
Irregular	5
Diffuse	3(10.7)

DD: disc diameter

**Table 4.** Location of floaters in 28 eyes

Location	No. of Eyes(%)
Quadrantal	
Inferonasal	9(32.1)
Inferotemporal	7(25.0)
Superotemporal	2( 7.2)
Superonasal	3(10.7)
Multiple	7(25.0)
Radial	
Central	21(75.0)
Peripheral	5(17.9)
Both	2( 7.1)
Anteroposterior	
Posterior	24(85.7)
Middle	3(10.7)
Anterior	1( 3.6)

**Table 5.** Possible etiology of the floaters

Etiology	No. of Eyes(%)
PVD	19(67.9)
without any pathology	10(35.7)
with cataract surgery	4
with myopia	2
with POAG	1
with BDR	1
with retinal tear	1
Uveitis	3(10.7)
Cataract surgery	3(10.7)
BRVO	2(7.1)
POAG	1(3.6)
Total	28(100)

BDR: back ground diabetic retinopathy

BRVO: branch retinal vein occlusion

PVD: posterior vitreous detachment

POAG: primary open angle glaucoma

**Table 6.** Satisfaction of the patients with the results of the photodisruption for floaters

Degree of Satisfaction	No. of Eyes (%)
Happy	18(64.3)
Fair	7(25.0)
Unhappy	3(10.7)
Total	28(100)

황반부를 직접 가리는 경우는 5례 있었다. 전후 구분에서는 후부에 위치하는 경우가 24안 (85.7%)으로 대부분을 차지하였다(Table 4). 비문증의 원인으로는 특별한 병적인 소견이 없는

단순 후유리체박리가 10안 (35.7%)으로 제일 많았고, 동반된 질환의 유무에 관계없이 후유리체박리와 연관된 경우는 모두 19안(67.9%)이었다(Table 5).

시술후 검사에서 비문이 확인되지 않은 경우(Fig. 1)는 13례, 비문은 관찰되나 중심 시야에서 벗어난 경우(Fig. 2)는 9례, 크기는 작아졌지만

**Fig. 1.** Preoperative fundus photograph(A) of eyes of a case with a prepapillary opacity(arrows). Postoperative appearance(B) shows that the ring shaped opacity has been completely disrupted.

— 이세엽 외 : Nd-YAG레이저 비문증 치료 —

부서진 조각들이 망막쪽으로 이동하여 더 이상 치료를 할 수 없었던 경우는 6례 있었다. 치료결과

에 대한 환자의 만족도는 총 28례 중 18안(64.3%)에서 만족, 그런데로 만족이 7안(25%), 전혀 만족하지 않는 3안(10.7%)이 있었다(Table 6). 치료 후 환자의 만족도를 치료전 비문의 특성별로 보면 비문의 크기가 1/3DD 이하인 15안 중 13안(76.5%)에서 높은 만족도를 보였고, 비문의 크기가 1/3-2/3DD 사이인 7안 중 4안, 2/3DD 이상인 6안 중 1안에서 만족을 나타내었다. 형태별로 비문이 뭉쳐진 양상으

**Fig. 2.** Preoperative fundus photograph(A) of the eye of a case with centrovitreal opacity. Postoperative appearance(B) shows that the opacity has not been completely disrupted, but moved away from the central visual field.

**Table 7.** Satisfaction by pre-treatment characteristics and location of floaters after photodisruption

Characteristics	No. of cases	Happy cases (%)
Size (DD)		
< 1/3	15	13(76.5)
1/3 - 2/3	7	4(50.0)
> 2/3	6	1(14.3)
Shape of Floaters		
Isolated	25	18(72.0)
Oval or round	10	8(80.0)
Ring- or C-shaped	6	5(83.3)
Rectangular	2	1(50.0)
Linear	2	1(50.0)
Irregular	4	3(75.0)
Diffuse	3	0(0)
Location		
Quadrantal		
Inferonasal	9	7(77.8)
Inferotemporal	7	6(85.7)
Superotemporal	2	2(100)
Superonasal	3	2(66.7)
Multiple	7	1(14.3)
Radial		
Central	21	16(76.2)
Pheripheral	5	2(40.0)
Both	2	0( 0 )
Anteroposterial		
Posterior	24	15(62.5)
Middle	3	3(100)
Anterior	1	0( 0 )

