대한안과학회지 2012년 제 53 권 제 9 호
J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(9):1260-1268
pISSN: 0378-6471
eISSN: 2092-9374
http://dx.doi.org/10.3341/jkos.2012.53.9.1260

동공크기에 따른 미세절개 백내장 수술 후의 고위수차 변화양상

장재용 · 오한진 · 윤경철

전남대학교 의과대학 안과학교실

목적: 동공크기에 따른 백내장 술 후 고위수차의 변화양상과 이에 영향을 미치는 인자를 분석하였다.
대상과 방법: 백내장 수술을 시행 받은 42명 42안을 대상으로 술 후 1주, 1, 3, 6개월째 고위수차(총 RMS, 코마수차, 세조각수차, 구면수차)의 변화양상을 알아보았다. 동공크기에 따른 고위수차를 평가하였고 고위수차에 영향을 미치는 인자에 대해 분석하였다.
결과: 동공크기가 5.6-6.4 mm군에서 술 후 1개월째 총 RMS는 1.08 ± 0.89 μm, 구면수차는 0.03 ± 0.13 μm로, 5.5 mm 이하군의 1.69 ± 0.97 μm, 0.09 ± 0.11 μm와 6.5 mm 이상군의 1.75 ± 0.87 μm, 0.12 ± 0.18 μm에 비해 낮았고(p<0.05), 유의한 차이가 술 후 6개월째까지 유지되었으며, 코마수차, 세조각수차도 비슷한 경향을 보였다. 당뇨병군에서 술 후 1개월째부터 비당뇨병군에 비해 동공크기가 유의하게 감소하였으며, 총 RMS, 코마수차, 세조각수차, 구면수차가 높았다.
결론: 동공크기가 5.6-6.4 mm군에서 백내장 술 후 낮은 고위수차를 보이며, 당뇨병군에서 비당뇨병군에 비해 술 후 동공크기가 작고 고위수차가 높았다.
〈대한안과학회지 2012;53(9):1260-1268〉

백내장 수술 기법과 인공수정체의 발달로 인하여 최근의 백내장 수술은 소절개만으로도 가능하다. 특히, 동축 미세절개 백내장 수술은 2.2. mm 이하의 작은 절개창을 이용함으로써 수술 중 전방의 안정성을 높이고, 각막절개로 인한 합병증을 줄일 수 있어 술 후 빠른 시력의 회복을 기대할 수 있게 되었다.[1-3]

수술 기법의 발달과 함께 시력 호전뿐만 아니라, 시력의 질에 대한 관심도도 높아지면서 최근 고위수차에 대한 중요성이 부각되고 있다.[4] 고위수차는 총 수차의 10% 정도를 담당하지만 기존의 교정방법으로 교정이 어려워 시력의 질을 저하시키는 역할을 하므로 이를 교정하는 것이 시력의 질을 향상시키는 데 도움이 된다고 알려져 있다.[5] 백내장 수술 후 인공수정체안의 고위수차는 각막의 수차와 삽입된 인공수정체에 의한 안구내부의 수차의 합에 의해 결정되며,[6] 구면 인공수정체를 삽입한 경우에는 구면수차가 증가하므로 이보다는 비구면 인공수정체가 좀 더 낮은 고위수차를 얻을 수 있다.[7] 일반적으로 동공크기는 눈부심, 근거리 및 원거리 시력뿐 아니라 모든 종류의 수차에 영향을 미칠 수 있는데, 인공수정체안를 대상으로 한 여러 보고에 의하면 동공크기가 백내장 수술 이후에 줄어들었다가 다시 술 전 상태로 돌아오며, 술 전과 술 후 동공 크기 사이에 강한 상관 관계가 있다고 하였다.[8,9]

백내장 수술 후 삽입된 인공수정체의 차이에 따른 고위수차의 변화 양상에 대한 연구는 비교적 많으나,[7,10-13] 아직까지 인공수정체안을 대상으로 동공크기에 따른 고위수차의 변화에 대한 연구는 매우 부족한 실정으로 이에 저자들은 동공크기에 따른 미세절개 백내장 수술 후 고위수차의 변화양상과 더불어 고위수차의 변화에 영향을 미칠 수 있는 인자를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2010년 3월부터 2010년 7월까지 본원 안과에서 동축 미세절개 백내장수술 후 비구면 인공수정체를 삽입하고 6개월 이상 추적관찰이 가능하였던 환자들을 대상으로 전향적으로 조사하였다. 총 42명 42안을 대상으로 비구면 인공수정체(Acrysof IQ SN60WF; Alcon laboratories, Forth Worth, TX, USA)를 삽입하였으며, 환자들은 LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 의해 핵경화 정도가 2-4 정도의 노인성 백내장을 대상으로 하였으며,

■ 접 수 일: 2011년 11월 9일 ■ 심사통과일: 2012년 6월 29일
■ 게재허가일: 2012년 8월 18일

■ 책 임 저 자: 윤 경 철
광주광역시 동구 제봉로 42
전남대학교병원 안과
Tel: 062-220-6741, Fax: 062-227-1642
E-mail: kcyoon@chonnam.ac.kr

* 이 논문의 요지는 2011년 대한안과학회 제105회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

과거 수술력이 있는 경우, 외상이나 포도막염으로 인한 이차성 백내장, 원발성 또는 속발설 녹내장, 수술 중 후낭파열, 인공수정체의 중심부 이탈이 있는 경우, 안축장이 22.0 mm이하이거나 25.0 mm 이상인 경우는 대상에서 제외하였다.

수술 1일 전 현성굴절률, 나안시력, 최대교정시력, 안압, 각막내피세포수, 각막두께, 각막난시량을 측정하였고, 각막곡률검사, 각막형태검사, 안축장 측정 검사를 바탕으로 SRK/T 공식을 이용하여 인공수정체의 도수를 결정하였다. 수술 전 0.5% Tropicamide/0.5% Phenylephrine hydrochloride (Mydrin-P®, Santen, Osaka, Japan)를 사용하여 산동하였고, 수술은 동일한 술자에 의해 시행되었다. 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine®, Alcon)을 이용한 점안마취 후, 이측부 각막 윤부에 2.2 mm 미세절개창을 만들고, 점탄물질을 주입한 후 27번 Gauge바늘과 낭절개술용 겸자를 이용하여 원형 전낭절개술을 시행하였고, 초음파유화술(Infiniti Vision System®, Alcon)을 시행하였다. 이때 초음파의 출력은 100%, 연속적인 방식으로 하였고, 최대진공한계(vacuum limit)는 250-450 mmHg, 흡인유속(aspiration flow rate)은 12-30 ml/min으로 수술을 시행하였다. 인공수정체 삽입 시 절개창을 추가로 확장하지 않았으며 Monarch R C injector system® (Alcon)을 사용하여 인공수정체를 낭내에 삽입하였다. 술 중 합병증은 발생하지 않았으며 투명각막 절개창은 봉합하지 않았다.

