

정상안압녹내장에서 초기 시야결손의 발생위치와 관련된 임상인자 분석

강병완 · 지영석 · 박상우

전남대학교 의과대학 안과학교실

목적: 정상안압녹내장에서 초기 시야결손의 위치와 연관된 위험인자를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 정상안압녹내장으로 진단받은 환자 중 초기 녹내장성 시야결손을 보이는 81명을 중심시야 10도 이내에 암점이 존재하는 경우 중심시야결손, 중심시야 10도 밖에 암점이 존재하는 경우 주변시야결손으로 분류한 후 성별, 나이, 고혈압, 당뇨, 흡연, 편측성, 안압, 중심각막두께, 시신경유두함몰비, 시신경유두주위위축, mean deviation, pattern standard deviation, 최대교정시력, 굴절이상을 비교분석하여 초기 시야결손의 위치와 연관된 위험인자를 분석하였다.

결과: 고혈압의 빈도가 중심시야결손군에서 60.6%로 주변시야결손군의 22.9%보다 더 높았고($p=0.001$), 중심각막두께는 중심시야결손군에서 $533.1 \pm 18.2 \mu\text{m}$ 로 주변시야결손군의 $545.0 \pm 30.0 \mu\text{m}$ 보다 더 얇았다($p=0.003$). 중심시야결손을 나타내게 하는 위험인자는 고혈압($p=0.001$)만이 유의했고, 중심시야결손군 및 주변시야결손군 모두에서 하부보다 상부에서 더 많은 시야결손이 발생하였다.

결론: 정상안압녹내장에서 초기 중심시야결손에 관여하는 인자는 고혈압이었고, 시야결손은 주로 상부에 많았다.

〈대한안과학회지 2011;52(12):1478-1484〉

정상안압녹내장은 전방각이 열려있고 특징적인 녹내장성 시신경변화와 그에 따른 시야결손을 나타내면서 안압이 21 mmHg보다 높지 않은 질환군이다.¹ 따라서, 정상안압녹내장에서 발생하는 시신경 변화는 안압 외에도 다른 인자들이 작용할 것으로 생각한다.

정상안압녹내장에 관여할 것으로 생각되는 위험인자로 는 시신경 허혈 및 그에 관계되는 전신적, 국소적 혈액학적 이상, 얇은 중심각막두께, 야간 혈압저하, 큰 시신경유두함몰비, 시신경유두주위위축, 시신경유두출혈, 여성, 인종 및 유전소인, 혈관연축, 편두통 등이 보고되었지만,²⁻⁷ 현재까지 정상안압녹내장의 발병기전과 위험인자에 대해 명확하게 밝혀지지 않고 있다.

정상안압녹내장은 원발개방각녹내장에 비해 특히 하이측 시신경테가 얇아져 있고, 유두 패임이 심하며, 후천시신경유두오목의 유병률이 높고, 유두함몰영역과 시신경유두함몰비가 더 큰 것으로 알려져 있다.⁸⁻¹² 정상안압녹내장에서의 시야결손은 원발개방각녹내장에서의 시야결손보다 더 중심쪽으로 밀집되어 있는 것으로 알려져 있고,¹³⁻¹⁵ 중심부

위에 시야결손을 갖는 정상안압녹내장에서 빠른 녹내장의 진행을 보인다고 알려져 있다.¹⁶

현재까지 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장에서의 시야결손을 서로 비교한 연구들은 다수 발표되었으나, 정상안압녹내장에서의 시야결손의 발현양상에 대한 연구는 거의 발표되지 않아 이에 본 연구에서 정상안압녹내장으로 진단 받은 환자 중 시야검사상 초기 시야결손이 관찰되는 환자에서 시야손상이 처음 발생하는 위치를 분석하고 이런 발생 위치에 영향을 미치는 위험인자가 어떤 것들이 있는지에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2007년 1월부터 2009년 12월까지 전남대학교병원 녹내장 클리닉을 내원하여 정상안압녹내장으로 진단받은 환자 중 초기 녹내장성 시야결손이 관찰된 환자 81명 81안을 대상으로 의무기록지 분석을 통한 후향적 단면연구를 시행하였다.

