

# 가상현실을 이용한 저시력보조기를 사용하여 이상두위를 교정한 1예

## Case Report of Anomalous Head Posture Correction with Low Vision Aid Using Virtual Reality

강정우 · 배선하 · 여준형 · 문남주

Jeong Woo Kang, MD, Seon Ha Bae, MD, Joon Hyung Yeo, MD, Nam Ju Moon, MD, PhD

중앙대학교 의과대학 중앙대학교병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Chung-Ang University Hospital, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** To report the successful rehabilitation of a patient with anomalous head posture by using a virtual reality low vision aid (VRLVA).

**Case summary:** A 75-year-old male diagnosed with age-related macular degeneration 15 years prior presented with an anomalous head posture for eccentric viewing. He had central scotoma within the central 10 degrees, and the preferred retinal locus (PRL) was localized to the inferonasal retina. The patient underwent a training session on the use of the VRLVA, which has a remapping function to remap distorted images, and those falling on the scotoma, to another location on the screen. After explaining the purpose of the VRLVA, the patient was given the device to use at home for two weeks. At two weeks after training, the patient could look straight ahead when using the VRLVA, without anomalous head posture. In addition, reading performance, including speed and accuracy, improved; moreover, he experienced no device-related adverse events.

**Conclusions:** By using the VRLVA, low-vision patients with anomalous head posture can shift images falling on the central scotoma to the PRL, thereby minimizing their anomalous head posture and improving reading performance. We expect that future technological advances, such as a wearable design and the use of lightweight material, will further improve the performance and acceptability of the VRLVA.

J Korean Ophthalmol Soc 2020;61(6):699-705

**Keywords:** Eccentric viewing, Head posture, Low vision aids, Remapping, Virtual reality

저시력이란 다양한 질환으로 인해 굴절이상의 교정 및 충분한 안과적 치료에도 불구하고 좋은 눈의 최대교정시력

이 0.3 미만이거나 중심 시야가 10° 이내로 좁아진 경우를 말하며, 낮은 시력과 좁은 시야 범위로 인해 TV보기, 독서, 보행 등 일상생활에 장애를 줄 수 있다.<sup>1,2</sup> 저시력의 원인이 되는 질환 중 나이관련황반변성, 당뇨망막병증 등 황반 중심부를 침범하는 질환에서는 중심부 암점으로 인한 중심 시야장애를 보이게 되는데, 중심 시야의 장애는 환자의 인지능력을 떨어뜨리고 시각적 삶의 질을 감소시키며 독서, 운전, 얼굴 인식, 식사 등 일상생활에 어려움을 유발한다.<sup>3-9</sup> 이처럼 중심시야의 장애를 보이는 환자들에게는 황반이 아닌 선호망막부위(proper retinal locus)을 사용하도록 하는 중심외보기(eccentric viewing) 훈련을 시킬 수 있다. 이때 환자들은 선호망막부위를 통해 정면의 사물을 보기 위해

■ Received: 2019. 11. 5.                    ■ Revised: 2020. 1. 11.

■ Accepted: 2020. 5. 19.

■ Address reprint requests to **Nam Ju Moon, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, Chung-Ang University Hospital,  
#102 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 06973, Korea  
Tel: 82-2-6299-1666, Fax: 82-2-825-1666  
E-mail: njmoon@cau.ac.kr

\* This study was supported by a grant from Samsung Electronics (Suwon-si, Gyeonggi-do, Korea). The devices used in this study were supplied as a loan from Samsung Electronics and were returned at the end of study. The funding organization had no role in the design or conduct of this research.

