

녹내장 진행에 따른 망막신경섬유층의 두께 변화 : GDx-VCC를 이용한 분석

서 울 · 전루민 · 최규룡

이화여자대학교 의학전문대학원 안과학교실, 시과학 연구센터

목적: 녹내장 의증 환자들을 대상으로 하여 녹내장성 시야 진행에 따른 GDx-VCC의 변화에 대해 분석하여 그 임상적 유용성에 대해 알아보고자 한다.

대상과 방법: 2004년 7월부터 2007년 7월까지 본원 안과에서 녹내장 의증으로 진단 후 한 달 이내 GDx-VCC를 시행 받고, 최소 12개월 이상 간격으로 GDx-VCC의 추적 관찰이 가능했던 150명 150안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다.

결과: 경과 관찰기간 중 녹내장성 시야 변화가 관찰되었던 42안은 녹내장 진행군으로 분류하였으며, 녹내장성 시야 변화를 보이지 않았던 나머지 108안은 비진행군으로 분류하였다. 비진행군에서 경과 관찰기간 동안 inferior average, inferior maximum에서 유의한 차이를 보였으며, 진행군에서는 녹내장성 시야 결손을 나타내기 전과 후 파라미터 간에 유의한 차이는 보이지 않았다. 진행군에서 시야 결손 손실율은 0.18dB/year였으며, 시야의 MD, PSD와 GDx-VCC간의 유의한 관계는 나타내지 않았다.

결론: GDx-VCC의 각 파라미터들은 녹내장 의증에서 초기 녹내장으로 진행시 녹내장성 시야 진행에 따른 망막신경섬유층의 장기적인 추적 관찰의 진단적 기기로는 제한이 있으며, 시야 검사를 통해 초기 녹내장의 확진이 필요함을 확인할 수 있었다.

(대한안과학회지 2009;50(2):235-241)

녹내장은 망막신경절세포와 축삭이 손상되는 질환으로, 이는 망막신경섬유층과 시신경테의 두께 감소로 나타난다.¹ 이러한 신경절세포의 변화로 인한 기능적인 시야 결손은 점진적으로 진행하므로 시야 결손에 앞서 시신경 유두와 망막신경섬유층의 형태학적 변화를 평가하는 것이 중요하다.¹

신경섬유층의 구조적인 변화를 평가할 수 있는 가변각막보정 주사레이저편광측정계(GDx-VCC, Laser Diagnostic Technologies, Inc, San Diego, CA, USA)는 일정한 파장의 다이오드 레이저 광선을 조사시 복굴절매체인 망막신경섬유층을 통과하면서 발생하는 뒤처짐(retardation)의 정도를 측정하여 망막신경섬유층의 두께를 간접적으로 측정하는 기기로, 녹내장의 조기 진단에 유용함이 여러 차례 보고되었다.^{2,3} 또한 GDx-VCC는 재현성이 높아 망막신경섬유층 두께 변화의 추적 관찰에도 도움이 될 것으로 기대하였으나, 지금까지 녹내장의 진행과 관련하여 장기간 GDx-VCC의 변화에 대해서는 연구된 바가 없었다.^{4,5} 이에 저자

들은 녹내장 의증 환자들을 대상으로 하여 녹내장성 시야의 진행에 따른 GDx-VCC의 변화에 대해 분석하여 그 임상적 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2004년 7월부터 2007년 7월까지 이화여자대학교 의과대학 부속 목동병원 안과에서 녹내장 의증으로 진단받은 후 한 달 이내 GDx-VCC를 시행하였으며 이후 GDx-VCC로 경과 관찰이 가능하였던 150명 150안을 대상으로 하였다. 경과 관찰기간 중에 녹내장성 시야 변화가 관찰되었던 42안은 녹내장 진행군으로 분류하였으며, 녹내장성 시야 진행을 보이지 않았던 나머지 108안은 비진행군으로 분류하였다. 신경섬유층 두께 측정에 영향을 줄 수 있는 안구매체 혼탁, 망막 질환, 당뇨병을 포함한 전신질환이 있는 경우와 이전에 안구내 수술과거력이 있는 경우, 교정 시력이 20/25 이하인 경우는 연구 대상에서 제외하였으며 굴절 이상은 ± 6 디옵터 이내로 제한하였다.

