

시신경유두직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비를 이용한 시신경유두 크기 평가의 예측력

유현규 · 안재홍 · 이마빈

아주대학교 의과대학 안과학교실

목적: 시신경유두직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비(disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio; DF/DD ratio)의 큰 시신경 유두와 작은 시신경유두 구별에 대한 유용성을 알아보았다.

대상과 방법: 정상 및 녹내장 300안을 대상으로 입체 시신경유두 사진을 이용하여 DF/DD ratio를 구하고, 시신경유두 크기에 대한 추정 능력 판정을 위해 Area under the receiver operating characteristics curves (AUCs)와 민감도 및 특이도를 분석했다.

결과: DF/DD ratio를 이용하여 예측한 AUCs는 큰 시신경유두의 경우 0.942, 작은 시신경유두의 경우 0.947이었다. DF/DD ratio 2.0을 기준으로 하였을 때 각각의 진단에 있어 100%의 민감도를 가지나 큰 시신경유두는 70.2%, 작은 시신경유두는 40.9%의 특이도를 보였다.

결론: DF/DD ratio는 큰 시신경유두와 작은 시신경유두의 구별에 유용하며 DF/DD ratio 2.0을 기준으로 설정하면 100%의 민감도를 보였으나 중간 크기의 시신경유두가 작은 시신경유두로 분류될 확률이 높았다.

(대한안과학회지 2013;54(6):913-918)

녹내장은 특징적인 시신경과 망막신경섬유층의 손상 및 시야 결손을 초래하는 진행성 질환이다. 녹내장의 손상은 비가역적이므로 이와 관련된 여러 변화를 조기에 진단하여 질환의 진행을 억제하는 치료를 시작하는 것이 필요하다. 작은 시신경유두에서는 낮은 시신경 유두함몰비에서도 녹내장성 시야결손이 존재할 수 있으며 큰 시신경유두에서는 높은 시신경 유두함몰비를 보임에도 시야검사에서는 녹내장성 시야결손이 없을 수 있으므로 녹내장의 진단을 위한 시신경유두 분석에 있어 시신경유두의 크기를 평가하는 것은 매우 중요하다.¹ 유두주위 망막신경섬유층 두께를 분석할 때에도 시신경유두의 크기를 아는 것이 중요한데, 정상안과 고안압증 환자군 녹내장의증 환자군을 대상으로 한 연구에서 시신경유두의 크기가 클수록 Stratus optical coherence tomography (OCT)로 측정된 망막신경섬유층의 두께가 더 두껍다는 결과가 보고된 바 있으며, 이는 시신경유두에 가까울수록 망막신경섬유층이 두껍기 때문에 시신

경 유두가 커질수록 3.4 mm의 직경을 가지는 OCT의 측정 직경과 시신경유두 사이의 거리가 가까워 지기 때문이다.^{2,3} 또한 지금까지의 연구 결과에 의하면 Heidelberg Retinal Tomography (HRT), Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy (CSLO), Scanning Laser Polarimetry (GDx) 등의 녹내장의 진단 및 진행을 판정하기 위한 영상 장비의 진단 능력이 시신경유두의 크기에 따라 다르게 나타나는 것으로 알려졌다.⁴⁻⁸ 시신경유두의 크기를 측정하기 위한 방법으로 그 동안 planimetry나 CSLO, OCT 등이 이용되어 왔지만 이는 추가적인 검사장비와 검사 시간이 필요하다. 외래에서 세극등을 이용해 시신경유두와 황반부를 관찰하면서 시신경유두의 크기를 추정하기 위한 간단한 방법으로 시신경유두로부터 황반오목까지의 거리가 시신경유두 직경의 몇 배인지를 세극등을 통해 측정하여 대략적인 시신경유두의 크기를 예측하는 것이 경험적으로 이용되고 있으며 실제로 시신경형성부전 등을 진단함에 있어 도움이 된다는 보고가 있었다.^{9,10} 하지만 실제 이와 같은 측정 방법과 실제 시신경유두의 크기 사이의 연관성을 분석한 연구는 많지 않았다.¹¹

따라서 본 연구에서는 입체 시신경유두 사진을 이용하여 무작위로 선별한 대상안의 유두연으로부터 황반오목까지의 거리와 시신경유두 직경을 측정하였고, 두 측정치의 비와 시신경유두 면적 사이의 상관관계를 알아 보았으며, 두 측정치의 비의 시신경유두 크기 추정 능력을 알아보기 위하여 민감도와 특이도를 비교하여 보았다. 이를 통해 시신경유두

■ Received: 2012. 11. 10. ■ Revised: 2012. 12. 14.