술 전, 술 후 1주, 1개월, 3개월 그리고 6개월째 나안 및 최대 교정시력, 구면렌즈대응치, 안압, 동공크기 및 술 후 1주, 1개월, 3개월 그리고 6개월째 안구수차를 측정하였다. 동공크기는 Wavefront® (AMO, Chicago, IL, USA), Pentacam® (Oculus, Wetzlar, Germany), ORB scan II® (Bausch & Lomb, Salt lake city, UT, USA), Colvard pupillometer® (Oasis, Glendora, CA, USA)를 통하여 측정하였고 Colvard pupillometer®는 0.15 Lux조도에서 검사하였으며, ORB scan II®, Pentacam®, Wavefront®는 추가적인 빛을 영향을 받지 않게 암실에서 시행하였다. 안구수차는 Fourier 알고리듬을 이용한 Wavefront® (AMO, Chicago, IL, USA)를 통하여, 산동하지 않는 상태에서 눈의 조절을 막기 위해 암실에서 각 안마다 4 mm의 동공에서 측정하였다. 안구수차는 임상적 유용성을 고려하여 저니케다항식(Zernike polynomials)에서 동경차수가 3차인 코마수차(Coma, Z31) 및 세조각수차(Trefoil, Z33)와 4차인 구면수차(Spherical aberration, Z40)를 측정하였고 저니케계수(Zernike coefficients, μm)를 지표로 계산하였으며, 총 고위수차의 root mean square (RMS) 총합을 측정하였다.

백내장 수술 전 Colvard pupillometer®로 측정한 동공크기를 기준으로, 대상자를 동공크기가 5.5 mm 이하(I군), 5.6-6.4 mm (II군), 6,5 mm 이상(III군)으로 나누었으며, 동공크기 이외에도 고위수차에 영향을 미칠 수 있는 인자를 알아보기 위해 고혈압, 당뇨병 유무에 따른 고위수차의 변화양상을 알아보았다.

통계적 분석은 SPSS 14.0 for Windows (SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 각 군내에서의 비교는 Wilcoxon singled rank test를 사용하였다. 또한, 각 군 간 비교는 Mann-Whitney test와 Kruskal-Wallis test를 이용하였고 p 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

총 42명(42안)을 대상으로 하였으며 이 중 남자가 17명(40.5%) 여자가 25명(59.5%)이었고, I군은 11명(26.2%)으로 남자 4명, 여자 7명이었으며 평균나이는 67.6 ± 10.7세(51-78세)였다. II군은 18명(42.9%)으로 남자 8명, 여자 10명이었고 평균나이는 68.1 ± 13.8세(52-77세)였으며, III군은 13명(30.9%)으로 남자 5명, 여자 8명이었고,

Table 1. Demographics of patients who underwent microcoaxial cataract surgery and classification according to the preoperative pupil size

Variables	Group I (≤5.5 mm)	Group II (5.6-6.4 mm)	Group III (≥6.5 mm)
Number of patients	11	18	13
Mean age (yr)	67.6 ± 10.7	68.1 ± 13.8	68.3 ± 16.6
Age range (yr)	51-78	52-77	58-88
Sex (M/F)	4/7	8/10	5/8
Preoperative BCVA (log MAR)	0.92 ± 0.55	0.88 ± 0.74	0.94 ± 0.81
Preoperative SE refraction (diopter)	-1.35 ± 2.55	-1.24 ± 1.73	-1.42 ± 3.12
Preoperative pupil size* (mm)	4.75 ± 0.72	5.78 ± 0.45	6.35 ± 0.93

Values are presented as number or mean ± SD unless otherwise indicated.
BCVA = best corrected visual acuity; SE = spherical equivalent.
*Preoperative pupil size measured by Colvard pupillometer®.

평균나이는 68.3 ± 16.6세(58-88세)였다(Table 1).

술 전 최대 교정시력(logMAR)은 세 군 각각 0.92 ± 0.55, 0.88 ± 0.74, 0.94 ± 0.81로 차이를 보이지 않았고 (p=0.54)(Table 1), 술 후 최대 교정시력은 수술 1주 후I 군에서 0.11 ± 0.21로 다른 군(0.05 ± 0.15, 0.04 ± 0.12)에 비해 유의하게 높았으나(p=0.02), 수술 1개월 이후부터는 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.58)(Fig. 1). 술 전 구면 대응치는 각각 −1.35 ± 2.55D, −1.24 ± 1.73D, −1.42 ± 3.12D로 세 군 간의 차이를 보이지 않았고 (p=0.47)(Table 1), 술 후 1 주일째 각각 −0.59 ± 0.84D, −0.57 ± 0.94D, −0.55 ± 0.77D로 차이가 없었으며, 1개월, 3개월, 6개월째에도 모든 군에서 유의한 굴절률의 차이가 없었다(p>0.05)(Fig. 1).

