

거짓비늘증후군의 중심각막두께 및 각막내피세포에 대한 분석

장인범¹ · 백동원² · 김태진¹ · 하효신¹ · 박정현¹

인제대학교 의과대학 서울백병원 안과학교실¹, 인제대학교 의과대학 상계백병원 안과학교실²

목적: 거짓비늘증후군 환자의 중심각막두께 및 각막내피세포에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 백내장 수술 전 검사 또는 녹내장 정밀검사를 받은 환자 중 거짓비늘증후군으로 진단된 44명(59안)을 대상으로 하였으며, 나이와 성별의 차이가 없는 대조군을 설정하여 안압, 중심각막두께, 각막내피세포의 밀도, 각막곡률, 안축장을 비교하였다.

결과: 거짓비늘증후군 환자는 정상대조군보다 높은 안압($p=0.001$)과 얇은 중심각막두께($p=0.003$), 낮은 각막내피세포의 밀도를 나타내었다($p=0.037$). 단순거짓비늘증후군 환자에서는 정상대조군보다 얇은 중심각막두께($p=0.010$)와 낮은 밀도의 각막내피세포($p=0.041$)를 관찰할 수 있었지만 안압은 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.941$). 녹내장병합군은 정상대조군과 차이가 없는 중심각막두께($p=0.060$)와 각막내피세포의 밀도($p=0.171$)를 보였지만 안압이 유의하게 높은 것을 관찰할 수 있었다($p<0.001$).

결론: 거짓비늘증후군, 특히 녹내장이 병합되지 않은 환자군에서 중심각막두께가 다소 얇게 나타나 이들 환자군에서 안압 수치의 분석 및 녹내장의 진단에 주의를 기울여야 할 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2013;54(7):1060-1065〉

거짓비늘증후군은 비정상적인 단백질이 생성되어 수정체, 홍채를 비롯한 눈의 전안부 여러 부위와 피부 및 장기의 결체조직에 축적되는 질환으로 고령에서 많이 발생한다.¹⁻⁴ 특징적으로 수정체 전방과 동공연에서 백색 침착물이 관찰되며, 동공을 확대시킨 후 수정체 전방을 세극등현미경으로 관찰하면 가장자리가 말려 올라간 반투명 원반상의 중앙부와 움직이는 홍채와 일치하는 투명 부위 및 방사선의 선을 가진 주변부의 과립부위가 나타나고 동공 주름의 소실과 각막내피세포의 색소침착 등을 볼 수 있다.^{3,4} Reykjavik Eye Study에 따르면 50세 이상의 유병률은 10.7%이며 80세 이상에서는 40.6%까지 상승한다고 보고되어 있다.⁵ 거짓비늘증후군은 안압의 상승과 녹내장성 시신경 손상을 일으키는 주요 원인으로 알려지고 있고, 거짓비늘증후군을 가진 모든 환자에서 녹내장이 생기는 것은 아니나 이차개방각녹내장의 가장 흔한 원인으로서 이차개

방각녹내장 환자 중 25%의 비율을 차지하고 있으며,^{3,6,7} 거짓비늘증후군 환자의 30-60%가 개방각녹내장으로 진행되는 것으로 보고되고 있다.⁸⁻¹³ 또한 원발개방각녹내장에 비해 안압의 일중변동이 크고 안압 조절이 어려우며 시야결손의 진행속도가 비교적 빨라 더 많은 녹내장 억제와 수술이 필요하다고 알려졌다.¹⁴

정확한 안압의 측정은 녹내장의 진단과 경과관찰에 있어 중요한 기준이며 현재까지는 골드만압평안압계가 가장 정확한 안압 측정 방법으로 알려졌으나,¹⁵ 여러 가지 요소에 의해 안압 측정치가 달라질 수 있다. 중심각막두께는 안압 측정에 영향을 미치는 인자 중 하나로 중심각막두께가 두꺼우면 실제 안압보다 보다 높게, 얇으면 낮게 측정된다.¹⁶⁻¹⁸ 또한 Ocular Hypertension Treatment Study에서 얇은 각막은 고안압증 환자에서 안압 측정의 오류를 초래하여 녹내장 발병에 관여하는 독립적인 위험인자로 보고하였고, Gordon et al¹⁹에 따르면 중심각막두께가 555 μm 이하인 경우 588 μm 이상인 사람들에 비해 녹내장 발병률이 3배 높다고 하였다.