■ Accepted: 2013. 4. 6.

■ Address reprint requests to **Mar Vin Lee, MD**
Department of Ophthalmology, Ajou University Hospital,
#164 Worldcup-ro, Yeongtong-gu, Suwon 443-380, Korea
Tel: 82-31-219-5260, Fax: 82-31-219-5259
E-mail: mvdevil@daum.net

* 이 논문의 요지는 2012년 대한안과학회 제108회 학술대회에서 포스터로 발표되었음.

직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비(disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio; DF/DD ratio)가 큰 시신경유두와 작은 시신경유두를 구별하는 데 유용한 지를 알아보려고 하였다.

대상과 방법

본원 안과 외래를 방문하여 입체 시신경유두 사진 촬영을 시행한 환자를 무작위로 선별하여 그 중 녹내장을 제외한 시력에 영향을 줄 수 있는 다른 안과 및 신경계 질환이 없으며 백내장 및 녹내장을 포함한 안과수술을 시행한 적이 없는 300안(300명)에 대해서 후향적으로 의무기록을 조사하였다. 각 대상에 대하여 디지털 망막 사진기 AFC-210 (Nidek Inc., Fremont, CA, USA)을 이용하여 입체 시신경유두 사진 촬영을 시행하고 semi-automated planimetry (NAVIS-Lite, software version 3.1.2.0; Nidek Inc., Fremont, CA, USA)를 이용하여 유두연-황반오목사이 거리, 시신경유두 직경, 시신경유두 및 함몰 면적, 시신경유두 함몰비 등을 측정하였다. Disc damage likelihood scale (DDLS)에서 제시되었던 기준에 따라 시신경유두 평균직경이 1.5 mm 미만일 경우 작은 시신경유두, 2.0 mm 초과일 경우 큰 시신경유두, 그리고 1.5 mm에서 2.0 mm 사이일 경우 중간 크기 시신경유두로 정의하였다.¹² 시신경유두연-황반오목 사이의 거리는 시신경유두의 중심에서 황반오목까지 연결한 직선에 접하는 유두연까지의 거리로 정의하였고, 시신경유두 직경은 수평직경, 수직직경, 그리고 수평과 수직의 평균직경을 측정하였다. 상기 과정을 통해 얻어진 자료를 바탕으로 DF/DD ratio를 구하고, 유두직경 1.5 mm 미만의 작은 시신경유두 2.0 mm 초과인 큰 시신경유두 각 군의 DF/DD ratio의 2 standard deviation (SD)에 해당하는 경계 값을 이용하여 큰 시신경유두와 작은 시신경유두를 구분할 수 있는 DF/DD ratio를 정하였다. 또한 실제 임상에서는 DF/DD ratio를 planimetry에서 측정할 때와 같이 2.12배, 1.41배와 같이 정밀하게 정하는 것이 쉽지 않

며 보통 1.5배, 2배, 2.5배 정도까지의 판단만 가능하므로 DF/DD ratio에 대해 그 배수범위에 따라 1.75 미만(1.5배군), 1.75 이상 2.25 미만(2.0배군), 2.25 이상 2.75 미만(2.5배군), 2.75 이상(3.0배군)을 기준으로 하여 4개의 군으로 대상을 분류하고, 이 기준으로 평가된 지표를 round up scale of DF/DD ratio (R-DF/DD ratio)로 정의하였다. R-DF/DD ratio를 기준으로 분류된 각 군 별 시신경유두의 수평, 수직, 평균직경과 면적을 분석하였으며, 각 지표별 시신경유두 크기 추정 능력에 대한 민감도와 특이도를 구하고 시신경유두 크기 추정 능력을 Area under the receiver operating characteristics curves (AUCs)를 이용해 분석하였다

통계학적 분석은 SPSS software version 17.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, 각각의 통계분석 결과, *p*값이 0.05 미만인 경우를 유의한 것으로 해석하였다.