© 2020 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

주시 방향을 바꾸게 되며, 이로 인해 주시 방향과 다른 머리 방향의 변화가 발생한다.<sup>10-13</sup> 하지만 이러한 이상두위는 낙인 효과(stigma)로 작용하여 저시력 환자들이 중심외보기 훈련을 통해 중심외보기를 하는 것을 주저하게 하는 원인이 될 수 있다. 최근까지 저시력 환자의 시각적 재활을 위한 저시력보조기는 주로 광학 확대기가 사용되어 왔으나, 광학 확대기는 중심부 암점의 개선 효과가 없어 중심외보기 시 고개를 트는 불편감을 해결할 수 없었다. 본 증례는 중심부 암점으로 중심외보기 중인 황반변성환자에서 가상현실을 이용한 저시력보조기를 통해 시력, 시야 등 시기능 개선과 더불어 이상두위가 효과적으로 교정되어 이를 보고하고자 한다.

### 증례보고

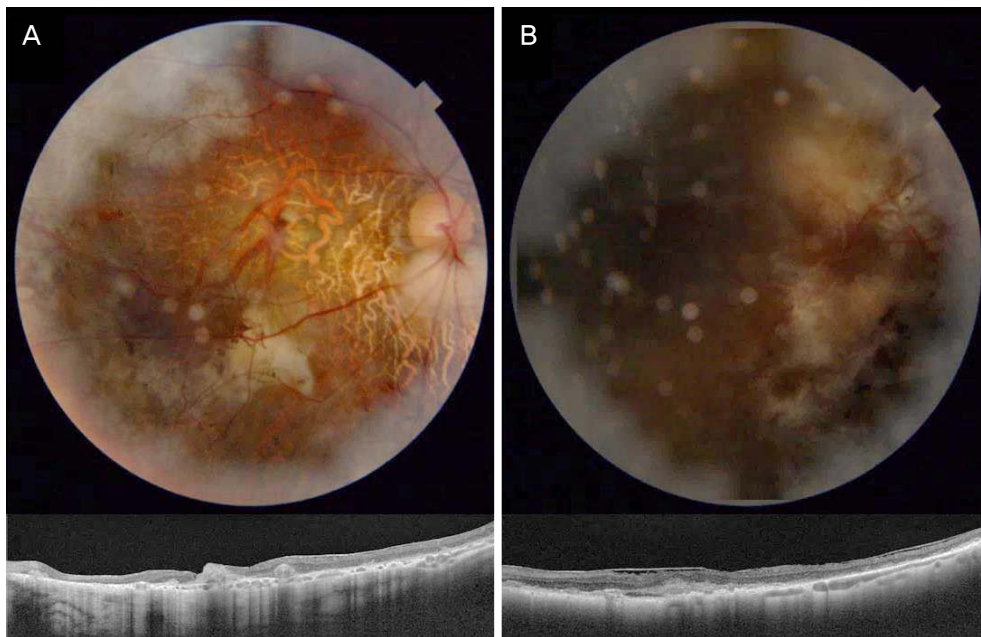
환자는 75세 남성으로 15년 전 황반변성을 진단받고 수차례 유리체강 내 주사치료 시행하였던 자로, 치료에도 증상 호전이 없어 본원 저시력 클리닉에 내원하였다. 환자는 시각장애 1급으로 기존 저시력보조기로 closed circuit television (CCTV)를 사용 중이었으며, 좌안은 실명이며 오랜 유병기간동안 선호망막부위인 하비측 망막으로 중심외보기를 하고 있어 정면의 사물을 볼 때 고개를 왼쪽으로 틀고 있었다.

