

개방형고리를 이용한 수정체전낭 원형절개술의 유용성

김수아 · 이용은 · 황규연 · 주천기

가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학교실

목적: 백내장 수술 중 전낭절개시에 고전적인 수정체낭원형절개(continuous curvilinear capsulorhexis)와 비교하여 개방형고리(open ring guider for CCC)를 이용한 술기에서 전낭절개의 크기, 원형성 및 재현성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 동일한 수술자가 5.3 mm 개방형고리를 이용하여 전낭절개를 시행한 60안(사용군)과 고전적인 수정체낭원형절개를 이용하여 백내장 수술을 시행한 60안(비사용군)을 비교하였다. 수술 도중 전낭절개 직후의 사진, 초음파유화술이 끝난 직후의 사진, 인공수정체를 삽입하고 각막 수화술을 마친 후의 사진을 각각 촬영하였다. 두 군의 사진을 이용하여 수술 중 전낭의 지름 및 면적, 원형성을 비교 분석하였다.

결과: 사용군과 비사용군에서 인공수정체를 삽입한 후의 전낭 지름은 각각 5.32 ± 0.26 mm, 5.14 ± 0.64 mm (변동계수: 0.049, 0.125) 면적은 22.92 ± 0.71 mm², 21.40 ± 1.37 mm² (변동계수: 0.031, 0.064)로 측정되었다. 원형성은 사용군과 비사용군에서 각각 0.93 ± 0.24 , 0.86 ± 0.78 (변동계수: 0.258, 0.907)로 측정되었다.

결론: 개방형고리를 이용하는 경우 더 큰 지름과 면적을 가지며, 재현성과 원형성이 잘 유지되는 전낭절개가 가능하였다. 개방형고리를 잘 활용하는 경우 이상적인 전낭절개를 통한 성공적인 백내장 수술을 수행할 수 있을 것이다.

〈대한안과학회지 2013;54(10):1494-1500〉

1984년 Gimbel and Neuhann¹에 의해 소개된 수정체전낭절개술(continuous curvilinear capsulorhexis, 이하 CCC)은 연속된 부드러운 원형의 절개를 통해 절개면에 탄력성을 높이고 수술 중 전낭 찢어짐에 대한 강한 저항력을 확보하여 현재까지도 백내장 수술시에 표준 기술로써 사용되고 있다. 이러한 CCC를 성공적으로 시행하기 위하여 주사바늘(26-gauge needle) 또는 낭집계(capsule forcep) 등을 이용하여 다양한 절개장 길이와 위치를 통한 접근을 시도하는 여러가지 방식들이 제시되어 왔다.² 그러나 여러 가지 기술적인 노력에도 불구하고 CCC는 그 술기가 어려워 적절한 Shearing과 Ripping을 숙련하기까지 긴 시간이 소요된다. 최근 4년차 전공의를 대상으로 한 국내 설문조사에서 백내장 수술시 가장 어렵게 느껴지는 과정이 CCC라고 답한 수가 42.9%로 가장 많았다는 점이 이를 뒷받침한다.³

CCC를 연속적으로 잘 마무리하였더라도 술자에 따라 전낭절개의 크기와 원형성이 일정하지 않고, 동일한 술자에서도 수술시마다의 변동성이 존재하여 술기에 수술자 요소가 크게 작용한다는 한계가 있다. 작은 원형절개는 수력분리술을 시행할 때 압력에 의해 후낭이 파열될 위험이 높아지며, 반대로 원형절개의 크기가 6 mm 이상으로 크거나 중심에서 벗어나 있는 비대칭적인 원형절개는 수술 후 심한 전낭혼탁을 일으킨다는 보고들이 있다.⁴⁻⁷

이에 저자들은 전낭절개의 적절한 크기를 확보하고 원형성과 재현성을 높이기 위해 모양자를 대고 그림을 그리듯이 개방형고리(open ring guider for CCC, 이하 ORGC)를 이용한 CCC를 계획하였다. 본 연구는 백내장 수술시에 개방형고리를 사용하지 않은 수술안과 개방형고리를 사용하여 시행한 전낭절개의 차이점을 비교하고자 전향적으로 시행되었다.

