

정상안압녹내장에서 안압과 시야결손진행의 관계

한익석¹ · 김문정² · 박기호^{3,4}

제주시 서부보건소¹, 강동 공안과², 서울대학교 의과대학 안과학교실³, 서울대학교병원 임상의학연구소 서울인공안구센터⁴

목적: 정상안압녹내장에서 안압과 시야결손진행의 관계를 조사하였다.

대상과 방법: 외래에서 안압 측정 시간을 90분 간격, 4구간으로 나뉘었을 때 각 구간에서 1회 이상 측정된 안압이 있고 2년 이상 관찰한 환자의 의무기록을 조사하였다. 시야결손진행 유무에 따라 시야결손진행군(n=9)과 시야결손비진행군(n=28)으로 나누었다. 치료 전 90분 간격으로 5회 측정된 안압의 평균을 기저안압, 경과 중 가장 높고 낮은 안압을 각각 최고, 최저안압이라 하였다. 모든 안압의 평균값을 평균안압, 최고안압과 최저안압의 차이를 안압변동량이라 하였다. 4구간 각각의 평균안압을 각 구간안압으로, 구간안압의 최고, 최저값의 차이를 구간안압변동량이라 하였다. 두 군의 여러 안압값을 비교하고, 고혈압, 당뇨, 편두통, 가족력, 시신경유두출혈, 점안 안약수 등도 비교하였다.

결과: 37안을 50.4±18.9개월간 관찰하였다. 시야결손진행군의 기저, 최고안압이 높았으나, (각각 $p=0.001, 0.032$) 다른 안압 지표와 모든 구간별 안압, 구간안압변동량, 그리고 위험인자는 차이가 없었다.

결론: 정상안압녹내장에서 기저, 최고안압이 높은 경우 시야결손이 진행될 가능성이 높다.
(대한안과학회지 2009;50(10):1548-1554)

녹내장은 국내에서 2.04~2.67%의 유병률을 보이며 정상안압녹내장은 전체 녹내장의 76~84%를 차지한다.^{1,2} 정상안압녹내장 환자에서 시야결손의 진행과 관련된 위험인자를 찾기 위한 연구가 많이 있었는데 시신경유두출혈(disc hemorrhage), 시신경유두주위위축(peripapillary atrophy), 안압 등이 시야결손 진행의 위험 인자로 알려져 있다.³⁻⁹

단기간 내의 안압 변동, 즉 안압의 일내 변동(diurnal variation)에 대해서는 이미 여러 연구 결과가 보고되었다. Zeimer et al⁹은 자가안압측정기(self tonometer)를 이용하여 측정하였을 때, 병원에서 외래 시간에 측정된 평균 안압보다 집에서 스스로 측정된 안압이 6 mmHg 이상 높은 경우(peak intraocular pressure)가 시야결손의 진행이 더 많았다고 하였고, Hughes et al¹⁰과 Sacca et al¹¹은 일내 안압변동량(diurnal intraocular pressure fluctuation)이 많을 수록 시야결손 진행이 빠르다고 보고하였다.

외래에서 오랜 기간 동안 안압을 측정하여 알아낸 장기안압변동량(long-term intraocular pressure fluctuation)이 시야결손 진행의 위험인자인지에 대해서는 상반된 결과가 보고되었는데 Advanced Glaucoma Intervention Study Group에서는 시야결손 진행의 위험인자였으나 Early Ma-

nifest Glaucoma Trial에서는 그렇지 않았다.¹²⁻¹⁴

저자들은 정상안압녹내장 환자에서 적어도 2년 이상 외래에서 안압을 측정한 경우, 시야결손진행의 위험 인자로서 장기간 측정된 안압이 어떻게 영향을 끼치는지에 대해서 조사하고자 본 연구를 시행하였다.

대상과 방법

정상안압녹내장의 진단

정상안압녹내장을 진단하기 위해 전안부 검사, 골드만압평안압계(Goldmann applanation tonometry)를 이용한 안압 측정, 전방각 검사(angle evaluation), 시신경유두입체촬영(disc stereo photograph), 망막신경섬유층촬영(retinal nerve fiber layer photograph), Humphrey field analyzer (HFA)를 이용한 시야 검사를 시행하였다. 검사에서 녹내장에서 보이는 시신경유두 손상이 있고 이에 상응하는 망막신경섬유층의 손상과 시야 결손이 있으며, 기저 안압이 21 mmHg 이하이고 전방각이 열려 있고 녹내장 이외에 시신경 손상을 일으킬 다른 원인 질환이 없는 경우를 정상안압녹내장으로 정의하였다.

