

## 녹내장과 정상안의 중심망막혈관 직경 비교

장민욱 · 김용연

고려대학교 의과대학 안과학교실

**목적:** 정상안압녹내장 환자와 원발개방각녹내장 환자 및 정상인을 대상으로 중심망막혈관 직경을 구하여 비교하고자 하였다.

**대상과 방법:** 고혈압, 당뇨 및 심혈관계 질환이 없으며 본원에서 처음으로 진단받은 정상안압녹내장 환자 30명, 원발개방각녹내장 환자 20명 그리고 정상인 30명을 대상으로 망막동맥 및 정맥의 직경을 측정하고 이 값을 토대로 변형된 Parr-Hurband 공식을 이용하여 중심망막동맥 및 정맥의 직경을 구하여 비교하였다.

**결과:** 정상안압녹내장 환자에서 중심망막동맥 및 정맥의 직경은 원발개방각녹내장 환자와의 비교에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 ( $p>0.05$ ) 두 녹내장 군 모두 정상안과의 비교에서는 혈관직경이 유의하게 좁았다( $p<0.05$ ).

**결론:** 녹내장 환자의 중심망막혈관 직경은 정상인에 비해 좁았다. 이는 정상안압녹내장 및 원발개방각녹내장의 발생 및 진행에 혈관직경 혹은 혈액학적 요인이 영향을 미칠 가능성 혹은 녹내장의 진행이 혈관직경에 영향을 미칠 가능성을 시사한다.

〈대한안과학회지 2009;50(5):738-742〉

녹내장이란 단일 질환이라기보다 오히려 다양한 임상소견과 병리조직학적 소견을 보이는 여러 가지 양상으로 이루어진 질환군이며 안압 상승뿐만 아니라 다른 여러 위험요인으로 초래된 시신경병증과 이에 따른 시야결손을 보이는 양상들의 총칭이다.<sup>1</sup>

정상안압녹내장이란 특징적인 녹내장성 시신경유두함몰, 시야검사상 시야결손 및 망막신경 섬유층 결손은 있으나 안압이 21 mmHg 이하이고 전방각은 개방되어 있으며 시야결손의 원인이 될 만한 안질환이나 전신질환이 없는 상태를 말한다.<sup>2</sup> 반면 원발개방각녹내장은 안압이 21 mmHg 이상 이면서 특징적인 녹내장성 시신경유두함몰, 시야검사상 시야결손 및 망막신경 섬유층 결손은 있으나 전방각은 개방되어 있으며 시야결손의 원인이 될 만한 다른 안질환이나 전신질환이 없는 상태이다.<sup>3</sup>

녹내장의 병인론에 대하여는 논란이 많다. 아직까지는 안압이 가장 중요한 요인으로 알려져 있으나 녹내장의 혈액학적 이론을 뒷받침하는 여러 연구가 보고되었고,<sup>4-7</sup> 그 중 망막혈관의 좁아짐과 녹내장의 관련성에 대한 연구도 이 이론을 뒷받침하는 요소 중 하나이다.<sup>8-15</sup> 특히 Mitchell et al의 Blue mountain 연구에서는 개방각 녹내장 환자와 고안압 및 정상인을 대상으로 중심망막혈관 직경을 측정하여

비교한 결과 개방각 녹내장군이 고안압 및 정상안 군에 비해 중심망막혈관 직경이 유의하게 좁다고 보고한 바 있다.<sup>8</sup> 그러나 이후 이를 뒷받침하거나 이와는 다른 결과를 보인 다른 보고는 없는 실정이다. 또한 한국인을 비롯한 동양인에서는 이러한 연구 보고가 없다. 따라서 본 연구에서는 한국인을 대상으로 녹내장에서 혈액학적 영향의 정도를 알아보기 위하여 정상안압녹내장 및 원발개방각녹내장환자의 중심망막혈관 직경을 정상인의 중심망막혈관 직경과 비교하였다.