결 과

무작위로 선별한 정상안, 개방각녹내장안, 폐쇄각녹내장안이 모두 포함되어있는 300안이 분석에 포함되었으며 전체환자의 평균 시신경유두 직경은 1.764 ± 0.221 mm였으며 평균 시신경유두 넓이는 2.463 ± 0.697 mm²였다. 작은 시신경유두에 해당하는 대상은 28안, 중간 크기 시신경유두는 229안, 큰 시신경유두는 43안이었다. 또한 측정된 R-DF/DD ratio의 배수범위에 따라 4개의 군으로 분류한 결과, 1.5배군에 해당하는 대상은 29안, 2.0배군은 162안, 2.5배군은 97안, 3.0배군은 12안이 포함되었고, 각 군에 포함된 대상안의 실제 크기를 이용해 작은, 큰 그리고 중간 크기 시신경유두로 분류하였을 때 각 군의 구성은 Table 1에서 보여진 바와 같았다. 전체 대상안에서 시신경유두 크기 판정의 기준으로 설정한 시신경유두 평균직경(DD)과 시신경유두-황반부 사이의 거리 사이(DF)의 상관관계는 상관계수 -0.084 ($p=0.149$)로 유의한 상관관계가 없었다.

작은 시신경유두 28안의 DF/DD ratio의 평균과 표준편

Table 1. Distribution of patients

Disc size	Round up scale of disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio				Total
	1.50 Group [*]	2.00 Group [†]	2.50 Group [‡]	3.00 Group [§]	
Small disc	0	1	16	11	28
Medium disc [#]	9	138	81	1	229
Large disc ^{**}	20	23	0	0	43
Total	29	162	97	12	300

^{*}DF/DD ratio less than 1.75; [†]DF/DD ratio equal to or greater than 1.75, and less than 2.25; [‡]DF/DD ratio equal to or greater than 2.25, and less than 2.75; [§]DF/DD ratio equal to or greater than 2.75; ^{||}Mean disc diameter shorter than 1.5 mm; [#]Mean disc diameter between 1.5 and 2.0 mm; ^{**}Mean disc diameter longer than 2.0 mm.

Table 2. Sensitivity and specificity of the DF/DD ratio and R-DF/DD ratio scales for diagnosing small and large disc

Parameter	Scale	Small disc*		Large disc†	
		Sensitivity (%)	Specificity (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)
DF/DD ratio	2.0	100	40.9	100	70.2
R-DF/DD ratio	1.5	100	0.0	71.4	96.7
	2.0	100	10.9	100	39.7
	2.5	97.7	73.9	100	4.4
	3.0	4.3	99.6	100	0.0

DF/DD ratio = disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio; R-DF/DD ratio = round up scale of disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio.
*Mean disc diameter shorter than 1.5 mm; †Mean disc diameter longer than 2.0 mm.