시행한 검사상 나안시력 우안 20/250, 좌안 광각무 상태

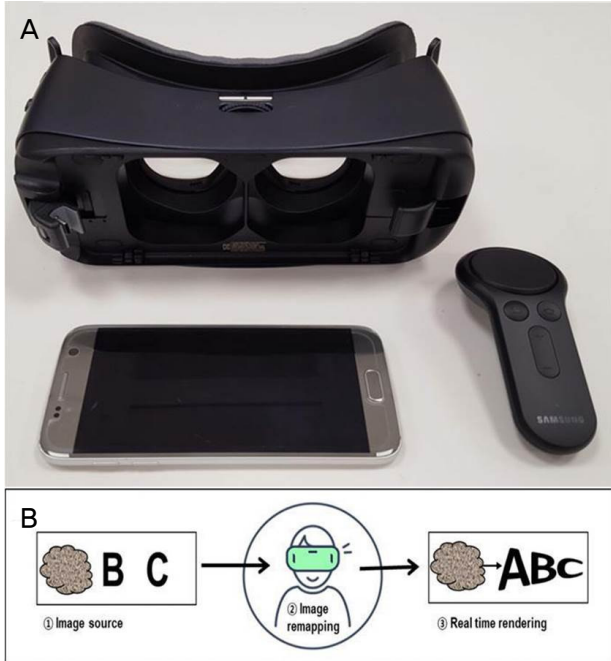
였고, 양안 모두 교정이 불가능하였다. 안저검사 및 망막단층촬영검사상 광범위한 망막위축 소견을 보였다(Fig. 1). 험프리지동시야계 정적시야검사상 중심부 10° 이내에 암점이 있었으며, 탄젠트스크린 시야검사상 우안 1시 방향에서 6시 방향까지 40° 범위 내 시야가 보존되어 있었다. 보존된 시야를 중심부로 옮겨 주기 위하여 암점에 맞는 상을 스크린의 다른 부위로 옮겨주는 재위치 기능이 있는 가상현실을 이용한 저시력보조기의 사용을 훈련하였다. 저시력보조기는 헤드마운트 타입의 가상현실기기(Gear VR, Samsung Electronics, Suwon, Korea)와 스마트폰(Galaxy S7 edge, Samsung Electronics)을 사용하였으며, 스마트폰 어플리케이션인 릴루미노(Relumino)를 적용하였다(Fig. 2).

첫 내원 당시 기구 사용 전 시력검사, 대비감도검사, 읽기속도검사 및 시야검사를 시행하였고, 시각적 삶의 질을 평가하기 위한 설문조사를 시행하였다. 이후 방문 때마다 환자에게 기구 사용법을 설명하고 실생활에서 사용해 보도록 한 후 2주째 환자에게 착용하도록 하여 기구 사용 전과 동일한 조건에서 시력검사, 대비감도검사, 읽기속도검사 및 시야검사를 시행하였고 동일한 문항에 대하여 설문조사를 하였다.

시력 검사는 4 m 진용한시력표를 이용하여 원거리 시력을 측정하였으며, 2 m 거리에서 중간거리 시력을 측정하였다. 근거리 시력은 저시력자용 시력표(Lea symbols & numbers near vision card, Model 251000, Good-Lite Co., Elgin, IL,



**Figure 1.** Fundus photo and optical coherence tomography (OCT) findings. Right (A), left (B). The macular thickness was reduced, the photoreceptor line was undetectable.



**Figure 2.** Virtual reality low vision aid (VR LVA, Relumino<sup>®</sup>) and image remapping function. The Relumino is composed of a VR head-mounted display, a smartphone that can be attached to the VR display, smartphone application software, and a remote control (A). Remapping a distorted image or image that falling on the scotoma to another location on the screen (B).

USA)를 사용하여 40 cm 거리에서 측정하였으며, 기구 착용시에는 확대기능을 기본으로 사용하였다. 모든 검사 결과는 logarithm of the minimal angle of resolution (logMAR)로 환산하였다. 근거리 대비감도 검사는 Mars numeral contrast sensitivity test (Mars Perceptrix Corp., Chappaqua, NY, USA)를 이용하였으며, 기구 사용 시 대비 강조 기능을 사용하였고 검사 결과는 LogCS로 환산하였다. 읽기능력검사는 영어와 숫자를 조합한 단어 배열을 읽도록 하여 초당 읽은 글자 수를 측정하였으며, 잘못 읽은 글자에 대하여 전체 글자 수에 대한 비율을 계산하여 정확도를 측정하였다. 환자의 경우 나안으로 글자의 위치를 찾는 것이 불가능하여 기존에 사용 중이었던 저시력보조기인 전자확대기를 이용하여 읽기속도검사를 시행한 후 동일 조건에서 기구 착용 후 시행한 검사 결과와 비교하였으며, 학습 효과에 의한 편향을 막기 위하여 각기 다른 3가지 검사지로 반복 검사하였다. 시야검사는 환자의 시기능을 고려하여 탄젠트 스크린을 이용하였으며, 기존의 탄젠트 스크린 방식의 검사에서 시표와 거리를 조절하여 50 cm 거리에서 시야각 80°까지 측정 가능하도록 저시력 환자에 맞게 제작하여 사용하였다.