■ Received: 2013. 3. 22. ■ Revised: 2013. 4. 30.

■ Accepted: 2013. 7. 26.

■ Address reprint requests to Choun-Ki Joo, MD, PhD
Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea Seoul St. Mary's Hospital, #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

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

대상과 방법

개방형고리(ORGC)는 PMMA으로 구성된 투명한 고리로 국내 제조 회사인 루시드 코리아에서 제작된 제품을 사용하였다(Fig. 1). 사용된 개방형고리의 지름은 내경 5.3 mm, 외경 5.8 mm로 절단면의 높이 0.125 mm, 너비 0.25 mm로 10도가 열려 있는 형태이다. 열린 고리의 끝은 둥글게

다듬어져 있어 조직 손상을 최소화하도록 디자인되었다.

ORG를 삽입할 때에는 전방 내 점탄물질을 충분히 채운 뒤에 Tying forcep (E1815-S, Mcpherson tying forcep, Storz[®])으로 고리를 잡고 열린 한쪽 끝을 각막 절개창을 통해 일부 밀어 넣는다. 삽입되지 않은 나머지 고리의 중간 부위를 다시 포셉으로 잡아 시계 방향으로 조금씩 밀고 놓고, 다시 잡아 밀고 놓고를 빠르게 반복하여 부드럽게 반대 쪽 끝까지 삽입한다. 삽입된 고리는 IOL rotator (K3-2692, Maloney IOL manipulator, Katena[®])를 이용하여 미리 표시해 두었던 각막 중심을 기준으로 위치시키고, 고리를 여러 방향에서 눌러서 수정체전낭에 밀착시킨 후에 CCC를 진행한다. CCC를 마치고 고리를 제거할 때에는 고리의 한쪽 끝을 IOL rotator의 훅으로 가볍게 들어 각막 절개창 밖으로 일부 빼내고, 빠진 고리 부위를 IOL rotator로 살짝 짚어 돌리고, 다시 짚어 돌리기를 반복하여 마치 굽어내듯이 조작하면 고리가 시계 방향으로 돌면서 전방에서 빠져나오

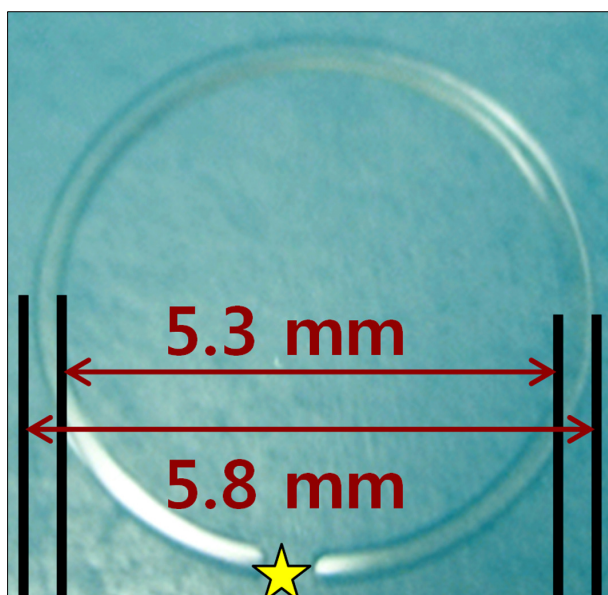


Figure 1. Open Ring Guide for CCC: Inflexible polymethyl methacrylate caliper ring with an internal diameter of 5.3 mm and external diameter of 5.8 mm. It is easy to insert in the eye because of the shape of an open ring (yellow star).

게 된다.