대상 환자의 선정과 제외 기준

1994년부터 2005년까지 본원에서 정상안압녹내장으로 진단 받은 환자의 의무기록을 모두 조사하였다. 이 중에서

■ 접수 일: 2009년 4월 29일 ■ 심사통과일: 2009년 6월 23일

■ 책임저자 박 기 호

서울특별시 종로구 연건동 28
서울대학교병원 안과
Tel: 02-2072-3172, Fax: 02-741-3187
E-mail: kihopark@snu.ac.kr

외래 추적관찰이 2년 이상이면서 최소한 5회 이상 시야 검사를 시행했으며 안압 측정 시간에 따라 1시간 반 간격으로 나누는 4구간에 대해서 최소한 1회 이상 모든 구간에서 안압을 측정할 경우를 대상 환자로 정하였다. 정상안압녹내장이 있는 경우 최대교정시력이 0.5 이상이고 mean deviation (MD) 값이 -15 dB 이상인 눈을 대상으로 선정하였고, 정상안압녹내장 이외의 시력이나 시야에 영향을 끼칠 수 있는 안과 질환을 이미 진단 받았거나 경과 관찰 중 진단 받은 경우는 제외하였다. 백내장 수술 등 눈 수술의 병력이 있거나 경과 관찰 중 받은 경우도 대상 환자에서 제외하였다. 경과 관찰 기간 동안 안압 측정 시간이 제대로 기록되어 있는 않은 경우와 정기적으로 외래를 방문하지 못한 경우도 제외하였다. 양안이 모두 정상안압녹내장으로 진단 받은 경우에는 MD 값이 더 정상에 가까운 눈을 본 연구의 대상으로 선정하였다. 처음 외래에서 대상 환자를 볼 때 자세히 병력 청취를 하여 고혈압, 당뇨, 편두통, 녹내장의 가족력을 조사하였고 굴절 상태 및 안과 질환 유무를 검사하였다. 굴절 상태는 현성굴절검사를 시행하여 구면렌즈대응치(spherical equivalent)로 변환하였다. 매회 방문할 때마다 시신경유두 출혈의 유무, 안압과 측정 시간, 당시 사용하는 안약의 종류와 점안횟수를 조사하여 기록하였다. 경과 관찰 기간은 첫 번째 시야 검사를 하여 정상안압녹내장으로 진단 받은 시점부터 마지막으로 시야결손진행의 유무를 판단한 시점의 시야검사 시간까지로 정하였다.

안압 용어와 시야결손진행의 정의

모든 안압 측정은 숙련된 안과 의사가 골드만압평안압계를 이용하여 측정하였고 측정 시간을 기록하였다. 정상안압녹내장을 진단할 때 안압하강제를 사용하지 않은 상태에서 외래를 방문했을 때 아침 9시부터 오후 3시까지 1시간 30분 간격으로 5회 안압을 측정하였고 이 안압의 평균을 기저 안압으로 정의하였다.

2년 이상 경과 관찰하면서 측정된 모든 안압 중에서 가장 높게 측정된 안압을 최고 안압, 가장 낮게 측정된 안압을 최저 안압, 그리고 모든 측정된 안압의 평균값을 평균 안압으로 정의하였다. 안압변동량은 최고 안압과 최저 안압의 차이로 정의하였다.

안압 측정 시간에 따라 아침 9시부터 10시 29분까지를 제 1구간, 아침 10시 30분부터 12시까지를 제 2구간, 오후 1시부터 오후 2시 29분까지를 제 3구간, 오후 2시30분부터 오후 4시까지를 제 4구간으로 정하였다. 각 환자의 안압 측정 시간을 앞서 기술된 구간대로 구분하였고 안압 측정 날짜와 관계없이 정리하여, 각각의 구간에 속하는 안압에 대한 평

균값을 구하였고 이를 각 구간의 구간안압이라고 정의하였다. 이렇게 얻은 4개의 구간안압 중에서 가장 높은 값과 가장 낮은 값의 차이를 구간안압변동량이라 하였다. 앞서 언급한 안압변동량은 외래에서 측정된 모든 안압 중 최고 안압과 최저 안압의 차이인 반면, 구간안압변동량은 구간안압 4개 중 최고값과 최저값의 차이를 의미하였다.

