ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 26(3):207-211, September 2021
http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2021.26.3.207

Optometric Aspects of Visual Function Change Over Time after Implanting Monofocal Intraocular Lenses: A Case Report

Hyung-Min Park[a] and Byoung-Sun Chu[b,*]

Dept. of Optometry and Vision Science, Daegu Catholic University, Professor, 38430, Gyeongsan
(Received April 28, 2021: Revised May 26, 2021: Accepted August 23, 2021)

Purpose: In this case report, we report visual function and dynamic accommodation changes after implantation of monofocal intraocular lenses (IOLs) for cataract surgery in the first 6 months post-surgery. **Methods:** A 48-year-old man was diagnosed with bilateral anterior subcapsular cataract. After cataract surgery, monofocal IOLs of different powers for the right (RE) and left eye (LE) were implanted for monovision. During a 6-month follow-up period. **Results:** The distance visual acuity (VA) remained over 1.0 for the RE and near VA remained over 0.8 for the LE. Dynamic accommodation of approximately 0.25 D to 0.50 D was observed with an accommodative stimulus. **Conclusions:** Monovision with monofocal IOLs may provide decent visual function. Although stereopsis may be a disadvantage with monovison, prescribing a progressive addition lens can be an alternative to compensate for decreased visual function. In addition, this case report demonstrated dynamic accommodation with accommodative stimuli despite monofocal IOLs. Therefore, it is important to understand the optical refractive error changes that occur in pseudophakia, and how the effects may change with age.

Key words: Cataract, Intraocular lens, Visual function, Accommodation, Pseudophakia

서 론

백내장은 일반적으로 수정체가 흐려지거나 불투명하게 되면서 시력 저하를 야기한다. 안질환적으로 백내장은 시각장애의 주요 원인으로 보고되고 있지만, 수술적 방법으로 시각 기능을 회복할 수 있는 질환이기도 하다.[1] 국민건강보험에서 2020년 발간한 2019년 주요수술 통계연보에 따르면, 국내 33개 주요 수술 인원 중 백내장 수술이 45만9천명으로 백내장수술이 인원 및 건수에서 1위를 차지하고 있다.[2] 이런 추세에 따라 안경원에서 백내장 수술 이후 안경원을 찾는 고객을 흔하게 접할 수 있게 되었다. 하지만 다양한 백내장 수술시 적용되는 다양한 인공수정체와 관련하여 안경사들이 접근할 수 있는 정보는 제한적이라 할 수 있다. 특히나 최근 노안과 백내장 수술에 대한 관심이 높아지면서 다초점 인공수정체 시술이 늘어가고 있다. 하지만 이러한 다초점 인공수정체는 이론상으로 근거리 원거리 모두에서 잘 볼 수 있도록 고안되었으나, 눈으로 들어오는 빛을 거리별로 분산시켜 두 개 이상의 초점을 만들기 때문에 달무리 현상이나 대비감도의 저하 등이 발생하여 수술 후 만족도에 대한 논의가 계속되고 있다.[3] 또한 국민건강보험에서 비급여항목으로 구분되어 있어, 기존에 실손보험을 가입하지 않은 경우에는 급여항목으로 지정되어 있는 단초점 인공수정체로 시술이 일반적이다. 선행된 연구에서도 백내장 환자에게 모노비젼이 적용된 경우 90%의 환자가 만족도에 대한 설문조사에서 수술 후 모노비젼 상태에 대해 만족한다고 답하였다고 보고하였다.[4] 따라서 본 증례보고에서는 안경원 환경에서 흔히 접할 수 있는 단초점 인공수정체로 모노비젼시술을 한 사례를 보고하고자 하며, 이를 통해 안경사 입장에서 다초점 인공수정체 시술과의 차이점을 이해하고, 수술 이후 시각적인 변화를 시간대별로 보고하여, 안경사들의 이해를 돕고자 하며, 또한 안경광학적으로 관심 사항인 수술 이후 주시거리에 따른 조절 혹은 광학적 굴절이상 변화에 대해서 살펴보고자 한다. 기존에 단초점 인공수정체 삽입 후 조절발생 변화에 보고는 있었으나[5], 변화에 대한 연속적인 측정이 이루어진 바는 없었으며, 이 증례보고에서 연속적인 측정(동적 조절변화)을 통해, 안경원 환경에서 도움이 될 수 있는 정보를 제공하여 백내장 수술 고객에 대한 시각적 상태에 대한 이해를 돕고자 한다.