설문조사는 시각적 삶의 질을 평가하기 위한 문항에 대하여 일상 활동이 가능한지 1점에서 5점까지 점수화하도록

**A**

번호	문항	전혀 그렇지 않다.	1	2	어느 정도 그렇다.	3	4	매우 그렇다.	5
1	나는 사람얼굴을 구별할 수 있다.	1	2	3	4	5			
2	나는 TV나 영화를 볼 수 있다.	1	2	3	4	5			
3	나는 신문이나 책, 메뉴판을 읽을 수 있다.	1	2	3	4	5			
4	나는 혼자 걸을 수 있다.	1	2	3	4	5			
5	나는 신호등이나 시계를 볼 수 있다.	1	2	3	4	5			
6	나는 글씨를 쓸 수 있다.	1	2	3	4	5			

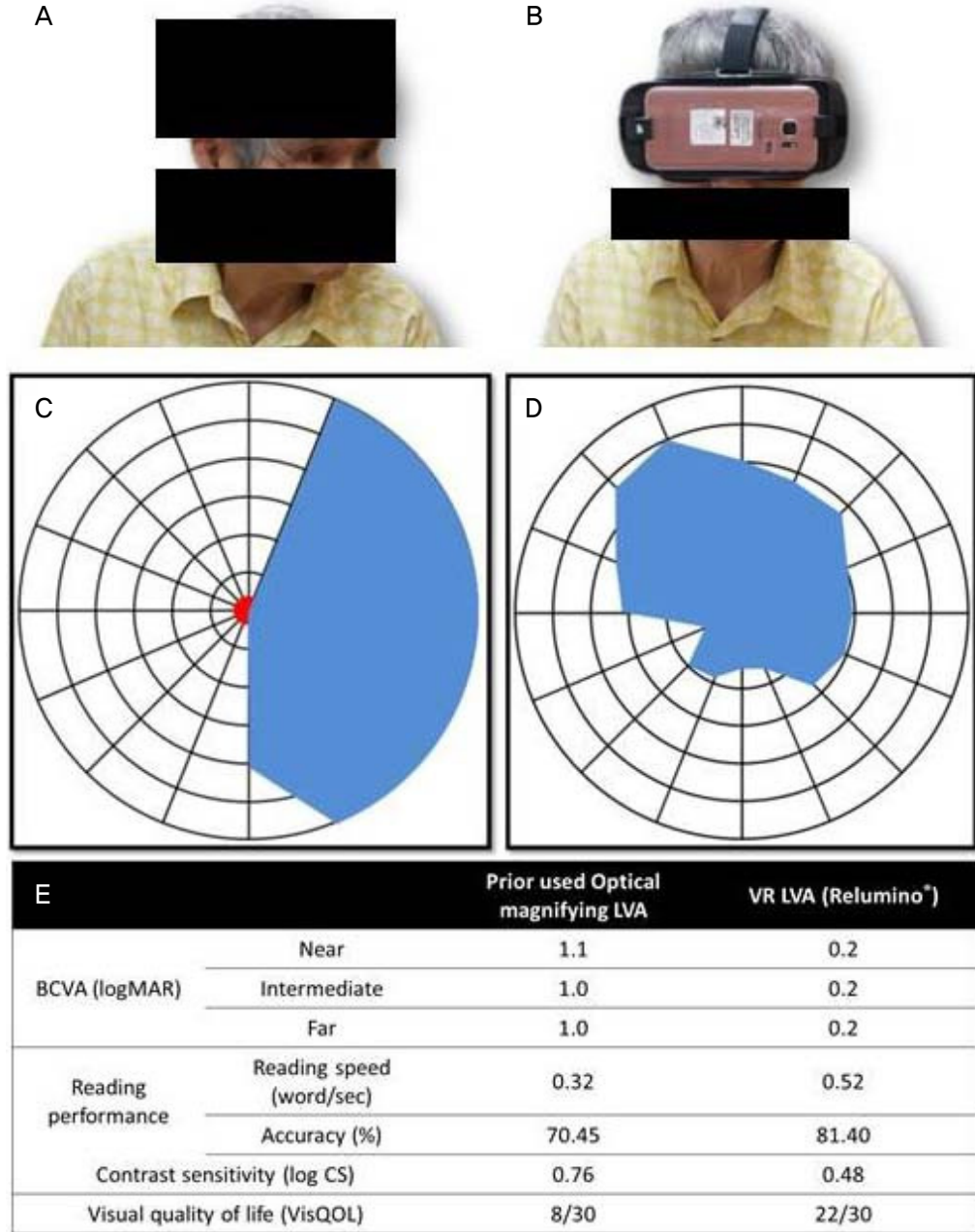
**B**

번호	문항	전혀 그렇지 않다.	1	2	어느 정도 그렇다.	3	4	매우 그렇다.	5
1	사용이 쉬운가요?	1	2	3	4	5			
2	일상생활에서 저시력 환자에게 도움이 될 것 같나요?	1	2	3	4	5			
3	구매할 의사가 있나요?	1	2	3	4	5			
4	다른 환자들에게 권유할 생각이 있나요?	1	2	3	4	5			
5	개선되어야 할 점은 무엇이 있나요?								

**Figure 3.** The questionnaire that was administered to obtain the self-rated visual quality of life score. For each item, patients were asked to answer the questions by checking the number most appropriate to how they feel (A). The questionnaire that was administered to determine subject satisfaction (B).

하였으며, 기구 사용 후 설문조사에서는 기구를 사용하고 다닌다고 가정하였을 때 각 문항의 활동이 가능할지에 대하여 물었다. 모든 검사가 끝난 후에는, 환자에게 가상현실을 이용한 저시력보조기 사용에 대한 전반적인 만족도를 묻는 설문조사도 시행하였다. 각각의 설문은 본 연구를 위해 개발하였으며 항목에 대한 유효성은 검증되지 않았다 (Fig. 3).