정상안압녹내장으로 진단한 후 3개월에서 6개월 간격으로 HFA를 이용한 C30-2 프로그램으로 시야 검사를 시행하였다. 시야결손의 진행은 HFA에 내장되어 있는 glaucoma change probability analysis (STATPAC 2)를 이용하여 판단하였는데, 기저 시야 검사와 비교하여 시야에서 유의한 감소 저하가 있는 점이 5개 이상이면서 최소한 3개의 점이 서로 연속하여 있거나 유의한 MD 값의 감소가 있는 경우로 정의하였다(유의성의 기준: $p < 0.05$). 시야 검사 결과를 잘못 해석하지 않기 위해서 거짓양성반응(false positive response)나 거짓음성반응(false negative response)이 33%를 넘거나 주시실패(fixation loss)가 20% 이상일 때에는 검사의 신뢰도가 낮다고 판단하여 해당 시야 검사 결과를 분석에서 제외하였다.

결과 분석 및 통계 방법

모든 대상 환자를 시야결손 진행의 유무에 따라 시야결손이 진행한 눈을 시야결손진행군으로, 진행하지 않은 눈을 시야결손비진행군으로 나누었다. 이 두 군 사이에 최고 안압, 최저 안압, 안압변동량, 구간안압, 구간안압변동량이 차이가 있는지를 Mann-Whitney U test를 이용하여 비교하였다. 시야결손의 진행이 안압 외의 다른 요인에 의한 것일 가능성을 배제하기 위해 시야결손이 진행한 눈과 그렇지 않은 눈에 대해서 나이, 고혈압, 당뇨, 편두통 병력, 시신경유두 출혈, 경과 관찰 기간, 초기 MD 값, 굴절 상태, 사용중인 안압약의 수를 비교하였다. 통계는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) 프로그램을 사용하였고 $p < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의하다고 판단하였다. 시야결손진행군과 시야결손비진행군 사이에 안압 외의 다른 위험 인자의 차이가 있는지를 알기 위해 나이, 초기 MD 값 등 연속 변수일 경우에는 Mann-Whitney U test를, 고혈압, 당뇨의 유무 등 비연속 변수일 경우에는 chi square test나 Fisher's exact test를 시행하여 $p < 0.05$ 인 경우가 있는지 분석하였다. 시력의 경우는 최대교정시력을 logMAR (minimal angle of resolution) 시력으로 변환한 후 이를 Mann-Whitney U test를 이용하여 비교하였고 시력의 평균값은 logMAR 시력을 다시 소수 시력(decimal visual acuity)으로 변환하여 표시하였다.

결 과

대상 환자

대상 기준에 적합한 환자는 37명이었고 평균 50.4±18.9 개월(2년~9년 7개월) 동안 경과를 관찰하였다. 남자가 11명, 여자가 26명이었고 정상안압녹내장으로 진단받을 때의 나이는 평균 51.3±14.7세(15~73세)였다. 고혈압과 당뇨로 진단받은 경우가 각각 9명과 5명이었고 편두통은 2명에서 있었다. 시신경유두출혈이 발생한 경우가 10명이었다. 대상 안 37안의 평균 구면렌즈대응치는 -1.55±3.27D였고 최대 교정시력은 평균 0.90이었다. 경과 관찰 기간 동안 평균 1.4±0.5개의 안압하강제 안약을 사용하였으며 MD 값은 첫 시야검사와 마지막 시야 검사에서 각각 평균 -4.00±3.38 dB, -3.72±3.60 dB이었다. 전체 대상 환자의 장기기간동안 계산된 안압결과를 Table 1에 정리하였다.