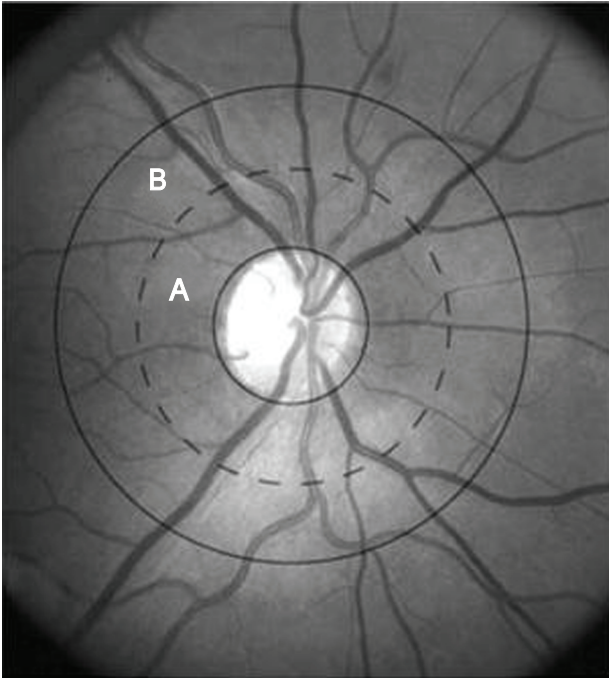
### 대상과 방법

2007년 1월부터 2007년 12월까지 본원에서 정상안압녹내장 진단받은 환자 30명 30안, 원발개방각녹내장 진단을 받은 환자 20명 20안 그리고 정상인 30명 30안을 대상으로 하였다. 대상 연령은 40~70세로 한정하였으며 각 군의 대상을 정할 때에는 우선 연구 기간 중 진단된 정상안압녹내장 중 기준을 충족하는 환자는 모두 포함한 후 정상안압녹내장 환자와 성비, 연령 및 RNFL 두께가 통계적으로 차이 없는 원발개방각녹내장 환자, 그리고 성비 및 연령 분포가 정상안압녹내장 및 원발개방각녹내장 환자군과 통계적으로 차이 없는 정상인을 선택하였다. 또한 안압의 경우 정상안압녹내장과 통계적으로 차이 없는 정상인을 선택하였다. 녹내장 진단을 받은 환자는 이전에 타 병원에서 녹내장 진단을 받고 치료 받은 과거력이 있거나 녹내장 의증으로 안압약을 점안한 과거력이 있는 경우는 모두 제외하였고 또한 내원 시 문진을 통하여 당뇨, 고혈압 및 고지혈증, 협심증, 심근경색

■ 접 수 일: 2008년 9월 9일 ■ 심사통과일: 2009년 1월 8일

■ 통 신 저 자: 김 용 연

서울시 구로구 구로동 길 97  
고려대학교 구로병원 안과  
Tel: 02-2626-1260, Fax: 02-857-8580  
E-mail: yongykim@mail.korea.ac.kr

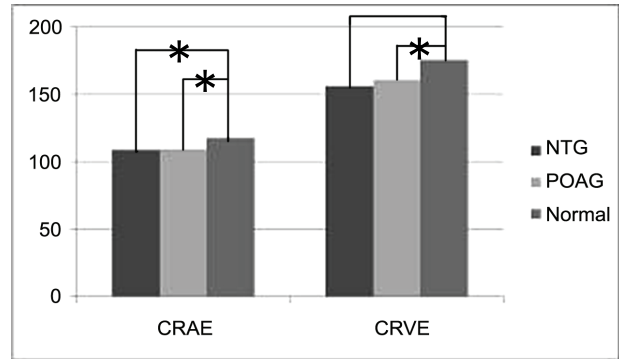


**Figure 1.** Digitized retinal photograph. Zone (A) is a half-disc diameter from the optic disc margin and Zone B is a half-disc to one and half-disc diameter from the optic disc margin. Retinal vessel diameter measurements are performed in Zone (B).

등 혈관에 영향을 미치는 전신질환이 있다고 답한 경우에도 모두 제외하였다. 망막 혈관 직경의 측정 오차를 줄이기 위해 -6.00D 이상의 고도 근시 및 유두주위위축이 심한 환자는 대상에서 제외하였다. 그리고 시신경 유두의 위치가 심하게 치우쳐 있거나 직경이 1 mm 미만의 작은 시신경 유두를 지닌 환자도 대상에서 모두 제외하였다.