녹내장 의증과 녹내장의 진단은 1인의 녹내장 전문의에 의해 이루어졌으며, 녹내장 의증은 개방된 정상 전방각 소견을 보이면서 압평안압계로 측정한 안압이 21 이상, 시신경 혹은 시신경 섬유층의 녹내장성 변화, 시신경테의 감소 혹은 폐임, 시신경섬유층의 전체 혹은 국소적인 비정상 소견, 시신경 유두 출혈, 두 눈 간의 시신경 유두 혹은 신경테

■ 접 수 일: 2008년 8월 18일 ■ 심사통과일: 2008년 11월 24일

■ 통신저자: 최 규 룡

서울시 양천구 목동 911-1
이화여자대학교 목동병원 안과
Tel: 02-2650-5031, Fax: 02-2654-4334
E-mail: ckrey02@mm.ewha.ac.kr

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

Table 1. Demographics of study population

	Nonprogression group	Progression group	p-value
No. of eyes	108	42	
Age (years)	43.5±9.5	42.0±12.4	>0.05
Gender (male:female)	67:41	21:21	
Refraction (diopter)	-1.791±2.154	-2.136±3.101	>0.05
IOP* (mmHg)	18.0±4.2	17.7±3.5	>0.05
CD ratio	0.65±0.15	0.67±0.14	>0.05
MD† (dB‡)	-0.80±1.66	-1.27±1.44	>0.05
PSD‡ (dB§)	1.86±0.57	1.90±0.43	>0.05

* IOP=intraocular pressure; † MD=mean deviation; ‡ PSD=pattern standard deviation; § dB=decibel.

의 차이 등의 소견 중 한 가지 이상을 보이는 경우로 정의하였다.⁶ 녹내장성 시야 결손은 glaucomatous hemifield test에서 outside normal limit, 비에름 영역에 10dB (decibel) 이상의 감도 저하가 연결된 2점 이상 혹은 5dB 이상의 감도 저하가 연결된 3점 이상, 비측에 연결된 2점 이상에서 수평 경선을 경계로 10dB 이상의 감도 차이를 보이는 경우, 중심부근압점, 궁상압점, 비측계단 등 전형적 녹내장성 시야 결손을 보이는 경우로 정의하였다.⁷

모든 대상에서 굴절 검사, 골드만 압평안압검사, 세극등 검사, 전방각경 검사, 안저 검사를 시행하였다. 시신경 유두 분석은 TopSS™ (Topographic scanning system, software version 2.2; LDT, Inc, San Diego, California, USA)로 시행하였으며, Humphrey 자동시야계(Allergan-Humphrey, Inc, San Leandro, USA)는 6개월 간격으로 시행하였으며 주시상실이 20% 이상이거나 가양성을 혹은 가음성율이 33% 이상인 경우는 대상에서 제외하였다.

GDx-VCC를 이용한 망막신경섬유층 검사는 한명의 검사자가 시신경유두중심에서 직경 3.2 mm 원을 사용하여 2회 측정 후 평균을 사용하였다. GDx-VCC는 녹내장 의증으로 진단받고 한달 이내 시행한 후, 최소 12개월 이상 간격을 두고 재촬영하였으며, 관찰기간동안 녹내장성 시야 결손이 관찰된 경우 GDx-VCC를 재시행하였다.

통계적 분석은 SPSS® (version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL) 프로그램을 사용하였으며, 비진행군과 진행군간의 비교는 독립 표본의 t-검정을 이용하였으며 관찰 기간동안 각 군에서의 GDx-VCC와 시야 변화의 분석은 대응 표본의 t-검정을 사용하였다. 녹내장 위험 요인과 GDx-VCC 파라미터의 상관 관계는 다선형 회귀 분석을 사용하고 시야 검사와 GDx-VCC 파라미터의 관계는 피어슨 상관계수로 분석하였으며, 통계학적 유의 수준은 0.05로 하였다.