2011년 12월부터 2012년 4월까지 본원에서 백내장 수술을 받은 96명의 환자, 120안을 대상으로 하였다. 포도막염, 녹내장 등의 기저 안질환이 있거나, 외상 및 수술 등으로 인한 섬모체 소대 약화가 있는 경우, 동공 이상으로 전낭절개 경계부를 확인할 수 없는 경우 등은 대상에서 제외하였다. 숙련된 1인의 수술자가 개방형고리를 사용하여 전낭절개를 시행한 60안(Group A, 사용군)과 개방형고리를 사용하지 않고 전낭절개를 시행한 60안(Group B, 비사용군)으로 나누었다. 수술 도중 전낭절개 직후의 사진, 초음파유화술이 끝난 직후의 사진, 인공수정체를 삽입하고 각막수화술을 마친 직후의 사진을 각각 정지화상을 촬영하였다(Fig. 2A). 촬영시 1 mm 단위로 눈금이 새겨진 수술용 눈금자를 환자의 각막 변연과 동일한 평면에 위치시켰다.

촬영된 사진에서 5 mm를 이루는 픽셀(pixel)의 개수를 컴퓨터 그래픽 프로그램(imageJ)를 이용하여 계수하고 이를 5로 나누어, 화상에서 1 mm를 이루는 픽셀의 수(a)를 산출하였다. 이후 원하는 부분의 길의 픽셀수를 같은 프로그램을 이용하여 계수한 뒤 a로 나누어 길이를 측정하였다. 수직지름과 수평지름의 평균을 내어 전낭절개의 지름(diameter)을 구하였다(Fig. 2B). 원하는 부분의 면적을 이루는 픽셀수를 같은 프로그램을 이용하여 계수한 뒤 같은 a의 제곱으로 나누어 면적(area)을 구하였다. 같은 프로그램에서 제공하는 원형성(circularity)의 산출 공식($\text{Circularity} = 4\pi (\text{area}/\text{perimeter}^2)$)에 따라 원형성을 구하고 1에 가까울수록 원에 가까운 것으로 분석하였다. 재현성(repeatability)은 표준편차를 평균으로 나눈 변동계수(coefficient of variation)로 값이 낮을수록 재현성이 높은 것으로 판단하였다.

개방형고리 비사용군과 사용군의 통계학적 차이를 검정하기 위하여 연속형 자료는 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값 등을 구하고, *t*-test를 이용하여 군간 비교를 시행하였다(SPSS 19.0, SPSS, Inc., IBM, Armonk, NY, USA).

결 과

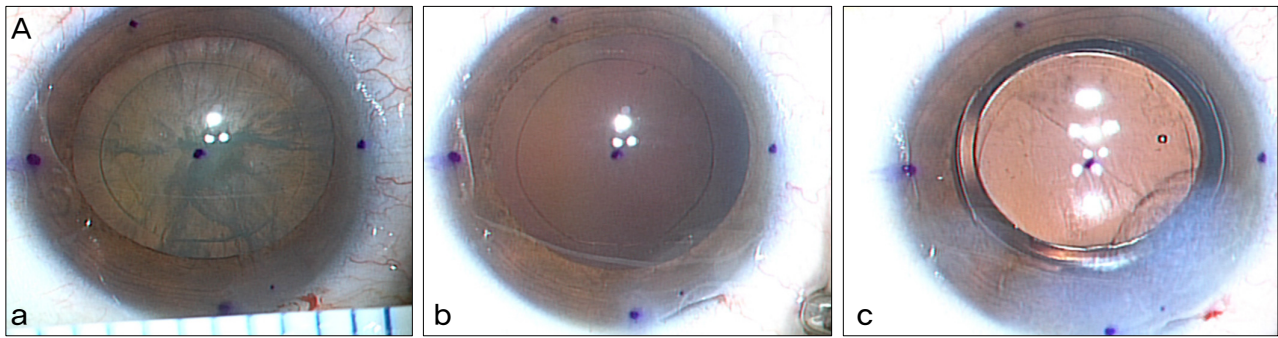
수술 환자는 각각 60안으로 평균나이 각각 69 ± 12 세,

Table 1. Preoperative characteristics of the study patients

	ORG (Group A)	Control (Group B)	<i>p</i> -value
Number of patients	69 ± 12	65 ± 16	0.35
Age (years)	31:29	28:32	0.29
Axial length (mm)	23.77 ± 1.25	24.20 ± 1.87	0.34
ACD (mm)	3.08 ± 0.28	3.14 ± 0.24	0.80
Mean K (D)	43.20 ± 1.26	43.31 ± 1.27	0.32
WTW (mm)	11.72 ± 0.33	11.70 ± 0.35	0.45

Values are presented as mean ± SD.