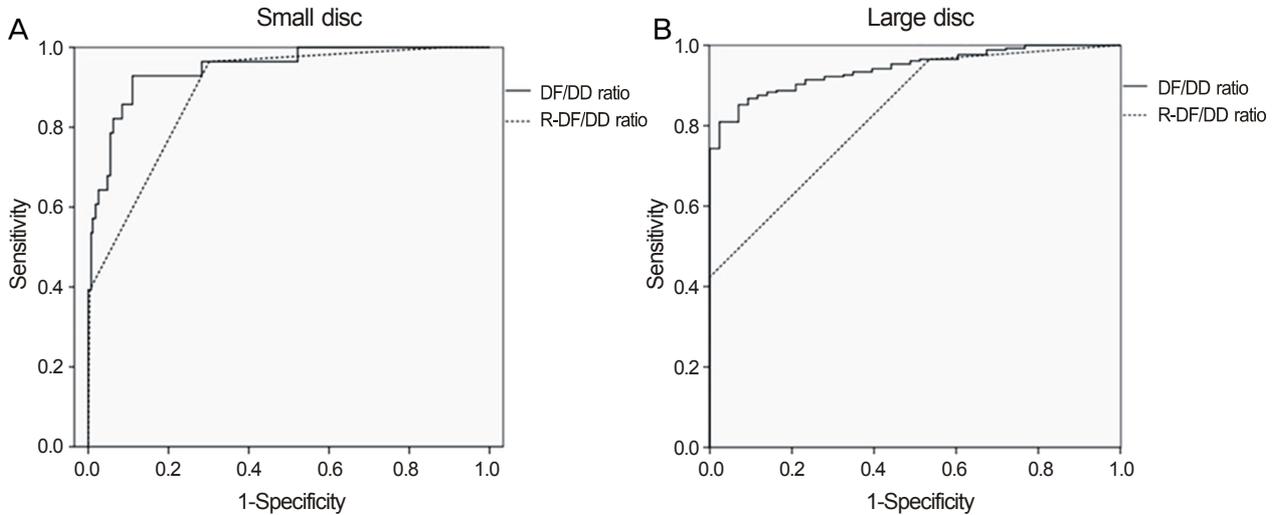


Figure 1. Receiver operating characteristic (ROC) curve of the DF/DD ratio and R-DF/DD ratio for detection of small disc (A) and large disc (B). DF/DD ratio = disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio; R-DF/DD ratio = round up scale of disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio.

Table 3. Comparison of disc diameter and disc area between R-DF/DD ratio groups

	1.50 Group* (n = 29)	2.00 Group† (n = 162)	2.50 Group‡ (n = 97)	3.00 Group§ (n = 12)
VDD (mm)	2.18 ± 0.27	1.94 ± 0.19	1.69 ± 0.14	1.58 ± 0.07
HDD (mm)	2.03 ± 0.14	1.73 ± 0.14	1.48 ± 0.11	1.21 ± 0.12
DD (mm)	2.10 ± 0.18	1.84 ± 0.15	1.58 ± 0.09	1.39 ± 0.07
DA (mm ²)	3.39 ± 0.52	2.66 ± 0.44	1.98 ± 0.24	1.47 ± 0.16

Value are presented as mean ± SD.

R-DF/DD ratio = round up scale of disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio; VDD = vertical disc diameter; HDD = horizontal disc diameter; DD = disc diameter; DA = disc area.

*DF/DD ratio less than 1.75; †DF/DD ratio equal to or greater than 1.75, and less than 2.25; ‡DF/DD ratio equal to or greater than 2.25, and less than 2.75; §DF/DD ratio equal to or greater than 2.75.

차는 2.70 ± 0.27 이었으며 큰 시신경유두 43안의 DF/DD ratio는 1.74 ± 0.15 로서 각각의 DF/DD ratio의 2SD를 기준으로 하여 작은 시신경유두 DF/DD ratio의 하한치와 큰 시신경유두 DF/DD ratio의 상한치를 대략적으로 2.0으로 설정해 볼 수 있었다. 큰 시신경유두의 진단기준을 DF/DD ratio 2.0 이하로 하였을 때 민감도 100%, 특이도 70.2%였으며 작은 시신경유두의 진단기준을 DF/DD ratio 2.0 초과로 하였을 경우 민감도 100%, 특이도 40.9%로서 작은 시신경유두와 큰 시신경유두는 확실히 구분이 가능하였으나

중간크기 시신경유두가 작은 시신경유두로 분류될 확률이 큰 시신경유두로 분류될 확률보다 높았다(Table 2). DF/DD ratio의 AUCs는 작은 시신경유두의 경우 0.947, 큰 시신경유두의 경우 0.942였으며 R-DF/DD ratio의 AUCs는 작은 시신경유두와 큰 시신경유두에서 각각 0.891, 0.828로 나타났다(Fig. 1). R-DF/DD ratio를 사용하여 분류한 4개의 군에서의 평균 시신경유두 직경과 면적을 분석한 결과, 1.5배군 시신경유두의 평균직경(DD)은 2.10 ± 0.18 mm, 면적(DA)은 3.39 ± 0.52 mm²였고, 2.0배군은 시신경유두의