녹내장의 진단은 전안부검사, 골드만압평안압계를 통한 안압측정, 전방각경검사, 험프리 자동시야계를 이용한 중심 30-2 시야검사, 빛간섭단층촬영, 망막신경섬유층촬영, 주사레이저편광측정계촬영, 중심각막두께를 측정하였다.

시신경테의 얇아짐이나 유두함몰, 패임, 출혈, 망막신경섬유층 결손, 양안의 수직 시신경유두함몰비의 차이가 0.2

■ 접수 일: 2011년 3월 4일 ■ 심사통과일: 2011년 5월 9일
■ 게재허가일: 2011년 10월 18일

■ 책임저자: 박 상 우

광주시 동구 제봉로 42
전남대학교병원 안과
Tel: 062-220-6742, Fax: 062-227-1642
E-mail: Exo70@naver.com

이상 등의 녹내장성 시신경변화 및 그에 따른 시야결손을 보이며 골드만압평안압계로 측정된 안압을 중심각막두께값 520 μm 을 기준으로 중심각막두께가 10 μm 이 커질수록 0.7 mmHg을 빼고, 중심각막두께가 10 μm 이 작아질수록 0.7 mmHg을 더하여 보정한 값이 21 mmHg 이하이며 전방각 경검사에서 전방각이 개방되어 있는 환자들을 정상안압녹내장으로 판정하여 연구에 포함시켰다.

정상안압녹내장으로 진단받은 환자 중 고혈압 및 당뇨병 유무, 현재 흡연 유무 등을 의무기록 분석 또는 설문조사 및 전화조사를 통하여 조사하였다.

시야검사는 험프리 자동시야계(Zeiss-Humphrey Meditec Inc., San Leandro, CA, USA)를 이용하여 Central 30-2 SITA-standard strategy를 시행하였다. 녹내장성 시야결손을 가진 눈은 두 번 이상의 연속적인 검사를 시행하여 pattern standard deviation (PSD)이 5% 미만이고 glaucoma hemifield test (GHT)에서 outside normal limits의 결과가 나온 경우로 정의하였고 학습효과를 분석에서 배제하기 위하여 첫 번째 시야검사 결과는 제외하였다. 시야검사의 신뢰도를 위하여 20% 이상의 주시실패(fixation loss)나 15% 이상의 거짓양성(false positive)이나 거짓음성(false negative)인 경우는 분석에서 제외시켰으며, mean deviation (MD)이 -10 dB 미만인 경우는 진행된 녹내장이라고 판단되어 제외하였다.

시야검사의 pattern deviation probability plot는 상하 중심시야 10도 이내 및 상하 궁형시야의 4개의 부분시야로 나누었고, 중심시야 10도 이내에 압점이 존재하는 경우 중심시야결손, 중심시야 10도 밖의 궁형시야에 압점이 존재하는 경우 주변시야결손으로 정의하였고, 각각의 부분시야에서 군집 및 각각의 비정상적인 압점에 대해 분석을 시행하였다. Pattern deviation probability plot은 크게 두개의 원으로 표시하였고, 안쪽의 원은 중심시야 10도 이내를 나타내고, 안쪽 원과 바깥쪽 원 사이는 상하 궁형시야를 나타냈으며 압점에 위치한 상하궁형 부분시야의 2개의 점은 제외하였다(Fig. 1). 군집은 pattern deviation에서 1개 이상의 $p < 0.005$ 의 점이 있는 세 개의 연속적인 점으로 정의하였고, 궁형군집은 궁형시야결손을 정의하기 위하여 이측이나 비측의 바깥쪽 테에서 한 개의 점만을 포함시켰고, 양측에 걸쳐 압점이 존재하는 경우는 제외하였다. 시야검사상 $p < 0.01$ 이거나 $p < 0.005$ 인 점들의 개수를 세어 비정상적인 압점의 총수를 측정하였다. 또한 중심시야 10도 이내와 궁형시야에 걸쳐 압점이 위치한 경우 더 우세한 쪽으로 분류하였고 압점이 광범위하여 분류가 모호한 경우는 분석에서 제외하였다.