세 군에서 술 전, 술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월째 동공크기를 비교하였으며 Colvard pupillometer®로 측정한 술 전 동공크기의 평균은 I군 4.75 ± 0.72 mm, II군 5.78 ± 0.45 mm, III군 6.35 ± 0.93 mm였다(Table 1). I군에서는 Colvard pupillometer®로 측정한 동공크기가 술 후 1주일째 4.15 ± 0.55 mm (p=0.02)였으나, 술 후 1개월째 4.74 ± 0.53 mm (p=0.58), 3개월째 4.59 ± 0.66 mm (p=0.72) 그리고 6개월째 4.58 ± 0.81 mm (p=0.81)였다. II군에서는 Colvard pupillometer®로 측정한 동공크기가 술 후 1주일, 1개월, 3개월, 6개월째 5.14 ± 0.74 mm (p=0.03), 5.55 ± 0.42 mm (p=0.78), 5.58 ± 0.54 mm (p=0.59), 5.54 ± 0.92 mm (p=0.77)였으며, III군에서는 6.05 ± 0.63 mm (p=0.14), 6.44 ± 0.51 mm (p=0.54), 6.39 ± 0.48 mm (p=0.77), 6.32 ± 0.45 mm (p=0.78)였다. I군에서 측정한 6개월째 동공크기는 Wavefront® 측정 시 가장 컸으며(5.17 ± 0.52 mm), Colvard pupillometer® (4.58 ± 0.81 mm), ORB scan II® (3.22 ± 0.48 mm), Pentacam® (2.55 ± 0.66 mm) 순이었다(p=0.03). II군과 III군에서도 I군과 마찬가지로 술 후 6개월째 Wavefront®에서 6.01 ± 1.21 mm, 7.45 ± 0.94 mm로 동공크기가 가장 컸으며, Colvard pupillometer® 5.54 ± 0.92 mm, 6.32 ± 0.45 mm, ORB scan II®, 4.00 ± 0.88 mm, 4.43 ± 0.55 mm, Pentacam® 2.95 ± 0.61 mm, 3.47 ± 0.72 mm 순이었다 (p=0.03, p=0.02)(Fig. 2).

술 후 1주일, 1개월, 3개월, 6개월째 동공크기를 4 mm로 표준화시킨 후 시행한 안구수차분석에서 총 RMS값은 I군에서는 각각 2.28 ± 1.59 μm, 1.69 ± 0.97 μm, 1.70 ±

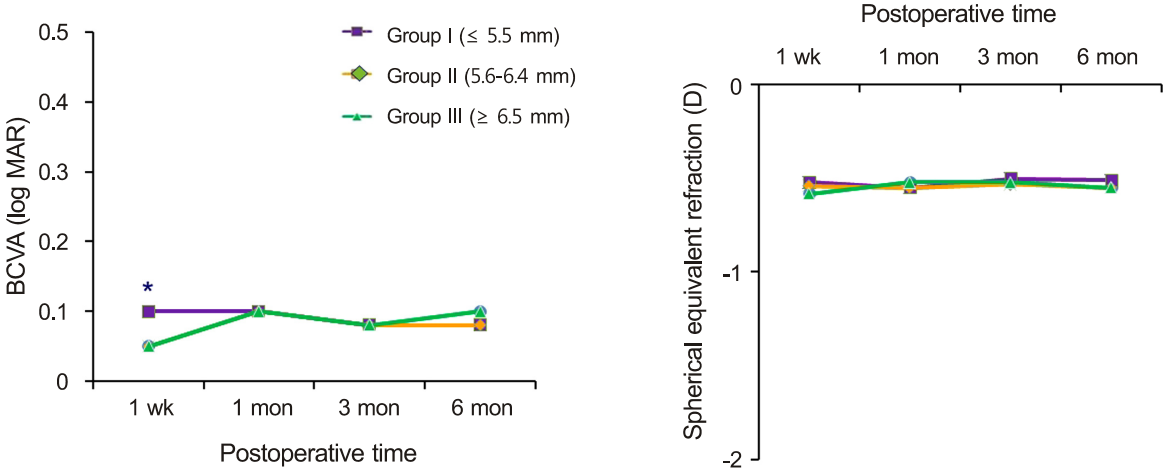

Figure 1. The changes of BCVA (Best corrected visual acuity) and spherical equivalent refraction after microcoaxial cataract surgery in the 3 groups according to pupil size ($^*p < 0.05$).

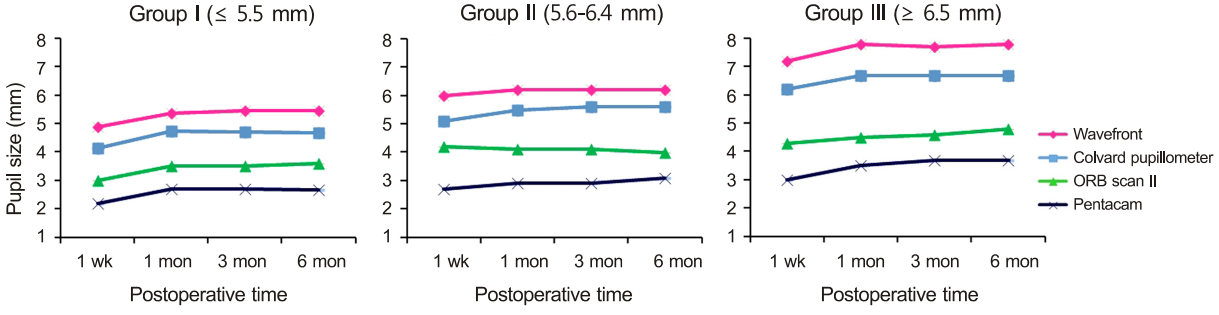

Figure 2. Postoperative pupil size in 3 groups checked by Wavefront®, Colvard pupillometer®, ORB scan II® and Pentacam®.

www.ophthalmology.org

0.54 μm, 1.72 ± 0.88 μm이었고, II군에서는 2.29 ± 1.88 μm, 1.08 ± 0.89 μm, 1.09 ± 0.66 μm, 1.12 ± 0.54 μm, III군에서는 2.30 ± 1.62 μm, 1.75 ± 0.87 μm, 1.75 ± 0.97 μm, 1.77 ± 0.95 μm로 술 후 1개월째(p=0.01) II군에서 I군과 III군에 비해 낮았으며, 3개월(p=0.02)과 6개월째(p=0.02)에도 비슷한 차이를 보였다. 술 후 1주일, 1개월, 3개월, 6개월째 구면수차는 I군에서 0.19 ± 0.32 μm, 0.09 ± 0.11 μm, 0.10 ± 0.18 μm, 0.10 ± 0.15 μm였으며, II군에서 0.17 ± 0.23 μm, 0.03 ± 0.13 μm, 0.04 ± 0.32 μm, 0.05 ± 0.11 μm, III군에서 0.22 ± 0.25 μm, 0.12 ± 0.18 μm, 0.14 ± 0.21 μm, 0.17 ± 0.33 μm로 술 후 1개월째(p=0.03) II군에서 I군과 III군에 비해 낮았으며, 3개월(p=0.04)과 6개월째(p=0.04)에도 비슷한 차이를 보였다. 코마수차와 세조각수차 또한 II군에서 술 후 1개월째 각각 0.25 ± 0.31 μm (p=0.03), 0.24 ± 0.19 μm (p=0.04)로 I군 0.47 ± 0.55 μm, 0.38 ± 0.21 μm 및 III군 0.69 ± 0.45