결 과

전체 대상군은 150명 150안이었으며 경과 관찰기간동안 녹내장성 시야 변화가 관찰된 군은 42명 42안으로 전체 환자의 28%였다. 비진행군의 평균 연령은 43.5±9.5세, 평균 안압은 18.0±4.2mmHg이었고, 시야검사의 Mean deviation (MD)은 -0.80±1.66, Pattern standard deviation (PSD)은 1.86±0.57이었다. 초기 GDx-VCC 시행 후 재촬영으로 추적 관찰하기까지의 기간은 평균 27.9±7.5개월이었다. 진행군의 평균 연령은 42.0±12.4세였으며 평균 안압은 17.7±3.5 mmHg, 시야검사의 MD는 -1.27±1.44, PSD는 1.90±0.43였다. 두 군간에 연령, 굴절 이상, 안압, CD ratio, 시야검사의 MD, PSD는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)(Table 1).

전체 대상 환자 150안에서 녹내장 의증으로 진단받고 한달 이내 시행한 초기 GDx-VCC를 녹내장 진행군과 비진행군으로 분류하여 비교하였을 때, TSNIT standard deviation, superior/nasal, maximum modulation는 통계학적으로 유의한 차이가 있었으나($p<0.05$), 이외 다른 파라미터에서는 유의한 차이가 없었다(Table 2). 비진행군에서 초기 GDx-VCC와 추적관찰 시 시행한 GDx-VCC를 비교한 결과, TSNIT average와 inferior average에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었으나($p<0.05$), 나머지 파라미터에서는 차이를 보이지 않았다(Table 3). 진행군에서 녹내장성 시야 결손을 나타내기 전과 후에 시행한 GDx-VCC의 모든 파라미터에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$)(Table 4).

녹내장 위험 인자인 연령, 굴절이상, C/D ratio와 GDx-VCC 파라미터간의 관련성을 분석하였으며, 초기 GDx-VCC를 기준으로 하였다. TSNIT, superior average, inferior average, TSNIT standard deviation, inferior maximum, normalized superior area, normalized inferior

Table 2. Comparison of baseline GDx-VCC parameters

GDx-VCC parameter	Nonprogression group	Progression group	<i>p</i> -value*
TSNIT average	55.82±6.09	56.42±6.37	>0.05
Superior average	68.44±7.69	69.38±7.74	>0.05
Inferior average	65.33±8.76	67.10±8.47	>0.05
TSNIT Std. Dev	22.50±3.95	24.06±4.89	<0.05
NFI	18.89±8.11	18.73±8.45	>0.05
Superior ratio	3.04±0.88	3.19±1.13	>0.05
Inferior ratio	3.03±0.89	3.21±1.19	>0.05
Superior/Nasal	3.02±0.71	3.30±0.66	<0.05
Max modulation	2.62±0.76	2.99±0.91	<0.05
Superior maximum	80.64±11.02	81.58±10.22	>0.05
Inferior maximum	79.99±10.27	82.01±11.16	>0.05
Ellipse modulation	3.84±1.33	4.31±1.71	>0.05
Normalized superior area	0.14±0.02	0.14±0.02	>0.05
Normalized inferior area	0.14±0.02	0.14±0.02	>0.05

* independent *t*-test.

Table 3. Changes of GDx-VCC in nonprogression group

GDx-VCC parameter	Baseline	Follow up	<i>p</i> -value*
TSNIT average	55.82±6.09	56.41±6.64	<0.05
Superior average	68.44±7.69	68.49±7.57	>0.05
Inferior average	65.33±8.76	66.35±9.39	<0.05
TSNIT Std. Dev	22.50±3.95	22.59±4.13	>0.05
NFI	18.89±8.11	19.06±8.77	>0.05
Superior ratio	3.04±0.88	3.03±0.95	>0.05
Inferior ratio	3.03±0.89	3.03±0.95	>0.05
Superior/Nasal	3.02±0.71	3.08±0.78	>0.05
Max modulation	2.62±0.76	2.64±0.91	>0.05
Superior maximum	80.64±11.02	79.99±10.27	>0.05
Inferior maximum	79.99±10.27	81.10±10.88	>0.05
Ellipse modulation	3.84±1.33	3.82±1.31	>0.05
Normalized superior area	0.14±0.02	0.14±0.02	>0.05
Normalized inferior area	0.14±0.02	0.14±0.02	>0.05

* paired *t*-test.

area는 C/D ratio와 음의 상관관계를 보였다. Superior ratio, inferior ratio, superior/nasal는 굴절 이상과 유의한 관련성을 보였다. NFI는 C/D ratio, 연령과는 양의 상관관계를 보였고, 굴절 이상과는 음의 상관관계를 보였다. Maximum modulation, superior maximum, ellipse modulation은 녹내장 위험인자와 통계학적 유의 관계를 보이지 않았다(Table 5).

