대한안과학회지 2014년 제 55 권 제 1 호
J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(1):79-84
pISSN: 0378-6471
eISSN: 2092-9374
http://dx.doi.org/10.3341/jkos.2014.55.1.79

수정체 혼탁유형에 따른 객관적 검안기기의 결과

박창원[1] · 김근영[1] · 김효진[2,3] · 황제형[1] · 주천기[1]

가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학연구소[1], 백석대학교 보건학부[2], 백석대학교 보건복지대학원[3]

목적: 백내장 환자를 핵, 피질, 후낭하 백내장 환자로 나누고 타각적 방법으로 측정한 OQAS 및 Pentacam의 결과를 분석하고자 하였다.
대상과 방법: 2011년 12월부터 2012년 1월까지 서울성모병원에 내원한 백내장 환자 92명 124안을 대상으로 핵, 피질, 후낭하 백내장으로 구분하였고 수정체의 혼탁은 OQAS 및 Pentacam을 이용하여 OSI, MTF, Strehl ratio, Width 10%, 50%와 샤임플러그 이미지의 혼탁도 수치로 나타냈다. 백내장의 주관적 분류와 OQAS 및 Pentacam의 객관적인 혼탁수치와의 관계를 분석하였다.
결과: 핵 백내장 군이 6.40 ± 2.41 OSI 값으로 높은 혼탁도를 보였고 피질 백내장 군이 MTF cut off 수치가 가장 우수한 것으로 나타났다(12.02 ± 6.19 C/deg). Pentacam의 결과에서는 후낭하 백내장 군이 수정체 혼탁의 평균수치가 가장 낮은 것으로 나타났고(9.12 ± 1.08) 그 다음으로 피질백내장 군(9.79 ± 1.67), 핵 백내장 군(11.08 ± 1.84) 순으로 나타났으며 이는 통계학적으로 유의함을 보여주었다($p<0.001$). OQAS의 OSI 값과 핵 및 후낭하 혼탁간의 유의한 관련성을 보였으며($p=0.049$, $p=0.039$), Cortical Opacity와는 상관성이 떨어지는 것으로 나타났다($p=0.781$). MTF의 결과는 핵질 혼탁과 가장 상관성이 큰 것으로 나타났고($p=0.019$), Pentacam의 혼탁도 수치와는 핵질 혼탁, 후낭하 혼탁이 관련성이 있는 것으로 나타났으며($p=0.029$, $p=0.039$) 피질 혼탁과는 Pentacam의 최대치와 관련성을 보였다($p=0.006$).
결론: OQAS 및 Pentacam의 결과와 핵질 혼탁도, 후낭하 혼탁의 수치가 상관성이 큰 것으로 보이며 본 데이터를 활용하여 백내장의 수술 처치 및 방법에 참고할 수 있을 것으로 생각된다.
〈대한안과학회지 2014;55(1):79-84〉

수정체의 혼탁으로 야기되는 백내장은 혼탁부위에 따라 핵, 피질, 후낭하 백내장으로 분류되는데 어떤 부위에 발생한 혼탁인지에 따라 백내장의 수술여부를 결정하는 요소 중 하나가 되고[1] 혼탁의 형태에 따라 환자의 시기능에 미치는 영향이 다양한 것으로 파악되고 있다.[2,3]

그래서 백내장 종류의 객관적인 분류가 중요한 것으로 알려져 있으며 2013년에 보고된 국내 백내장의 유병률 조사에서도 수정체의 혼탁유형에 따라 핵, 피질, 후낭을 분류하기도 하였다.[4]