*Corresponding author: Byoung-Sun Chu, TEL: +82-53-850-2553, E-mail: bschu@cu.ac.kr
Authors ORCID: [a]https://orcid.org/0000-0003-1402-7274, [b]https://orcid.org/0000-0001-9419-2194

대상 및 방법

48세 남성이 원거리 및 근거리 시력 저하 및 심한 눈부심으로 불편함이 있으며, 특히나 근거리 작업이 많은 직업군에 있어, 컴퓨터 작업이나 책을 읽는데 매우 효율이 떨어진다고 하였다. 서울 소재 안경원을 방문하여, 자동굴절검사기기(RK-F1, Canon, Japan)를 이용하여 굴절검사하는 화면에 동공부분에 그림자가 관찰되었으며, 이로 인하여 굴절력 측정에 여러번의 오류가 발생하였다(Fig. 1). 이에 안과병원 방문을 권장하였으며, 이후 병원에서 백내장 진단을 받고 수술을 시행하였다. 백내장 수술시 단초점 인공수정체를 삽입하였으며, 이후 시기능 변화 및 조절력 여부를 동적으로 측정을 1개월 간격으로 6개월간의 추적 관찰을 실시하였다. 원거리와 근거리 굴절이상에 대한 교정굴절력 측정과 동적조절력 측정은 개방형 자동굴절검사기(WAM-5500, Grand Seiko, Japan)의 모드를 달리하여 각각 측정하였으며, 동적조절력 측정은 HI-SPPED MODE를 이용 초당 5회 연속적으로 눈의 조절반응량과 동공의 크기를 측정을 할수 있다. 측정된 결과값은 등가구면값으로 나타나고 본체와 연결된 노트북을 통해 실시간으로 데이터값을 확인할수 있다. 측정된 결과값은 등가구면값으로 나타나고 본체와 연결된 노트북을 통해 실시간으로 데이터값을 확인할수 있다. 수술 후 입체시 검사는 Stereo Fly Test 시표를 이용해 입체시 측정을 하였다.

1. 임상 사례

대상자가 병원 방문 당시 우안의 굴절이상에 대한 교정굴절력은 S-0.75 D⊂C-0.75 D Ax 29⊂, 좌안은 S-0.25 D⊂C-0.75 D Ax 111⊂이었으며, 시력은 우안 0.3, 좌안 0.5이었다. 안압은 우안 13 mmHg, 좌안 14 mmHg이었다. 망막은 정상이었다. 슬릿램프를 통한 전안부 관찰 결과 양안성 백내장이었으며, 우안이 좌안에 비해 혼탁이 심한 것으로 관찰되었다(Fig. 2). 수정체 제거 후, 삽입할 단초점 인공수정체 굴절력을 계산하기 위해 측정된 안축장 길이는 우안 24.75 mm, 좌안 24.87 mm로 측정되었다. 백내장 진단 이전에도 우안이 우위안, 좌안이 비우위안으로 사용되었으며, Hole In the card test에서도 우안이 우위안으로 검사되었다. 이에 우안은 원거리 시력 교정을 위해 +18.00 D, 좌안은 근거리 시력 교정을 위해 +19.00 D의 비구면 투명 인공수정체를 삽입하였다. 수술 1개월 후 수술 1개월 후 굴절이상에 대한 교정굴절력은 우안 C-0.50 D Ax 179°, 좌안 S-0.75 D ⊂ C-1.00 D Ax 3°이며, 원거리 시력은 우안 1.2, 좌안 0.5이었다. 이후 6개월간의 시각 기능의 변화는 Table 1과 같다. 수술 전 입체시는 Titmus Stereo검사의 4개의 원에서 가장 첫 번째도 구별를 하지 못하여 800 sec 이하로 추정되며, 수술전에는 구체적인 수치 측정은 이루어지지 않았다. 수술 이후 1~3개월동안은 200 sec~140 sec로 변동이 있었으며, 4개월 이후부터 6개월까지는 140 sec로 안정된 입체시를 보였다. 본 증례에서는 다른 거리의 시표