평균직경은 1.84 ± 0.15 mm, 면적 2.66 ± 0.44 mm²였으며, 2.5배군 시신경유두의 평균직경은 1.58 ± 0.09 mm, 면적은 1.98 ± 0.24 mm²였고, 3.0배군의 평균직경은 1.39 ± 0.07 mm, 면적은 1.47 ± 0.16 mm²였다(Table 3). 또한 R-DF/DD ratio의 각 기준치 중 1.5배를 기준으로 하였을 때 민감도 71.4%, 특이도 96.7%로 상대적으로 높은 진단 능력을 보였으며, 작은 시신경유두의 경우 DF/DD ratio 2.5 배를 기준으로 하였을 때 민감도 97.7%, 특이도 73.9%로 가장 높은 진단 능력을 보였다(Table 2).

고 찰

시신경유두의 경우 개인에 따라 형태의 차가 큰 것으로 알려졌는데 시신경유두의 크기와 녹내장의 발생이나 녹내장 진단 검사의 정확도 사이의 연관성에 대해 다양한 연구 결과들이 제시되고 있다. 시신경유두의 크기와 녹내장성 시신경 손상의 민감성에 대해서는 Tuulonen and Airaksinen⁹은 정상안압녹내장 환자군에서 고안압녹내장군에 비해 시신경유두의 크기가 컸다고 보고하였고, Quigley et al¹⁰은 백인보다 흑인의 시신경유두의 크기가 더 큰 것이 흑인에서 녹내장 발생이 더 많은 원인 중 하나일 수 있다고 주장하였다. 반대로 Jonas et al¹¹은 정상안과 원발개방각녹내장 환자를 대상으로 진행한 연구에서 시신경유두의 크기와 녹내장성 손상의 민감성 사이에 관련성이 없다는 결과를 보고한 바 있다. 시신경유두의 크기와 녹내장 진단 검사의 정확도에 대해서 또한 다양한 연구 결과가 보고된 바 있는데, Oddone et al¹³은 HRT 3를 이용하여 녹내장 가능성 평가 점수(glaucoma probability score)를 측정된 결과 작은 시신경유두에서 민감도가 떨어지고 큰 시신경유두에서 특이도가 떨어졌다고 발표하였고, Medeiros et al⁶은 GDx-VCC, HRT 2, Stratus OCT와 같은 녹내장 진단을 위한 영상 검사 장비의 진단능력을 분석한 결과 시신경유두의 크기가 작을수록 민감도가 좋아지고 크기가 클수록 민감도가 떨어졌다는 결과를 보고한 바 있다. 따라서 안저 검사시 시신경유두의 크기를 고려하는 것이 환자의 녹내장 발생 가능성 및 녹내장 진단 검사 결과 해석의 오류를 줄이는 데 도움이 될 것이다. 그러나 안저 촬영을 이용한 일반 안 검진이나 외래를 방문한 환자의 초진시 진료 방침과 검사 계획을 수립하는데 있어 위에 나열한 정밀검사 수행 이전에 대략적인 시신경유두의 크기를 아는 것이 중요한데, 저자들은 세극등만으로 대략적인 시신경유두의 크기의 측정을 위해 이용하고 있는 시신경유두직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비를 이용한 시신경유두 크기의 예측이 실제의 시신경유두 크기를 얼마나 정확하게 반영할 수 있는지 알아보았다.