최근 타각적으로 수정체의 혼탁도를 측정하여 수치화할 수 있는 안과 기기들이 개발됨에 따라 이들을 이용하여 몇 가지 파라미터로 나타낼 수 있는 객관적인 항목들이 제시되었다.[5,6] 특히 더블패스 시스템 방식에 기반한 OQAS (Optical Quality Analysis System, Visiometrics, Spain)는 안구 내 망막에 맺히는 상을 분석하여 다양한 OSI (Objective Scattering Index) value, MTF (Modulation Transfer Function) cut off, Width at 50%, Width at 10% 파라미터로 나타내주기 때문에 환자의 시기능 상태를 객관적으로 파악할 수 있다. 더블패스 테크닉을 이용하여 빛의 번짐의 정도를 정량화할 수 있으며 망막에 맺힌 상을 이미지로 직접 확인할 수 있다. 최근에 알려진 연구에서 OQAS의 OSI 파라미터는 안구내의 PSF (Point Spread Function)의 정량적인 결과를 평가하는데 유용하다는 보고가 있었으며,[7] 백내장 환자의 수술 후 Visual Quality의 향상을 객관적으로 확인할 수 있었다고 한다.[8] 이와 같이 OQAS는 백내장 환자의 분석에 유용하게 활용되고 있다. 이전에는 백내장 환자에서 수정체 혼탁의 위치와 정도를 객관적으로 측정하는 OQAS 및 Pentacam (OCULUS Pentacam HR Wetzlar, Germany)의 연구는 알려진 바가 적다. 이에 본 연구에서는 더블패스 테크닉에 기반하여 측정하는 OQAS 및 Pentacam의 샤임플러그 이미지를 활용하여 핵, 피질, 후낭하 백내장 군에서 객관적인 데이터를 분석해보고 각 파라미터와의 관련성을 알아보고자 한다.

■ **Received:** 2013. 7. 13. ■ **Revised:** 2013. 7. 29.
■ **Accepted:** 2013. 11. 20.

■ Address reprint requests to **Choun-Ki Joo, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Seoul St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea, #222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea
Tel: 82-2-2258-7621, Fax: 82-2-599-7405
E-mail: ckjoo@catholic.ac.kr

대상과 방법

본 연구는 가톨릭대학교 서울성모병원 임상연구심의위원회(Institutional Review Board)의 심사를 거치고 연구윤

리 규정에 따라 진행되었다. 2011년 12월부터 2012년 1월까지 본원에서 백내장으로 진단받은 환자 92명 124안을 대상으로 난수표를 통하여 무작위로 선정(Randomized clinical trial)하였다.

백내장으로 진단 받은 환자를 0.5% 또는 1% Tropicamide를 점안한 후 산동된 상태에서 수정체 혼탁의 위치와 정도를 임상경험이 풍부한 안과전문의(CKJ)가 세극등 현미경으로 핵, 피질, 수정체 후낭으로 구분하여 혼탁의 위치를 표기하고, 각각의 위치에서 혼탁의 정도를 5-6단계로 분류하였다. 본 연구에서는 백내장 군을 세 종류로 나누었는데, 혼탁의 정도가 2.0등급 미만인 경우에는 정상안으로 간주하였고 수정체 혼탁이 다양한 위치에 있는 경우에는 혼탁의 정도가 상대적으로 심각한 부위를 기준으로 정하였다(예를 들면 핵 백내장의 경우는 NO3 이상이고 피질 백내장의 등급이 C1, C2 미만인 경우를 기준으로 하였다).[9]

OQAS기기를 이용하여 측정한 수정체의 혼탁도는 OQAS의 주요 파라미터인 OSI와 MTF, Strehl ratio, Width 50%, Width 10%를 활용하였다. 또한 Pentacam의 샤임플러그 이미지를 통해 수정체의 상대적인 혼탁도를 측정하였다. OQAS 및 Pentacam검사는 한 명의 숙련된 검사자(CWP)가 검사를 시행하였으며, 검사 시 협조가 어렵거나 다른 안과 질환이 있는 경우는 본 연구에서 제외하였다.

Pentacam® (OCULUS)의 샤임플러그 이미지는 25,000개의 광선이 환자의 눈에서 0도에서 180도 방향으로 입사되어 2초내에 25개의 슬릿 이미지를 캡쳐하게 된다. 이와 같이 얻어진 샤임플러그 이미지에서 수정체 내의 상대적인 혼탁수치를 percentage로 표현하여 혼탁의 최대값, 평균값를 제시하게 된다.