탄젠트 스크린을 이용한 시야검사에서 기구 사용 전 시야는 1시 방향에서 6시 방향까지 우안의 이측 40°만 남아 있었으며, 이는 환자가 하비측의 선호망막부위를 찾아 왼쪽으로 고개를 틀어 중심외보기를 하고 있는 것과 일치하였다. 저시력 보조기의 기능 중 암점에 맞히는 상을 스크린의 다른 부위로 옮겨주는 재위치 기능(image remapping)을 통해 중심부의 상을 선호망막부위로 옮겨 놓자 중심부를



**Figure 4.** Anomalous head posture before using virtual reality low vision aid (VR LVA) (A) and corrected head positioning after using VR LVA (B). Tangent screen test was performed with the head straight ahead to evaluate the residual visual field (before [C] and after [D] using aid). Results of the test, prior used optical magnifying LVA and VR LVA (E). BCVA = best-corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimal angle of resolution.

포함하여 우안 비측 23°, 이측 23° 이내의 시야를 확보할 수 있었으며, 이를 통해 고개를 틀어 정면의 사물을 보던 환자는 고개를 틀지 않고 정면을 보는 것이 가능하였다. 또한 16개의 방향 시야각의 총 합도 기구 사용 전 309°에서 기구 사용 후 331°로 증가하였다(Fig. 4).