안압과 시야결손진행의 관계

전체 37안 중에 시야결손진행군이 9안, 시야결손비진행군이 28안이었다. 시야결손진행군의 기저 안압은 16.38±1.53 mmHg(범위: 14.0~18.4 mmHg)로서 시야결손비진행군의 14.06±1.78 mmHg (10.4~17.5 mmHg) 보다 유의하게 높았다($p=0.001$). 시야결손진행군과 시야결손비진행군의 최고 안압은 각각 18.22±2.85 mmHg (13.0~21.5 mmHg), 16.31±2.20 mmHg (11.0~19.0 mmHg)으로 두 군에서 유의하게 차이가 있었다($p=0.032$). 평균 안압은 두 군에서 각각 14.24±1.94 mmHg (11.2~16.8 mmHg), 13.12±1.83 mmHg (9.0~16.0 mmHg)이었고($p=0.156$), 최저 안압은 각각 10.11±2.37 mmHg (7.0~15.0 mmHg), 10.64±1.43

Table 1. Results of intraocular pressure (IOP, mmHg) indices of 37 eyes

Parameters	Mean±standard deviation of IOP (range)
Baseline IOP	14.62±1.98 (10.40~18.40)
Minimal IOP	10.51±1.69 (7.00~15.00)
Mean IOP	13.39±1.89 (9.00~16.83)
Maximal IOP	16.77±2.48 (11.00~21.50)
IOP fluctuation*	6.21±2.12 (1.33~13.00)
1st section IOP [†]	13.39±1.89 (9.00~16.83)
2nd section IOP [‡]	13.59±1.73 (10.00~16.73)
3rd section IOP [§]	13.35±2.05 (9.00~17.75)
4th section IOP	13.62±2.33 (9.50~18.00)
Section IOP fluctuation [#]	1.95±0.77 (0.80~3.67)

* IOP fluctuation=maximal IOP-minimal IOP; [†] 1st section= between 9:00 and 10:29; [‡] 2nd section=between 10:30 and 12:00; [§] 3rd section=between 13:00 and 14:29; ^{||} 4th section= between 14:30 and 16:00; [#] Section IOP fluctuation=difference between the highest section IOP and the lowest section IOP.

mmHg (8.5~13.0 mmHg)으로서($p=0.301$) 서로 차이가 없었다. 안압변동량도 각각 7.11±2.65 mmHg (4.0~13.0 mmHg), 5.92±1.89 mmHg (1.3~11.5 mmHg)로 시야결손진행군에서 더 컸으나 통계적 유의성은 없었다($p=0.299$, Fig. 1).

안압 측정 시간에 따른 4구간을 비교했을 때 각 구간 안압과 구간안압변동량은 두 군 사이에 차이가 없어서 오랜 기간 동안 측정된 시간대별 안압은 시야결손진행의 예후와 관련이 없었다(Table 2).

시야결손진행군과 시야결손비진행군 사이에 나이, 고혈압, 당뇨, 편두통 병력, 시신경유두출혈, 경과 관찰 기간, 초기 MD 값, 굴절 상태, 사용 중인 안압약의 수에는 유의한 차이가 없었다(Table 3).

Table 2. The comparison of intraocular pressure (IOP, mmHg) indices, which were divided by IOP-measuring time, of 37 eyes with and without visual field defect progression (VFP)

	VEP (+) (n=9) Mean±SD (range)	VEP (-) (n=28) Mean±SD (range)	p value*
1st section IOP [†]	14.24±1.94 (11.2~16.8)	12.88±1.90 (9.5~16.4)	0.173
2nd section IOP [‡]	13.92±1.83 (11.3~16.3)	13.43±1.65 (10.0~16.5)	0.387
3rd section IOP [§]	14.09±1.97 (11.2~16.7)	13.18±1.92 (9.0~17.4)	0.378
4th section IOP	13.91±2.45 (10.5~17.8)	13.30±2.19 (9.5~18.0)	0.151
Section IOP fluctuation [#]	2.13±0.91 (0.9~3.4)	1.90±0.74 (0.8~3.7)	0.469

* Mann-Whitney U test; [†] 1st section=between 9:00 and 10:29; [‡] 2nd section=between 10:30 and 12:00; [§] 3rd section=between 13:00 and 14:29; ^{||} 4th section=between 14:30 and 16:00; [#] Section IOP fluctuation=difference between the highest section IOP and the lowest section IOP.