시력은 최대교정시력이 20/30 이상을 대상에 포함시켜 각 군 간의 비교를 위하여 logMAR로 환산하였고 굴절이상

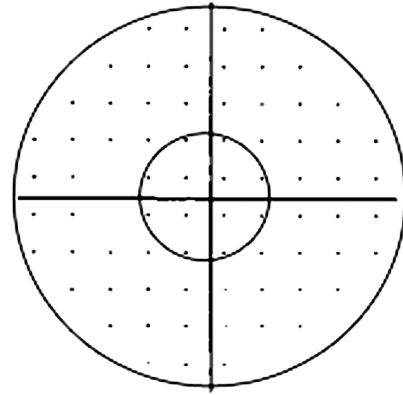


Figure 1. Visual field probability plot (pattern deviation) divided into 4 subfields: a central 10 degree (radius) and outer arcuate subfields in both superior and inferior hemifields (left eye).

이 -6.0Diopter (D)에서 +6.0D인 경우를 연구에 포함시켜 이를 구면대응치로 비교하였다. 골드만압평안압계를 통해 2회 이상 측정한 평균값으로 하였으며 중심각막두께는 초음파각막두께측정계(ultrasound pachymeter, model 850; Humphrey instruments, Inc., San Leandro, CA, USA)를 사용하여 5회 연속 측정하여 중간값 3개를 평균하여 정하였고, 안저사진에서 Image J를 이용하여 먼저 시신경유두의 중앙에서 시신경유두연까지 30도 간격으로 12개의 시신경 유두 반지름을 측정한 후 확대배율을 보정한 반지름으로 시신경유두면적을 구하였고, Littmann 도표에서 굴절이상값과 전각막반경으로 안구 배율인자를 구하여 안저사진에서 측정한 반지름을 Littmann 공식으로 안구와 사진에서의 확대배율을 보정하여 실제의 직경 및 반지름을 구하였고, 이를 토대로 시신경유두주위 위축의 β 구역의 넓이를 환산하였다.

합병증이 없는 백내장 수술 외에 안내수술을 시행한 경우, 시력이나 시야에 영향을 미칠 수 있는 기타 안과 질환 및 신경학적인 질환을 가진 경우, 최대교정시력이 20/30 미만인 경우, 안압이 21 mmHg를 초과하는 경우와 본원 녹내장 클리닉 전에 이미 녹내장 점안약을 사용하고 있는 경우는 대상에서 제외하였다.

통계분석은 SPSS 14.0 for Windows (SPSS., Chicago, IL, USA)을 통하여 Fischer's exact test 및 Student t test, Logistic regression analysis, Chi-square test를 사용하였고, $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

진단 시 시야결손을 보이는 정상안압녹내장 환자는 81명이었고 전형적인 시야결손을 보이는 눈을 대상으로 연구를

진행하였다. 이 중 중심 시야결손을 보이는 환자는 33명이었고 남자가 12명, 여자가 21명이었으며 연령분포는 60.2 ± 10.6 세였다. 또한 주변 시야결손을 보이는 환자는 48명이었고 이 중 남자가 26명, 여자가 22명이었으며 연령분포는 59.0 ± 10.2 세였다. 두 군 간의 성별 및 나이의 통계적 차이는 없었고 당뇨병 유무, 흡연 유무, 편측성, 안압, MD, PSD, 유두함몰비, 유두주위위축의 β 구역 넓이, 시력, 굴절

이상값 등도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 중심 시야결손을 가진 환자 중 고혈압을 가지고 있는 환자는 20명(60.6%)이었으나, 주변 시야결손을 가진 환자 중 고혈압을 가지고 있는 환자는 11명(22.9%)로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.001$). 또한 중심 시야결손군에서 중심각막두께가 $533.1 \pm 18.2 \mu\text{m}$ 로 주변 시야결손군의 $545.0 \pm 30.0 \mu\text{m}$ 보다 통계적으로 유의한 차이가 있었다

Table 1. Demographics and characteristics of patients with normal tension glaucoma