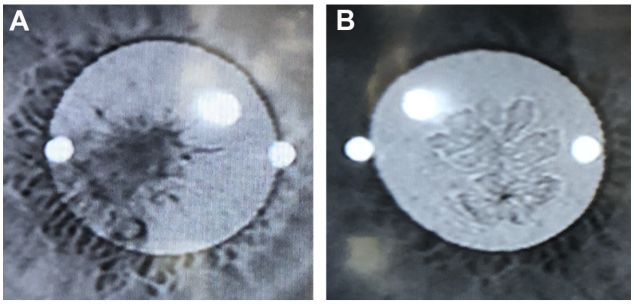

Fig. 1. Patient's right eye (A) and left eye (B) as photographed using a CANON RK-F1 Autorefractor.

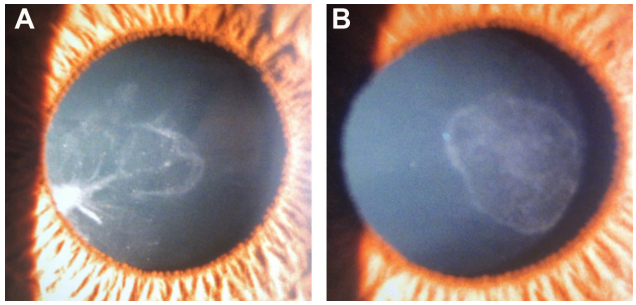

Fig. 2. Patient's right eye (A and left eye (B) as photographed using a slit lamp.

Table 1. Visual function pre and post-operation (VA unit: Decimal)

		Pre-Op	Post-Op 1mth	Post-Op 2mth	Post-Op 3mth	Post-Op 4mth	Post-Op 5mth	Post-Op 6mth
RE	Refraction (D)	−0.75/−0.75 × 29	0/−0.50 × 179	+0.25/−0.75 × 175	+0.50/−0.75 × 3	+0.75/−1.00 × 8	+0.25/−0.50 × 2	0/−0.50 × 13
	Distance VA	0.3	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0
	Near VA	0.3	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5
LE	Refraction (D)	−0.25/−0.75 × 111	−0.75/−1.00 × 3	−0.25/−1.50 × 9	−0.50/−1.00 × 9	−0.50/−1.25 × 8	−0.75/−1.00 × 17	−0.75/−1.00 × 5
	Distance VA	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Near VA	0.5	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0
Stereopsis (sec)		No data	200	140	200	140	140	140