Group A. Open ring guider for CCC



Group B. Conventional manual technique

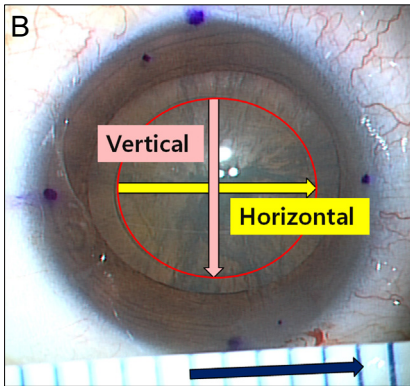
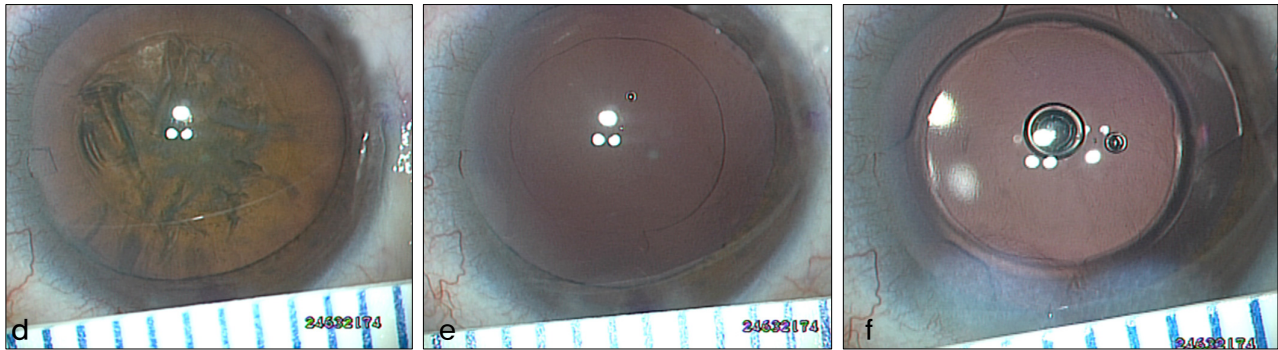


Figure 2. (A) Group A was performed by using a 5.3-mm ORGC (a. after CCC, b. after phacoemulsification, c. after IOL insertion and corneal stromal hydration). Group B was performed by using conventional manual technique (d. after CCC, e. after phacoemulsification, f. after IOL insertion and corneal stromal hydration). (B) Image J's graphic program to measure the diameter, area and circularity of anterior capsule were compared between two groups. (A) Photos were taken after each surgical step. (B) Measuring the diameter, area and circularity of anterior capsule.

65 ± 16세로 유의한 차이는 없었으며($p=0.35$), 남자는 각각 31명, 28명으로 성비에서도 유의한 차이는 없었다($p=0.29$). 안축장 길이는 사용군 23.77 ± 1.25 mm, 비사용군 24.20 ± 1.87 mm로 유의한 차이가 없었고($p=0.34$), 전방 깊이도 사용군 3.08 ± 0.28 mm, 비사용군 3.14 ± 0.24 mm로 차이를 보이지 않았다($p=0.80$). 그 외 평균 각막난시, WTW에서도 술전 유의한 차이는 없었다(Table 1).

전낭절개의 지름은 개방형고리 사용군에서 전낭절개 후 평균 5.44 mm, 초음파유화술 후 평균 5.41 mm, 인공수정체 삽입 후 평균 5.32 mm로 비사용군 단계별 평균 지름 5.25 mm, 5.21 mm, 5.14 mm와 비교하여 모두 유의하게 길었다($p<0.05$)(Fig. 3A). 전낭절개의 면적은 개방형고리 사용군에서 전낭절개 후 평균 23.42 mm², 초음파유화술 후

평균 23.1 mm², 인공수정체 삽입 후 평균 22.92 mm²로 비사용군 단계별 평균 면적 22.05 mm², 21.84 mm², 21.4 mm²와 비교하여 모두 유의하게 넓었다($p<0.05$)(Fig. 3B). 전낭절개의 원형성은 개방형고리 사용군에서 전낭절개 후 평균 0.89, 초음파유화술 후 평균 0.86, 인공수정체 삽입 후 평균 0.88로 비사용군 단계별 평균 원형성 0.78, 0.73, 0.71과 비교하여 모두 유의하게 높아 원에 가까웠다($p<0.05$)(Fig. 3C).