Mok and Lee¹⁴는 정상군, 생리적 거대 시신경유두군, 녹내장군 환자를 대상으로 진행한 연구에서 세 군 간의 시신경유두와 황반부 사이 거리의 의미 있는 차이가 없었고, 거대 시신경유두군에서 정상안에 비해 유두연-황반부 거리에 대한 시신경유두직경의 비(Disc-to-macula distance to disc-diameter ratio, DM:DD ratio)가 작게 측정되었고 보고한 바 있다. 이 연구에서는 본 연구와 유사하게 안저사진을 촬영한 후 planimetry를 이용하여 시신경유두의 중심으로부터 황반부까지의 거리(Disc-to-macula distance, DM)를 측정하였다. 하지만 시신경유두 평균직경과 유두연-황반오목거리를 측정하여 분석한 본 연구와는 달리, 이 연구에서는 측정된 거리(DM)를 시신경 유두연을 기준으로 하여 유두중심에서 유두연까지를 a, 유두연에서 황반부까지를 b로 나눈 뒤, a의 2배값을 시신경유두 직경으로 정의하였다. 이러한 방법은 타원형 또는 경사 유두와 같이 비대칭적인 모양의 시신경유두의 직경을 정확하게 반영하기 어려운 것으로 생각하여 본 연구에서는 수평 및 수직직경을 모두 측정한 뒤 그 평균값을 이용하여 분석하였다. 또한 Mok and Lee¹⁴의 연구는 작은 시신경유두에 대한 분석은 이루어지지 않았으며 시신경유두의 크기 추정에 대한 기준치를 제시하지 않았다는 점 등에서 본 연구와 차이점을 보이며 대상환자의 수가 본 연구에서 더 많았다. 뿐만 아니라 시신경유두직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비를 이용하여 시신경유두 크기를 추정한 이전의 논문들에서도 그 유용성이 보고된 바는 있으나 각각 거대 시신경유두나 시신경 형성부전의 진단에 국한된 연구였으며 많은 수의 정상안과 녹내장안이 모두 포함된 연구가 아니었다.^{15,16} 본 연구에서는 정상군과 녹내장군이 포함된 대상군에서 시신경유두의 평균직경에 따른 유두연-황반오목거리 사이 거리의 의미있는 상관관계가 없었고, 이에 따라 시신경유두의 평균직경이 길어질수록 시신경유두직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비가 작아지는 양상을 보였는데 이는 Mok and Lee¹⁴의 연구와 유사한 결과였다. 본 연구에서는 큰 시신경유두와 작은 시신경유두를 판별하는데 있어 의미 있는 진단 능력을 갖는 단일 cut-off 수치를 얻기 위한 분석을 시행하였다. 시신경유두-황반부 사이 거리 대 시신경유두 평균직경의 비 2.0을 기준으로 분석하였을 때, 큰 시신경유두의 경우 민감도 100%, 특이도 70.2%, 작은 시신경유두의 경우 민감도 100%, 특이도 40.9%를 보였다. 특이도가 낮아 적합한 분류 기준이 아니라고 생각될 수도 있지만 2.0을 기준으로 한 분석에서 2.0 이하는 큰 시신경유두를 민감도 100%로 판별할 수 있을 뿐 아니라 작은 시신경유두가 큰 시신경유두로 잘못 분류되는 일은 없었으며 2.0 초과로 판별한 작은 시신경유두 또한 100% 민감도로

판별하며 큰 시신경유두가 작은 시신경유두로 잘못 분류된 결과는 찾을 수 없었다. 다만 이와 같은 단일 기준을 사용할 경우 중간크기 시신경유두가 작은 시신경유두로 판정될 확률이 높은 것으로 나타났으므로 실제 임상에서 판단할 때는 유두연-황반오목거리가 시신경유두 직경의 두 배보다 작을 경우 큰 시신경 유두로, 클 경우 작은 시신경 유두라고 판단할 때 중간크기 시신경유두도 포함될 수 있다는 것을 고려해야 할 것으로 생각한다. 일반적인 진료 환경에서 검사자의 눈만으로 시신경유두직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비를 정확히 계산하는 것은 불가능하기 때문에 본 연구에서는 그 배수의 범위에 따라 0.5 단위로 반올림하여 4개의 군으로 분류하였다. 각 군에서의 평균 시신경유두 직경과 면적을 분석한 결과, 그 배수가 커질수록 시신경유두의 평균직경과 면적의 평균값이 작아지는 결과를 확인할 수 있었다. 큰 시신경유두와 작은 시신경유두의 판단을 위한 변별력을 AUCs로 살펴보았을 때 R-DF/DD ratio의 AUCs는 큰 시신경유두와 작은 시신경유두에서 각각 0.828, 0.891로 DF/DD ratio에 비해 다소 떨어지는 변별력을 보였다. 그러나 민감도와 특이도를 고려하였을 때 큰 시신경유두를 판별하기 위해서는 R-DF/DD ratio 1.5를 기준으로 하는 것이 민감도 71.4%, 특이도 96.7%로 가장 적절하다고 판단되며 작은 시신경유두의 경우 DF/DD ratio 2.5 배를 기준으로 하였을 때 민감도 97.7%, 특이도 73.9%로 가장 적절한 것으로 보인다.