시력은 기구 사용 전 원거리 0.1 (1.0 logMAR), 중간거리 0.1 (1.0 logMAR), 근거리 0.08 (1.1 logMAR)에서 기구 사용 후 모든 거리에서 0.63 (0.2 logMAR)까지 향상되었다. 읽기 능력은 읽기 속도(0.32자/초 → 0.52자/초)와 정확도 (70.45% → 81.40%) 모두 기구 사용 시 향상되었으나, 대비 감도는 기구 사용 전 0.76 logCS에서 기구 사용 시 0.48 logCS로 오히려 감소하였다. 설문 조사 결과 기구 사용 전 환자의 시각적 삶의 질은 40점 중 8점이었으나, 기구 사용 후 22점으로 향상되었으며, 기구의 만족도 또한 20점 중 18점으로 기구의 다양한 기능, 특히 시야를 옮길 수 있는 기능에 대해 가장 만족했다고 응답하였다. 기구 사용과 관련된 부작용은 나타나지 않았다(Fig. 4).

## 고 찰

저시력 환자에 대한 치료적 접근은 크게 시각기능의 재활과 재활 기술의 훈련으로 나누어 볼 수 있다. 특히 시야 결손 환자들에 대한 시력 재활 방향은 크게 3가지로 나뉘는데, 결손된 시야의 기능을 회복하기 위한 시각 훈련, 상실된 시야에 대한 보상적인 시각 홀기 훈련, 그리고 보조 기구를 이용한 방법이 있다.<sup>13</sup> 이처럼 시각 기능의 재활을 위하여 시기능을 최대한 활용할 수 있도록 돕는 저시력보조기 중 가장 흔히 사용되는 것은 광학 확대기로, 상의 확대를 통해 저시력 환자의 재활을 도와준다. 그러나 사용 거리에 따라 각기 다른 형태의 광학기구를 사용해야 하며, 손으로 들고 사용해야 하는 기구들이 많아 휴대가 불편하다는 단점이 있다. 또한 시야의 이동에 가장 많이 이용되는 저시력보조기인 프레넬 프리즘은 시야를 이동시켜 기능적 시력 향상 및 이상두위를 교정할 수 있으나, 시야이동과 함께 상의 확대를 동시에 할 수 없어 그 사용에 제한이 있다.<sup>14</sup>

이처럼 기존의 저시력보조기의 확대능, 시야, 휴대성의 제한으로 최근에는 컴퓨터를 이용한 이미지 변환 과정을 통해 시각장애를 해결하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 특히 머리에 착용 가능한 형태로서 가상현실(virtual reality, VR)을 이용한 다양한 기능을 탑재함으로써 적절한 거리의 확대된 상을 눈 앞에서 이미지화하여 보여줄 수 있게 되었다.<sup>14</sup> 그러나 아직 광학기구를 완전히 대체하기에는 한계가 있고 비용 또한 기존 저시력보조기보다 비싸 상용화되지

못하고 있으며, 국내에서 출시된 제품이 없어 실제 환자들에게 보급되지 못하고 있다. 따라서 본 증례에서는 기존의 헤드마운트 디스플레이 형태의 VR기기(Samsung Gear VR)에 스마트폰을 장착하여, 스마트폰에 설치된 어플리케이션(릴루미노[Relumino])을 통해 상의 확대, 명암 대비 및 밝기 조절, 화면 멈춤, 윤곽선 강조, 색 반전, 상의 재배치 등 저시력환자의 기능 재활에 도움을 줄 수 있는 기능을 적용한 형태로 개발된 저시력보조기의 효용성을 확인해 보았다.