인공수정체 삽입 후 전낭절개 지름의 변동계수는 사용군에서 0.049, 비사용군에서 0.125로 사용군에서 0에 더 가까운 재현성이 높았고, 인공수정체 삽입 후 전낭절개 면적의 변동계수는 사용군에서 0.031, 비사용군에서 0.064, 인공수정체 삽입 후 전낭절개 원형성의 변동계수가 사용군에

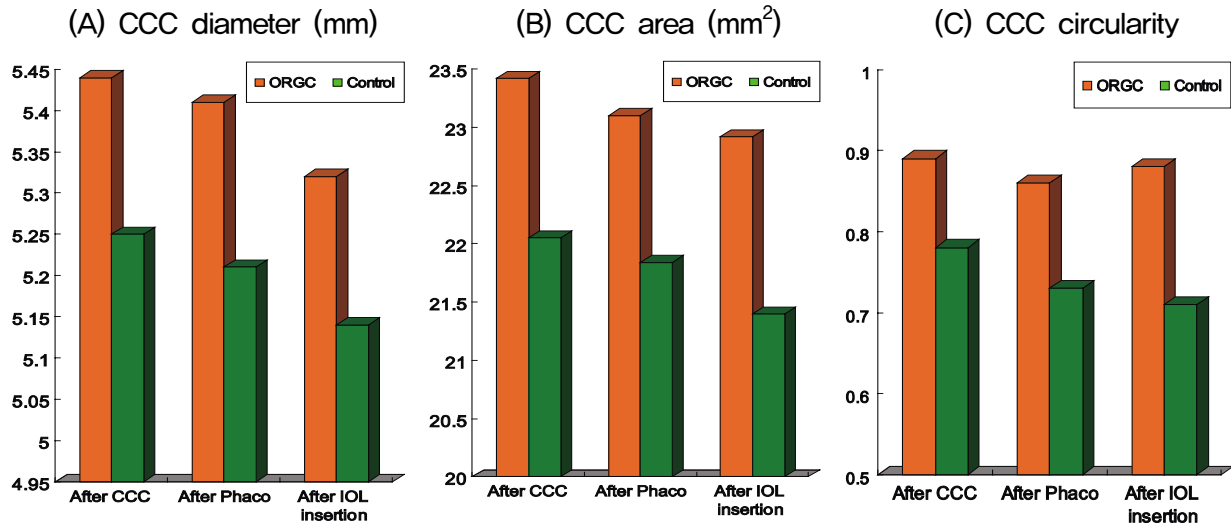


Figure 3. Comparison between two groups regarding to the calculated CCC parameters after final step, IOL implantation and corneal stromal hydration stage during cataract surgery.

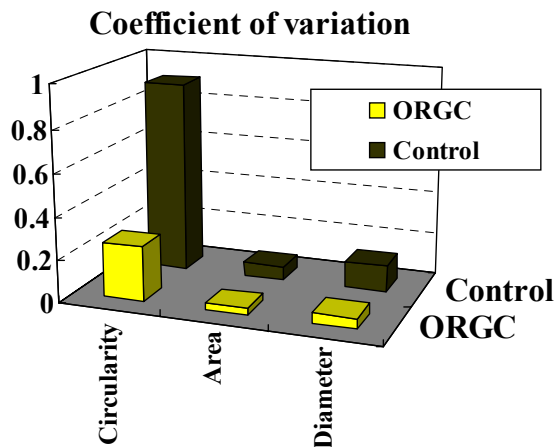


Figure 4. The coefficient of variation (CV) represents the CCC repeatability that is defined as the ratio of the standard deviation to the mean, it is a helpful statistic in comparing the degree of variation from one data series to the other. It was observed that the lower the CV, the higher the repeatability.