정상안압녹내장은 녹내장성 시신경 변화가 있고 녹내장성 시야 결손이 있으나 안압이 21 mmHg 미만인 경우로 정의하였고 원발 개방각 녹내장은 녹내장성 시신경 변화가 있고 녹내장성 시야 결손이 있으며 안압이 21 mmHg 이상이고 전방각경검사상 녹내장을 일으킬 수 있는 다른 원인이 없는 경우로 정의하였으며, 정상인은 녹내장성 시신경 변화가 없고 안압이 21 mmHg 이하인 경우로 정의하였다. 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장을 좀 더 구분하기 위해 정상안압녹내장의 경우 초진 안압이 15 mmHg 이하인 경우만 선택하였다. 그리고 본원 내원 전 타 기관에서 측정한 안압이 22 mmHg 이상이나 본원에서 측정한 초진 안압이 21 mmHg 이하일 경우 진단은 원발개방각녹내장으로 하였으나, 안압은 동일 검사자 및 동일 검사시기로 비교하는 것을 원칙으로 하기 때문에 본원 초진시의 안압을 택하였다.

한 환자에서는 한 눈만을 택하였고 이는 무작위로 선택하였다. 후향적 의무 기록 조사를 통해서 연구를 진행하였고 성



**Figure 2.** Comparison of the vessel diameters between 3 groups. Both CRAE and CRVE were significantly narrower in NTG and POAG group than innormal group. But there was no significant difference between NTG and POAG groups. \* $P<0.05$  with multiple comparison test (Tukey B test).

별, 연령, 안압, 망막신경섬유층(RNFL) 두께 등을 조사하였고, 디지털 망막 사진을 토대로 Revised Parr-Hubbard fomular를 이용하여 중심 망막 동맥 및 정맥의 직경을 계산하여 혈관 직경에 영향을 미치는 인자를 조사하였으며, 진단에 따라 나누어 중심망막혈관 직경을 비교하였다. 변형된 Parr-Hubbard 공식은 Knudtson et al이 고안하여 보고한 방법으로 기존의 Parr-Hubbard 방법에 비하여 측정이 간단함에도 불구하고 측정된 혈관 직경이 기존의 방법으로 구한 직경과 Pearson 편상관계 값 0.94~0.98로 높은 상관관계를 보이며, 기존의 방법에 비하여 측정된 혈관 수에 영향을 크게 받지 않는 장점을 갖고 있어 본 연구의 혈관 측정 방법으로 택하였다.<sup>16</sup> 안압은 Goldmann applanation tonometer를 통하여 측정하였으며 망막신경섬유층 두께는 빛간섭단층촬영기(stratus OCT3, software version 3.0: Carl zeiss Meditec, Inc, Dubin, CA, USA)를 이용하여 측정하였다.

혈관 직경을 측정하는 방법은 다음과 같다. 먼저 디지털 망막 사진기 FF450 IR plus (Carl zeiss Meditec, Inc, Dubin, CA, USA)를 이용하여 중심 30도의 안저사진을 촬영한 뒤 컴퓨터 내의 caliper measurement program을 이용하여 망막 혈관의 직경을 측정하였다. 즉, 시신경이 중앙에 위치한 사진을 19인치 컴퓨터 모니터 화면에 나타낸 후 시신경테두리에서 시신경직경의 1/2만큼 떨어진 원을 그린 후, 시신경 직경만큼 떨어진 원을 다시 그려 두 원 사이의 공간을 구역 B라 하였을 때 구역 B내에 있는 망막 동맥 및 정맥을 크기 순서대로 각각 큰 순서부터 6개를 선정하여 각각의 혈관 두께를 측정하였다. 혈관 두께 측정 시 구역 B내의 혈관이 지나가는 길이를 같은 길이로 5등분하여 표시하고 각각의 표시 점에서 혈관 두께를 측정하여 이를 평균한 값을 그 혈관의 평균 직경으로 정의하였다(Fig. 1).

각각의 혈관 직경을 구한 후 중심 망막 동맥 및 중심 망막

정맥의 크기를 계산하였는데 계산식은 Knudtson et al이 고안한 변형된 Parr-Hubbard 공식으로 다음과 같다.<sup>16</sup>

$$\text{Arterioles : } W=0.88*(w1^2+w2^2)^{1/2}$$

$$\text{venules : } W=0.95*(w1^2+w2^2)^{1/2}$$

예를 들어 구역 B에서 측정된 가지 망막 동맥 직경이 큰 순서부터 각각 100, 90, 80, 70, 60, 50  $\mu\text{m}$ 라 한다면 가장 큰 값(100  $\mu\text{m}$ )과 가장 작은 값(50  $\mu\text{m}$ )을 각각 w1과 w2에 대입하고, 두 번째로 큰 값(90  $\mu\text{m}$ )과 두 번째로 작은 값(60  $\mu\text{m}$ ), 그리고 나머지 두 값(80, 70  $\mu\text{m}$ )을 각각 공식에 대입하면 각각 98.4, 95.2, 93.5  $\mu\text{m}$ 의 값이 나오며 이 중 가장 큰 값과 가장 작은 값을 위의 공식에 다시 대입하면 119.4  $\mu\text{m}$ 의 값이 나오고 마지막으로 이 값과 전 결과의 중간 값인 95.2  $\mu\text{m}$ 를 다시 공식에 대입하여 나온 134.4  $\mu\text{m}$ 가 중심 망막 동맥 직경이다. 이와 같은 방법으로 본 연구의 중심 망막 동맥 및 정맥 직경을 구하였다.