하지만 거짓비늘증후군 환자에서의 중심각막두께와 안압 측정시의 주의점에 대해서는 아직 일관된 보고가 없고,^{15,20-24} 안압측정과 중심각막두께 측정에 영향을 주는 인자인 각막곡률이나 각막내피세포에 관하여 거짓비늘증후군 환자에서 보고된 바가 많지 않다. Hepsen et al²⁰은 대조군에 비해 가파른 각막곡률을 갖는다고 보고한 반면, Ozcura

■ Received: 2012. 9. 22. ■ Revised: 2013. 1. 25.

■ Accepted: 2013. 4. 13.

■ Address reprint requests to Jung Hyun Park, MD
Department of Ophthalmology, Inje University Seoul Paik Hospital, #9 Mareunnae-ro, Jung-gu, Seoul 100-032, Korea
Tel: 82-2-2270-0082, Fax: 82-2-2266-6159
E-mail: hyuny@medimail.co.kr

* This study was presented as a poster at the 108th Annual Meeting of the Korean Ophthalmology Society 2012.

* This study was supported by a Grant of Inje University, 2010.

et al²⁵은 대조군과 유의한 차이가 없다고 하였다. Inoue et al²⁶과 Wali et al²⁷은 거짓비늘증후군에서 각막내피세포를 포함한 전안부에 비정상적 미세침착물이 침착되어 각막내피세포의 밀도와 형태적 변화를 초래한다고 보고하였고, Ozcura et al²⁵은 각막내피세포의 밀도와 형태적 변화로 인해 각막두께의 변화가 보다 쉽게 초래될 수 있음을 보고하였으며, 심지어 비가역적 합병증인 각막기능부전으로 인해 각막이식을 받아야 하는 경우도 보고되고 있다.²⁸

본 연구에서는 거짓비늘증후군환자의 안압, 중심각막두께, 각막내피세포, 각막곡률 및 안축장을 정상대조군과 비교하고, 거짓비늘증후군 중에서도 녹내장이 합병된 군과 그렇지 않은 군을 나누어 분석하여 안압에 영향을 줄 수 있는 요소와 안압의 차이를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2008년 1월 1일부터 2012년 5월 31일까지 본원에서 백내장 수술 전 검사 또는 녹내장 정밀검사를 받은 531명의 환자를 대상으로 후향적으로 의무기록을 분석하였다. 44명의 환자(59안)에서 거짓비늘 증후군을 관찰할 수 있었고, 성별이 같고 연령 차이가 없는(± 1 세) 환자들을 대조군으로 설정하였다. 포도막염의 과거력이 있거나, corneal gut-tata, 원추각막, 콘택트렌즈 사용자, 과거 안과적 수술 또는 레이저 시술을 받은 경우는 제외하였다. 본 연구는 후향적 의무기록 조사로 본원 임상시험 윤리위원회로부터 심사면제 판정을 받았다.