수정체의 혼탁의 정도와 OQAS와 Pentacam®에서 얻어지는 각 파라미터와의 연관성을 알아 보고자 pearson 상관분석하였고, 백내장 군 종류와 OQAS 및 Pentacam에서 얻어진 파라미터의 유의성을 확인하기 위해서 ANOVA test를 시행하였다. $p<0.05$인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였으며 통계학적 분석은 SPSS 18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL) 프로그램을 사용하였다.

결 과

본 연구에 포함된 92명 124안의 나이, 성별, 술 전 굴절이상 상태는 Table 1과 같다. 핵 백내장 군이 50안, 피질 백내장 군이 40안, 후낭하 백내장 군이 34안으로 나타났다.

Table 2는 백내장 군 종류에 따라 세 그룹으로 분류 한 후 OQAS 및 Pentacam 검안 장비로 환자에게서 얻은 검사 결과이고 Fig. 1은 대표적인 한 환자의 증례사진이다.

안구 내 혼탁도를 의미하는 OSI는 핵 백내장 군이 6.40 ± 2.41 OSI value로 가장 혼탁이 심한 것으로 나타났고

Table 1. Demographics of patients

Characteristics	Total	Nuclear cataract	Cortical cataract	Posterior cataract
Patients (eyes)	92 (124)	36 (50)	29 (40)	27 (34)
Age ± SD (years)	64.29 ± 12.55	69.08 ± 9.45	62.55 ± 8.36	59.39 ± 13.48
Sex				
Male (n)	48	20	14	14
Female (n)	44	16	15	13
Pre operation Spherical equivalent (diopter)	-0.42 ± 2.77	-0.56 ± 2.86	-0.21 ± 2.06	-0.45 ± 1.85
Pre operation Cylinder (diopter)	-1.38 ± 1.27	-1.01 ± 1.02	-1.33 ± 1.98	-1.47 ± 1.22

Values are presented as mean ± SD.
CDVA = corrected distance visual acuity.

Table 2. Results of OQAS, Pentacam performed on cataract patients classified as lens opacity

Cataract patients	(n)	OQAS' parameter					Pentacam' parameter	
		OSI	MTF	Strehl	Width 50%	Width 10%	Pentacam Avg.	Pentacam Maximum
Nuclear cataract	50	6.40 ± 2.41	9.38 ± 7.24	0.19 ± 0.03	10.67 ± 5.46	36.51 ± 19.76	11.08 ± 1.84	18.51 ± 8.06
Cortical cataract	40	4.45 ± 2.40	12.02 ± 6.19	0.14 ± 0.19	11.26 ± 6.84	35.45 ± 24.80	9.79 ± 1.67	21.63 ± 14.54
PSO cataract	34	5.42 ± 2.55	10.15 ± 5.98	0.15 ± 0.22	13.36 ± 8.43	28.03 ± 24.69	9.12 ± 1.08	18.74 ± 9.07
p-value		$^*p < 0.001$	$^*p < 0.001$	$p = 0.215$	$p = 0.341$	$p = 0.368$	$^*p < 0.001$	$p = 0.609$

Values are presented as mean ± SD.
OQAS = optical quality analysis system; PSO = posterior subcapsular opacity.
By ANOVA test, $^*p < 0.05$.

Table 3. The correlation coeffient between the objective index parameters and Lens morphology

Lens morphology	OSI (OSI value)	MTF (C/deg)	Strehl ratio	Width 50%	Width 10%	Pentacam Avg.	Pentacam Maximum
Nuclear opacity grade	0.229†	-0.271	-0.04	-0.201	0.128	0.249	-0.133
	0.049*,‡	0.019*	-0.735	0.085	0.277	0.029*	0.249
Cortical opacity grade	-0.033	-0.056	-0.028	0.031	0.037	0.071	0.313
	0.781	0.633	0.814	0.796	0.756	0.540	0.006*
PSO grade	0.241	-0.077	0.172	0.072	0.088	0.236	-0.010
	0.039*	0.514	0.143	0.544	0.454	0.039*	0.931

OSI = objective scattering index; MTF = modulation transfer function; PSO = posterior subcapsular opacity.
Pearson correlation test, *$p < 0.05$; †Correlation coefficient; ‡p-value.