서 0.258, 비사용군에서 0.907로 세가지 지표 모두에서 개방형고리 사용군의 변동계수가 더 낮음으로써 재현성이 더 높음을 확인하였다(Fig. 4).

고 찰

수정체 전낭은 날카로운 각에서 쉽게 찢어지고, 둥근 곡선으로 잘라내기가 어려워져 여러 연구에서 흡사 셀로판지와 유사하다고 기술되었다.⁸ 동시에 탄력성도 뛰어나고 신장력이 우수하여 인공수정체 삽입과 수정체낭외 핵적출을 가능하게 한다는 특성도 보고되었다.⁹ 전낭절개는 이렇듯

어렵고도 중요한 과정이기에 전낭절개에 따른 및 인공수정체 삽입에 대한 연구가 활발하다.^{10,11}

특히 전낭절개면이 360도에서 인공수정체의 광학부를 덮는 것이 백내장 수술 후 후낭 혼탁을 줄이고, 특히 원형이 아닌 사각형태의 인공수정체는 360도에서 광학부를 덮을 때 환자의 눈부심을 줄인다는 보고들이 있어,^{12,13} 적절한 크기를 확보하는 원형의 전낭절개를 위한 여러가지 시도들이 있었다. 2003년에 Wallace¹⁴에 의해 소개된 Capsulotomy diameter mark (CDM)가 그 대표적인 예로써,¹⁵ 수술 전 각막전면에 지름 6 mm의 원형으로 표시를 하고 전낭절개를 CDM 안쪽에서만 시행하여 인공수정체가 전낭절개면과 접치도록 하였다. 그러나 각막의 곡률과 확대에 인하여 실제 전낭에 그려지는 절개선이 각막에 그린 도안과 다르고 중심부 이탈이 생긴다는 단점이 있었다. 이후 Dick et al¹⁶이 각막 위에 놓인 고리를 수정체전낭으로 투과시키는 시스템을 발표하였으나, 역시 각막을 통과해야 한다는 단점이 있어 널리 쓰이지 못했다.

2006년 Tassignon et al¹⁷에 의해 전방내 삽입 원형고리가 Ring-shaped caliper (Morcher GmbH, 이하 Morcher ring)로 처음 소개되었다. PMMA 재질의 Morcher ring은 360도가 닫힌 폐쇄형고리고써 전방내 삽입하기 위해서는 3 mm 이상의 각막 절개가 필요하고, 고리를 잡고 당겨서 타 원형으로 만들어 삽입하는 형태이다. 고리의 탄력성이 높아 변형이 쉬우나 한번 사용 후 버리는 것으로 비용대비 효용성이 떨어졌고, 측면 단면의 높이 0.25 mm, 너비 0.125 mm로 상대적으로 높이가 높아 각막 절개창에 걸리기 쉽다는 단점이 있었다. 반면 본 연구에서 사용한 ORGC는 높이 0.125 mm, 너비 0.25 mm로 단면의 너비보다 높이를 낮추

Table 2. CCC parameters after each surgical step (CCC, phacoemulsification, IOL insertion and corneal stromal hydration). A shows CCC diameter, B shows CCC area, C shows CCC circularity and D shows CCC repeatability

(A) CCC diameter (mm)

	ORGC (Group A)	Control (Group B)	p-value
After CCC	5.44 ± 0.32	5.25 ± 0.59	<0.05
After phacoemulsification	5.41 ± 0.34	5.21 ± 0.62	<0.05
After IOL insertion	5.32 ± 0.26	5.14 ± 0.64	<0.05
(Coefficient of variation)	(0.049)	(0.125)	

(B) CCC area (mm²)

	ORGC (Group A)	Control (Group B)	p-value
After CCC	23.42 ± 0.76	22.05 ± 1.25	<0.05
After phacoemulsification	23.1 ± 0.64	21.84 ± 1.88	<0.05
After IOL insertion	22.92 ± 0.71	21.4 ± 1.37	<0.05
(Coefficient of variation)	(0.031)	(0.064)	

(C) CCC circularity

	ORGC (Group A)	Control (Group B)	p-value
After CCC	0.89 ± 0.05	0.78 ± 0.18	<0.05
After phacoemulsification	0.86 ± 0.04	0.73 ± 0.15	<0.05
After IOL insertion	0.88 ± 0.06	0.71 ± 0.16	<0.05
(Coefficient of variation)	(0.0258)	(0.907)	

(D) CCC repeatability (CV)

	Diameter	Area	Circularity
ORGC (Group A)	0.049	0.031	0.258
Control (Group B)	0.125	0.064	0.907

Values are presented as mean ± SD.