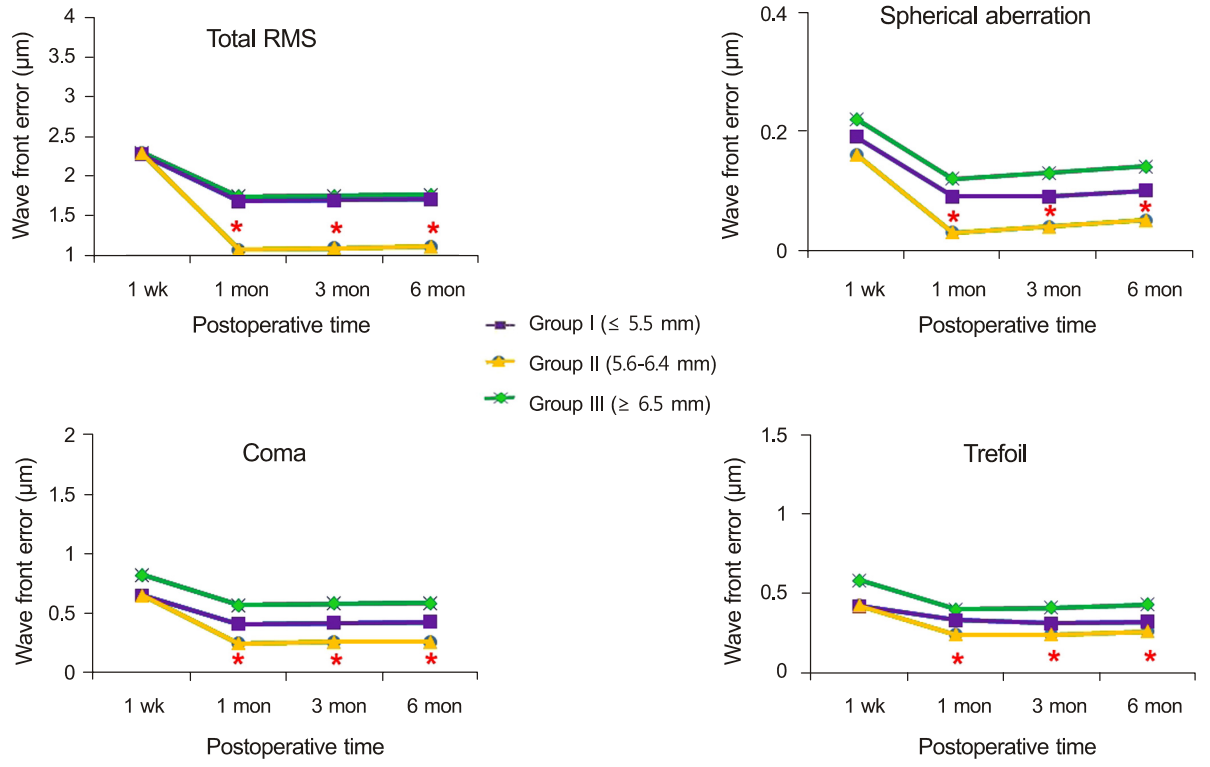

Figure 3. The changes of higher-order aberrations after microcoaxial cataract surgery in the 3 groups according to pupil size ($^{*}p < 0.05$, compared with group I or group III).

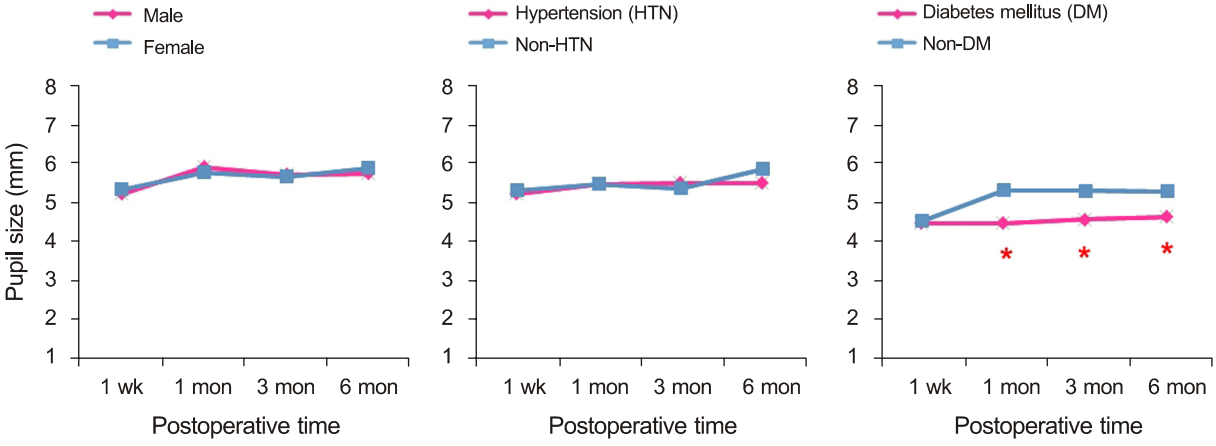

Figure 4. Postoperative pupil size measured by Colvard pupillometer® according to sex, the presence of hypertension and diabetic mellitus ($^{*}p < 0.05$, compared with non-DM group).