	Central scotoma	Peripheral scotoma	<i>p</i> -value
Number of patients	33	48	
Sex (M/F)	12/21	26/22	0.174*
Age (yr)	60.2 ± 10.6	59.0 ± 10.2	0.621†
Hypertension	20	11	0.001*
Diabetes mellitus	7	11	1.000*
Smoking	9	13	1.000*
Laterality (Rt/Lt)	22/11	23/25	0.115*
Intraocular pressure (mm Hg)	14.5 ± 2.4	14.7 ± 2.8	0.739†
Central corneal thickness (μm)	533.1 ± 18.2	545.0 ± 30.0	0.030†
Mean deviation of visual field (dB)	-3.62 ± 1.96	-4.14 ± 2.92	0.343†
Pattern standard deviation of visual field (dB)	4.27 ± 2.49	5.10 ± 2.67	0.164†
Cup disc ratio	0.72 ± 0.12	0.71 ± 0.11	0.732†
β zone area of peripapillary atrophy (mm^2)	0.62 ± 0.86	0.56 ± 0.81	0.730†
Visual acuity (log MAR)	0.07 ± 0.15	0.06 ± 0.12	0.747†
Refractive errors (spherical equivalent, diopter)	-0.42 ± 1.65	-0.35 ± 1.70	0.837†

Values are presented as mean \pm SD or number.

*Fisher's exact test; †Student's *t*-test.

Table 2. The risk factors for central field defects in normal tension glaucoma

Univariate analysis of factors affecting central field defect			
Prognostic factor	Odd ratio	95% C.I.	<i>p</i> -value
Sex			
Male	1		0.117
Female	2.07	(0.83, 5.13)	
Age	1.01	(0.97, 1.06)	0.613
Hypertension			
Yes	1		0.001
No	0.19	(0.07, 0.51)	
Diabetes mellitus			
Yes	1		0.856
No	1.10	(0.38, 3.22)	
Current smoker			
Yes	1		0.985
No	0.99	(0.37, 2.68)	
Laterality			
Right	1		0.767
Left	0.77	(0.32, 1.87)	
Intraocular pressure	0.97	(0.82, 1.15)	0.743
Central corneal thickness	0.98	(0.96, 1.00)	0.054
Mean deviation	1.08	(0.91, 1.29)	0.375
Pattern standard deviation	0.87	(0.72, 1.06)	0.169
Cup disc ratio	2.08	(0.04, 2.89)	0.722
β zone area of peripapillary atrophy	1.10	(0.65, 1.88)	0.724
Visual acuity (log MAR)	1.80	(0.06, 50.5)	0.731
Refractive errors (spherical equivalent, diopter)	1.03	(0.72, 1.47)	0.859

($p=0.030$, Table 1).

각각의 인자가 녹내장에서 시야결손의 위치에 미치는 영향을 알아보기 위해 단변량 로지스틱회귀분석을 이용하여 각각의 위험인자에 대해 분석하였고 그 결과, 고혈압이 없는 환자에서 고혈압이 있는 환자보다 중심 시야결손이 0.19배로 의미 있게 더 낮게 나타났고 고혈압이 중심 시야장애에 관계되는 중요한 인자였다($p=0.001$). 또한 중심각막두께는 통계적으로 유의하지는 않았지만($p=0.054$) 중심각막두께가 10 μm 커질수록 중심 시야결손이 0.82배 덜 발생하였다(Table 2).