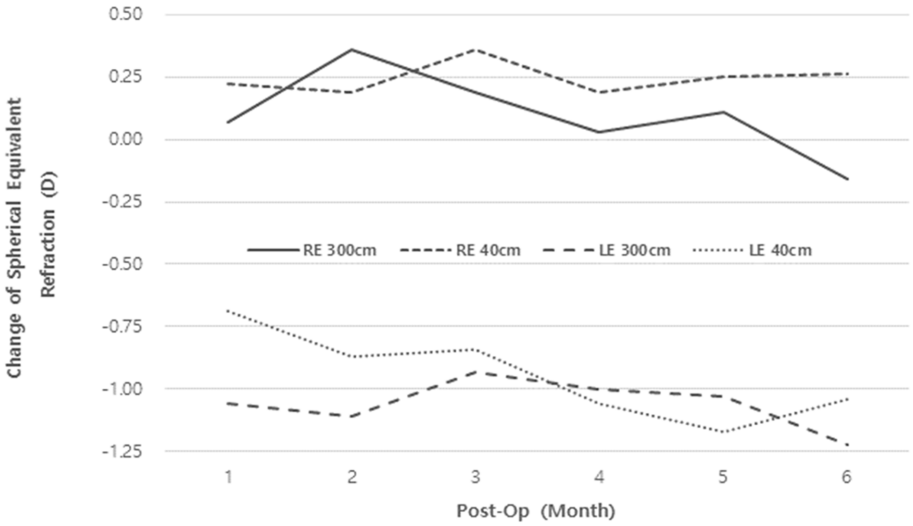

Fig. 3. Change in spherical equivalent refraction (D) when fixating distant (300 cm) and near target (40 cm): post-operation 6 months follow-up.

를 주시할 때 광학적 굴절상태가 변화하는지를 관찰하기 위해서 실내조도를 일정하게 유지할 수 있는 검사실에서 수술 이후 6개월간 개방형 자동굴절검사기(WAM-5500, Grand Seiko, Japan)를 이용하여 굴절력을 측정하였다. 측정과정에서 동공크기는 평균 3.67±1.40 mm 유지되었다. 수술 이후 1개월이 경과한 시점에서 원거리 시력을 위해서 교정되었던 우안의 경우, 원거리(300 cm)를 주시할 때 0.07±0.04 D로서 정시에 가까운 굴절이상을 보였으며, 근거리(40 cm)를 주시할 때는 0.22±0.09 D로 0.15 D의 변화가 관찰되었으며, 6개월 경과시점에서는 원거리 주시시 –0.16±0.04 D, 근거리 주시시 0.26±0.04 D로 0.42 D정도의 차이를 보였다(Fig. 3). 근거리 시력을 위해 교정되었던 좌안의 경우, 1개월 경과시점에서 원거리 주시시 –1.06±0.08 D, 근거리 주시시 –0.69 ±0.10로 0.37 D의 차이가 있었으며, 6개월 경과시점에서는 원거리 주시시 –1.22±0.10 D, 근거리 주시시 –1.04±0.04 D로 0.18 D의 차이를 보였다(Fig 3). 동적조절반응 혹은 동적굴절력 변화를 1, 3, 6개월 시점에서 측정하였는데, 우안과 좌안 각각에서 측정되는 10초간 주시 거리에 따라서 약 0.25 D이상의 변화가 꾸준히 측정되는 것을 관찰하였다(Fig. 4).

결과 및 고찰

본 증례환자의 경우 수술 이후 6개월간의 시각 기능 변화 추이를 보면 원거리 시력으로 교정된 우안의 경우 6개월간 원거리시력 1.0이상의 시력을 보여주고 있으며, 근거리 시력으로 교정된 좌안의 경우는 근거리 시력이 0.8정도의 시력을 보여주었다. 모노비젼인 경우, 입체시가 떨어지는 것은 잘 알려진 단점으로 지적되고 있는데, 본 환자의 경우는 Stereo Fly Test 시표를 이용한 입체시 검사에