DD: disc diameter

**Table 8.** Complaints of patients with unsatisfaction(n=10)\*on the results of photodisruption for floaters

Causes	No. of Eyes (%)**
Remained floaters	6(21.4)
Increase of floaters	5(17.9)
Central vision interruption	2( 7.1)

\* unhappy and fair cases

\*\* total No&gt;10, because of more than one symptom in some eyes

**Table 9.** Complication of photodisruption for floaters

Complication	No. of cases (%)
Fragment shifting to posterior central zone	2(7.1)
Chorioretinal damage	2(7.1)

**Table 10.** Cause of failure(n=10) in photodisruption for floaters

Causes of failure	No. of cases
Too large and bulky	5
Too close to retina (less than 2DD)	2
Peripheral location	3

DD: disc diameter

로 있는 25안 중 18안(72%)에서 만족을 나타내었고, 퍼져있는 3례에서는 만족을 보이지 않았다. 4개 상한에서는 여러상한에 걸쳐 존재하는 비문을 제외한 대부분에서 만족하였고, 방사상 분획에서는 중심에 위치한 21례 중 16안(76.2%)에서 만족하여 비교적 높은 만족도를 나타냈지만, 주변에 위치한 5례 중 2안에서만 만족하였다 (Table 7). 완전히 만족하지 않는 이유는 계속적으로 비문증이 남아있는 6례, 비문수의 증가 5례, 중심시야장애 2례로서 환자 1인이 한가지 혹은 그 이상의 이유를 나타내었다(Table 8). 시술 후 합병증으로는 부서진 비문조각이 황반부 앞쪽으로 이동한 경우와 맥락막망막손상이 각각 2례에서 발생하였고(Table 9), 완전한 만족을 얻지

못한 경우를 실패로 한다면 그 이유로는 크기가 너무 큰 5례, 2DD 이하로 망막에 근접된 2례, 비교적 주변부에 위치한 3례 등이 있었다(Table 10).

## 고 찰

유리체비문은 유리체강내 단백질과 교원질의 국소적인 응축, 시신경 유두의 교조직, 유리체출혈 등에 의해 발생되며 그 원인되는 질환은 후유리체박리, 유리체출혈을 야기하는 유리체망막질환, 안구내염증, 유리체액화 등<sup>11)</sup>이 있다. 유리체비문은 후유리체박리와 높은 연관성을 가지고 있는데, Murakami 등<sup>2)</sup>은 비문증을 호소하는 148안 중 83%에서 후유리체박리가 동반되었다고 하였고, Foos와 Roth<sup>11)</sup>는 완전한 후유리체박리를 동반한 320명에 대한 부검소견 중 57%에서 후유리체피질부에 교조직을 발견할 수 있다고 하였다. 한편 Boldrey<sup>12)</sup>는 589명의 비문증 환자에서 유리체출혈 혹은 망막열공에 동반된 유리체내의 세포들에 의한 경우가 52.8%이었다고 하였다. 본 연구의 경우는 후유리체박리와 연관되어 있는 경우가 19안(68%)이었고 이 중 10안에서는 동반된 다른 병변소견을 관찰할 수 없었다. Green<sup>13)</sup>은 유리체비문의 하나의 원인인 보크트윤(Viogt's ring)의 조직학적 성분에 대하여 섬유성 성상세포와 교원질로 구성되어 있다고 하였다. 유리체비문의 수에 대해 Murakami 등<sup>2)</sup>은 148안의 비문증 환자 중 76%에서 하나 혹은 소수이었고 24%에서는 다수의 비문이 존재하였다고 하였다. 본 저자들의 28례 중 형태상으로 독립된 경우가 89.3%, 분산된 경우가 10.7%로 Murakami 등<sup>2)</sup>에 비해 독립된 경우는 많았고 분산된 경우는 적었다.