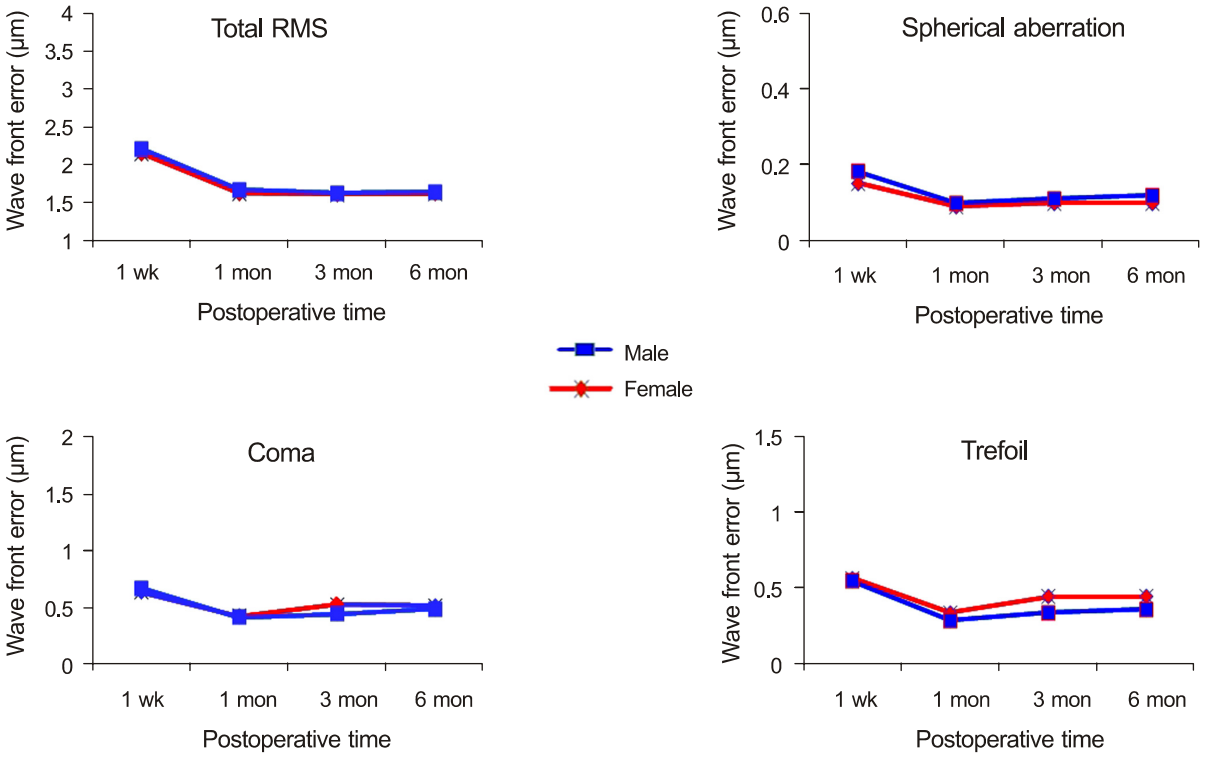

Figure 5. The changes of higher-order aberrations after microcoaxial cataract surgery according to sex.

μm, 0.45 ± 0.27 μm에 비교하여 유의하게 낮았으며, 차이가 술 후 6개월까지 유지되었다(p<0.05)(Fig. 3).

성별에 따른 동공 크기는 Colvard pupillometer® 기준으로 남녀 각각 술 후 1 주일째 5.21 ± 0.74 mm, 5.32 ± 0.88 mm, 1개월째 5.88 ± 0.85 mm, 5.75 ± 0.71 mm, 3개월째 5.71 ± 0.64 mm, 5.65 ± 0.62 mm 그리고 6개월째 5.74 ± 0.62 mm, 5.66 ± 0.83 mm로 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Fig. 4). 술 후 1주일, 1개월, 3개월, 6개월째의 총 RMS는 남자에서는 2.21 ± 1.85 μm, 1.68 ± 1.11 μm, 1.65 ± 1.25 μm, 1.65 ± 1.81 μm였고, 여자는 2.24 ± 1.78 μm, 1.67 ± 1.32 μm, 1.65 ± 1.44 μm, 1.66 ± 1.22 μm로 차이가 없었으며(p>0.05), 구면수차, 코마수차와 세조각수차에서도 비슷한 경향을 보였다(Fig. 5).

고혈압이 있는 경우 동공크기는 Colvard pupillometer® 기준으로 술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월째 각각 5.25 ± 0.88 mm, 5.47 ± 0.91 mm, 5.51 ± 0.64 mm, 5.50 ± 0.82 mm였고, 고혈압이 없는 경우는 각각 5.31 ± 0.65 mm, 5.48 ± 0.84 mm, 5.37 ± 0.72 mm, 5.38 ± 0.89 mm로 두 군 간의 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Fig. 4). 술 후 1주일, 1개월, 3개월, 6개월째의 총 RMS는 2.24 ± 1.64 μm, 1.58 ± 1.71 μm, 1.59 ± 1.66 μm, 1.60 ± 0.99 μm로 비고혈압군의 2.25 ± 1.55 μm, 1.57 ± 1.65 μm, 1.59 ± 1.82 μm, 1.59 ± 1.34 μm와 비교하여 차이가 없었으며(p>0.05), 구면수차, 코마수차와 세조각수차에서도 비슷한 경향을 보였다(Fig. 6).

비당뇨병군은 32명 (76.2%), 당뇨병군은 10명 10안(23.8%)으로 당뇨병이 있는 경우 평균 유병기간은 5.57 ± 4.41년이었으며, Colvard pupillometer®에 의한 동공크기는 술 후 1 주일째 당뇨병군에서4.48 ± 1.85 mm였으며 비당뇨병군에서 4.52 ± 0.95 mm로 차이가 없었으나(p=0.63), 술 후 1개월, 3 개월, 6 개월째 당뇨병군에서의 동공크기는 4.47 ± 1.52 mm, 4.57 ± 2.05 mm 4.63 ± 1.48 mm로 비당뇨병군의5.31 ± 2.54 mm (p=0.01), 5.30 ± 2.14 mm (p=0.03), 5.29 ± 1.48 mm (p=0.03)와 비교하여 유의한 차이가 있었다(Fig. 4). 술 후 1 주일, 1 개월, 3 개월, 6 개월째의 당뇨병군의 총 RMS는 2.55 ± 2.73 μm, 2.84 ± 2.51 μm, 2.82 ± 2.55 μm, 2.82 ± 2.12 μm였고, 비당뇨병군은 2.00 ± 2.44 μm (p=0.21), 1.44 ± 3.21 μm (p=0.03), 1.47 ± 2.98 μm (p=0.02), 1.46 ± 3.02 μm (p=0.02)이었다. 술 후 1주일, 1 개월, 3 개월, 6개월째의 구면수차는 당뇨병군에서 0.18 ± 0.14 μm, 0.16 ± 0.08 μm, 0.19 ± 0.10 μm, 0.18 ± 0.09 μm였고 비당뇨병군에서는 0.12 ± 0.11 μm (p=0.43), 0.04 ± 0.15 (p=0.03) μm, 0.06 ± 0.14 μm (p=0.02), 0.07 ± 0.15 μm (p=0.02)였으며, 코마수차와 세조각수차에서도 비슷한 경향을 보였다(Fig. 7).