거짓비늘증후군은 산동 상태에서 수정체 전방이나 동공연에서 전형적인 거짓비늘물질이 관찰된 경우에 진단하였다. 녹내장의 진단 기준은 녹내장성 시신경유두 함몰(시신경테 소실과 동반된 망막신경섬유층 결손), 녹내장 이외의 시야 손상을 일으킬만한 다른 질환이 없는 경우, 두 번 이상의 신뢰할만한 시야 검사에서 다음의 세 가지 기준 중 두 가지 이상을 만족하는 경우로 정의하였다[(1) pattern deviation probability map에서 인접한 3개 이상의 점의 역치가 정상의 5% 미만에서 나타나고, (2) glaucoma hemifield test상 outside normal limit인 경우, (3) pattern standard deviation (PSD)에서 정상의 5% 미만으로 편위된 경우].^{6,29}

모든 거짓비늘증후군 환자는 녹내장 유무에 따라 거짓비늘증후군 그룹(24명, 28안)과 녹내장 병합군(20명, 31안)으로 분류하였다. 거짓비늘증후군 대상환자 및 대조군은 모두 각막내피세포계(SP-2000P, Topcon, Tokyo, Japan)를 이용하여 각막내피세포의 밀도를 측정하였고, 각막두께측정기(Dicon P-55, Paradigm Medical Industries Inc., Salt Lake City, UT)로 중심각막두께를, 초음파 A-scan (Aviso,

Quantel Medical, Clermont-Ferrand, France)으로 안축장을, 자동각막곡률계(KR-8800, Topcon, Tokyo, Japan)로 수평 및 수직 평균각막곡률을 측정하였다. 안압은 골드만압평안압계를 이용해 측정하였으며, 녹내장병합군의 안압측정은 안압하강제를 투여하기 전 안압으로 하였다.

거짓비늘증후군 및 녹내장 병합군, 대조군의 비교를 위해 independent *t*-test (SPSS version 18.0 for windows, Statistical Product and Service Solutions Inc., Chicago, IL)를 사용하였으며 *p*-value 0.05 이하인 경우를 통계적으로 유의하다고 하였다.

결 과

거짓비늘증후군이 관찰되는 전체 44명, 59안과 나이와 성별이 일치하는(± 1 세) 44명 59안의 대조군을 대상으로 후향적으로 분석하였다. 15명의 환자가 양안에서 거짓비늘증후군이 관찰되었으며, 29명에서는 단안에서만 관찰되었다. 환자군의 평균 나이는 68.8 ± 8.9 세였고, 당뇨 20명(25안), 고혈압 28명(37안), 당뇨나 고혈압이 없는 환자가 7명(10안)이었다. 거짓비늘증후군이 관찰된 환자군은 녹내장의 병합 유무에 따라 두 군(단순 거짓비늘증후군 환자군과 녹내장 병합군)으로 나누어 분석을 시행하였고, 20명(31안)에서 녹내장 진단기준에 부합하는 소견을 보였다. 대조군은 평균 나이가 68.75 ± 8.95 세였고, 당뇨 및 고혈압의 빈도는 환자군과 차이가 없었다(Table 1).

세 군의 안압, 중심각막두께, 각막내피세포의 밀도, 각막곡률 및 안축장을 비교하였다(Table 2). 전체 거짓비늘증후군 환자는 정상대조군보다 높은 안압($p=0.001$)과 얇은 중심각막두께($p=0.003$), 낮은 밀도의 각막내피세포를 나타내었다($p=0.037$). 거짓비늘증후군 환자를 단순 거짓비늘증후군 환자와 녹내장병합군으로 분류하여 비교한 결과,

Table 1. Demographic and general medical conditions of the patients and controls

	Total pseudoexfoliation	Control
Age (year)	68.75 ± 8.85	68.75 ± 8.95
Range	48-84	47-85
Sex		
Male	22	22
Female	22	22
Systemic disorder*		
DM	20 (25)	20 (25)
HTN	28 (37)	28 (37)
None	7 (10)	7 (10)

Values are presented as mean \pm SD.

DM = diabetes mellitus; HTN = hypertension.

*Persons (eyes).

