눈떨림 환자에서 영상눈전위도를 이용한 눈떨림 파형 분석

Video-oculographic Analysis in Nystagmus Patients

김현아 · 박성희

Hyuna Kim, MD, Song-Hee Park, MD, PhD

순천향대학교 의과대학 서울병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the usefulness of video-oculographic waveform analysis in nystagmus patients.

Methods: We carried out an observational case study in 18 patients (age, 7-32 years) with nystagmus who visited our clinic regularly for more than 1 year. Video-oculography (VOG) recording was performed (SLVNG[®]; SLMED, Seoul, Korea/3D Video-Oculography[®]; SMI, Teltow, Germany), and the velocity, peak velocity, and frequency of ocular movement were evaluated. The results of VOG analysis were compared to the diagnosis based on clinical examination and video recording.

Results: Eleven patients showed corresponding results, while the results differed between presumed diagnosis by VOG waveform analysis and clinical diagnosis in seven patients. Two of the discordant group showed additional waveforms that were not found on clinical examination. In addition, the number of inverse cases was two. The VOG waveform results corresponded to the diagnosis based on video recording in 16 patients.

Conclusions: Video-oculography is useful for diagnosis and management of nystagmus patients as it is noninvasive, comfortable, and can be performed in patients with difficulties with electronystagmography, such as pediatric patients. In addition, its waveform analysis and quantification are reliable taking into consideration diagnosis based on clinical examination and video recording.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(5):674-679

Keywords: Nystagmus, Video-oculography

눈운동이상 질환(사시, 안진, 외안근마비 등)이 있는 환자들의 경우 눈운동이상을 확인하고 교정수술의 양을 결정하는 데에 눈운동을 시간대별로 도식화하여 분석하는 것은 많은 도움을 준다. 이러한 눈운동의 기록 방법에는 전기안진도(electro-nystagmography, ENG), 공막탐색코일 시스템(scleral search coil system, SSCS), 영상눈전위도

(video-oculography, VOG), 각막반사 방법(corneal reflection method) 등이 있다.¹⁻³ 이 중 영상눈전위도는 적외선 비디오 카메라로 촬영한 안구의 영상을 분석하여(image analysis) 안구의 움직임을 측정하는 장비이다. 적외선 비디오카메라, 적외선 발광원, 고글, 컴퓨터 등으로 구성되어 있으며, 촬영한 안구영상을 아날로그/디지털 전환 영상캡처보드를 통해 컴퓨터로 입력하여 소프트웨어 영상 분석을 통해 안구움직임 정도를 계산한다. 소프트웨어 영상 분석이 필요하므로 빠른 컴퓨터 영상처리 속도가 요구되어 과거에는 널리 사용되지 못하였으나 개인용 컴퓨터의 속도 증가로 최근 상품화된 장비가 많이 보급되고 있다.⁴ 이에 저자들은 눈떨림 환자에서 영상눈전위도로 눈떨림의 객관적 분석을 시행하고 분석하여 검사의 유용성을 알아보고자 하였다.

■ Received: 2020. 10. 7. ■ Revised: 2020. 11. 16.

■ Accepted: 2021. 4. 30.

■ Address reprint requests to **Song-Hee Park, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University
Seoul Hospital, #59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401,
Korea
Tel: 82-2-709-9354, Fax: 82-2-710-3196
E-mail: scheye@schmc.ac.kr

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

© 2021 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.

대상과 방법

1993년부터 2020년까지 순천향대학교 부속 서울병원 안과 외래를 방문하여 임상적으로 눈떨림으로 진단 받은 환자 중 1년 이상 추적 관찰이 가능했던 19명(6-32세)을 대상으로 VOG (SLVNG[®]; SLMED, Seoul, Korea)를 시행하여 눈떨림 저속기의 방향, 최고 속도, 주파수, 중화점을 분석하였다(Fig. 1). 본 연구는 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하여 본원 임상연구윤리 심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 진행되었다(IRB 승인 번호: 2020-10-002). 이 중 추후 기술할 임상진단의 범위에 포함되지 않는 1명을 연구에서 제외하였으며(1예: 진자형 눈떨림이 한 눈을 가릴때 나타남), 이를 통해 얻은 파형을 A) 된눈떨림-저속기 증속형, D) 된눈떨림-저속기 감속형, P) 시계주 눈떨림, N) 판별가능한 파형 관찰되지 않음으로 분류하고 동일 환자에서 시간차를 두고 종류가 다른 파형이 관찰될 경우 각각의 파형의 혼합형으로 분류하였다(된눈떨림-저속기 증속형과 된눈떨림-저속기 감속형이 함께 관찰되는 경우: A+D). 혼합형은 최소 한 가지가 약 30% 이상 혼재되어 있을 때는 혼합형이라 하였고, 이 미만인 경우에는 A, D, P 중 하나로 간주하였다.⁵ 이와 함께 동일한 임상상의(S.H.P)가 외래에서 눈운동을 관찰하고 임상 소견을 고려하여 판단한 임상진단(된눈떨림-저속기 증속형 또는 진자형 눈떨림이 의심되며 onset이 빠른 경우 선천 눈떨림, 눈을 가리면 나타나거나 강도가 증가하면서 된눈떨림-저속기 감속형이 의심되는 잠복 눈떨림, 규칙성이 없고 파형을 판별하기 어려운 경우)의 VOG 검사 시 검사 기구에 의해 촬영된 동영상을 바탕으로 동일한 임상상의(H.A.K)가 판단한 파형을 같은 기준으로 세분하여 같은 환자에 대한 세 가지