환자는 VR을 이용한 저시력보조기 릴루미노(Relumino)를 통해 중심시야의 압점 이동을 통해 고개를 틀지 않고 정면을 주시할 수 있었으며, 탄젠트 스크린을 이용한 시야감사에서 환자의 이상두위가 교정되는 것을 확인할 수 있었다. 기구 사용 전의 시야각보다 그 전체 범위는 줄어들었지만, 정면으로 선호망막부위에 맺히는 상을 옮겨 줌으로써 고개를 틀고 봐야 하는 중심외보기의 단점을 해결할 수 있었다. 실제로 황반변성과 같이 황반부를 침범하는 병변에 의해 중심부 시야가 가려진 저시력인 중 대다수가 스스로 선호망막부위를 찾아 중심외보기를 하고 있으나, 고개를 틀고 봐야 하기 때문에 발생하는 낙인 효과 때문에 사회생활에 불편감을 느끼고 있으므로 이를 해결하기 위한 보조 기구로서 그 효과를 확인할 수 있었다.

상의 확대를 통한 저시력 재활은 기존의 광학적 저시력보조기를 통해 주로 근거리에서 이루어졌으나, 중간거리나 원거리에서 확대된 상을 보여주는 저시력 보조기에 대한 연구는 없었다. 본 연구에서는 VR을 이용한 저시력보조기를 통해 근거리뿐만 아니라 중간거리와 원거리에서도 확대된 상을 선명하게 볼 수 있음을 확인하였으며, 근거리, 중간거리 및 원거리에서 최대교정시력을 측정하여 그 효과를 확인할 수 있었다.

반면 읽기속도검사 및 대비감도검사에서는 보조기구 사용에도 불구하고 큰 호전을 보이지 않거나 오히려 악화되었다. VR기기를 이용한 저시력보조기의 경우 기기의 특성상 스크린을 통해 확대된 상을 보아야 하기 때문에 화면 크기의 제한으로 전체 시야가 좁아진다는 한계점이 있다. 본 증례의 환자는 15년간 글을 거의 읽지 못하여 글을 읽는데 어려움이 있다는 점과, 헤드마운트 타입의 기구를 착용한 상태에서 검사에 필요한 목표를 빠르게 좁은 시야 안으로 가져다 놓는 것이 어려웠기 때문에 읽기속도나 대비감도 검사에서는 큰 호전을 보이지 않았을 것이다.

기구 사용 전후에 시행한 시각적 삶의 질에 관한 설문지에서도 기구 사용 후 호전을 보였는데, 저시력 환자에게 있어 시각적 삶의 질의 향상 또한 저시력재활에 있어 매우 중요한 부분으로 볼 수 있다.<sup>15</sup> 다만 기기의 만족도를 묻는 질

문에서는 단점으로 기기 자체의 크기가 크고 무거워 착용한 상태에서 일상생활이 어려울 것 같다고 응답하여 추후 저시력보조기로 상용화하기 위해서는 이러한 한계점에 대한 보완이 필요할 것으로 보인다.

결론적으로 본 증례는 가상현실을 이용한 저시력보조기를 환자에게 실제로 적용하여 그 효용성을 확인한 첫 번째 사례로, 진행된 황반변성 환자에서 저시력보조기 릴루미노의 시력개선 효과와 중심압점의 이동을 통한 이상두위 개선 효과를 확인할 수 있었다. 머리에 착용하여 장시간 사용하는 경우 무거운 무게와 크기 때문에 발생할 수 있는 불편감이 있으나, 추후 지속적인 개발을 통해 안경 형태로 기구의 형태를 간소화하고, 크기와 무게를 줄일 수 있다면 삶의 질과 시각 기능을 높여주는 효과적인 저시력보조기로서 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