Table 2. Central corneal thickness, intraocular pressure, corneal endothelial cell density, corneal curvature, axial length values in Control and Study Eyes

	Control (n = 59)	Total pseudoxfoliation (n = 59)	p-value	Pseudoxfoliation syndrome (n = 28)	p-value	Pseudoxfoliative glaucoma (n = 31)	p-value
CCT (μm)	548 ± 25.29	533.34 ± 27.84	0.003*	521.00 ± 35.74	0.010*	538.42 ± 17.06	0.060
ENDO (/mm ²)	2660.80 ± 339.73	2513.02 ± 417.78	0.037*	2505.36 ± 298.51	0.041*	2519.94 ± 507.09	0.171
IOP (mm Hg)	13.80 ± 3.50	16.73 ± 4.85	0.001*	13.87 ± 3.35	0.941	19.00 ± 4.68	<0.001*
CC (D)							
K horizontal	44.32 ± 1.59	44.20 ± 1.18	0.647	44.31 ± 1.26	0.968	44.11 ± 1.12	0.463
K vertical	44.47 ± 1.84	44.11 ± 1.44	0.236	44.30 ± 1.71	0.676	43.94 ± 1.14	0.095
AL (mm)	23.43 ± 1.18	23.33 ± 1.27	0.646	23.14 ± 1.02	0.250	23.49 ± 1.46	0.842

Values are presented as mean ± SD.

CCT = central corneal thickness; IOP = intraocular pressure; ENDO = corneal endothelial cell density; CC = corneal curvature; D = diopter; AL = axial length.

*Comparison with control eyes by independent *t*-test, *p* < 0.05.

단순거짓비늘증후군 환자에서는 정상대조군보다 얇은 중심각막두께($p=0.010$)와 낮은 밀도의 각막내피세포($p=0.041$)를 관찰할 수 있었지만 안압에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.941$). 녹내장병합군은 정상대조군과 차이가 없는 중심각막두께($p=0.060$)와 각막내피세포의 밀도($p=0.171$)를 보였지만 안압 측정치에서는 유의하게 높은 것을 관찰할 수 있었다($p<0.001$).

수평 및 수직 각막곡률, 안축장에 대해 전체 거짓비늘증후군 환자, 단순거짓비늘증후군 환자군 및 녹내장병합군을 각각 정상대조군과 비교한 결과 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

고 찰

거짓비늘증후군은 지역에 따른 발병률의 차이가 크며 환경적 영향과 유전적 요인, 햇빛에의 노출, 식이, 홍채색 등 다양한 원인에 의한 것으로 생각한다.⁴ 인종적 요소도 관련이 있어 북유럽인, 영국인, 독일인에서 많이 나타나며 주로 여자에서 많이 발생하나 녹내장의 빈도는 남자에서 많은 것으로 알려졌다.^{30,31} 전체적으로는 약 40%의 환자에서 녹내장이 발생한다고 보고되어 있으며,³ Slagssvold³²는 처음 검사에 녹내장이 없었던 환자의 1/3에서 평균 1.5년 후 녹내장이 발생하였다고 보고하였다. 국내 보고에 따르면 Choi and Park¹은 거짓비늘증후군으로 진단받은 전체 눈 중 71%에서 진단 당시 녹내장이 동반되어 있었거나 경과 관찰 중에 녹내장이 발생하였다고 보고하였으며, Seo et al⁶은 녹내장 유병률이 54.17%로 고안압증을 포함하면 60.42%를 보여 외국의 보고보다는 높은 유병률을 보인다고 하였다. 본 연구에서도 거짓비늘 증후군 59안 중 31안(52.5%)에서 녹내장이 병합되어 있어, 기존의 국내 연구와 비슷한

결과를 보였다.

녹내장에서의 안압 하강은 유일하게 입증된 치료이며, 1 mmHg의 안압 하강은 약 10%의 시야결손의 진행을 막을 수 있기에 정확한 안압 측정은 녹내장의 진단 및 치료에 있어 매우 중요하다.³³ 골드만압평안압계가 현재까지 가장 정확한 안압 측정 방법으로 여겨지고 있으나 중심각막두께, 각막의 구조 또는 곡률에 영향을 받아 안압 측정의 오차가 생길 수 있다.¹⁵ Copt et al³⁴은 원발성개방각녹내장 환자 중 중심각막두께가 얇은 경우 정상안압녹내장으로, 정상인 중심각막두께가 두꺼운 경우 고안압증으로 잘못 진단될 가능성이 있어 녹내장이 의심되는 모든 환자에 대해 중심각막두께를 측정할 것을 제안하였다.