눈떨림 파형 분석의 연관성을 비교하였다. 동시에 눈떨림의 발생 시기, 남녀 성비, 가족력, 시력, 두부 위치, 교대가림검사를 통한 사시 유무 판별과 Worth 4 dot test 등 융합능력검사를 시행하여 영향을 주는 진단 일치도에 영향을 주는 요소를 분석하였다.

VOG 환자의 머리를 고정시킨 상태에서 50 cm 전방의 목표물을 주시하게 하여 제1안위에서 spontaneous, gaze, pursuit test 등을 실시하였으나 실제 분석에는 spontaneous, gaze test를 이용하였으며, 30초간 최소 5회 이상의 연속적인 박동이 있는 경우 유효한 파형으로 간주하였다.⁶ 파형 분석에 있어 오류의 교정과 정상 눈 움직임과의 감별은 같은 기구를 이용하여 40세 이하 한국인을 대상으로 정상 대조값을 규명한 이전의 연구를 참고하였다.⁷ 안진의 강도는 일정한 파형이 반복될 경우 해당 강도를, 일정하지 않을 경우에는 중간치를 택하였으며 중화점은 안진의 강도가 가장 적어지는 위치로 선택하였는데 적어도 강도가 약 30% 이상 줄어드는 경우를 중화점이 있는 것으로 간주하였다. 영상눈전위도와 임상진단에 기준한 파형 분석의 일치도 비교는 임상진단에서 예상되는 파형이 VOG에서 나타난 경우(예: 잠복 눈떨림으로 진단된 환자에서 된눈떨림-저속기 감속형이 나타난 경우)를 일치, 예상되는 파형이 나타나지 않은 경우를 불일치, 임상진단에서는 파형을 기술할 수 있었으나 VOG에서 눈떨림으로 분석할 수 있을 만한 파형이 나타나지 않은 경우를 임상우위, 반대의 경우를 VOG우위로 정의하였다. VOG와 녹화된 video의 파형 비교는 일치, 불일치로 정의하였다.

모든 환자에서 병력 청취를 통해 발생 시기를 정하였고 현성 및 조절마비 굴절검사를 실시하여 최대교정시력을 평가하였다. 시력은 한천석 시력표를 이용한 원거리 시력검

Figure 1. A schematic image of eye movement tracing of case 1 by video-oculography (SLVNG[®]; SLMED, Seoul, Korea). The real-time video is running (A), the location of eye is recorded (B), the gradient of each point was analyzed as intensity (degree/seconds) (C).

사로 측정하였다. 두부 이상의 유무는 외래에서 임상자의 평가로 이루어졌으며, 사시 양상은 프리즘교대가림검사로 측정되었고, 융합 능력은 Worth 4 dot test와 Titmus test로 검사하였다.

결 과

대상이 된 18명의 성비는 같았고, 이들의 평균 연령은 15.8 ± 6.7 세(7-32세)였다. 눈떨림의 발병 및 발견 시기는 평균 2.93 ± 6.0 세(출생 시-21세)였으며 Case 11 (21세), Case 16 (10세)을 제외하면 평균 7.1 ± 5.3 개월에 발병하였다. 대상자의 시력은 평균 0.52 ± 0.35 였으며, 비정상적인 머리 위치는 전체 18명 중 5명에서 나타났다. 이 중 얼굴 돌림이 3명, 머리 기울임이 1명, 얼굴 돌림과 머리 기울임이 함께 있는 환자가 1명이었다. 영상눈전위도를 이용한 눈떨림의 분석에서 파형은 A형 5명, D형 5명, P형 3명, 혼합형이 2명, 파형을 특정 짓기 어려운 N형이 3명이었으며 임상적으로 추정되는 진단은 선천 눈떨림 6명, 잠복 눈떨림 6명, 둘의 혼합이 2명, 그 외 진단이 4명이었다(Table 1).