MTF는 피질 백내장 군이 12.02 ± 6.19으로 MTF cut off value가 가장 우수한 것으로 나타났다. Pentacam의 결과에서는 후낭하 백내장 군이 수정체 혼탁의 평균수치가 가장 적은 것으로 나타났고(9.12 ± 1.08) 그 다음으로 피질백내장 군(9.79 ± 1.67), 핵 백내장 군(11.08 ± 1.84) 순으로 나타났으며 이는 통계학적으로 유의하였다(p=0.000).

Table 3은 주관적으로 분류한 백내장 혼탁정도와 OQAS 및 Pentacam의 객관적인 검사항목과 연관성을 나타낸 결과이다. OSI value는 핵질 혼탁과 후낭하 혼탁에서 유의한 상관성을 보였으며(p=0.049, p=0.039) MTF cut-off value는 핵질 혼탁의 수치와 상관성이 있었다(p=0.019). 또한 Pentacam에서 혼탁도의 평균치와 핵질 혼탁수치, 후낭하 혼탁수치가 유의한 상관관계를 보였으며(p=0.029, p=0.039), 피질부 혼탁수치는 Pentacam에서 최대치의 항목과 통계적으로 유의한 관련이 있는 것으로 나타났다(p=0.006).

고 찰

현재까지는 수정체의 혼탁 위치에 따라서 백내장의 종류를 분류하고 병소의 정도를 세극등을 통해서 주관적으로 진단해왔다. 검사자는 세극등의 Slit beam을 환자의 수정체에 조명시켜 현미경으로 보는 방법으로 진단을 한다.

한편 OQAS 및 Pentacam 검사는 환자의 수정체 상태를 Slit beam을 투영시켜 눈으로 직접 관찰하는 세극등 검사법과는 달리 망막에 맺히는 상 이미지를 통하여 수정체의 혼탁을 정량화 가능하기 때문에(Fig. 1) 병소의 진행 상태를 정확하게 반영해 낼 수 있고 백내장의 현재 진행 상태를 정량화된 수치(OSI value, MTF (C/deg)), 상대적인 혼탁도(%)로 모니터링이 가능하다.

Kim et al[10]의 보고에 따르면 Pentacam의 혼탁도 수치가 Phacoemulsification의 시간과 에너지 양을 결정하는데 참고할 수 있기 때문에 샤임플러그 이미지의 상대적 혼탁도의 파악이 백내장의 정도와 백내장 수술 전 검사로써 유용하다고 주장하였다.

본 연구에서는 백내장 환자에서 수정체의 색조와 혼탁 위치, 혼탁 정도에 따라 세분화한 항목과 OQAS 및 Pentacam 검사 항목과의 상관성을 보았고 백내장 군을 세 군으로 나눈 뒤에 OQAS 및 Pentacam의 파라미터로 평가하였다.

안구 내에 혼탁의 객관적인 수치를 나타내는 OSI 검사에서는 핵질 혼탁과 후낭하 혼탁수치와 유의한 관련성이 있는 것으로(p=0.049, p=0.039) 나타났는데 OQAS 기기의 입사광과 출사광선의 광학적 경로가 수정체의 중심부를 지나기 때문에 관련성이 있는 것으로 생각한다. 반면 상대적으로 주변부에 혼탁이 산재한 Cortical opacity와의 관련성은 떨어지는 것으로 나타났다(p=0.781). 그래서 피질백내장이 장기화되었을 때는 OQAS의 수치만으로 혼탁의 심각성을 평가하기에 한계가 있을 것으로 생각된다.

OQAS의 MTF 검사에서는 핵질 혼탁의 수치와 가장 높은 상관성을 보였고 Pentacam의 혼탁평균치와 핵질 혼탁과 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다(p=0.029). 또한 후낭하 혼탁수치도 Pentacam의 혼탁평균치와 유의한 상관성이 있었다(p=0.039).