Arnarsson et al⁵은 나이와 성별을 보정하면 거짓비늘증후군과 중심각막두께와의 상관성이 없다고 보고하였고, Detorakis et al³⁵ 역시 거짓비늘증후군 환자와 나이, 성별을 보정한 대조군과의 비교에서 중심각막두께의 차이가 없다고 보고하였으나, Gorezis et al¹⁵은 거짓비늘녹내장 환자에서 중심각막두께가 유의하게 얇다고 하였다. Aghaian et al²²과 Bechmann et al³⁶은 거짓비늘증후군, 저안압녹내장, 원발개방각녹내장 환자에서의 중심각막두께가 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 얇다고 보고하였다. 본 연구에서도 거짓비늘증후군 환자의 중심각막두께가 정상대조군보다 유의하게 얇게 측정되어 과거의 보고와 일치되는 결과를 보였으나, 단순 거짓비늘증후군 환자와 녹내장병합군으로 나누어 비교한 결과 단순 거짓비늘증후군 환자에서는 정상대조군보다 얇은 중심각막두께를, 녹내장병합군에서는 정상대조군과 유의한 차이가 없는 결과를 보였다. 이는 단순 거짓비늘증후군 환자에서 보이는 초기 소견과 달리 거짓비늘증후군의 진행 및 녹내장이 발생함으로 인해 국소적으로 생산된 비늘물질의 각막후면침착, 색소분산의 결과로 인한

각막내피세포에의 멜라닌침착, 불규칙하게 두꺼워진 데스 맥막 등의 영향으로 녹내장병합군에서의 중심각막두께가 정상대조군과 비슷한 중심각막두께를 보이는 것으로 생각 한다. 더불어 각막 침착은 각막내피세포에도 영향을 줄 수 있는데, 거짓비늘증후군에서 초기에 각막기능이상이가 나타날 수 있다는 것을 반영하는 것으로 각막내피세포의 밀도가 감소되어 있다는 보고가 있었다.²⁶ 각막내피세포의 밀도 역시 거짓비늘증후군 환자와 정상대조군의 비교에서는 유의하게 감소된 결과를 보였고, 녹내장 병합여부에 따른 분류 후에는 녹내장병합군에서는 정상대조군과 비교하여 각막내피세포수가 적은 경향을 보였지만 통계적으로는 유의하지 않았다.

각막곡률이 안압 측정에 미치는 영향에 대해서는 아직까지 명확히 밝혀진 바가 없다. Mark³⁷는 편평한 각막곡률을 가진 환자에서 안압이 낮게 측정된다고 하였으나 다른 연구에서는 통계적으로 유의한 상관관계가 없다고 하였다.³⁸ 거짓비늘증후군 환자의 각막곡률과 관련된 이전의 보고에서 Hepsen et al²⁰은 정상대조군에 비해 가파른 각막곡률을 가지며 통계적으로 유의하다고 하였으나, Ozcura et al²⁵의 보고에 따르면 정상대조군에 비해 가파른 각막곡률을 가지나 통계적으로 유의하지는 않았다. 본 연구에서는 정상대조군보다 약간 편평한 각막곡률을 보였으나 통계적 유의성은 없었다(Table 2). 한국의 거짓비늘증후군 환자의 각막곡률에 대하여는 보다 많은 환자를 대상으로 연구가 필요할 것으로 생각하며 이와 함께 각막곡률과 안압과의 상관성에 대한 연구도 함께 이뤄져야 할 것으로 생각한다.