녹내장 진행군에서 녹내장 의증 진단 후 녹내장성 시야 결손이 발생하기까지의 기간은 평균 49.3±44.5개월이었다. 시야검사의 MD, PSD는 녹내장성 시야 결손의 진행에

따라 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며($p<0.05$), MD 값은 평균 0.75±1.86의 감소를 보였고 시야 결손 손실율은 0.18dB/year였다. 반대측 안은 정상안압 녹내장 15안, 개방각 녹내장 2안, 녹내장의증 25안으로, 녹내장안의 비율이 40.4%였으며 이는 비진행군에서 녹내장안의 비율인 17.5% 보다 높았다. 녹내장 진행군에서 사용되는 약제는 비선택성 베타차단제 11안, 선택성 베타차단제 12안, 프로스타글란딘제제 19안이었다. 녹내장성 시야변화를 나타낸 후 시야 검사의 MD, PSD와 GDx-VCC의 피어슨 상관계수를 분석하였으나, 모든 파라미터에서 통계학적 유의관계를 보이지 않았다.

Table 4. Changes of GDx-VCC in progression group

GDx-VCC parameter	Baseline	Follow up	p-value*
TSNIT average	56.42±6.37	56.95±7.19	>0.05
Superior average	69.38±7.74	70.13±7.84	>0.05
Inferior average	67.10±8.47	67.67±9.37	>0.05
TSNIT Std. Dev	24.06±4.89	24.31±4.51	>0.05
NFI	18.73±8.45	17.80±7.48	>0.05
Superior ratio	3.19±1.13	3.23±0.95	>0.05
Inferior ratio	3.21±1.19	3.31±1.09	>0.05
Superior/Nasal	3.30±0.66	3.28±0.81	>0.05
Max modulation	2.99±0.91	3.00±0.92	>0.05
Superior maximum	81.58±10.22	82.61±10.67	>0.05
Inferior maximum	82.01±11.16	84.07±12.08	>0.05
Ellipse modulation	4.31±1.71	4.40±1.71	>0.05
Normalized superior area	0.14±0.02	0.14±0.03	>0.05
Normalized inferior area	0.14±0.02	0.14±0.02	>0.05

* paired t-test.

고 찰

망막신경섬유층의 손상은 녹내장성 시야 결손에 선행하므로, 기능적인 변화가 나타나기 전에 시신경 유두부의 형태변화에 대한 미세 입체계측과 망막신경섬유층의 두께변화에 대한 측정을 통해 해부병리적 변화를 조기에 진단하기 위한 여러 방법들이 연구되어 왔다.¹ 특히 GDx-VCC는 이전의 레이저 시신경 섬유측정기의 전안부 복굴절현상에 의한 오차를 보정하였으며, 광간섭단층촬영기, 망막신경섬유층사진 등 다른 신경섬유층 측정 기기와의 높은 관련성을 보였다.⁸⁻¹¹ 또한 GDx-VCC는 재현성이 높아 망막신경섬유층 두께 변화의 추적 관찰에 유용할 것으로 기대하였으나, 지금까지 시간의 변화에 따른 녹내장성 시야 변화와 연관하여 GDx-VCC의 변화에 대해서는 연구된 바 없었다.⁵ 따라서 본 연구에서는 녹내장 의증으로 진단받은 환자를 추적 관찰하여 각 파라미터의 차이를 분석함으로써, 녹내장성 시야 진행에 따른 GDx-VCC의 진단적 의미를 알아보고자 하였다.

총 150명 150안을 대상으로 평균 48.5±36.7개월 동안 추적 관찰한 결과, 녹내장성 시야 변화가 관찰된 군은 42명 42안으로 전체 환자의 28%였다. Shield⁶는 매년 고안압증의 1%, 고위험군 녹내장 의증의 3~5%에서 녹내장 시야 결손이 진행되며, Funaki et al¹²은 9년동안 고안압증의 10%에서 녹내장으로 진행하였다고 보고하였으나, 본 연구에서 녹내장으로 진행한 비율은 28%로 기존의 보고보다 높았다. 이는 진행군에서 비진행군보다 녹내장 약물 치료를 시작한 환자들의 수가 많아, 상대적으로 장기 추적 관찰된

비율이 더 높았을 것으로 여겨진다.