Ha et al[11]에 따르면 핵 백내장과 피질백내장을 구분하여 단파장시야 측정에 대한 연구를 하였는데 핵 부분에 혼탁이 집중되어 있는 핵 백내장이 있는 경우에는 피질백내장이 있는 경우와는 달리 핵 백내장으로 인한 수정체의 색의 변화가 짧은 파장의 빛을 흡수함으로써 단파장시야측정의 결과에 영향을 준 것이라고 보고하였다. 그래서 본 연구에서 특히 MTF결과와 핵질 혼탁이 관련이 있는 이유도 Ha et al[11]의 보고에 부합하여 핵 백내장의 수정체 색의 변화가 OQAS에서 발산하는 입사, 출사광선을 흡수하여 영향을 주었기 때문이라고 생각한다. 또한 Nuclear opacity는 주로 Optic zone에 해당하는 동공 중심부 부근에서 주로 나타나는데 OQAS에서 안구 속으로 발산시키는 광선이 중심부 부근에서 핵질 혼탁의 영향으로 광량이 소실될 것으로 생각된다. 수정체 피질의 혼탁도는 OQAS의 주요 파라미터와는 상관성이 없는 것으로 나타났는데 수정체의 혼탁이 Optic zone의 주변부에 산재되어 있어서 광량의 소실이 덜한 것