본 연구의 의의는 기존의 연구에 비해 비교적 많은 수의 대상안(300명 300안)을 무작위로 선별하여 분석한 결과라는 점을 들 수 있다. 거대 시신경유두나 시신경 형성부전 등에 국한된 이전의 연구와는 달리, 녹내장 진단 여부 등과 관계없이 무작위로 선별한 대상이었다는 점에서 일반적인 외래 환경에서 맞닥뜨릴 수 있는 다양한 일반 환자군을 반영할 수 있는 결과로 생각한다. 또한 간편하게 시신경유두의 크기를 추정할 수 있는 기존의 방법이 실제 시신경유두의 크기를 판정하는데 어느 정도의 민감도와 특이도를 보이는지를 제시하였고, 그 판별 능력을 계량화 하여 보여주었다는 점에서 의미가 있다고 할 수 있다. 본 연구가 갖는 한계점으로는 대상안의 굴절이상을 따로 보정하지 않은 것인데, 이로 인해 발생할 수 있는 안저 영상의 확대 혹은 축소로 인한 측정상의 오류가 생길 수 있다는 점이다. 그러나 본 연구에서 사용한 안저 촬영 분석 프로그램은 굴절이상에 대한 자체적인 보정 알고리즘을 가지고 있어 추가적인 보정이 큰 의미가 없을 뿐 아니라 본 연구는 정확한 수치 산출이 아닌 측정치 간의 비율을 이용하여 실제 진료 환경에서 간편하게 시신경유두 크기 추정에 사용할 수 있는 기준을 알아보는 것을 목적으로 하였기 때문에 이러한 문제

가 결과에 미치는 영향은 적었을 것으로 생각한다. 결론적으로 외래 진료 환경에서 시신경유두-황반부 사이의 거리대 시신경유두 직경의 비를 구하는 것은 시신경유두의 크기를 추정하는데 있어 간편하고 유용하게 사용될 수 있으며 대략적으로 유두연-황반오목거리가 시신경유두 직경의 1.5배보다 작으면 큰 시신경, 2.5배보다 크면 작은 시신경유두로 구분하는 것이 유용할 것으로 생각한다. 그러나 입체 시신경유두 사진을 통해 시신경유두직경에 대한 유두연-황반오목거리의 비를 계산한 본 연구에서와 달리 실제 임상에서는 일반 검사자의 주관적인 요소가 완전히 배제될 수 없기 때문에 향후 검사의 재현성이나 검사자 간의 일치도에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 생각한다.