초기 GDx-VCC 파라미터는 진행군과 비진행군 사이에 TSNIT standard deviation, superior/nasal, maximum modulation를 제외하고는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Maximum modulation은 망막신경섬유층을 네 부분으로 나누어 가장 두꺼운 부분과 얇은 부분의 차이를 나타내는 지표로, 진행군에서 2.99±0.91로, 비진행군의 2.59±0.64보다 높게 측정되었다. 진행군에서 초기 GDx-VCC와 녹내장성 시야 결손을 나타낸 후 시행한 GDx-VCC 간에 통계학적인 차이는 보이지 않았으며, 이러한 결과에 대해서는 여러 측면을 생각해 볼 수 있다. 먼저 GDx-VCC 파라미터의 변이도를 고려해 볼 수 있다. 망막신경섬유층을 GDx-VCC로 단기간 추적 관찰시 두께 2.45~3.89 μ m, NFI 3.71의 변이가 관찰되었으나, 장기간 추적관찰시 두께 3.21~4.97 μ m, NFI 4.93으로 변이정도가 증가한다고 보고된 바 있다.⁵ 양안 모두 정상인 군보다 반대편에 녹내장을 진단받은 경우, 망막신경섬유층이 더 얇으며, 정상안압녹내장에서 원발성 개방각녹내장보다 파라미터들이 높게 측정되어 녹내장의 진행정도와 분류에 따라 GDx-VCC의 차이를 보였다.^{12,13} 또한 정상안에서도 GDx-VCC 파라미터가 폭넓게 변화하였으며, 녹내장 환자의 80.8%에서 GDx-VCC가 녹내장 소견에 부합하였으나, 정상안에서 GDx-VCC가 정상 소견에 해당하는 경우는 66.6%로 낮게 측정되었다.^{14,15} 결과적으로 GDx-VCC는 녹내장의 진행정도와 분류, 추적 기간에 따라 수치의 변이를 보이므로 본 연구의 진행군에서 GDx-VCC 수치가 유의하게 변화되지 않은 부분의 해석에 도움이 될 것으로 생각된다.

Table 5. Correlation of glaucoma risk factors and GDx-VCC parameters

GDx-VCC parameter	Risk factor with statistically significance	Unstandardized coefficients	p-value*
TSNIT average	C/D ratio	-9.151	<0.05
Superior average	C/D ratio	-11.702	<0.05
Inferior average	C/D ratio	-11.605	<0.05
TSNIT Std. Dev	C/D ratio	-5.058	<0.05
NFI	C/D ratio, refraction, age	0.165, -0.688, 9.156	<0.05
Superior ratio	refraction	0.137	<0.05
Inferior ratio	refraction	0.137	<0.05
Superior/Nasal	refraction	-0.061	<0.05
Max modulation	-	-	>0.05
Superior maximum	-	-	>0.05
Inferior maximum	C/D ratio	-15.477	<0.05
Ellipse modulation	-	-	>0.05
Normalized superior area	C/D ratio	-0.032	<0.05
Normalized inferior area	C/D ratio	-0.036	<0.05

* multiple linear regression analysis.

Iacono et al¹⁶은 정상안과 녹내장안에서 GDx-VCC의 재현성이 대체적으로 높으나, 일부에서 수치 차이가 10% 이상 크게 측정되어 측정에 주의를 요한다고 하였다. 본 연구에서는 동일한 검사자에 의하여 일정한 장소에서 검사가 시행되었기 때문에 측정 오차의 가능성은 낮을 것으로 여겨지나, 측정 오차로 인한 영향을 완전히 배제하기는 어려울 것으로 생각된다.⁴