www.ophthalmology.org

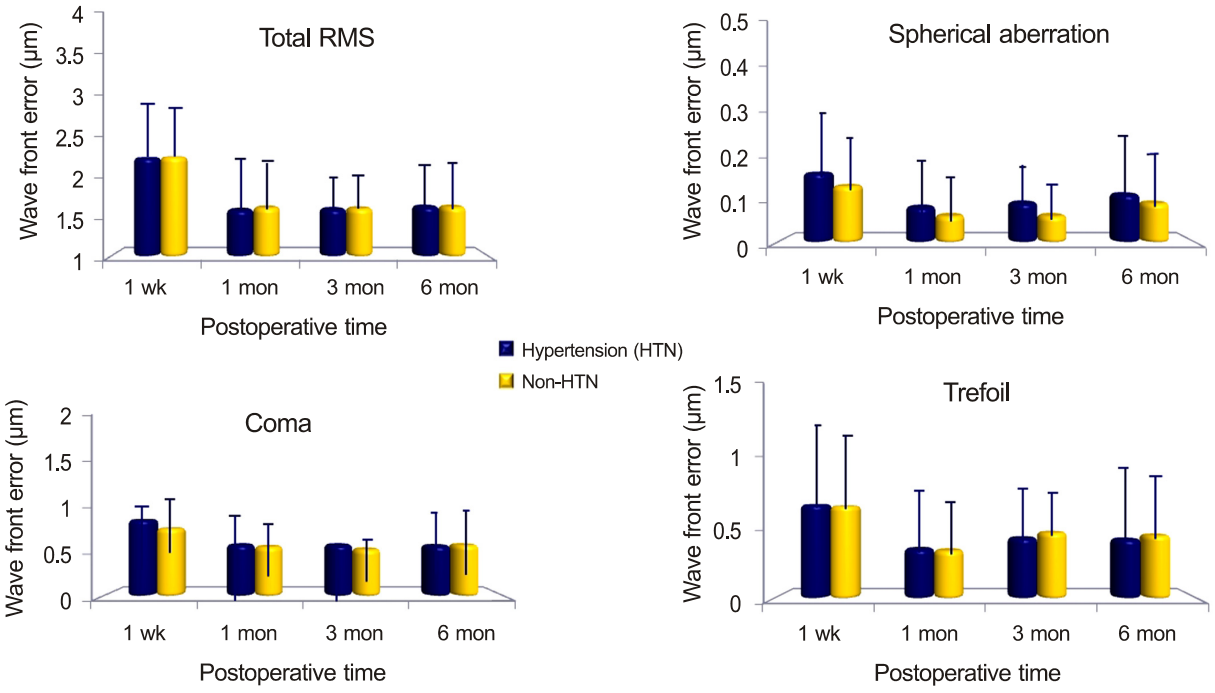

Figure 6. The changes of higher-order aberrations after microcoaxial cataract surgery according to the presence of hypertension.

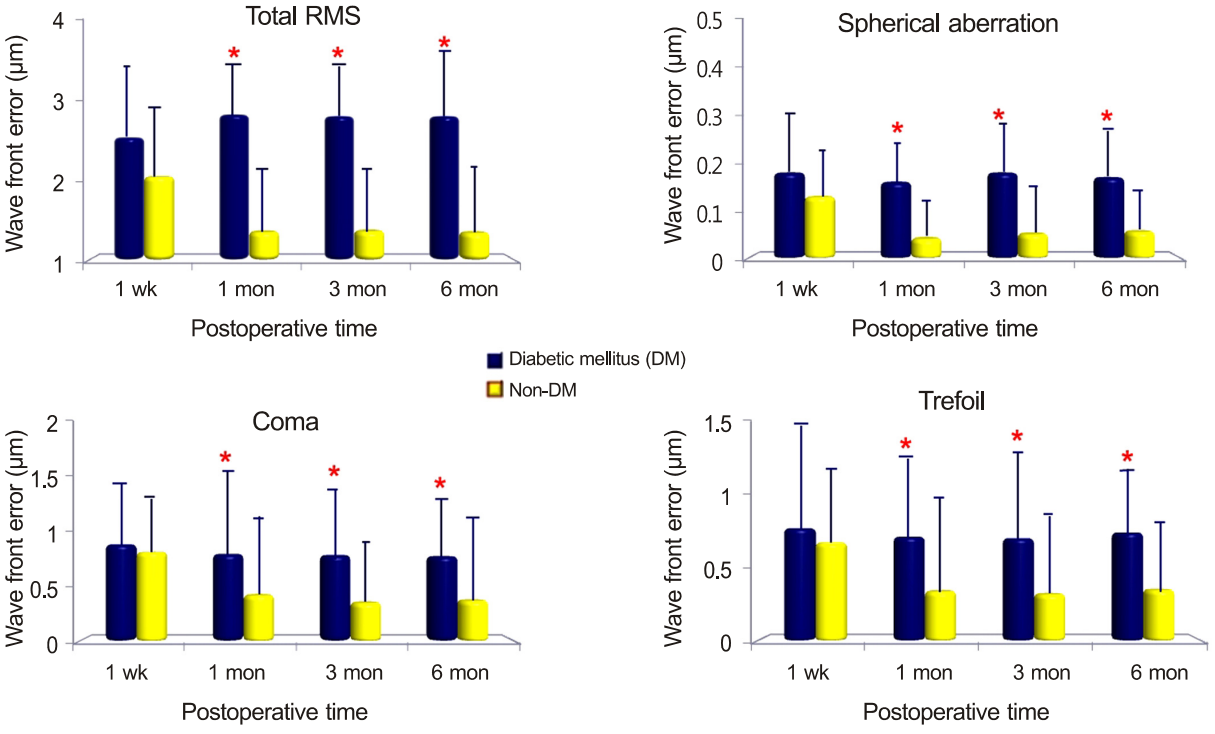

Figure 7. The changes of higher-order aberrations after microcoaxial cataract surgery according to the presence of diabetic mellitus ($^{*}p < 0.05$, compared with non-DM group).