REFERENCES

- 1) Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol* 1999;43:293-320.
- 2) Savini G, Zanini M, Carelli V, et al. Correlation between retinal nerve fibre layer thickness and optic nerve head size: an optical coherence tomography study. *Br J Ophthalmol* 2005;89:489-92.
- 3) Kaushik S, Pandav SS, Ichhpujani P, Gupta A. Correlation of frequency-doubling perimetry with retinal nerve fiber layer thickness and optic disc size in ocular hypertensives and glaucoma suspects. *J Glaucoma* 2011;20:366-70.
- 4) Iester M, Mikelberg FS, Drance SM. The effect of optic disc size on diagnostic precision with the Heidelberg retina tomograph. *Ophthalmology* 1997;104:545-8.
- 5) Bathija R, Zangwill L, Berry CC, et al. Detection of early glaucomatous structural damage with confocal scanning laser tomography. *J Glaucoma* 1998;7:121-7.
- 6) Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, et al. Influence of disease severity and optic disc size on the diagnostic performance of imaging instruments in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:1008-15.
- 7) Ferreras A, Pajarin AB, Polo V, et al. Diagnostic ability of Heidelberg Retina Tomograph 3 classifications: glaucoma probability score versus Moorfields regression analysis. *Ophthalmology* 2007;114:1981-7.
- 8) Hoesl LM, Mardin CY, Horn FK, et al. Influence of glaucomatous damage and optic disc size on glaucoma detection by scanning laser tomography. *J Glaucoma* 2009;18:385-9.
- 9) Tuulonen A, Airaksinen PJ. Optic disc size in exfoliative, primary open angle, and low-tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1992;110:211-3.
- 10) Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, Drance SM. The size and shape of the optic disc in normal human eyes. *Arch Ophthalmol* 1990;108:51-7.
- 11) Jonas JB, Fernandez MC, Naumann GO. Correlation of the optic disc size to glaucoma susceptibility. *Ophthalmology* 1991;98:675-80.
- 12) Bayer A, Harasymowycz P, Henderer JD, et al. Validity of a new disk grading scale for estimating glaucomatous damage: correlation with visual field damage. *Am J Ophthalmol* 2002;133:758-63.
- 13) Oddone F, Centofanti M, Rossetti L, et al. Exploring the Heidelberg

- Retinal Tomograph 3 diagnostic accuracy across disc sizes and glaucoma stages: a multicenter study. *Ophthalmology* 2008;115:1358-65.
- 14) Mok KH, Lee VW. Disc-to-macula distance to disc-diameter ratio for optic disc size estimation. *J Glaucoma* 2002;11:392-5.
- 15) Alvarez E, Wakakura M, Khan Z, Dutton GN. The disc-macula distance to disc diameter ratio: a new test for confirming optic nerve hypoplasia in young children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1988;25:151-4.
- 16) Wakakura M, Alvarez E. A simple clinical method of assessing patients with optic nerve hypoplasia. The disc-macula distance to disc diameter ratio (DM/DD). *Acta Ophthalmol* 1987;65:612-7.

=ABSTRACT=

The Ability of Disc-to-Fovea Distance to Disc-Diameter Ratio to Estimate Optic Disc Size

Hyun Gyu Yoo, MD, Jae Hong Ahn, MD, PhD, Mar Vin Lee, MD

Department of Ophthalmology, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

Purpose: To investigate the usefulness of the measurement of disc-to-fovea distance to disc-diameter ratio (DF/DD ratio) in detecting large and small discs.

Methods: A total of 300 randomly selected subjects were included in the present study. All patients underwent stereoscopic disc photography and DF/DD ratio, which is the shortest distance between disc margin and fovea divided by mean disc diameter was determined by planimetry. The diagnostic accuracy of DF/DD ratio was evaluated using areas under the receiver operating characteristics curves (AUCs), sensitivity, and specificity.

Results: No significant differences in disc-to-fovea distance were observed among small and large disc groups. The DF/DD ratio was significantly lower in subjects with large discs (1.74 ± 0.27) compared with subjects with small discs (2.70 ± 0.15). AUCs of the DF/DD ratio were 0.942 and 0.947 in detecting large and small discs, respectively. In detecting disc size by a fixed DF/DD ratio of 2.0, sensitivity was 100% for both large and small discs, and specificity was 70.1% and 40.9% for the large and small discs, respectively.

Conclusions: The DF/DD ratio may be a simple and useful clinical aid in detecting large and small discs. The 2.0 fixed DF/DD ratio, showed 100% sensitivity in detecting both large and small discs, although medium discs may be misdiagnosed as small discs more often than as large discs.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(6):913-918

Key Words: Disc diameter, Disc-to-fovea distance, Optic disc size, Stereoscopic disc photography

Address reprint requests to **Mar Vin Lee, MD**
Department of Ophthalmology, Ajou University Hospital
#164 Worldcup-ro, Yeongtong-gu, Suwon 443-380, Korea
Tel: 82-31-219-5260, Fax: 82-31-219-5259, E-mail: mvdevil@daum.net