정상안압녹내장 환자와 원발개방각녹내장 환자 그리고 정상군의 중심망막혈관 직경을 비교하였다. 측정 과정에서의 오차를 최소화하기 위하여 2인이 이중으로 측정하여 오차를 줄였고 환자의 정보를 모르는 상태에서 측정하여 편견을 최소화 하였다.

통계적 분석은 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다. 세 군 간의 수술 전 데이터 비교는 ANOVA, *t*-test, chi-square test, Fisher exact test 등을 이용하여 분석하였고 선형회귀 분석을 통하여 상관관계를 분석하였다. *p*값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

정상안압녹내장 환자 군은 30명 30안으로(남 : 13명, 여 : 17명) 평균 연령은  $53.4 \pm 9.4$ 세, 평균 안압은  $13.4 \pm 1.8$  mmHg, 평균 시신경섬유층 두께는  $93.8 \pm 10.9$   $\mu\text{m}$ , 평균 중심망막동맥 직경은  $108.5 \pm 12.7$   $\mu\text{m}$ , 평균 중심 망막 정맥 직경은  $156.3 \pm 16.6$   $\mu\text{m}$ 이었다. 원발개방각녹내장 환자군은 20명 20안으로(남 : 13명, 여 : 7명) 평균 연령은  $50.5 \pm 13.0$ 세, 평균 안압은  $21.9 \pm 2.8$  mmHg, 평균 시신경섬유층 두께는  $88.8 \pm 12.4$   $\mu\text{m}$ , 평균 중심망막동맥 직경은  $107.7 \pm 11.1$   $\mu\text{m}$ , 평균 중심망막정맥 직경은  $161.1 \pm 19.0$   $\mu\text{m}$ 이었다. 정상군은 30명 30안으로(남 : 15명, 여 : 15명) 평균 연령은  $50.1 \pm 8.3$  세, 평균 안압은  $14.1 \pm 1.8$  mmHg, 평균 시신경섬유층 두께는  $111.1 \pm 13.0$   $\mu\text{m}$ , 평균 중심망막동맥 직경은  $117.5 \pm 9.3$   $\mu\text{m}$ , 중심망막정맥직경은  $175.6 \pm 23.4$   $\mu\text{m}$ 이었다. 세 군 간의 비교 결과는 표 1과 같다.

정상안압녹내장 환자와 성비, 연령 및 시신경섬유층 두께가 통계적으로 차이 없는 원발개방각녹내장 환자군과 중심망막혈관 직경을 비교한 결과 두 군 간에 차이를 보이지 않았으나( $p > 0.05$ ), 성비, 연령 및 안압이 비슷한 정상군과의 비교에서는 혈관의 직경이 유의하게 좁았다( $p = 0.003$ , Fig. 2). 또한 원발개방각녹내장 환자군도 정상인과 비교하여 중심 망막혈관 직경이 유의하게 좁았다( $p = 0.007$ , Fig. 2).

## 고 찰

본 연구에서는 정상인에 비해 녹내장 환자에서 중심망막 혈관(동맥 및 정맥) 직경이 유의하게 좁았다는 결과를 얻었다. Mitchell et al의 연구에서는 정상안압녹내장에 대한 분석은 없었으나 개방각녹내장 환자군을 안압 21 mmHg을 기준으로 이 이하를 낮은 안압군, 22 mmHg 이상을 높은 안압군으로 나누어 비교하였고, 두 군 간의 직경차이는 없