기존 연구에서 GDx-VCC는 정상과 원발성 개방각 녹내장을 감별하는데 진단적 가치가 있으며, 특히 NFI를 유용한 파라미터로 보고하였으나, 이는 중등도 이상의 녹내장(평균 MD -8.45)을 대상으로 한 비교단면 연구로, 본 연구와 비교하기는 어렵다.³ 또한 Reus and Lemij¹⁷이 지적하였듯이, 녹내장의 초기 단계일수록 GDx-VCC의 민감도는 감소하며, NFI는 국소적인 시야 결손을 반영하지 못하였다. 다른 연구에서도 녹내장안의 43.8%에서 NFI가 30이하로 측정되어, 초기 녹내장성 시야 결손의 진단에 한계를 보였다.¹⁸ Cho et al¹⁹의 보고에서도 녹내장안과 정상안 사이에 TSNIT average, superior average, inferior average, TSNIT standard deviation이 유의한 차이를 보였으나, GDx-VCC로 초기 녹내장을 진단하기에는 제한이 있었다. 또한 유두출혈 발생 후 녹내장성 시야 결손이 진행한 17안을 대상으로 한 연구에서, 10안에서는 시야 결손이 진행했음에도 불구하고 GDx-VCC 파라미터의 변화가 관찰되지 않았다.²⁰ GDx-VCC는 이제까지 녹내장의 초기 진단에 유용한 진단기기로 여겨졌으나, 이는 대부분 대상군 별로 비교한 단면연구를 통한 결과였다. 본 연구에서는 국소적 녹내장 시야 결손을 보이는 초기 녹내장에서 GDx-VCC는 진

단적 제한을 보였다.

녹내장 위험 인자인 연령, 굴절이상, C/D ratio와 GDx-VCC의 각 파라미터들의 관계를 분석하였을때, TSNIT, superior average, inferior average, TSNIT Standard deviation, inferior maximum, normalized superior area, normalized inferior area는 C/D ratio와 음의 상관관계를 보였다. Superior ratio, inferior ratio, superior/nasal은 굴절 이상과 유의하였으나, 앞의 두 수치는 상측 및 하측 1,500 두꺼운 픽셀을 측면의 median 1,500 픽셀로 나눈 비율이며, 뒤 수치는 하측의 1,500 두꺼운 픽셀을 측면 median 1,500 픽셀로 나눈 비율이므로, 실제적으로 굴절이상과의 연관성을 설명하기는 어려웠다. NFI는 C/D ratio, 연령과는 양의 상관관계를, 굴절 이상과는 음의 상관관계를 보였다. 이전의 정상안을 대상으로 한 연구에서 superior average, TSNIT standard deviation은 연령과 통계학적 연관성을 보였으나, TSNIT average, inferior average, NFI는 아무런 관련을 보이지 않아, 본 논문의 결과와는 차이를 보이나 이는 연구 대상군에 차이가 있어 정확한 비교는 어렵다.¹³

녹내장 진행군에서 녹내장 의증 진단 후 녹내장성 시야 결손이 발생하기까지의 기간은 평균 49.3±44.5개월로, 시야 결손 손실율은 0.18dB/year였다. 또한 시야 검사의 MD, PSD와 GDx-VCC는 통계학적 관련성을 보이지 않았다. 이전 연구에서 GDx-VCC는 GDx-FCC보다 시야 검사의 dB 스케일에서 곡선형태의 높은 관련성을 보였으나, 이는 중등도 녹내장군(평균 MD -6.92±5.43dB, -9.39±7.45dB)을 연구 대상으로 한 것으로, 초기 녹내장 환자군을 대상으로 한 본 연구와는 차이를 보였다.²¹ Lee et al²²의 보고에서는

본 연구 결과와 동일하게, 초기 녹내장에서 시야검사의 MD와 관련성을 보이는 GDx-VCC 파라미터는 없었으며 CPSD (corrected pattern standard deviation)와 symmetry에서만 양의 상관관계를 확인할 수 있었다.