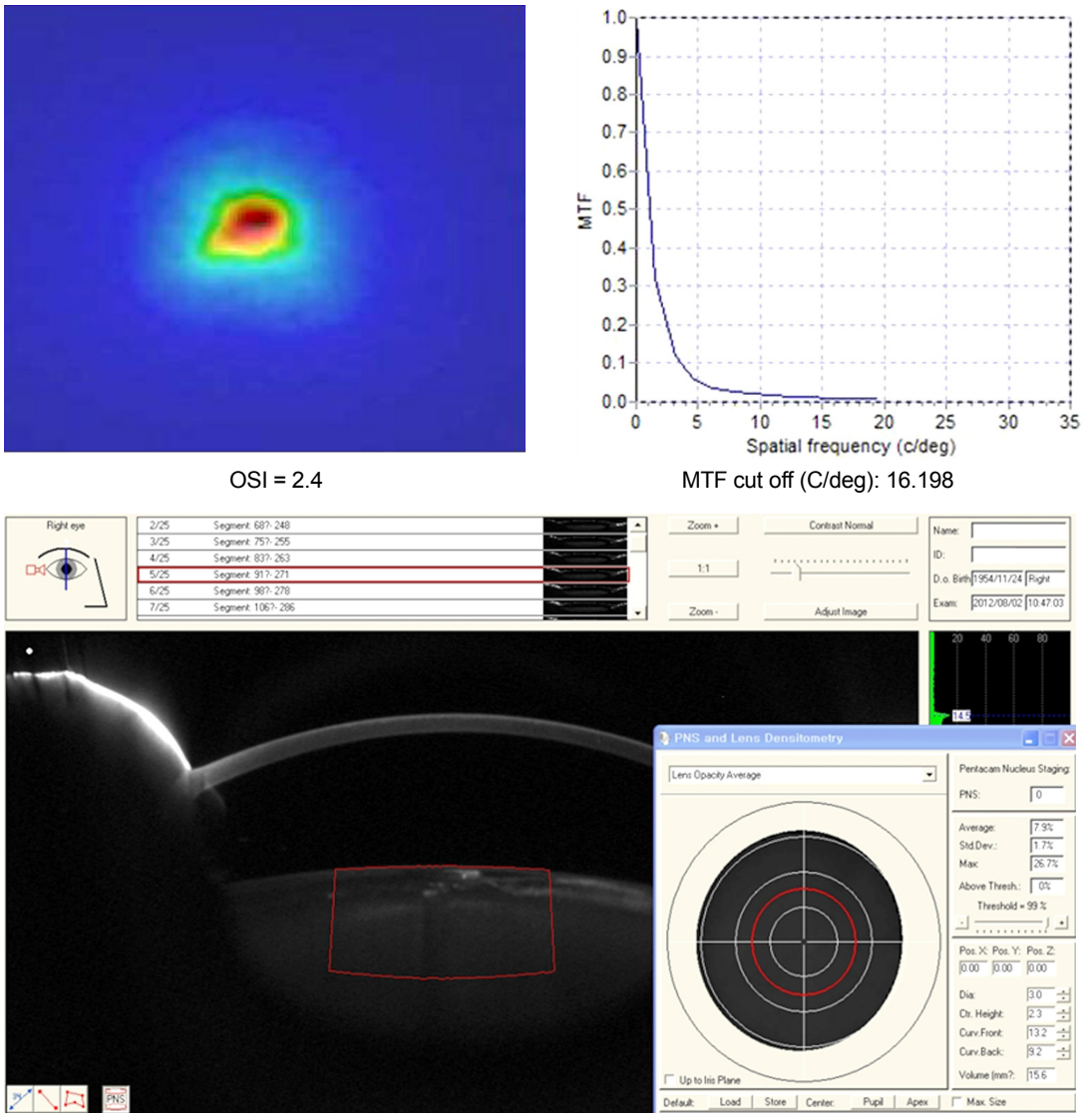

Figure 1. A representative OQAS (optical quality analysis system), Pentacam of results from a patient.

으로 생각된다. 다시 말해 OQAS와 Pentacam은 중심부 5–6 mm zone을 집중적으로 평가하기 때문에 상대적으로 핵질 혼탁과 후낭하 혼탁 수치와 관련성이 있는 것으로 나타났고 피질혼탁과는 관련성이 적은 것으로 나타났다.

본 연구는 몇 가지 통계학적인 한계점이 있다. 백내장의 많은 경우에 있어서 핵, 피질, 후낭하 혼탁이 명확하게 세분화되지 않을 뿐만 아니라(예를 들면 NO3, C2인 경우) 혼탁이 동시 다발적으로 모든 부위에서 같이 발생하는 경우도 있기 때문에 반복적인 검사와 그에 따른 검사의 신뢰도 검증을 확인하였어야 했다. 또한 한 명의 검사자가 여러 번 측정할 때에도 관찰자 내 변이에 대한 통계 검증이 보완되지 못한 것이 이 연구의 제한점이라고 할 수 있다.

그리고 측정기기의 한계점으로는 OQAS, Pentacam의 광선의 광학적 경로가 수정체의 중심부에 집중되기 때문에 주변부의 혼탁을 측정하고 평가하는 데는 오차가 발생할 수 있는 점이다.

결론적으로 OQAS, Pentacam의 결과는 핵, 후낭하 혼탁과 관련성을 볼 수 있었다. 피질 백내장에 비해 핵, 후낭하 백내장은 OSI value가 높아 안 매체에서 빛의 산란이 더 심하며 MTF 수치가 낮아서 대비능력이 떨어지는 것으로 파악되었다. 수술 전에 LOCS (Lens Opacities Classification System) III로 환자의 백내장 부위의 상태와 정도를 파악하고 동시에 객관적 광학기기(OQAS, Pentacam)를 활용한다면 환자의 백내장 진행 정도를 환자에게 설명하기 용이할 것이다.

본 연구 결과는 주관적으로 분류된 백내장의 부위, 혼탁

의 정도, 종류와 객관적인 검사결과를 비교한 최초의 연구 데이터로써 앞으로 수술의 처치 및 방법에도 본 데이터가 참고될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