정상안압녹내장에서 나타나는 중심 시야결손(Fig. 2A,

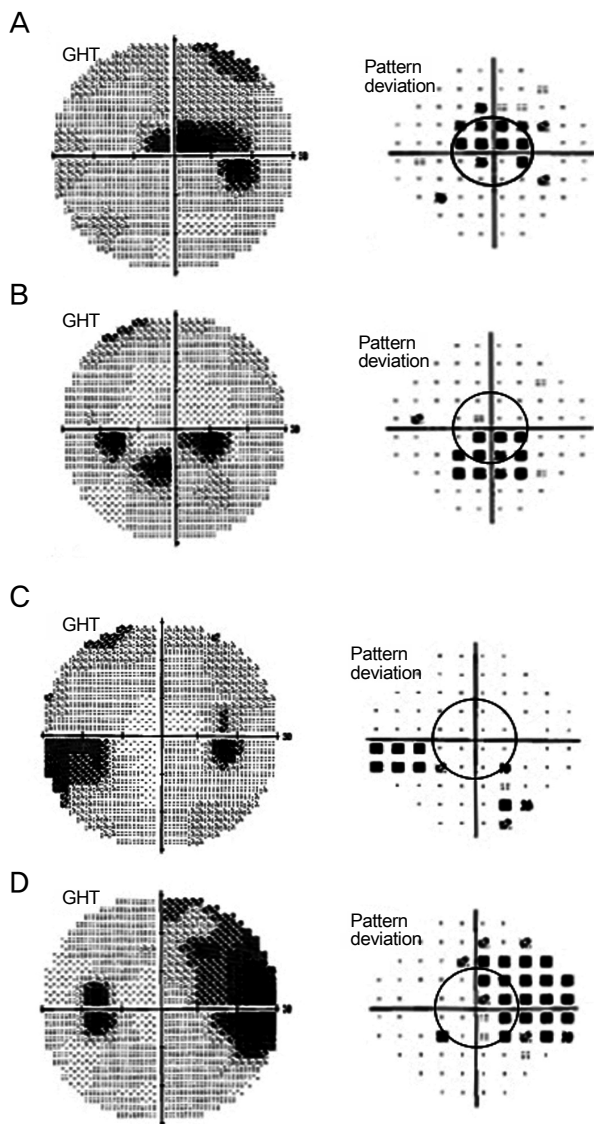


Figure 2. Examples of visual field defect evaluation on visual field gray scale and pattern deviation scale (A, B) Central field defects, (C, D) Peripheral field defects. GHT = glaucoma hemifield test.

B) 및 주변 시야결손(Fig. 2C, D)을 상부 중심 10도 이내, 하부 중심 10도 이내, 상부 부분시야, 하부 부분시야로 4개의 부분시야로 나누어 분석하였고 각각의 비정상적인 암점과 군집의 개수를 세어 분석하였다.

먼저 중심 시야결손을 가지는 33명과 주변 시야결손을 가지는 48명의 각각의 부분시야에 대해 측정 가능한 점의 개수에 사람수를 곱하여 총수를 계산한 후 상부 및 하부 시야의 암점 총수를 비교하였다. 그 결과 중심 시야결손은 상부에서 38.4%로 하부의 25.3%보다 유의한 정도로 더 많이 발생하였고($p=0.07$), 주변 시야결손 역시 상부에서 16.9%로 하부의 12.6%보다 통계적으로 유의하게 많이 발생하였다($p=0.001$, Table 3).

또한 중심 및 주변 시야결손에서 측정 가능한 군집의 개수에 사람수를 곱하여 총수를 계산한 후 비정상적인 군집의 개수를 각각의 부분시야에서 측정하여 상부 및 하부 시야에서 비교했을 때는 중심 시야결손 및 주변 시야결손에서 모두 상부에서 하부보다 더 많은 빈도의 비정상적인 군집이 관찰되었으나 발생빈도의 통계적 유의한 차이는 없었다(Table 4).

고 찰

정상안압녹내장은 전방각이 열려있고 특징적인 녹내장성 시신경변화와 그에 따른 시야결손을 나타내면서 안압이 21 mmHg보다 높지 않은 질환군으로,¹ 정상안압녹내장의 발생기전에 대해서는 기계적 이론과 허혈성 이론이 제시되고 있는데, 먼저 기계적 이론은 개방각녹내장에서와 같이 안압의 상승에 의해 사상판 세공이 뒤물리게 되어 축삭형 질 흐름이 차단되어 시신경의 국소적인 취약성으로 인해 정상 안압에서도 시신경이 손상을 받을 수 있다는 가설이고,¹³ 허혈성 이론은 시신경으로 가는 혈류의 자가조절기능의 이상으로 혈액 관류압이 감소하여 시신경 유두에 허혈이 초래되고 결과적으로 축삭이 손상된다는 이론으로, 당뇨병 혹은 고혈압 등의 혈관질환이나 편두통, 말초 혈액순환장애를 가지는 환자에서 녹내장의 발생빈도가 높다는 것이 이를 뒷받침한다.¹⁷⁻²¹

본 연구에서는 정상안압녹내장에서 초기 시야결손이 어느 부위에 어떤 양상으로 나타나는지 및 시야결손의 위치에 영향을 미치는 위험인자가 무엇인지에 대해 알아보았다. 초기의 정상안압녹내장을 대상으로 하기 위하여 시야손상의 MD 값이 -10 dB보다 적은 환자를 대상으로 연구를 진행하였고, 암점의 주된 위치에 따라 중심 10도 이내 및 그 나머지 주변부위로 나누어 두 군으로 분류하였다.