**Table 1.** Comparison of variables between three groups

	NTG <sup>II</sup>	POAG <sup>#</sup>	Normal	<i>p</i> -value
Sex (M : F)	13:17	13:7	15:15	0.352 <sup>‡</sup>
Age (Years)	$53.4 \pm 9.4$	$50.5 \pm 13.0$	$50.1 \pm 8.2$	0.384 <sup>§</sup>
IOP <sup>**</sup> (mm Hg) <sup>*</sup>	$13.4 \pm 1.8$	$21.9 \pm 2.8$	$14.1 \pm 1.8$	0.000 <sup>§</sup>
RNFL <sup>††</sup> thickness ( $\mu\text{m}$ ) <sup>†</sup>	$93.8 \pm 10.9$	$88.8 \pm 12.4$	$111.1 \pm 13.0$	0.000 <sup>§</sup>
CRAE <sup>‡‡</sup> ( $\mu\text{m}$ ) <sup>†</sup>	$108.5 \pm 12.7$	$107.7 \pm 11.1$	$117.7 \pm 9.5$	0.002 <sup>§</sup>
CRVE <sup>§§</sup> ( $\mu\text{m}$ ) <sup>†</sup>	$156.3 \pm 16.6$	$161.1 \pm 19.0$	$176.8 \pm 23.4$	0.000 <sup>§</sup>
Total(n)	30	20	30	

\* Statistically significant between POAG and NTG, POAG and normal with multiple comparison (Tukey test); † Statistically significant between POAG and normal, NTG and normal with multiple comparison (Tukey test); ‡ Pearson's chi-square test. § ANOVA test; II TG=normal tension glaucoma; # POAG=primary open-angle glaucoma; \*\* IOP=intra ocular pressure; †† RNFL=retinal nerve fiber layer; ‡‡ CRAE=central retinal arteriole equivalent; §§ CRVE=central retinal venule equivalent.

었다고 보고하였다.<sup>8</sup> 이는 본 연구 결과에서 정상안압녹내장 환자와 원발개방각녹내장 환자의 비교에서 두 군 간의 혈관 직경의 유의한 차이가 없었다는 결과와 비슷하다고 할 수 있다. 그러나 본 연구는 정상안압녹내장을 특히 안압 15 mmHg 이하인 환자만을 포함함으로써 원발개방각녹내장과 구별을 좀더 명확히 하려고 노력하였고, 나이 성별, 시신경섬유층 두께 및 안압이 서로 비슷한 정상안압녹내장군과 정상군끼리 비교함으로써 다른 요인에 의한 오차가 최소화될 수 있도록 하였다. 다만 후향적 의무기록 조사에 의한 연구로 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장의 진행 정도를 평가하지 못한 것이 본 연구의 결과의 제한점이라 할 수 있다.

본 연구의 다른 제한점으로 혈관 직경에 영향을 미치는 요인에 대한 조사가 부족하였는데, 예를 들면 흡연력, 음주력 등을 조사하지 못하였고, 환자의 내원 시 혈압 및 비만도 혈중 콜레스테롤치 등을 측정하지 못하였으며 당뇨, 고혈압 및 기타 심혈관질환의 유무를 환자의 병력청취로 판단하였다. 또한 혈관 직경을 측정함에 있어 최소 측정 단위가 10  $\mu$ m로 더 정밀한 측정을 하지 못하였다. 그리고 대상군의 수가 적어 망막 시신경섬유층과 혈관 직경과의 각 대상군별 상관관계를 구하지 못한 것은 본 연구의 한계이다. 이는 추후 연구에서 다루어져야 할 부분이다.

본 연구에서 정상안압녹내장과 개방각녹내장의 비교 시 혈관직경의 유의한 차이는 발견되지 않았는데, 안압 상승이 중요한 요인인 원발개방각녹내장과 비교하여 상대적으로 정상안압녹내장 환자에서 혈액학적인 요인이 더 클 수 있을 것이라는 가설<sup>17</sup>과는 다른 결과이다. 이는 단순히 혈관의 좁아짐만으로 혈액학적 변화를 설명하기 어렵기 때문으로 생각할 수 있으며 녹내장의 진행에 영향을 미치는 요인이 다양하기 때문이라고 생각할 수 있다.