고 찰

최근 수십 년간 백내장 수술의 안정성을 높이고 술 후 빠른 회복을 증대시키기 위해 각막절개창의 크기를 줄이려는 노력이 있었고, 각막절개창이 짧아지면서 각막난시의 변화가 적으며 빠른 시력의 회복이 가능하게 되었다. 특히 동축미세절개 백내장 수술은 관류와 흡입을 하나의 축으로 하여 기존의 백내장 수술법과 동일하므로, 수술 습득 시간이

짧고, 미세각막절개 백내장 수술에 비해 관류와 흡입의 제한이 적고, 절개창을 추가로 넓히지 않고 6.0 mm 크기의 광학부를 가진 인공수정체를 삽입할 수 있는 장점이 있다.[1-3] 백내장 수술 후 시력의 질을 평가하기 위해서는 고위수차의 측정이 필요하며, 고위수차를 줄이는 것이 시력의 질을 향상시키는 데에 도움이 된다고 하였고, 인공수정체안의 고위수차는 굴절률, 난시, 동공크기, 인공수정체의 중심이탈, 환자의 나이에 의해 영향을 받는다는 보고가 있었다.[6,7,14]

Ko et al[15]은 일정한 크기의 광학부에만 굴절력의 변화가 일어나는 인공수정체안에서는 어두운 조도에 노출되거나 먼 곳을 주시할 때에는 동공의 크기가 광학부의 크기보다 커질 가능성이 있으며, 이때 눈부심 현상, 달무리 등이 발생할 수 있고 술 후 환자가 호소하는 대부분의 불편감이 이런 부작용에서 비롯되므로 인공수정체안을 대상으로 어두운 조도에서 동공의 변화를 정확히 파악하는 것은 매우 중요하다고 하였다. 광학 측정장비마다 주변 조도의 영향을 받기 때문에 측정된 동공크기의 차이가 있을 수 있는데 Kohnen et al[16]은 0.05 Lux 미만의 조도에서 Colvard pupillometer®로 측정한 대상군의 동공크기는 5.68 ± 1.07 mm로, 28.2 Lux의 조도에서 ORB scan II®로 측정한 3.75 ± 0.67 mm보다 증가하였다고 보고하였다. 또한 Yazici et al[17]은 ORB scan II®, Pentacam®으로 동공크기를 측정하였을 때 동공크기가 각각 4.00 ± 0.67 mm, 3.05 ± 0.59 mm로 그 값에 유의한 차이가 있다고 하였다.

여러 보고에서 백내장 수술 후의 동공크기는 수술 자체의 손상에 의하여 변화할 수 있으므로 술 전의 동공크기와 관련성은 많지 않다고 하였으나,[18-20] Hayashi and Hayashi[21]가 보고한 바에 의하면 술 후 1개월째부터 동공크기의 변화가 줄어들고 술 전의 동공크기와 높은 상관관계를 맺는다고 하였다. 본 연구의 경우 모든 환자에서 미세절개 백내장 수술 이후 감소하였던 동공크기가 술 후 1개월째를 기점으로 동공크기가 증가하였고 이후 6개월까지 유의한 차이가 없었으며, 술 전의 동공크기가 작은 군에서 술 후에도 모든 광학장비에서 동공크기가 작았다. 이는 본 연구와 같이 미세절개창을 이용하는 백내장 수술기법 및 초음파유화술의 발달로 인하여 백내장 수술 중의 손상이 최소화되어 술 전후의 동공크기의 연관성이 향상되었기 때문이라 생각한다.

여러 보고에서 대상자의 동공크기의 변화에 따른 고위수차를 알아보았고 동공크기가 감소할수록 고위수차의 값이 감소한다고 발표하였으며,[9,11,22] 이는 조도가 증가할수록 고위수차를 감소시키기 위하여 동공크기의 감소가 발생하는 것으로 분석하였다. 본 연구에서는 기존 연구와는 다르게 동공크기에 따라 대상군을 Colvard pupillometer®로 측정한 술 전의 동공크기를 기준으로 5.5 mm 이하, 5.6-6.4 mm, 6.5 mm 이상인 군으로 나누어 고위수차를 조사하였으며 술 전의 동공크기가 5.6-6.4 mm인 II군에서 술 후 1개월째부터 다른 군에 비해 고위수차가 낮았으며 6개월째까지 유의한 차이가 있었다. 이는 동공크기가 중간군인 II군에서 동공크기가 인공수정체의 광학부 크기와 비슷하여 고위수차의 감소시키기 위한 동공크기의 조절력이 가장 높기 때문으로 생각된다.

de Castro et al[23]은 고위수차에 영향을 주는 인자로 나이, 각막곡률, 근시, 동공크기 등이 있다고 하였고 특히 동공크기의 증가가 고위수차의 증가와 강한 상관관계가 있다고 하였으며, Hayashi et al[21]은 당뇨병이 있는 경우가 당뇨병이 없는 경우에 비하여 백내장 수술 전후의 동공크기가 감소하였다고 하였다. 본 연구에서는 동공크기 및 고위수차가 성별 및 고혈압 유무와는 관련이 없었으나, 당뇨병이 있는 군에서 당뇨병이 없는 군보다 백내장 수술 1개월째부터 동공크기가 유의하게 작았으며, 고위수차가 증가하였다. 당뇨병군에서 비당뇨병군보다 동공크기가 술 전후로 작은 이유는 당뇨망막병증과 같은 합병증으로 인하여 동공확대근의 교감신경 지배가 약화되고, 동공확대근의 조직의 부분적인 손상으로 인하여 발생하였을 것으로 생각되며, 비당뇨병군에서 당뇨병군에 비해 동공크기가 인공수정체의 광학부에 근접하여 동공크기의 조절이 용이하여 고위수차가 감소하였을 것으로 사료된다.