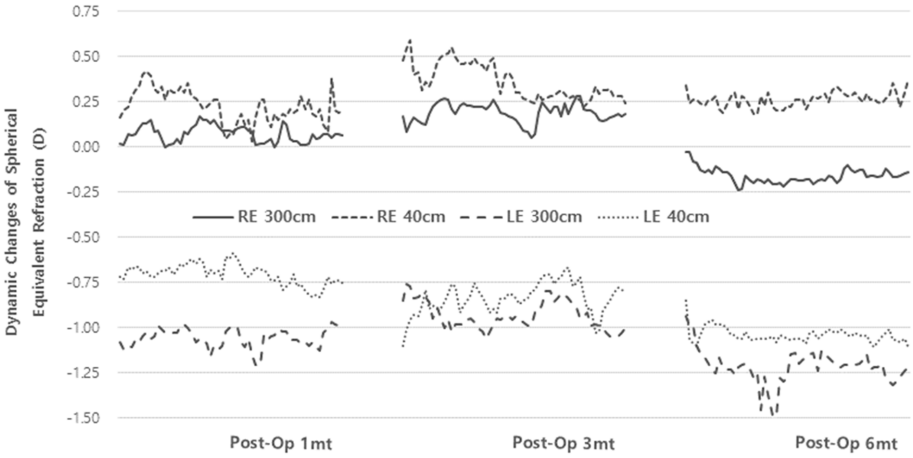

Fig. 4. Dynamic accommodation measurement (spherical equivalent, D) for 10 seconds when fixating distant target (300 cm) and near target (40 cm): 1-, 3-, and 6-months post-operation.

서 140 sec의 입체시를 보였다. 이런 입체시의 감소는 모노비젼시술로 인한 인위적으로 양안굴절부등이 된 결과로 판단되며, 이와 관련하여 Oguz외의 논문에서는 22~34세의 정상안에게 인위적으로 1.00 D의 양안굴절부등시를 유도하였을 경우 57~59 sec의 입체시 감소가 발생하였다고 보고하였다.[6] 또한 Lee 외의 논문에 의하면 41~50세의 입체시 평균은 (Randot Circle Test) 37.5±20.7 sec로[7] 보고하였는데, 이 두 개의 기존 문헌을 고려하면, 41~50세에 1 D의 양안굴절부등이 있는 경우 입체시는 94.5~96.5 sec 정도로 추측할 수 있다. 본 사례에서는 조절력이 전혀 없는 단초점 인공수정체, 그리고 양안굴절부등이 1 D이상(약 1.00 D ~1.25 D)인 것을 고려하면 140 sec의 입체시는 임상적인 기존 문헌을 볼 때 예측되어지는 정도로 판단된다. 입체시는 동일 연령에 비해 감소한 부분이 있지만, Kuang외 연구에서는 입체시가 좋은 경우와 그렇지 않은 경우, 시각과 관련된 삶의 질에 미치는 영향은 거의 없다고 밝히고 있으며, 입체시가 전혀 없는 경우에만 어려움을 겪을 수 있다고 밝히고 있다.[8] 본 증례 환자는 이후 누진다초점 안경렌즈를 처방하여 착용한 후, 시력은 근거리와 원거리 모두 1.0의 시력을 보였으며, 입체시 또한 50 sec로 향상되었다. 따라서 모노비젼 교정으로 인한 입체시에 대한 우려가 있는 경우, 안경렌즈 처방을 통해 시력 향상 뿐 아니라 입체시도 향상을 고려하는 것이 필요할것으로 사료된다.