중심 시야결손 및 주변 시야결손을 비교한 결과 두 군 간

Table 3. Number (percentage) of abnormal points in subfields

	Total number of points in subfields	Number (%) of abnormal points
Superior, central	198 (6 × 33)	76 (38.4)
Inferior, central	198 (6 × 33)	50 (25.3)
<i>p</i> -value*		0.007
Superior, peripheral	1488 (31 × 48)	251 (16.9)
Inferior, peripheral	1488 (31 × 48)	188 (12.6)
<i>p</i> -value*		0.001

*Chi-square test.

Table 4. Number (percentage) of abnormal clusters in subfields

	Total number of clusters in subfields	Number (%) of abnormal clusters
Superior, central	66 (2 × 33)	13 (19.7)
Inferior, central	66 (2 × 33)	11 (16.7)
<i>p</i> -value*		0.132
Superior, peripheral	480 (10 × 48)	61 (12.7)
Inferior, peripheral	480 (10 × 48)	50 (10.4)
<i>p</i> -value*		0.313

*Chi-square test.

의 MD 및 PSD 값은 서로 통계적인 유의한 차이가 없어 양 군간의 시야결손의 정도가 비슷했음을 의미하며, 기저질환으로 고혈압이 있는 경우 주변부(22.9%)보다 중심부(60.6%)에 시야결손이 더 잘 나타나는 것으로 나타났고($p=0.001$), 중심각막두께가 얇은 경우에 중심부에 시야결손이 더 잘 나타나는 것으로 나타났다($p=0.030$). 이전 연구에 따르면 낮은 수축기 혈압, 낮은 안압류압 등이 개방각 녹내장의 발생빈도를 높인다는 연구도 있는 반면, 혈압이 올라갈수록 녹내장의 유병률이 높아지지만, 고혈압보다는 저혈압이 더 영향을 미친다는 연구도 있었으나,^{22,23} 아직 논란이 있는 상태로 현재까지 고혈압이 정상안압녹내장에서의 시야결손의 위치에 미치는 영향에 대한 연구는 없었다.

현재로서는 고혈압이 중심 시야결손의 발생에 미치는 기전은 정확하게 알 수 없으나, 유두항반달발 부위에는 망막 내 모세혈관이 가장 많이 집중되어 있기 때문에 고혈압에 의해 모세혈관의 경화가 발생하거나 혈관조절기능장애가 발생하여 야간혈압강하가 나타나거나 혹은 더 낮은 관류압이 발생하여 이에 대한 부적절한 적응으로 안혈류의 감소가 발생할 경우 더욱 손상에 취약할 수 있기 때문에,^{24,25} 고혈압이 있는 환자에서 중심부위에 압점이 더 자주 발생할 수 있을 것으로 생각된다.

또한 중심각막두께가 중심 시야결손 군에서는 $533.1 \mu\text{m}$ 로 주변 시야결손 군의 $545.0 \mu\text{m}$ 보다 더 얇은 것으로 나타났다. 중심각막두께와 정상안압녹내장의 관계에 대해 연구한 이전 연구에 따르면, 정상안압녹내장에서 진단시 두꺼운 중심각막두께를 가진 사람이 더 이른 시야결손을 보이는 반면, 얇은 중심각막두께를 가지는 사람은 더 심한 시야결

손을 보였고, 중심각막두께가 두꺼울수록 녹내장시야지표가 더 좋다고 하였다.^{26,27}

시야결손의 위치에 영향을 미치는 인자가 무엇인지 알아보기 위하여 각각의 인자들을 분석하여 univariate analysis를 시행한 결과 고혈압이 중심 시야결손을 나타내는 유일한 인자임을 알 수 있었고, 중심각막두께에 대해서는 추후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