본 연구를 통해서 이전에 보고된 적이 없는 미세절개 백내장 수술 환자를 대상으로 여러 가지 광학장비로 동공크기를 측정하고 이에 따른 고위수차의 변화양상을 관찰함으로써 술 전의 동공크기 및 당뇨병 유무의 평가를 통해 술 전에 백내장 수술 이후 시력의 질을 예측하는 데에 도움이 될 것으로 보인다. 본 연구의 제한점으로는 대상 환자 수가 적고 및 비교적 추적관찰 기간이 짧았다는 점, 안구수차를 분석하는 데 있어서 각막의 고위수차 및 수술로 인한 각막수차의 변화를 전체 안구의 수차와 분리하여 분석하지 못한 점, 구면 수차를 비롯하여 각각의 고위수차들이 시력의 질에 대해 미치는 영향을 연구하지 못한 점 등이 있다. 향후 보다 장기간으로 많은 수의 환자를 대상으로 추가적인 연구가 시행되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1) Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. Am J Ophthalmol 1967;64:23-35.
2) Vasavada V, Vasavada V, Raj SM, Vasavada AR. Intraoperative performance and postoperative outcomes of microcoaxial phaco-

emulsification. Observational study. J Cataract Refract Surg 2007; 33:1019-24.
3) Osher RH, Injev VP. Microcoaxial phacoemulsification Part 1: laboratory studies. J Cataract Refract Surg 2007;33:401-7.
4) Chalita MR, Krueger RR. Correlation of aberrations with visual acuity and symptoms. Ophthalmol Clin North Am 2004;17:135-42.
5) Williams D, Yoon GY, Porter J, et al. Visual benefit of correcting higher order aberrations of the eye. J Refract Surg 2000;16:S554-9.
6) Werner L, Mamalis N. Wavefront corrections of intraocular lenses. Ophthalmol Clin North Am 2004;17:233-45.
7) Guirao A, Redondo M, Geraghty E, et al. Corneal optical aberrations and retinal image quality in patients in whom monofocal intraocular lenses were implanted. Arch Ophthalmol 2002;120:1143-51.
8) Kawamorita T, Uozato H, Handa T, et al. Effect of pupil size on visual acuity in a laboratory model of pseudophakic monovision. J Refract Surg 2010;26:378-80.
9) Wang Y, Zhao K, Jin Y, et al. Changes of higher order aberration with various pupil sizes in the myopic eye. J Refract Surg 2003; 19:S270-4.
10) Mun GH, Im SK, Park HY, Yoon KC. Comparison of visual function between two aspheric intraocular lenses after microcoaxial cataract surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:333-9.
11) Kasper T, Bühren J, Kohnen T. Intraindividual comparison of higher-order aberrations after implantation of aspherical and spherical intraocular lenses as a function of pupil diameter. J Cataract Refract Surg 2006;32:78-84.
12) Caporossi A, Martone G, Casprini F, Rapisarda L. Prospective randomized study of clinical performance of 3 aspheric and 2 spherical intraocular lenses in 250 eyes. J Refract Surg 2007;23: 639-48.
13) Packer M, Fine IH, Hoffman RS. Aspheric intraocular lens selection: the evolution of refractive cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol 2008;19:1-4.
14) Hayashi K, Hayashi H. Stereopsis in bilaterally pseudophakic patients. J CataractRefract Surg 2004;30:1466-70.
15) Ko BU, Ryu WY, Park WC. Pupil size in the normal korean population according to age and illuminance. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:401-6.
16) Kohnen T, Terzi E, Kasper T, et al. Correlation of infrared pupillometers and CCD-camera imaging from aberrometry and videokeratography for determining scotopic pupil size. J Cataract Refract Surg 2004;30:2116-23.
17) Yazici AT, Bozkurt E, Alagoz C, et al. Central corneal thickness, anterior chamber depth, and pupil diameter measurements using Visante OCT, Orbscan, and Pentacam. J Refract Surg 2010;26:127-33.
18) Gibbens MV, Goel R, Smith SE. Effect of cataract extraction on the pupil response to mydriatics. Br J Ophthalmol 1989;73:563-5.
19) Yap EY, Aung T, Fan RF. Pupil abnormalities on the first postoperative day after cataract surgery. Int Ophthalmol 1996-1997; 20:187-92.
20) Koch DD, Samuelson SW, Villarreal R, et al. Changes in pupil size induced by phacoemulsification and posterior chamber lens implantation: consequences for multifocal lenses. J Cataract Refract Surg 1996;22:579-84.
21) Hayashi K, Hayashi H. Pupil size before and after phacoemulsification in nondiabetic and diabetic patients. J Cataract Refract Surg 2004;30:2543-50.
22) Castejón-Mochón JF, López-Gil N, Benito A, Artal P. Ocular wave-front aberration statistics in a normal young population. Vision Res 2002;42:1611-7.
23) de Castro LE, Sandoval HP, Bartholomew LR, et al. High-order aberrations and preoperative associated factors. Acta Ophthalmol Scand 2007;85:106-10.

=ABSTRACT=

Changes of Higher-Order Aberrations after Microcoaxial Cataract Surgery According to Pupil Size

Jae Yong Jang, MD, Han Jin Oh, MD, Kyung Chul Yoon, MD, PhD

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

Purpose: To analyze changes of higher-order aberrations (HOAs) after micro-coaxial cataract surgery according to pupil size and to evaluate systemic factors affecting these changes.
Methods: Forty-two patients (42 eyes) who had undergone micro-coaxial cataract surgery were followed-up in the present study. HOAs (total RMS, coma, trefoil and spherical aberration) were measured at 1 week, 1 month, 3 months and 6 months post surgery. Differences of HOAs according to pupil size and systemic factors affecting changes of HOAs were analyzed.
Results: Total RMS (1.08 ± 0.89 μm) and spherical aberration (0.03 ± 0.13 μm) were lower in the group with a pupil size between 5.6 and 6.4 mm at 1 month after surgery compared with the group with pupil size lower than 5.5 mm (1.69 ± 0.97 μm, 0.09 ± 0.11 μm) or the group with pupil size larger than 6.5 mm (1.75 ± 0.87 μm, 0.12 ± 0.18 μm), which remained low at 6 months after surgery. Coma and trefoil showed a similar tendency. Patients with diabetes mellitus had smaller pupil size and higher total RMS, coma, trefoil and spherical aberration values at 1 month after surgery compared with patients without diabetes.
Conclusions: HOAs were lowest in patients with pupil size between 5.6 and 6.4 mm after micro-coaxial cataract surgery. Patients with diabetes mellitus tend to have smaller pupil size after micro-coaxial cataract surgery and show higher post-operative HOAs.
J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(9):1260-1268

Key Words: Higher-order aberrations, Microcoaxial cataract surgery, Pupil size

---

Address reprint requests to **Kyung Chul Yoon, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chonnam National University Hospital
#42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea
Tel: 82-62-220-6741, Fax: 82-62-227-1642, E-mail: kcyoon@chonnam.ac.kr