어 삽입시에 절개창에 걸리는 것을 방지하였고, 전낭에 닿는 면적을 넓혀 전낭 위에 안정적으로 위치시킬 수 있었다. 10도가 열려 있어 한쪽 끝을 각막 절개창으로 삽입한 후에 한방향으로 고리를 돌리면서 전방내로 위치시키고 또한 같은 방법으로 제거가 용이하여 2.2 mm 각막절개만을 필요로 하였으며, 강도가 높아 소독 후 재사용이 가능하게 하였다.

본 연구에서는 ORGC를 사용하였을 때 사용하지 않은 군에 비하여 전낭절개를 유의하게 큰 지름으로, 더 큰 면적으로 시행할 수 있었고, 그 원형성 또한 높은 전낭절개가 가능하였다. 또한 변동계수가 낮아 전낭절개의 재현성이 높다는 것을 알 수 있었다(Table 2). 높은 재현성은 수술시마다 좀더 정밀한 전낭절개가 가능하다는 것을 의미한다. 환자들의 각막크기는 다양하지만 수술자는 눈을 확대하여 수술을 진행하게 되므로 전낭절개를 각막크기에 가늠하여 시행하게 될 경우 숙련된 수술자도 너무 작거나 너무 큰 전낭절개를 만들 수 있다. ORGC를 사용하면 인공수정체의 광학부에 적합한 크기의 전낭절개를 안정적으로 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

ORGC를 사용하여 CCC를 시행했던 모든 환자에서 전낭절개가 섬모체피섬유(zonular fiber)까지 찢어진 예는 없었

다. 그러나 ORGC가 수정체 전낭 위에 살짝 떠있는 상태에서 CCC를 했을 때, 전낭절편의 stretching force에 밀려 고리가 움직이면서 일부 방사상으로 확장(radial enlargement)된 적이 있었다. 그러나 전방 내 점탄물질을 충분히 채운 뒤 ORGC를 삽입하고 수정체전낭에 잘 붙도록 눌러 밀착시켜준 이후에는 전낭절편에 밀려 고리가 옆으로 움직이는 일이 없게 되었다. 또한 밀착된 고리의 지지력으로 인해 CCC가 고리 바깥으로 확장되는 것을 예방할 수 있었다.

전낭수축을 줄이는 최적의 전낭절개 크기에 대해서는 논란이 많지만, 저자들의 이전 연구에서 술 후 12주에 전낭절개가 5.5 mm 이상인 경우 술 후 12주에 85.7%에서 5.0 mm 이상으로 확보할 수 있어 전낭절개의 크기는 5.5-6.0 mm이어야 한다고 보고한바 있다.¹⁸ 그러나 전낭절개 크기가 크면 후낭혼탁 발생의 가능성이 높아진다는 보고들이 있어,^{6,7} 여러 가능성을 고려하여 이번 연구에서 사용한 ORGC는 내경 5.3 mm로 제한하였다. ORGC는 0.1 mm 단위로 제작 가능하여 가장 이상적인 ORGC의 크기를 결정하기 위해서는 환자들의 장기 관찰을 통한 전낭절개의 크기와 면적 비교에 따른 전낭수축과 인공수정체 중심성에 대한 평가가 더 필요하다 하겠다.