안축장이 중심각막두께와 양의 상관관계를 가져 안압 측정에 영향을 줄 수 있다는 보고가 있지만,³⁹ 안축장에 대한 대부분의 연구에서는 중심각막두께와 유의한 상관관계가 없다고 하였으며,^{38,40,41} 거짓비늘증후군에서의 안축장과 중심각막두께의 상관성에 대한 보고는 아직까지 없었다. Ozcura et al²⁵은 거짓비늘증후군과 정상인과의 비교를 통해 안축장의 차이가 없음을 보고하였으며 본 연구에서도 거짓비늘증후군 환자와 정상대조군 사이의 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

거짓비늘증후군의 유병률은 연령에 따라 증가하여 80세 이상에서는 40.6%까지 상승한다고 보고되어있고,⁵ 거짓비늘증후군 환자에서 전신 질환의 동반율 또한 증가하는 것으로 알려졌다.⁴² 이번 연구에서도 84.1% (37/44명)가 당뇨, 고혈압 등의 전신질환이 있었으며, 이로 인한 연구 결과의 오류를 없애기 위해 나이와 성명을 일치시킨 정상대조군을 설정하였고, 전신 질환의 빈도 차이는 없었다.

요약하면 본 연구를 통해 거짓비늘증후군 환자에서 정상대조군과 비교하여 중심각막두께가 얇고 각막내피세포의

밀도가 감소된 것을 관찰할 수 있었다. 특히, 녹내장이 병합되지 않은 환자군에서 중심각막두께가 다소 얇게 나타나 이들 환자군에서 안압 수치의 분석 및 녹내장의 진단에 주의를 기울여야 할 것으로 생각한다. 거짓비늘증후군은 섬유주의 색소침착 등으로 인해 이차개방각녹내장으로 진행할 가능성이 높고, 각막내피세포 손상 및 비정상적인 침착물로 인한 각막손상의 가능성이 높음을 염두에 두고 추적관찰에 있어서 녹내장의 발생 및 각막의 변화 여부를 주의하여야 하겠다.

REFERENCES

- 1) Choi J, Park KH. Clinical characteristics of Korean patients with pseudoexfoliation syndrome. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47: 577-86.
- 2) Naumann GOH, Schlötzer-Schrehardt U, Kuchle M. Pseudoexfoliation syndrome for the comprehensive ophthalmologist. Intraocular and systemic manifestations. *Ophthalmology* 1998; 105:951-68.
- 3) Ritch R. Exfoliation syndrome. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. *The Glaucomas*, 2nd ed. St. Louis: CV Mosby Co, 1996; v. 2. chap. 47.
- 4) Ritch R, Schlötzer-Schrehardt U. Exfoliation syndrome. *Surv Ophthalmol* 2001;45:265-315.
- 5) Arnarsson A, Damji KF, Sverrisson T, et al. Pseudoexfoliation in the Reykjavik Eye Study: prevalence and related ophthalmological variables. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85:822-7.
- 6) Seo JY, Park IW, Chung YS. Diverse types of glaucoma in patients with pseudoexfoliation syndrome: Normal pressure glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:1455-60.
- 7) Jeng SM, Karger RA, Hodge DO, et al. The risk of glaucoma in pseudoexfoliation syndrome. *J Glaucoma* 2007;16:117-21.
- 8) Kozart DM, Yanoff M. Intraocular pressure status in 100 consecutive patients with exfoliation syndrome. *Ophthalmology* 1982; 89:214-8.
- 9) Henry JC, Krupin T, Schmitt M, et al. Long-term follow-up of pseudoexfoliation and the development of elevated intraocular pressure. *Ophthalmology* 1987;94:545-52.
- 10) Aasved H. Intraocular pressure in eyes with and without fibrilloglathia epitheliocapsularis (so-called senile exfoliation or pseudoexfoliation). *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1971;49:601-10.
- 11) Cashwell LF Jr, Shields MB. Exfoliation syndrome. Prevalence in a southeastern United States population. *Arch Ophthalmol* 1988; 106:335-6.
- 12) Hiller R, Sperduto RD, Krueger DE. Pseudoexfoliation, intraocular pressure, and senile lens changes in a population-based survey. *Arch Ophthalmol* 1982;100:1080-2.
- 13) Kivelä T, Hietanen J, Uusitalo M. Autopsy analysis of clinically unilateral exfoliation syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997; 38:2008-15.
- 14) Naumann GO, Schlötzer-Schrehardt U, Kuchle M. Pseudoexfoliation syndrome for the comprehensive ophthalmologist. Intraocular and systemic manifestations. *Ophthalmology* 1998;105:951-68.
- 15) Gorezis S, Christos G, Stefaniotou M, et al. Comparative results of