시야결손의 위치 연구에서 시야결손의 방향성은 상부의 시야결손의 빈도가 더 많았다. 압점이 중심 시야결손군 및 주변 시야결손군모두에서 상부에서 통계적으로 유의한 정도로 더 많이 나타났으나($p=0.007$, 0.001), 압점의 군집을 분석하였을 때 중심 시야결손군 및 주변 시야결손군 모두에서 상부에서 더 많은 빈도로 관찰되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.132$, 0.313). 이는 정상안압녹내장에서 상부 중심시야결손 및 상부 궁형시야결손이 주로 나타난다고 하는 연구, 정상안압녹내장 안의 빛간섭단층촬영에서 하측의 망막신경섬유층 두께가 유의하게 감소하였다는 연구, 그리고 6, 7, 8시 방향의 망막신경섬유층의 두께 감소와 상측 시야결손의 의미 있는 상관관계가 있다는 연구의 내용과 일치한다.²⁸⁻³¹

이 논문의 제한점으로는 후향적 연구를 시행했기 때문에 전형적인 정상안압녹내장 형태를 보이는 경우만을 대상으로 한 선택편견이 작용할 수 있어 본 연구가 모든 정상안압 녹내장을 대변하기 어렵다는 점과, 환자의 진단 당시의 시야검사를 기준으로 시행한 단면연구라는 점이다. 이러한 한계는 전향적 및 장기적인 추적관찰을 통한 정상안압녹내장의 발생을 평가할 수 있는 연구로서 극복될 수 있을 것으로

생각한다. 그리고 고혈압의 유무뿐만 아니라 항고혈압제 복용 유무, 고혈압 환자 및 정상인에서의 야간혈압하강 유무에 대한 연구도 이루어져야 할 것으로 생각된다.

이상의 연구 결과를 종합해보면, 초기의 정상안압녹내장에서 고혈압이 주변부보다 중심 10도 이내의 시야결손을 나타내는 위험인자이고, 시야결손은 시야의 상측부에서 더 자주 발견됨을 알 수 있었다.

중심시야장애는 주변시야장애보다 녹내장 환자에서 일상생활에 미치는 영향이 클 것으로 생각하며 이와 관련하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참고문헌