결론적으로 본 연구의 결과는 정상안압녹내장 및 원발개방각녹내장의 발생 및 진행에 혈관직경 혹은 혈액학적 요인이 영향을 미칠 가능성을 시사한다. 반면 녹내장성 변화가 중심망막혈관에 영향을 미칠 수 있을 가능성 또한 배제 할 수 없으며 녹내장성 변화와 중심망막혈관의 인과관계에 대하여 추후 연구를 통해 밝혀야 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 1) Albert DM, Jakobiec FA. Principles and Practice of ophthalmology. Philadelphia: WB Saunders Co., 1994;1291.
- 2) Shields MB. Textbook of Glaucoma, 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1986;145.
- 3) Hollows FC, Graham PA. Intraocular pressure, glaucoma and glaucoma suspects in a defined population. Br J Ophthalmol 1966;50:570-86.
- 4) Drance SM, Sweency VP, Morgan RW, Feldman F. Studies of factors involved in the production of low-tension glaucoma. Arch Ophthalmol 1973;89:457-85.
- 5) Kahn HA, Leibowitz HM, Ganley JP, et al. The Framingham eye study. I. Outline and major prevalence findings. Am J Epidemiol 1977;106:17-32.
- 6) Hoskins HD, Kass MA. Becker-Shaffer's Diagnosis and therapy of the glaucoma, 6th ed. St. Louis: The CV Mosby Company, 1989; 227.
- 7) Drance SM, Douglas GR, Wijsman K. Response of blood flow to warm and cold in normal tension glaucoma patients. Am J Ophthalmol 1988;105:35-9.
- 8) Mitchell P, Leung H, Wang JJ, et al. Retinal vessel diameter and open-angle glaucoma. Ophthalmology 2005;112:245-50.
- 9) Jonas JB, Nguyen XN, Anderson DR. Peripapillary retinal vessel diameter in normal and glaucoma eyes. I. Morphometric data. Invest Ophthalmol Vis Sci 1989;30:1599-603.
- 10) Rader J, Feuer WJ, Anderson DR. Peripapillary vasoconstriction in the glaucomas and the anterior ischemic optic neuropathies. Am J Ophthalmol 1994;117:72-80.
- 11) Whelton PK, He J, Cutler JA, et al. Effects of oral potassium on blood pressure. Meta-analysis of randomized controlled clinical trials. JAMA 1997;277:1624-32.
- 12) Rankin SJ, Drance SM. Peripapillary focal retinal arteriolar narrowing in open angle glaucoma. J Glaucoma 1996;5:22-8.
- 13) Rankin SJ, Walman BE, Buckley AR, Drance SM. Color Doppler imaging and spectral analysis of the optic nerve vasculature in glaucoma. Am J Ophthalmol 1995;119:685-93.
- 14) Butt Z, O'Brien C, McKillop G, et al. Color Doppler imaging in untreated high- and normal-pressure open-angle glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 1997;38:690-6.
- 15) Nicolela MT, Drance SM, Rankin SJ, et al. Color Doppler imaging in patients with asymmetric glaucoma and unilateral visual field loss. Am J Ophthalmol 1996;121:502-10.
- 16) Knudtson MD, Lee KE, Hubbard LD, et al. Revised formulas for summarizing retinal vessel diameters. Curr Eye Res 2003;27:143-9.
- 17) Yamazaki Y, Hayamizu F. Comparison of flow velocity of ophthalmic artery between primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma. Br J Ophthalmol 1995;79:732-4.

**=ABSTRACT=**

## **Comparison of the Central Retinal Vessel Diameter Between Glaucomatous and Normal Eye**

Min Wook Chang, MD, Yong Yeon Kim, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** To compare the diameter of central retinal vessels between patients with normal-tension glaucoma, primary open-angle glaucoma and healthy (control) eyes.

**Methods:** The authors reviewed 30 eyes of 30 normal-tension glaucoma patients, 20 eyes of 20 primary open-angle glaucoma patients and 30 eyes of normal persons who had no systemic vascular diseases. The diameters of the central retinal arteries and veins were measured and calculated using a revised Parr-Hubbard formula, and results were compared between the groups.

**Results:** The diameter of the central retinal vessel showed no statistical differences between the eyes with normal-tension glaucoma and primary-open angle glaucoma. However, there were significant differences between the eyes of patients with glaucoma and the normal control eyes ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The diameter of the central retinal vessels in glaucoma patients were narrower than that in the control group. Our results suggest that the diameter of the central retinal vessels may affect the development of glaucoma both in normal tension and primary open-angle types, or that glaucomatous damage may influence the diameter of the central retinal vessels.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(5):738-742

**Key Words:** Central retinal vessel diameter, Normal tension glaucoma, Open angle glaucoma

---

Address reprint requests to **Yong Yeon Kim, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, Guro Hospital, Korea University College of Medicine

#97 Gurodong-gil, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea

Tel: 82-2-2626-1260, Fax: 82-2-857-8580, E-mail: yongykim@mail.korea.ac.kr