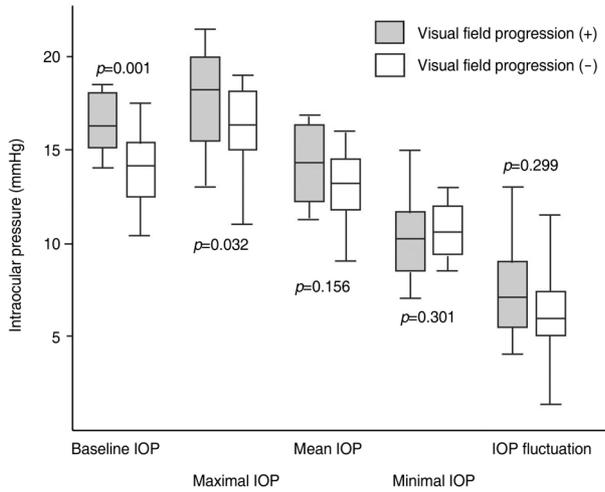


Figure 1. The comparison of intraocular pressure indices of 37 eyes with and without visual field defect progression. IOP=intraocular pressure. Mann-Whitney U test. Boxes (25~75%), bars (the highest and lowest intraocular pressure), and bars in the box (mean intraocular pressure) were displayed.

고찰

정상안압녹내장은 치료를 하지 않을 때 약 절반의 환자에서 천천히 국소적인 시야결손진행을 보이며 일부 환자들은 빠른 진행을 보이기도 한다.¹⁵ 정상안압녹내장에서 어떤 환자들이 빠른 시야결손의 진행을 보일 지를 예측하는 것은 녹내장의 치료뿐만 아니라 예후의 판단에도 중요하기 때문에 지금까지 많은 연구가 있었다. 시야결손 진행의 위험 인자로 편두통,⁶ 시신경유두주위위축,^{4,7} 반복되는 시신경유두출혈,¹⁶ 높은 안압,^{4,9} 등이 알려져 있는데 이 중에서도 안압

은 실제로 조절이 가능한 위험인자로서 치료 전 안압보다 30% 이상 낮추었을 때 시야결손의 진행이 줄었다고 보고되었다.¹⁷ 또한 두 눈 모두 정상안압녹내장으로 진단받은 환자에서 시야결손이 더 심한 눈의 안압이 반대 눈의 안압보다 높았다.^{3,8} 그러므로 안압은 정상안압녹내장에서 시야결손진행의 중요한 위험 인자이며 치료에서 중요한 역할을 한다.

그러나 안압은 늘 일정하게 유지되는 것이 아니라 자세에 따라서 변하고,¹⁸⁻²⁰ 일내 변동도 보인다.^{11,21-24} 그러므로 같은 눈에서도 다양한 안압이 측정될 수 있으며 이는 정상안압녹내장의 치료 효과나 예후 판단을 어렵게 한다. 정상안압녹내장에서 하루 안압의 변동과 시야결손진행과의 관계는 이미 보고되었는데 일내 안압변동량이 클 때 시야결손의 진행이 많으며,^{10,25,26} 일내 변동 중에서 높은 안압이 측정되는 경우 예후가 나쁘다.^{9,10} 본 연구에서는 단기간의 안압 결과가 아니라 2년 이상 장기간 경과 관찰한 모든 안압이 시야결손진행과 어떤 관계를 가지는지 조사하였고 이 결과를 통해서 예후를 예측할 수 있는 인자를 찾았다는데 의의가 있다.

안압 측정 시간에 따른 4구간에 각각 1회 이상 안압을 측정된 경우를 연구 대상으로 정했다. 이는 안압이 일내 변동을 보이므로, 다양한 시간대에 안압을 측정하는 것이 환자의 안압 상태를 더 많이 대표할 수 있다고 판단했기 때문이다. 전향적인 연구 방법으로 안압 측정을 항상 일정한 시간에 시행할 경우 장기적인 안압변동과 예후를 알 수 있겠지만 실제로 환자들이 외래에 오는 시간이 다양하고 안압의 일내 변동까지 고려한다면 4구간 모두 측정된 안압을 적용하는 것도 의미가 있다고 생각한다.