단초점 인공수정체는 광학적 설계상 하나의 정해진 굴절력을 가지게 되므로, 주시거리가 달라진다고 해도 이론적으로 안구 전체적으로 굴절력의 변화는 없다. 하지만 본 증례에서는 Fig 4에서 연속적인 측정값으로 보여주듯이, 각각의 수술안에서 주시거리가 달라진 경우 안구의 굴절 이상 변화가 나타나는 것이 6개월간의 측정에서 관찰되었다. Hayashi 등은 백내장 환자들(n=130)에게 초음파 유화술을 통한 수정체 제거 후 단초점 인공수정체를 삽입 후 1개월 후에 조절력(amplitude of accommodation)을 측정하였는데, 40대 환자의 경우는 1.09±0.41 D, 50대 환자의 경우 0.77±0.50 D 60대 이후에서도 약 0.75 D정도의 조절력이 측정되었다. 특히나 40대 환자의 경우, 다른 연령대에 비해서 단초점 인공수정체를 삽입했음에도 불구하고, 조절이 유의한 정도로 발생하는 것으로 측정되었다.[9] 이와 유사한 연구에서는 2.00 D와 3.00 D의 조절자극이 주어졌을 때 60대 이하에 0.29 D, 0.26 D의 조절이 측정되었으며, 60대 이상에서는 0.01 D, 0.06 D의 조절이 각각 측정되었다.[10] Hayashi 등은 인공수정체 삽입 이후 발생하는 조절의 정도는 나이가 따라 감소한다고 밝히고 있다.[11] 본 증례의 환자의 경우 40대 후반으로 주시거리에 따라 발생하는 조절이 0.25 D~0.50 D정도로 측정되고 있으며, 이는 기존의 문헌과 유사한 추세를 보였다. 이런 백내장 수술이후의 조절발생은 동공크기가 가장 중요한 원인이며 위조절력은 동공크기의 역수에 비례한다고 선행연구[12] 에서 보고하고 있지만 일정한 조도를 유지하여 동공의 크기를 통제한 본 증례보고의 경우 조절자극에 따른 단초점 인공수정체의 미세한 움직임이 주요한 원인으로 보고된[13] 선행연구와 동일하다고 판단된다. 인공수정체가 1 mm 전방으로 움직이게 되면 0.8 D~2.3 D 정도의 조절변화가 일어날 수 있다고 추정하고 있고[14] Findl 등은 인공수정체의 움직임은 근거리 주시시 섬모체근의 수축으로 인해 미세한 움직임을 유발하며, 특히나 인공수정체가 전방으로 밀리는 것에 의해 조절 효과를 가져온다고 밝히고 있다.[15] 물론 인공수정체의 미세한 움직임으로 인해 근거리 시력이 만족할 정도로 향상되는 것은 아닐 것으로 사료된다. 다만 50대 이하의 연령층에서는 단초점 인공수정체를 삽입한 경우에도 측정 가능할 수준의 조절변화 혹은 안구의 굴절 이상 변화를 관찰할 수 있다.

결 론

본 증례보고에서는 단초점 인공수정체를 모노비젼 형식으로 삽입한 경우 시각적 기능이 일정 수준 이상을 보였다. 또한 누진다초점 안경으로 교정 후 시기능의 향상을 결과적으로 가져왔다. 백내장 수술 후 수술전 보다 좀 더 면밀한 검사가 이루어지고 이를 통해 누진다초점 안경 등과 같이 적절한 교정이 이루어진다면 모노비젼 수술 후 일상적인 시생활 적응에 큰 도움이 될 것으로 사료된다. 일부 부족한 시기능인 입체시 및 근거리 시력의 보완을 위해서는 안경처방이 좋은 방법이 될 수 있다. 또한 특정 거리를 주시할 때 연속적으로 변하는 조절을 측정함으로써 단초점임에도 불구하고, 안구 전체적으로 굴절력 변화가 일어나는 것을 보여주었다. 따라서 안경원 혹은 다른 상황에서 백내장 수술 이후의 환자를 대하는 경우 안구내 생리적 변화로 인한 광학적 결과와 연령에 따른 차이를 이해하는 것이 필요하다.

References

[1] Wang W, Yan W, Fotis K, et al. Cataract surgical rate and socioeconomics: a global study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016;57(14):5872-5881. DOI: https://doi.org/10.1167/iovs.16-19894

[2] National Health Insurance Service. Main Surgery Statistical Yearbook for 2019, 2020. https://www.nhis.or.kr/nhis/together/wbhaec06800m01.do?mode=view&articleNo=10803657&article.offset=0&articleLimit=10(21 April 2021).