유리체비문은 여러가지 형태로 환자가 느낄 수 있는데 Zimmermann<sup>14)</sup>은 그 기전에 대하여 안구가 움직이게 되면 유리체 이동으로 비문이 움직이며 동시에 입사광선은 분산되어 망막에 그림자를 지워서 머리칼 혹은 여러 모양으로 인식하게 된다고 하였다. 비문증의 증상은 혼탁의 크기, 밀도, 운동성, 망막과의 근접성에 따라 달라 질 수 있고 특히 유리체혼탁 중에서 황반부 근처의 후초

자체에 위치한 것이 환자가 인식하게 되는 주된 비문이다. 본 연구에서도 분획상 중심에 위치한 21안(75%), 황반부을 직접 가리는 5안(17.2%)이 있었다.

지금까지 병변소견이 없는 경한 비문증의 치료는 대부분 관찰하면서 심리적으로 불안해하지 않도록 안정시켜 주었다. 그러나 비문이 크거나 오래동안 시야중심에 위치하여 일상생활에 많은 지장을 줄 경우에는 적극적인 치료가 필요하다. Nd-YAG 레이저는 nanosecond 혹은 picosecond 동안 고도의 에너지파를 발생시켜 안조직에 부딪치게 되면 레이저에너지가 이온화된 가스 즉 plasm를 만들고 동시에 발생되는 국소적인 충격파가 조직을 파열시키는 것이 그 기전이다. Puliafito 등<sup>15)</sup>은 가토안의 실험적 유리체막에 대해 Nd-YAG 레이저를 조사하여 19안에서 성공적으로 절제할 수 있었다고 하였다. Tsai 등<sup>16)</sup>은 비문증을 호소하는 15안에서 Nd-YAG 레이저로 치료하여 전례에서 증상이 소실되었고, 1년간 경과관찰후의 재발이나 합병증은 없었다고 하였다. 저자들의 경우 환자의 만족도는 만족 18안(64%), 그런대로 만족 7안(25%)이었다. 시술로 만족한 결과를 얻은 환자들은 술전에 중심시야에 까만점, 실, 먼지 모양으로 나타나 일상생활에 고통이 많았으나 술후에 안정을 얻을 수 있었다.

시술의 실패원인으로는 본 연구의 경우 비문의 크기가 2/30DD 이상으로 큰 경우, 2DD 이하로 망막에 근접된 경우, 비문이 비교적 주변부에 위치한 경우들이었는데, 특히 비문의 크기가 2/3 DD 이상 큰 경우에는 광분쇄시 비문수가 증가되거나 비문이 계속적으로 잔존하는 경우가 많아 환자가 만족하지 않는 주된 원인이 되었다.

Nd-YAG 레이저를 이용한 시술은 유리체절제술에 비해 동통이 없고 비관혈적인 방법이지만 기술적으로 힘들고 위험이 따르는 단점을 갖고 있다. 특히 Nd-YAG 레이저에 대한 망막손상은 사용된 레이저에너지와 망막에서 떨어진 촛점거리와 연관되는데, Bonner 등<sup>16)</sup>은 Nd-YAG 레이저의 에너지가 높기 때문에 광파괴 촛점이 망막에서 적어도 4mm정도 떨어져야 한다고 하였고 매우 세심하게 두개의 HeNe 목표광선을 유리체흔탁에 조

준하여야 한다고 하였다. Jampol 등<sup>17)</sup>은 망막손상의 기전은 열손상에 의한 것이 아니라 주로 기계적인 음향파 (acoustic wave) 혹은 충격파(shock wave)에 의한 것이라고 하였다. 본 연구에서는 레이저에너지를 5mJ에서부터 시작하여 점차로 증가시켜 15mJ 까지 사용하였고, 대부분의 유리체흔탁은 움직임이 좋아서 안구의 위치를 변화시켜 중심부 망막위를 피해 광분쇄시켰다. 또한 혼탁자체가 방패역할을 함으로서 황반부, 시신경유두, 큰 혈관에 대한 광손상을 줄일 수 있었다. 그러나 시술중의 합병증으로 부서진 비문조각이 황반부 앞쪽으로 이동하는 경우와 맥락막망막손상이 각각 2례에서 발생하였는데 그 이후 경과 관찰 중 맥락막망막손상에 따른 합병증은 발견되지 않았다. 다른 저자들도 후안부 Nd-YAG 레이저 시술후 합병증으로 백내장, 녹내장, 초자체와 맥락막출혈, 망막색소상피의 손상, 일시적인 망막출혈, 망막열공 및 망막박리 등<sup>6,14)</sup>이 있었다고 하였다.