Kim et al²⁷은 한국인 정상안압녹내장에서 기저 안압이

Table 3. The clinical data except intraocular pressure of 37 eyes with and without visual field defect progression (VFP)

	VFP (+) (n=9)	VFP (-) (n=28)	p value*
Age (years)	56.4±12.0	49.7±15.3	0.290
Sex (M:F)	2:7	9:19	0.695
Follow-up (months)	58.5±24.9	47.8±16.3	0.186
Hypertension	0 (0%)	9 (32.1%)	0.079
Diabetes	2 (22.2%)	3 (10.7%)	0.577
Migraine	0 (0%)	2 (7.7%) [†]	1.000
Family history of glaucoma	1 (11.1%)	2 (7.1%)	1.000
Disc hemorrhage	3 (33.3%)	7 (25.0%)	0.472
LogMAR V/A [‡]	0.037±0.047	0.048±0.088	0.739
Refractive error (SE [§] , diopters)	-1.51±3.52	-1.56±3.26	0.909
Initial MD (dB)	-4.27±3.20	-3.91±3.49	0.664
Final MD (dB)	-5.05±3.24	-3.28±3.66	0.138
Number of eye drops	1.55±0.46	1.29±0.50	0.180

* Mann-Whitney U test and Fisher's exact test; [†] The history of migraine was not evaluated in 2 patients; [‡] LogMAR V/A=Log (minimal angle of resolution) visual acuity; [§] SE=spherical equivalent; ^{||} MD=mean deviation.

14 mmHg보다 높은 때 시야결손의 진행이 더 많았다고 보고 하였는데 본 연구 결과에서도 시야결손진행군에서 기저 안압이 유의하게 높았다. 안압의 일내 변동에서는 안압이 높은 때가 있는 경우 시야결손이 더 많이 진행한다고 알려져 있으며,^{9,10} Jonas et al²⁸은 안압이 높을 때를 놓치지 않기 위해서 24시간 안압 측정을 권유하였다. 본 연구에서는 장기적으로 측정된 안압 중 최고 안압이 시야 결손의 진행과 관련이 있었다. 그러므로 정상안압녹내장에서 일내 변동 중 안압이 높거나 장기간 외래에서 측정된 안압 중에 최고 안압이 높다면 시야결손진행의 가능성이 높아질 것이다. 그러므로 기저 안압이 높은 경우와 장기간 외래에서 경과를 관찰했던 안압의 최고치에 근접하거나 이를 넘어서는 경우에서 더 적극적인 치료와 검사를 해야 할 것이다.

안압 측정 시간에 따른 구간별 평균 안압은 시야결손진행군과 시야결손비진행군 사이에 차이가 없었으며 구간안압 변동량도 차이가 없어서 특정한 시간대에 안압이 가지는 의미는 없었다. 다만 정상안압녹내장에서 오전에 안압이 높은 경우가 많기 때문에,¹¹ 오전 시간을 포함하여 다양한 시간대에 안압 측정을 하는 것은 예후 판단에 도움이 될 것이다.

정상안압녹내장에서 치료 전보다 안압을 30% 이상 낮추었을 때 시야결손의 진행을 줄일 수 있다고 알려져 있는데,¹⁷ 본 연구에서는 전체 37안의 기저 안압이 14.62 mmHg였고 평균 안압이 13.39 mmHg로서 평균 1.23 mmHg 정도의 안압을 낮추었다. 충분한 안압 하강이 일어나지 않았던 이유는 증상을 느끼지 못하는 일부 초기 환자들의 경우 치료 순응도가 좋지 않았고 나이가 많은 환자에서는 적극적으로 안압 하강을 시도하지 않았기 때문이라고 생각한다. 또한 기저 안압이 15 mmHg 미만인 경우 정상안압녹내장에서 가장 많이 쓰이고 있는 latanoprost 약물에 의한 안압하강이 1.0~1.2 mmHg 정도임이 보고된 바 있다.²⁹

이 연구에는 몇 가지 한계가 있는데 우선 표본수가 37예로 작고 후향적으로 연구를 시행했기 때문에 안압 측정 시간과 외래방문의 간격이 불규칙하였다. 또한 모든 안압을 한 사람이 측정한 것은 아니기 때문에 검사자간의 측정 오차가 있을 수 있으며 각막 두께에 의한 효과가 반영되지 않았다. 이러한 한계는 전향적인 연구 방법으로 미리 계획된 서로 다른 시간대에 안압을 측정할 때 극복될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 표본수가 적기 때문에, 시야결손 진행과 안압변동량 및 각종 위험인자를 함께 고려한 생존분석을 시행하지 못하였다.