[3] Dick HB, Krummenauer F, Schwenn O, et al. Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. Ophthalmology. 1999;106(10):1878-1886. DOI: https://doi.org/10.1016/S0161-6420(99)90396-2
[4] Greenbaum S. Monovision pseudophakia. J Cataract Refract Surg. 2002;28(8):1439-1443. DOI: https://doi.org/10.1016/S0886-3350(02)01218-x
[5] Pallikaris IG, Kontadakis GA, Portaliou DM. Real and pseudoaccommodation in accommodative lenses. J Ophthalmol. 2011;284961:1-8. DOI: https://doi.org/10.1155/2011/284961
[6] Oguz H, Oguz V. The effects of experimentally induced anisometropia on stereopsis. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2000;37(4):214-218. DOI: https://doi.org/10.3928/0191-3913-20000701-08
[7] Lee SY, Koo NK. Change of stereoacuity with aging in normal eyes. Korean J Ophthalmol. 2005;19(2):136-139. DOI: https://doi.org/10.3341/kjo.2005.19.2.136
[8] Kuang TM, Hsu WM, Chou CK, et al. Impact of stereopsis on quality of life. Eye. 2005;19(5):540-545. DOI: https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701538
[9] Hayashi K, Hayashi H. Comparison of amplitude of apparent accommodation in pseudophakic eyes with that of normal accommodation in phakic eyes in various age groups. Eye. 2006;20(3):290-296. DOI: https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701863
[10] Chung B, Choi S, Ji YW, et al. Comparison of objective accommodation in phakic and pseudophakic eyes between age groups. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2019;257(3):575-582. DOI: https://doi.org/10.1007/s00417-019-04249-7
[11] Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, et al. Aging changes in apparent accommodation in eyes with a monofocal intraocular lens. Am J Ophthalmol. 2003;135(4):432-436. DOI: https://doi.org/10.1016/S0002-9394(02)02091-3
[12] Nakazawa M, Ohtsuki K. Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chamber intraocular lenses. Am J Ophthalmol. 1983;96(4):435-438. DOI: https://doi.org/10.1016/S0002-9394(14)77905-x
[13] Atchison DA. Pseudoaccommodation with forward movement of IOLs. J Cataract Refract Surg. 2005;31(1):11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.11.022
[14] Nawa Y, Ueda T, Nakatsuka M, et al. Accommodation obtained per 1.0 mm forward movement of a posterior chamber intraocular lens. J Cataract Refract Surg. 2003;29(11):2069-2072. DOI: https://doi.org/10.1016/S0886-3350(03)00257-8
[15] Findl O, Kiss B, Patternel V, et al. Intraocular lens movement caused by ciliary muscle contraction. J Cataract Refract Surg. 2003;29(4):669-676. DOI: https://doi.org/10.1016/s0886-3350(02)01652-8

안경광학적 측면에서 단초점 인공수정체 삽입 이후 시각기능 변화: 증례 보고

박형민, 추병선*
대구가톨릭대학교 안경광학과, 교수, 경산 38430
투고일(2021년 4월 28일), 수정일(2021년 5월 26일), 게재확정일(2021년 8월 23일)

목적: 본 증례 보고에서는 백내장 수술 후, 단초점 인공수정체(IOLs)를 삽입한 환자를 대상으로 안경광학적 측면에서 주요한 시기능과 동적 조절발생에 대해서 관찰하고자 하였다. **방법:** 48세의 한 남성이 시력저하로, 백내장 진단을 받았다. 백내장 수술 후 모노비젼을 위해 우안과 좌안에 각기 다른 도수의 IOLs를 삽입하였다. 수술 이후 6개월간의 관찰하였다. **결과:** 원거리 교정을 한 우안의 원거리 시력은 1.0이상, 근거리 교정을 한 좌안의 근거리 시력은 0.8 이상을 유지하였다. 또한 조절 자극(300 cm, 40 cm)에 대해서 동적조절 반응량이 약 0.25 D~0.50 D 연속적인 변화가 관찰되었다. **결론:** 단초점 IOLs을 사용하는 모노비전은 적절한 시각적 기능을 제공할 수 있다. 입체시가 단점으로 지적되지만, 누진다초점 안경렌즈를 추가적으로 처방하는 것이 저하된 시기능을 보완하는 대안책이 될 수 있다. 또한 이 증례 보고서는 단초점 IOLs 임에도 불구하고, 조절자극에 대해서 조절의 반응이 일어나는 것을 연속적 측정으로 보여주었다. 따라서 백내장 수술 이후 인공수정체를 삽입한 경우에도 안구내의 광학적 굴절변화, 그리고 연령에 따른 변화를 이해하는 것이 필요하다.

주제어: 백내장, 인공수정체, 시기능, 조절, 인공수정체안