이상으로 지속적인 증상을 가지고, 후극부 망막을 가리면서, 망막면으로부터 2DD 이상으로 멀어져 있고, 크기가 1/3DD 이하로 비교적 작은 유리체흔탁은 Nd-YAG 레이저를 이용한 광분쇄술로 치료를 시도해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Tsai WF, Chen YH, Su CY : Treatment of vitreous floaters with neodymium-YAG laser. *Br J Ophthalmol* 77:485-488, 1993
- 2) Murakami K, Jalkh AE, Avila MP, Trempe CL, Schepens CL : Vitreous floaters. *Ophthalmology* 90:1276-1276, 1983.
- 3) Fankhauser F, Kwasniewski SF, van der Zypen E : Vitreolysis with the Q-switched laser. *Arch Ophthalmol* 103:1166-1171, 1985.
- 4) Brown GC, Benson WE : Treatment of diabetic traction retinal detachment with pulsed neodymium-YAG laser. *Am J Ophthalmol* 99: 258-262, 1986.
- 5) Brown GC, Scimeca G, Shields JA : Effect of the pulsed neodymium-YAG laser on the posterior segment. *Ophthalmic Surg* 17:470-472,

- 1986.
- 6) Hrisomalos NF, Jampol LM, Moriarty BJ, Sergeant G, Acheson R, Goldberg MF : *Neodymium-YAG laser vitreolysis in sickle cell retinopathy*. *Arch Ophthalmol* 105:1087-1091, 1987.
  - 7) Ruby AJ, Jampol LM : *Nd-YAG treatment of a posterior vitreous cyst*. *Am J Ophthalmol* 110:428-429, 1990.
  - 8) Krazen LE, Flieschman JA, Trokel S : *YAG laser treatment of cystoid macular edema*. *Am J Ophthalmol* 95:589-592, 1983.
  - 9) Fleck BW, Dhillon BJ, Khanna V, McConnell, JM, Chawla HB : *Nd-YAG laser augmented pneumatic retinopexy*. *Ophthalmic Surg* 19:855-858, 1988.
  - 10) 차홍원 : Neodymium: YAG laser를 이용한 초자체 섬유 절개술. *한안지* 31:1573-1579, 1990.
  - 11) Foos RY, Roth AM : *Surface structure of the optic nerve head-Vitreopapillary attachments and posterior vitreous attachment*. *Am J Ophthalmol* 76:662-671, 1973.
  - 12) Boldrey EE : *Risk of retinal tears in patients with vitreous floaters*. *Am J Ophthalmol* 96:783-787, 1983.
  - 13) Green WR : *Vitreoretinal juncture, in Retinal Disease Vol 3*, St Louis, CV Mosby, 1982, pp. 13-69.
  - 14) Zimmerman RL : *IN vivo measurements of the viscoelasticity of the human vitreous humor*. *Biophys J* 29:529-534, 1980.
  - 15) Puliafito KA, Wasson PJ, Steinert RF : *Neodymium-YAG laser surgery on experimental vitreous membrane*. *Arch Ophthalmol* 102:843-847, 1984.
  - 16) Bonner RF, Meyers SM, Gaasterland DE : *Threshold for retinal damage associated with the use of high-power neodymium-YAG laser in the vitreous*. *Am J Ophthalmol* 96:153-159, 1983.
  - 17) Jampol LM, Goldberg MF, Jednock N : *Retinal damage from a Q-switched YAG laser*. *Am J Ophthalmol* 96:153-159, 1983.