여러 연구에서 GDx-VCC는 녹내장의 조기 진단에 유용하다고 보고되었으며, 이들 대부분은 대상군들 사이의 비교 단면 연구를 기반으로 하였다. 본 연구에서는 대상군들 사이의 비교 단면 연구가 아닌 녹내장의증군의 장기적인 추적 관찰을 통해 그 진단적 가치를 평가하고자 하였다. 결과적으로 녹내장 의증에서 초기 녹내장으로 진행하였음에도, GDx-VCC 파라미터의 변화는 통계학적 유의성을 보이지 않았다. 이러한 GDx-VCC의 한계점으로 인하여, 녹내장의 조기 진단을 위해서는 파라미터 이외에 deviation map 등 다각적 측면에서의 접근 또한 필요하며 최근에 TSNIT를 Wavelet-Fourier analysis (WFA)를 이용하여 분석하는 연구들이 보고되고 있다. 이는 초기 녹내장의 진단 특히 녹내장 의증 환자들을 대상으로 한 연구에서 녹내장성 시야 결손의 진행을 예측하는데 유용하다고 하였다.^{23,24}

결론적으로 녹내장 의증에서 국소적 시야 결손을 보이는 초기 녹내장으로 진행시 망막신경섬유층의 변화를 GDx-VCC를 통해 장기적으로 추적 관찰하기에는 한계점이 있으며, 시야 검사를 통해 녹내장의 확진이 필요함을 다시 확인할 수 있었다. GDx-VCC가 장기간 동안의 망막신경섬유층의 정량적 변화에 대한 신뢰성 있는 진단기기로 사용되기 위해서는, WFA를 이용한 분석 방법과 같이 새로운 보완이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Quigley HA, Addicks EM, Green WR. Optic nerve damage in human glaucoma III. Quantitative correlation of nerve fiber loss and visual field defect in, ischemic neuropathy, papilledema, and toxic neuropathy. Arch Ophthalmol 1982;100:135-46.
- 2) Weinreb RN, Shakiba S, Zangwill L. Scanning laser polarimetry to measure nerve fiber layer of normal and glaucomatous eyes. Am J Ophthalmol 1995;119:627-36.
- 3) Nicolas JR, Hans GL. Diagnostic accuracy of the GDx-VCC for glaucoma. Ophthalmology 2004;111:1860-5.
- 4) Frenkel S, Slonim E, Horani A, et al. Operator learning effect and interoperator reproducibility of the scanning laser polarimeter with variable corneal compensation. Ophthalmology 2005;112:257-61.
- 5) Medeiros FA, Doshi R, Zangwill LM, et al. Long-term variability of GDx-VCC retinal nerve fiber layer thickness measurement. J Glaucoma 2007;16:277-81.
- 6) Shields MB. Optic nerve, retina, and choroid., Glaucoma suspecta. In: Shields MB, ed. Shields' Textbook of glaucoma, 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2005; chap. 4.
- 7) O'conor DJ, Caprioli J. Comparison of methods to detect glaucomatous damage. Ophthalmology 1993;100:1498-503.
- 8) Greenfield D, Knighton R, Feuer WJ, et al. Correction for corneal polarization axis improves discriminating power of scanning lasers polarimetry. Am J Ophthalmol 2002;134:27-33.
- 9) Bagga H, Greenfield DS, Feuer W, Knighton RW. Scanning laser polarimetry with variable corneal compensation and optical coherence tomography in normal and eyes. Am J Ophthalmol 2003;135:521-9.
- 10) Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, et al. Comparison of scanning laser polarimetry using variable corneal compensation and retinal nerve fiber layer photography for detection of glaucoma. Arch Ophthalmol 2004;122:698-704.
- 11) Sebi M, Ume S, Greenfield DS. Scanning laser polarimetry with enhanced corneal compensation and optical coherence tomography in normal and eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci 2007;48:2099-104.
- 12) Funaki S, Shirakashi M, Yaeoda K, et al. Specificity and sensitivity of glaucoma detection in the Japanese population using scanning laser polarimetry. Br J Ophthalmol 2002;86:70-4.
- 13) Reus NJ, Lemij HG. Scanning laser polarimetry of the retinal nerve fiber layer perimetrically unaffected eyes of glaucoma patients. Ophthalmology 2004;111:2199-203.
- 14) Poitsoosawmy D, Fontana L, Wu JX, et al. Variation of nerve fiber layer measurements with age and ethnicity by scanning laser polarimetry. Br J Ophthalmol 1997;81:350-4.
- 15) Kitazawa Y, Aoki S, Suzuki M, Nishioka K. Untreated ocular hypertension: a long-term prospective study. Arch Ophthalmol 1977;95:1180-4.
- 16) Iacono P, Da Pozzo S, Fuser M, et al. Intersession reproducibility of retinal nerve fiber layer thickness measurement by GDx-VCC in healthy and glaucomatous eyes. Ophthalmology 2006;220:266-71.
- 17) Reus NJ, Lemij HG. Diagnostic accuracy of the GDx-VCC for glaucoma. Ophthalmology 2004;111:1860-5.
- 18) Da Pozzo S, Fuser M, Vattovani O, et al. GDx-VCC performance in discriminating normal from glaucomatous eyes with early visual field loss. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2006;244:689-95.
- 19) Cho HS, Seong MC, Kook MS. Scanning laser polarimetry using variable corneal compensation in detection of localized visual field defects. Ophthalmology 2005;112:1970-8.
- 20) Boehm MD, Nedrud C, Greenfield DS, Chen PP. Scanning laser polarimetry and of progression after optic disc hemorrhage in patients with glaucoma. Arch Ophthalmol 2003;121:189-94.
- 21) Bowd C, Zangwill LM, Weinreb RN. Association between scanning laser polarimetry measurement using variable corneal polarization compensation and visual field sensitivity in glaucomatous eyes. Arch Ophthalmol 2003;121:961-6.
- 22) Lee SY, Ha DW, Kook MS. Ability of scanning laser polarimetry (GDx) to discriminate among early glaucomatous, ocular hypertensive and normal eyes in the Korean population. Korean J Ophthalmol 2004;18:1-8.
- 23) Mohammadi K, Bowd C, Weinreb RN, et al. Retinal nerve fiber layer thickness measurements with scanning laser polarimetry predict glaucomatous visual field loss. Am J Ophthalmol 2004;138:592-601.
- 24) Essock EA, Gunvant P, Zheung Y, et al. Predicting visual field loss in ocular hypertensive patients using Wavelet-Fourier analysis of GDx scanning laser polarimetry. Optom Vis Sci 2007;84:380-6.
- 25) Essock EA, Zheung Y, Gunvant P. Analysis of GDx-VCC polarimetry data by Wavelet-Fourier analysis across glaucoma stage. Invest Ophthalmol Vis Sci 2005;46:2838-47.