요약하면, 2년 이상 외래에서 정상안압녹내장을 관찰했을 때 기저 안압이나 최고 안압이 높은 경우에 시야 결손이 진행될 가능성이 높았다. 본 연구에서는 장기안압변동량이나, 구간안압변동량은 시야 결손 진행군과 비 진행군 사

이에 차이가 없었으나, 이에 관하여서는 더 많은 수의 환자를 대상으로 한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Choe YJ, Hong YJ. The prevalence of glaucoma in Korean careermen. J Korean Ophthalmol Soc 1993;34:153-8.
- 2) Kwak HW, Joo MJ, Yoo JH. The significance of fundus photography without mydriasis during health mass screening. J Korean Ophthalmol Soc 1997;38:1585-9.
- 3) Cartwright MJ, Anderson DR. Correlation of asymmetric damage with asymmetric intraocular pressure in normal-tension glaucoma. Arch Ophthalmol 1998;106:898-900.
- 4) Araie M, Sekine M, Suzuki Y, Koseki N. Factors contributing to the progression of visual field damage in eyes with normal tension glaucoma. Ophthalmology 1994;101:1440-4.
- 5) Ishida K, Yamamoto T, Sugiyama K, Kitazawa Y. Disk hemorrhage is a significantly negative prognostic factor in normal-tension glaucoma. Am J Ophthalmol 2000;129:707-14.
- 6) Drance S, Anderson DR, Schulzer M. Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal tension glaucoma. Am J Ophthalmol 2001;131:699-708.
- 7) Daugeliene L, Yamamoto T, Kitazawa Y. Risk factors for visual field damage progression in normal-tension glaucoma eyes. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1999;237:105-8.
- 8) Crichton A, Drance SM, Douglas GR, Schulzer M. Unequal intraocular pressure and its relation to asymmetric visual field defects in low-tension glaucoma. Ophthalmology 1989;96:1312-4.
- 9) Zeimer RC, Wilensky JT, Gieser DK, Viana MA. Association between intraocular pressure peaks and progression of visual field loss. Ophthalmology 1991;98:64-9.
- 10) Hughes E, Spry P, Diamond J. 24-hour monitoring of intraocular pressure in glaucoma management: a retrospective review. J Glaucoma 2003;12:232-6.
- 11) Sacca SC, Rolando M, Marletta A, et al. Fluctuations of intraocular pressure during the day in open-angle glaucoma, normal-tension glaucoma and normal subjects. Ophthalmologica 1998;212:115-9.
- 12) Caprioli J, Coleman AL. Intraocular pressure fluctuation a risk factor for visual field progression at low intraocular pressures in the advanced glaucoma intervention study. Ophthalmology 2008;115:1123-9.
- 13) Bengtsson B, Leske MC, Hyman L, Heijl A. Fluctuation of intraocular pressure and glaucoma progression in the early manifest glaucoma trial. Ophthalmology 2007;114:205-9.
- 14) Singh K, Shrivastava A. Intraocular pressure fluctuations: how much do they matter? Curr Opin Ophthalmol 2009;20:84-7.
- 15) Collaborative normal-tension glaucoma study group. Natural history of normal-tension glaucoma. Ophthalmology 2001;108:247-53.
- 16) Kim SH, Park KH. The relationship between recurrent optic disc hemorrhage and glaucoma progression. Ophthalmology 2006;113:598-602.
- 17) Collaborative normal-tension glaucoma study group. Comparison of glaucomatous progression between untreated patients with normal-tension glaucoma and patients with therapeutically