1) Congdon N, West SK, Buhrmann RR, et al. Prevalence of the different types of age-related cataract in an African population. Invest Ophthalmol Vis Sci 2001;42:2478-82.
2) Wu R, Wang JJ, Mitchell P, et al. Smoking, socioeconomic factors, and age-related cataract: The Singapore Malay Eye study. Arch Ophthalmol 2010;128:1029-35.
3) Miglior S, Marighi PE, Musicco M, et al. Risk factors for cortical, nuclear, posterior subcapsular and mixed cataract: a case-control study. Ophthalmic Epidemiol 1994;1:93-105.
4) Kim HJ. Prevalence of cataract with different type of lens opacity in the Korean population. J Korean Oph Opt Soc 2013;18:53-9.
5) Vilaseca M, Padilla A, Pujol J, et al. Optical quality one month after verisyse and Veriflex phakic IOL implantation and Zeiss MEL 80 LASIK for myopia from 5.00 to 16.50 diopters. J Refract Surg 2009;25:689-98.
6) Benito A, Pérez GM, Mirabet S, et al. Objective optical assessment of tear-film quality dynamics in normal and mildly symptomatic dry eyes. J Cataract Refract Surg 2011;37:1481-7.
7) Artal P, Benito A, Pérez GM, et al. An objective scatter index based on double-pass retinal images of a point source to classify cataracts. PLoS One 2011;6:e16823.
8) Park CW, Lee YE, Joo CK. Changes in optical quality of cataract patients' corrected visual acuity before and after phacoemulsification. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:1208-12.
9) Pesudovs K, Elliott DB. Refractive error changes in cortical, nuclear, and posterior subcapsular cataracts. Br J Ophthalmol 2003; 87:964-7.
10) Kim JS, Chung SH, Joo CK. Clinical application of a Scheimpflug system for lens density measurements in phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 2009;35:1204-9.
11) Ha BJ, Kim DH, Chu YK, et al. The differences in results of short wavelength automated perimetry according to lens opacities. J Korean Ophthalmol Soc 2005;46:1663-8.

=ABSTRACT=

Objective Clinical Evaluation of Ocular Optical Instrument According to the Type of Lens Opacity

Chang Won Park, MS[1], Geun Yeong Kim, MD[1], Hyo Jin Kim, PhD[2,3], Je Hyung Hwang, MD[1], Choun-Ki Joo, MD, PhD[1]

Department of Ophthalmology and Institute for Visual Science College of Medicine The Catholic University of Korea[1], Seoul, Korea
Division of Health Science, Baekseok University[2], Cheonan, Korea
Graduate School of Health and Welfare[3], Seoul, Korea

Purpose: To investigate the results using the OQAS and the Pentacam in cataract patients classified according to the type of lens opacity.
Methods: The present study included 124 eyes of 92 patients who had cataract surgery at Seoul St. Mary's Hospital from December 2011 to January 2012 and were classified into nuclear, cortical, and posterior subcapsular cataract patients. The lens opacity was determined with OSI, MTF, Strehl ratio, width 10%, width 50% and the opacity of Scheimpflug image by the OQAS and the Pentacam. Additionally, the correlation between subjective cataract classification and objective opacity value was analyzed.
Results: The nuclear cataract group showed a 6.40 ± 2.41 OSI value and had high opacity. The cortical cataract group showed the highest MTF cut-off value (12.02 ± 6.19 C/deg). When evaluating Pentacam results, the posterior subcapsular cataract group had the lowest average level of lens opacity (9.12 ± 1.08) followed by in increasing order, the cortical cataract group (9.79 ± 1.67) and the nuclear cataract group (11.08 ± 1.84). The results were statistically significant ($p < 0.001$). The OSI value of the OQAS was significantly correlated with nuclear and posterior opacity ($p = 0.049$, $p = 0.039$, respectively) except cortical opacity ($p = 0.781$). MTF and nuclear opacity showed statistically significant correlation and the lens opacity of Pentacam was correlated with nuclear and posterior opacities. In cortical cataract with severe peripheral opacity, the cortical opacity showed significant correlation with Maximum.
Conclusions: The OQAS and Pentacam results showed high correlation with the nuclear and posterior opacities which can be useful for cataract surgery.
J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(1):79-84

Key Words: Cataract, MTF, OQAS, OSI, Pentacam

Address reprint requests to **Choun-Ki Joo, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Seoul St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea
#222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea
Tel: 82-2-2258-7621, Fax: 82-2-599-7405, E-mail: ckjoo@catholic.ac.kr