- Shields MB. Normal-tension glaucoma: is it different from primary open-angle glaucoma? *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:85-8.
- 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.
- 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.
- Meyer JH, Brandt-Dohm J, Funk J. Twenty four hour blood pressure monitoring in normal tension glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1996;80:864-7.
- 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.
- 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.
- Nakagami T, Yamazaki Y, Hayamizu F. Prognostic factors for progression of visual field damage in patients with normal-tension glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2006;50:38-43.
- Kiriya N, Ando A, Fukui C, et al. A comparison of optic disc topographic parameters in patients with primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma and ocular hypertension. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2003;241:541-5.
- Caprioli J, Spaeth GL. Comparison of the optic nerve head in high- and low-tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1985;103:1145-9.
- Javitt JC, Spaeth GL, Katz LJ, et al. Acquired pits of the optic nerve. Increased prevalence in patients with low-tension glaucoma. *Ophthalmology* 1990;97:1038-43.
- Eid TE, Spaeth GL, Moster MR, Augsburger JJ. Quantitative differences between the optic nerve head and peripapillary retina in low-tension and high-tension primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1997;124:805-13.
- Yamazaki Y, Koide C, Miyazawa T, et al. Comparison of retinal nerve-fiber layer in high- and normal-tension glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1991;229:517-20.
- Caprioli J, Spaeth GL. Comparison of visual field defects in the low-tension glaucomas with those in the high-tension glaucomas. *Am J Ophthalmol* 1984;97:730-7.
- Koseki N, Araie M, Suzuki Y, Yamagami J. Visual field damage proximal to fixation in normal- and high-tension glaucoma eyes. *Jpn J Ophthalmol* 1995;39:274-83.
- Araie M, Yamagami J, Suzuki Y. Visual field defects in normal-tension and high-tension glaucoma. *Ophthalmology* 1993;100:1808-14.
- Ahrlich KG, De Moraes CG, Teng CC, et al. Visual field progression differences between normal-tension and exfoliative high-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:1458-63.
- Becker B. Diabetes mellitus and primary open-angle glaucoma. The XXVII Edward Jackson Memorial Lecture. *Am J Ophthalmol* 1971;71:1-16.
- McLeod SD, West SK, Quigley HA, Fozard JL. A longitudinal study of the relationship between intraocular and blood pressures. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990;31:2361-6.
- Mitchell P, Lee AJ, Rohtchina E, Wang JJ. Open-angle glaucoma and systemic hypertension: the blue mountains eye study. *J Glaucoma* 2004;13:319-26.
- Pradalier A, Hamard P, Sellem E, Bringer L. Migraine and glaucoma: an epidemiologic survey of French ophthalmologists. *Cephalalgia* 1998;18:74-6.
- Broadway DC, Drance SM. Glaucoma and vasospasm. *Br J Ophthalmol* 1998;82:862-70.
- Deokule S, Weinreb RN. Relationships among systemic blood pressure, intraocular pressure, and open-angle glaucoma. *Can J Ophthalmol* 2008;43:302-7.
- Leske MC, Wu SY, Hennis A, et al. BESS Study Group. Risk factors for incident open-angle glaucoma: the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology* 2008;115:85-93.
- Sponsel WE, Zetlan SR, Stodtmeister R, Kaufman PL. Retinal capillary hemodynamics and VEP/pressure tolerance: evidence of retinal microcirculatory compromise in treated glaucomatous eyes. *Ophthalmologica* 1997;211:172-7.
- Gherghel D, Orgul S, Gugleta K, et al. Relationship between ocular perfusion pressure and retrobulbar blood flow in patients with glaucoma with progressive damage. *Am J Ophthalmol* 2000;130:597-605.
- Lin W, Aoyama Y, Kawase K, Yamamoto T. Relationship between central corneal thickness and visual field defect in open-angle glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2009;53:477-81.
- Shah H, Knietstedt C, Bostrom A, et al. Role of central corneal thickness on baseline parameters and progression of visual fields in open angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2007;17:545-9.
- Ritch R, Shields MB, Krupin T. The Glaucomas. 2nd ed, St. Louis: The CV Mosby Co., 1996;769.
- Kim YN, Kang JH, Kim JS, Lee JH. Correlation between retinal nerve fiber layer thickness and visual field in normal tension glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:1532-9.
- Woo SW, Choi HW, Kim JS, Lee JH. Correlation between retinal nerve fiber layer thickness and visual field in normal tension glaucoma patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:1613-22.
- El Beltagi TA, Bowd C, Boden C, et al. Retinal nerve fiber layer thickness measured with optical coherence tomography is related to visual function in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2003;110:2185-91.

=ABSTRACT=

Analysis of Factors Related of Location of Initial Visual Field Defect in Normal Tension Glaucoma

Byung Wan Kang, MD, Yong Sok Ji, MD, Sang Woo Park, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

Purpose: To investigate the risk factors related to the location of visual field defects in normal tension glaucoma.

Methods: Eighty-one eyes diagnosed as normal tension glaucoma in patients with early glaucomatous visual field defects were divided into central visual field defects and peripheral visual field defects. The difference between the 2 groups based on the intra-individual comparison were assessed with several ocular risk factors such as sex, age, hypertension, diabetes mellitus, smoking, laterality, intraocular pressure, central corneal thickness, cup-disc ratio, peripapillary atrophy, mean deviation, pattern standard deviation, best corrected visual acuity, and refractive errors.

Results: The incidence of hypertension in the central visual field defects group (60.6%) was higher than in the peripheral visual field defects group (22.9%, $p = 0.001$). The central corneal thickness in the central group ($533.1 \pm 18.2 \mu\text{m}$) was thinner than in the peripheral group ($545.0 \pm 30.0 \mu\text{m}$, $p = 0.003$). Hypertension was the only risk factors for central visual field defects ($p = 0.001$). In both the central group and peripheral group, upper visual field defects were more common than lower defects.

Conclusions: Hypertension in patients with normal tension glaucoma was a factor involved in central visual field defects. Additionally, numerous visual field defects were mainly found the superior portion.

J Korean Ophthalmol Soc 2011;52(12):1478-1484

Key Words: Hypertension, Normal tension glaucoma, Visual field defect

Address reprint requests to **Sang Woo Park, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, Chonnam National University Hospital

#42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea

Tel: 82-62-220-6742, Fax: 82-62-227-1642, E-mail: Exo70@naver.com