- reduced intraocular pressures. *Am J Ophthalmol* 1998;126:487-97.
- 18) Krieglstein G, Langham ME. Influence of body position on the intraocular pressure of normal and glaucomatous eyes. *Ophthalmologica* 1975;171:132-45.
 - 19) Jain MR, Marmion VJ. Rapid pneumatic and Mackey-Marg applanation tonometry to evaluate the postural effect on intraocular pressure. *Br J Ophthalmol* 1976;60:687-93.
 - 20) Tsukahara S, Sasaki T. Postural change of IOP in normal persons and in patients with primary wide open-angle glaucoma and low-tension glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1984;68:389-92.
 - 21) De Vivero C, O'Brien C, Lanigan L, Hitchings R. Diurnal intraocular pressure variation in low-tension glaucoma. *Eye* 1994;8:521-3.
 - 22) David R, Zangwill L, Briscoe D, et al. Diurnal intraocular pressure variations: an analysis of 690 diurnal curves. *Br J Ophthalmol* 1992;76:280-3.
 - 23) Kano K, Kuwayama Y. Diurnal variation of intraocular pressure in normal-tension glaucoma. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 2003;107:375-9.
 - 24) Wilensky JT, Gieser DK, Dietsche ML, et al. Individual variability in the diurnal intraocular pressure curve. *Ophthalmology* 1993;100:940-4.
 - 25) Asrani S, Zeimer R, Wilensky J, et al. Large diurnal fluctuations in intraocular pressure are an independent risk factor in patients with glaucoma. *J Glaucoma* 2000;9:134-42.
 - 26) Ishida K, Yamamoto T, Kitazawa Y. Clinical factors associated with progression of normal-tension glaucoma. *J Glaucoma* 1998;7:372-7.
 - 27) Kim NJ, Lee SM, Park KH, Kim DM. Factors associated with progression of visual field defect in normal tension glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:1351-5.
 - 28) Jonas JB, Budde W, Stroux A, et al. Single intraocular pressure measurements and diurnal intraocular pressure profiles. *Am J Ophthalmol* 2005;139:1136-7.
 - 29) Oh JY, Park KH. The effect of latanoprost on intraocular pressure during 12 months of treatment for normal-tension glaucoma. *Korean J Ophthalmol* 2005;19:297-301.

=ABSTRACT=

The Relationship Between Intraocular Pressure and Visual Field Defect Progression in Normal-tension Glaucoma

Eui Seok Han, MD¹, Moon Jung Kim, MD², Ki Ho Park, MD^{3,4}

Jeju-si Seobu Public Health Center¹, Jeju, Korea

Kangdong Kong Eye Center², Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine³, Seoul, Korea

Seoul Artificial Eye Center, Seoul National University Hospital Clinical Research Institute⁴, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the relationship between intraocular pressure (IOP) and visual field defect progression (VFP) in normal-tension glaucoma (NTG).

Methods: We reviewed the records of patients who were enrolled according to the following inclusion criteria: at least one IOP measurement at every section, which was divided into four sections (90 minutes) by IOP measurement time and a follow-up for 2 years or more. Patients were divided into VFP (n=9) and non-visual field defect progression (NVFP, n=28) groups. The baseline IOP was defined as an average IOP measured five times with 90-minute intervals before treatment. The maximal, minimal and mean IOPs were defined as the highest, lowest and average IOPs among all checked IOPs during follow-up. IOP fluctuation was defined as the difference between the maximal and minimal IOPs. The section IOP was defined as an average IOP among all checked IOPs in each section, and section IOP fluctuation was the difference between the highest and lowest section IOPs. We reviewed and compared the IOP indices of the two groups and the risk factors, including hypertension, diabetes, migraine, familial history of glaucoma, disc hemorrhage, and number of eyedrops.

Results: Thirty-seven eyes with an average follow-up of 50.4 ± 18.9 months were included. The baseline and the maximal IOPs were higher than those of the NVFP group ($p=0.001$ and 0.032 , respectively), but the mean, minimal and IOP fluctuations were not different (all, $p>0.05$). All section IOPs, section IOP fluctuations and other risk factors were not different (all, $p>0.05$).

Conclusions: The baseline and the highest IOPs were a risk factor of VFP in NTG.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(10):1548-1554

Key Words: Baseline intraocular pressure, Intraocular pressure, Maximal intraocular pressure, Normal-tension glaucoma, Visual field defect progression

Address reprint requests to **Ki Ho Park, MD**

Department of Ophthalmology, Seoul National University Hospital

#28 Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

Tel: 82-2-2072-3172, Fax: 82-2-741-3187, E-mail: kihopark@snu.ac.kr