- central corneal thickness measurements in primary open-angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, and ocular hypertension. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2008;39:17-21.
- 16) Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and metaanalysis approach. *Surv Ophthalmol* 2000;44:367-408.
 - 17) Bayraktar S, Bayraktar Z. Central corneal thickness and intraocular pressure relationship in eyes with and without previous LASIK: comparison of Goldmann applanation tonometer with pneumatonometer. *Eur J Ophthalmol* 2005;15:81-8.
 - 18) Allingham RR, Damji KF, Freedman S, et al. Intraocular pressure and tonometry. In: Allingham RR, Damji KF, Freedman S, et al. eds. *Shields' Textbook of Glaucoma*, 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Wilkins, 2011; chap. 2.
 - 19) Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120:714-20.
 - 20) Hepser IF, Yağci R, Keskin U. Corneal curvature and central corneal thickness in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *Can J Ophthalmol* 2007;42:677-80.
 - 21) Rüfer F, Westphal S, Erb C. Comparison of central and peripheral corneal thicknesses between normal subjects and patients with primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2007;224: 636-40.
 - 22) Aghaian E, Choe JE, Lin S, Stamper RL. Central corneal thickness of Caucasians, Chinese, Hispanics, Filipinos, African Americans, and Japanese in a glaucoma clinic. *Ophthalmology* 2004;111: 2211-9.
 - 23) Puska P, Vasara K, Harju M, Setälä K. Corneal thickness and corneal endothelium in normotensive subjects with unilateral exfoliation syndrome. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238: 659-63.
 - 24) Stefaniotou M, Kalogeropoulos C, Razis N, Psilas K. The cornea in exfoliation syndrome. *Doc Ophthalmol* 1992;80:329-33.
 - 25) Ozcura F, Aydin S, Dayanir V. Central corneal thickness and corneal curvature in pseudoexfoliation syndrome with and without glaucoma. *J Glaucoma* 2011;20:410-3.
 - 26) Inoue K, Okugawa K, Oshika T, Amano S. Morphological study of corneal endothelium and corneal thickness in pseudoexfoliation syndrome. *Jpn J Ophthalmol* 2003;47:235-9.
 - 27) Wali UK, Bialasiewicz AA, Rizvi SG, Al-Belushi H. In vivo morphometry of corneal endothelial cells in pseudoexfoliation keratopathy with glaucoma and cataract. *Ophthalmic Res* 2009;41: 175-9.
 - 28) Naumann GO, Kuchle M. Primary corneal graft failure. *Arch Ophthalmol* 1996;114:1031.
 - 29) Anderson DR, Patella VM. *Automated Static Perimetry*. St. Louis: Mosby Year Book, 1992; 123.
 - 30) Aasved H. Prevalence of fibrillographia epitheliocapsularis (pseudoexfoliation) and capsular glaucoma. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1975;99:293-5.
 - 31) Mitchell P, Wang JJ, Hourihan F. The relationship between glaucoma and pseudoexfoliation: The Blue Mountains Eye Study. *Arch Ophthalmol* 1999;117:1319-24.
 - 32) Slagvold JE. The follow-up in patients with pseudoexfoliation of the lens capsule with and without glaucoma. 2. The development of glaucoma in persons with pseudoexfoliation. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1986;64:241-5.
 - 33) Leske MC, Heijl A, Hyman L, et al. Factors for progression and glaucoma treatment: the early manifest glaucoma trial. *Curr Opin Ophthalmol* 2004;15:102-6.
 - 34) Copt RP, Thomas R, Mermoud A. Corneal thickness in ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1999;117:14-6.
 - 35) Detorakis ET, Koukoulas S, Chrisohou F, et al. Central corneal mechanical sensitivity in pseudoexfoliation syndrome. *Cornea* 2005; 24:688-91.
 - 36) Bechmann M, Thiel MJ, Roesen B, et al. Central corneal thickness determined with optical coherence tomography in various types of glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2000;84:1233-7.
 - 37) Mark HH. Corneal curvature in applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1973;76:223-4.
 - 38) Ozcura F, Aydin S, Uzgören N. Effects of central corneal thickness, central corneal power, and axial length on intraocular pressure measurement assessed with Goldmann applanation tonometry. *Jpn J Ophthalmol* 2008;52:353-6.
 - 39) Su DH, Wong TY, Foster PJ, et al. Central corneal thickness and its associations with ocular and systemic factors: the Singapore Malay Eye Study. *Am J Ophthalmol* 2009;147:709-16.
 - 40) Oliveira C, Tello C, Liebmann J, Ritch R. Central corneal thickness is not related to anterior scleral thickness or axial length. *J Glaucoma* 2006;15:190-4.
 - 41) Shimmyo M, Orloff PN. Corneal thickness and axial length. *Am J Ophthalmol* 2005;139:553-4.
 - 42) Schlötzer-Schrehardt U, Naumann GO. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol* 2006;141:921-37.