=ABSTRACT=

Longitudinal Analysis of Retinal Nerve Fiber Layer Thickness With GDx-VCC in Glaucoma Suspect

Wool Suh, MD, Roo-Min Jun, MD, Kyu-Ryong Choi, MD

The Institute of Ophthalmology and Optometry, Department of Ophthalmology, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Purpose: The changes of retinal nerve fiber layer thickness with GDx-VCC were analyzed to assess the use of this instrument for longitudinal follow-up of retinal nerve fiber layers.

Methods: From July 2004 to July 2007, patients suspected of glaucoma were measured with GDx-VCC at baseline and measurements were repeated at a minimum interval of 12 months. The medical records of 150 patients were reviewed and 42 patients that showed glaucomatous visual field progression in 36 months were classified into a "progression group" and 108 patients with no visual field loss were classified into a "nonprogression group".

Results: In the nonprogression group, the temporal superior-nasal-inferior-temporal (TSNIT) average and the inferior average showed statistically significant changes for the follow up periods. However, in the progression group, there were no parameters with significant changes even though glaucomatous visual field loss was found. The visual field progressed at a rate of 0.1dB/year in the progression group but the relationship between MD, PSD and GDx-VCC parameters could not be established.

Conclusions: GDx-VCC may not be sufficient for longitudinal assessment of the RNFL, especially during the early glaucomatous visual field changes. The progression of glaucoma only with GDx-VCC should be cautiously evaluated, and confirmation with the visual field which elucidates early glaucomatous changes is necessary. Further study is needed before GDx-VCC can be recommended as the instrument for longitudinal assessment.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(2):235-241

Key Words: GDx-VCC, Glaucoma suspect, Visual field

Address reprint requests to **Kyu-Ryong Choi, MD**

Department of ophthalmology, College of Medicine, Ewha Womans University

#911-1 Mokdong, Yangcheon-gu, Seoul 158-710, Korea

Tel: 82-2-2650-5031, Fax: 82-2-2654-4334, E-mail: ckrey02@mm.ewha.ac.kr