REFERENCES

- 1) Gimbel HV, Neuhann T. Development, advantages, and methods of the continuous circular capsulorhexis technique. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:31-7.
- 2) Arshinoff S. Mechanics of capsulorhexis. *J Cataract Refract Surg* 1992;18:623-8.
- 3) Eom Y, Kang SY, Kim HM, Song JS. A survey report on cataract surgical experiences during ophthalmology residency in Korea. *J Korean Ophthalmol* 2011;52:429-33.
- 4) Masket S. Postoperative complication of capsulorhexis. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:721-4.
- 5) Nishi O, Nishi K. Intraocular lens encapsulation by shrinkage of the capsulorhexis opening. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:544-5.
- 6) Aykan U, Bilge AH, Karadayi K, Akin T. The effect of capsulorhexis size on development of posterior capsule opacification: small (4.5 to 5.0 mm) versus large (6.0 to 7.0 mm). *Eur J Ophthalmol* 2003;13:541-5.
- 7) Langwińska-Wośko E, Bronike-kowalik K, Szulborski K. The impact of capsulorhexis diameter, localization and shape on posterior capsule opacification. *Med Sci Monit* 2011;17:CR577-82.
- 8) Budning A, Rosen J. The elastic properties of the lens capsule in capsulorhexis. *Am J Ophthalmol* 1991;112:474-5.
- 9) Thim K, Krag S, Corydon L, et al. Stretching capacity of capsulorhexis and nucleus delivery. *J Cataract Refract Surg* 1991;17:27-31.
- 10) Colvard DM, Dunn SA. Intraocular lens centration with continuous tear capsulotomy. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:312-4.
- 11) Gimbel HV, DeBroff BM. Intraocular lens optic capture. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:200-6.
- 12) Smith SR, Daynes T, Hinckley M, et al. The effect of lens edge design versus anterior capsule overlap on posterior capsule opacification. *Am J Ophthalmol* 2004;138:521-6.
- 13) Tassignon MJ, De Groot V, Vrensen GF. Bag-in-the-lens implantation of intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1182-8.
- 14) Wallace RB 3rd. Capsulotomy diameter mark. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1866-8.
- 15) Kellen RI. Capsulotomy diameter mark. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2031-2.
- 16) Dick HB, Peña-Aceves A, Manns M, Krummenauer F. New technology for sizing the continuous curvilinear capsulorhexis: prospective trial. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1136-44.
- 17) Tassignon MJ, Rozema JJ, Gobin L. Ring-shaped caliper for better anterior capsulorhexis sizing and centration. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1253-5.
- 18) Joo CK, Shin JA, Kim JH. Capsular opening contraction after continuous curvilinear capsulorhexis and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:585-90.

=ABSTRACT=

Usefulness of Open Ring Guider for Continuous Curvilinear Capsulorrhexis

Su Ah Kim, MD, Yong Eun Lee, MD, Kyu Yeon Hwang, MD, Choun-Ki Joo, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Seoul St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To compare the size, circularity and repeatability between the conventional manual technique and the open-ring guided continuous curvilinear capsulorrhexis (CCC) technique in cataract surgery.

Methods: The present study comprised 120 eyes divided into two equal groups. In the first group (group A), CCC was performed using a 5.3-mm open ring-shaped caliper and in the second group (group B), CCC was performed using the conventional manual technique. Photographs were taken after each surgical step (CCC, phacoemulsification, Intraocular lens insertion and corneal stromal hydration). The diameter, area and circularity of the anterior capsule were compared between the two groups.

Results: The anterior capsule diameter was 5.32 ± 0.26 mm for group A (coefficient of variation 0.049) and 5.14 ± 0.64 mm for group B (coefficient of variation 0.125); the area was 22.9 ± 0.71 mm² for group A (coefficient of variation 0.031) and 21.40 ± 1.37 mm² for group B (coefficient of variation 0.064). Circularity was 0.93 ± 0.24 for group A (coefficient of variation 0.258) and 0.86 ± 0.78 for group B (coefficient of variation 0.907).

Conclusions: The open ring-guided CCC technique resulted in an increase of diameter and capsulorrhexis area. This method showed superior circularity and repeatability compared to conventional manual technique and can be useful in cataract surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(10):1494-1500

Key Words: Cataract, CCC, Open ring guider for CCC, Circularity, Repeatability

Address reprint requests to **Choun-Ki Joo, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea Seoul St. Mary's Hospital

#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