=ABSTRACT=

Central Corneal Thickness and Corneal Endothelial Cells in Pseudoexfoliation Syndrome

In Boem Chang, MD¹, Dong Won Paik, MD², Tai Jin Kim, MD¹, Hyo Shin Ha, MD¹, Jung Hyun Park, MD¹

Department of Ophthalmology, Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine¹, Seoul, Korea
Department of Ophthalmology, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine², Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the central corneal thickness (CCT) and corneal endothelial cell density (ENDO) in pseudoexfoliation syndrome.

Methods: Medical records of patients who underwent a preoperative examination for cataract surgery and an examination for glaucoma were retrospectively reviewed. The present study included 44 patients (59 eyes) and age- and sex-matched controls. The total pseudoexfoliation patients divided into 2 groups, such as pseudoexfoliation syndrome (28 eyes) and pseudoexfoliative glaucoma (21 eyes). The intraocular pressure (IOP), CCT, ENDO, corneal curvature (CC) and axial length (AL) were measured.

Results: The total pseudoexfoliation group showed significantly higher IOP ($p = 0.001$), thinner CCT ($p = 0.003$) and lower ENDO ($p = 0.037$). The pseudoexfoliation syndrome group showed significantly thinner CCT ($p = 0.010$) and lower ENDO ($p = 0.041$), but no significant difference in IOP ($p = 0.941$). There was no significant difference in CCT ($p = 0.060$) and ENDO ($p = 0.171$) between the pseudoexfoliative glaucoma group and controls, but the pseudoexfoliative glaucoma group showed significantly higher IOP ($p < 0.001$).

Conclusions: The pseudoexfoliation group showed thinner CCT which should be taken into consideration when evaluating IOP with the applanation tonometer and diagnosing glaucoma, especially in pseudoexfoliation syndrome patients.
J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(7):1060-1065

Key Words: Central corneal thickness, Corneal curvature, Corneal endothelial cell density, Pseudoexfoliation syndrome

Address reprint requests to **Jung Hyun Park, MD**
Department of Ophthalmology, Inje University Seoul Paik Hospital
#9 Mareunnae-ro, Jung-gu, Seoul 100-032, Korea
Tel: 82-2-2270-0082, Fax: 82-2-2266-6159, E-mail: hyuny@medimail.co.kr