## REFERENCES

- 1) Son JH, Moon NJ, Koo BS. Clinical experience on the visual rehabilitation of low vision patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 1995;36:324-30.
- 2) Kim KH, Moon NJ. Clinical analysis of 100 low vision patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 1997;38:141-8.
- 3) Kwon JW, Kim HG, Kim SJ, et al. Development of an electronic low vision aid using a computer mouse. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:455-8.
- 4) Merabet LB, Rizzo JF, Amedi A, et al. What blindness can tell us about seeing again: merging neuroplasticity and neuroprostheses. *Nat Rev Neurosci* 2005;6:71-7.
- 5) Bambara JK, Wadley V, Owsley C, et al. Family functioning and low vision: a systematic review. *J Vis Impair Blind* 2009;103:137-49.
- 6) Hinds A, Sinclair A, Park J, et al. Impact of an interdisciplinary low vision service on the quality of life of low vision patients. *Br J Ophthalmol* 2003;87:1391-6.
- 7) Kempen GI, Ballemans J, Ranchor AV, et al. The impact of low vision on activities of daily living, symptoms of depression, feelings of anxiety and social support in community-living older adults seeking vision rehabilitation services. *Qual Life Res* 2012;21:1405-11.
- 8) Lee HW, Legge GE, Ortiz A. Is word recognition different in central and peripheral vision? *Vision Res* 2003;43:2837-46.
- 9) Owsley C, McGwin G Jr. Vision impairment and driving. *Surv Ophthalmol* 1999;43:535-50.
- 10) Bullimore MA, Bailey IL, Wacker RT. Face recognition in age-related maculopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991;32:2020-9.
- 11) Jeong JH, Moon NJ. A study of eccentric viewing training for low vision rehabilitation. *Korean J Ophthalmol* 2011;25:409-16.
- 12) Stelmack JA, Massof RW, Stelmack TR. Is there a standard of care for eccentric viewing training? *J Rehabil Res Dev* 2004;41:729-38.
- 13) Riss-Jayle M, Giorgi R, Barthes A. Setting the preferential retinal locus. Part 1. Analysis of the rehabilitation results as a function of positioning. *J Fr Ophtalmol* 2008;31:249-55.
- 14) Koo H, Moon NJ. Visual field relocation and clinical effect of fresnel prism in patients with homonymous hemianopsia. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:123-30.
- 15) Moshtael H, Aslam T, Underwood I, Dhillon B. High tech aids low vision: a review of image processing for the visually impaired. *Transl Vis Sci Technol* 2015;4:6.

= 국문초록 =

## 가상현실을 이용한 저시력보조기를 사용하여 이상두위를 교정한 1예

**목적:** 중심외보기 중인 저시력 환자에서 가상현실을 이용한 저시력보조기를 통해 이상두위가 효과적으로 교정되어 이를 보고하고자 한다.

**증례요약:** 15년 전 양안의 황반변성을 진단 받은 75세 남자가 중심외보기로 인하여 이상두위를 보이고 있었다. 환자는 양안의 황반변성으로 인해 중심부 10° 이내에 암점이 있었으며, 선호망막부위가 하비측 망막에 있어 정면의 사물을 볼 때 왼쪽으로 고개를 틀고 있었다. 환자는 암점에 맺히는 상을 스크린의 다른 부위로 옮겨주는 상 재위치 기능이 있는 가상현실을 이용한 저시력보조기의 사용을 훈련하였다. 보조기를 2주 동안 사용한 후, 고개를 틀어 정면의 사물을 보던 환자는 고개를 틀지 않고 정면을 보는 것이 가능하였다. 읽기 속도와 정확도를 포함한 읽기 능력도 호전되었으며, 기기와 관련된 부작용은 발생하지 않았다.

**결론:** 이상 두위를 동반한 저시력 환자에서 가상현실을 이용한 저시력보조기를 착용하여 중심암점에 맺히는 상을 선호망막부위로 옮겨 줌으로써 두위 변화를 최소화할 수 있었고 읽기 능력의 개선 효과를 볼 수 있었다. 추후 안경처럼 착용할 수 있는 디자인으로 기술적 발전이 이루어진다면 효과적인 시각재활이 가능할 것이다.

〈대한안과학회지 2020;61(6):699-705〉

강정우 / Jeong Woo Kang

중앙대학교 의과대학 중앙대학교병원 안과학교실  
Department of Ophthalmology,  
Chung-Ang University Hospital,  
Chung-Ang University College of Medicine