눈떨림의 강도는 크기(amplitude, degree)와 주파수(frequency, Hz)를 곱한 값으로 이는 안구의 운동 속도와 일치하여 degree/second 단위로 표시하였고, 평균 21.8 d/s (3.5-68.8)였다. 눈떨림의 강도, 주파수와 주시 방향에 따른 VOG 파형의 분석한 대표 증례(Case 2, 4, 10, 16)를 Fig. 2

Figure 2. Representative cases of video-oculography analysis. R represents eye movement recorded when the patient looking to the right, L represents the waveform recorded when looking to the left. Each eye movement recording was converted to automatically calculated intensity (velocity of eye movement), and frequency, these numeric data were used to specify the waveform. RBJ = right Beating Jerk; Rt. = right; Lt. = left; d/s = degree/seconds.

Table 1. Clinical findings of patients

Case	Sex/age (years)	Waveform analysis			Onset age	BCVA		Head posture	Fusion	Strabismus	Concomitant disease
		VOG	Video	Clinical		OD	OS				
1	F/7	D	D	LN	1 month	0.25	0.2	N	+	8XT 5RHT	
2	F/21	D	D	LN	6 months	0.32	0.02	N	+	Ortho	OU)FEVR
3	F/14	A	A	IN	1 year	0.125	0.16	N	+	4ET	OU)Cone-Rod dystrophy
4	M/8	D	A	IN	Unknown	0.25	0.16	RFT	+	Ortho	OU)Congenital cataract
5	M/17	N	N	LN	Unknown	0.5	0.05	LHT	-	10LET 5LHT	Mental Retardation
6	M/18	N	N	IN	At birth	0.2	0.32	LFT	+	5RXT 2LHT	OU)Macular hypoplasia
7	M/7	N	N	N	Unknown	0.8	0.8	N	+	Ortho	
8	M/11	A	A	N	6 months	0.6	0.05	N	-	30LXT	OS)FEVR
9	M/21	A	D	LN	1 year	1.0	1.0	LFT	+	Ortho	
10	F/9	P	P	N	Birth	1	0.7	N	+	15XT RHT	OS)Juvenile cataract
11	F/32	A	A	LN	21 year	1	1	N	+	8XT	
12	F/21	P	P	IN+LN	Unknown	0.2	0.3	RHT, RFT	-	16RXT	
13	F/14	D	D	IN	1 year	0.9	1.0	N	+	16XT	Arachnoid cyst
14	M/19	A+P	A+P	IN	Unknown	0.5	0.5	N	+	Ortho	
15	M/15	A+D+P	A+D+P	IN+LN	1 year	0.2	0.1	N	+	Ortho	OU)Retinitis pigmentosa
16	M/18	A	A	IN	10 year	1.0	1.0	N	+	Ortho	
17	F/9	P	P	N	1 year	0.02	0.02	N	-	20XTT	OU)Ocular Albinism
18	F/23	D	D	LN	1 year	0.5	0.3	N	+	15LXT	

VOG = video-oculography; BCVA = best corrected visual acuity; OD = oculus dexter; OS = oculus sinister; F = female; D = decelerating slow phase; LN = latent nystagmus; N = None; XT = exotropia; RHT = right head tilt; Ortho = orthophoria; FEVR = familial exudative vitreoretinopathy; A = accelerating slow phase; IN = infantile nystagmus; ET = esotropia; M = male; RET = right face turn; LHT = left head tilt; LET = left esotropia; LHT = left hypertropia; LFT = left face turn; RXT = right exotropia; LXT = left exotropia; XTT = XT; P = Pendular movement.

에 제시하였다. 중화점은 7명에서 관찰되었는데 이 중 우측 위치 4명, 좌측 위치 3명이었다. 두부 위치와 중화점의 위치 관계에서 5명은 일치하였으나 증례 13, 16 등 2명에서는 일치하지 않았다(Table 1, 2).

사시 유무는 외사시 7명, 내사시 1명, 외사시+상사시 2명, 내사시+상사시 1명, 정위 7명이었고 융합 능력은 14명에서 융합이 가능했고 4명에서는 융합 능력이 없었다(Table 1). 일치도는 VOG-임상검사가 일치하는 경우가 11예, 불일치 7예(61%) VOG-Video 진단은 2예를 제외하고 일치하였다 (89%) (Table 2).

고 찰

일정한 기준이 있어 정량화하여 기록이 가능한 시력, 사시각이나 기계로 측정한 측정값을 얻는 안압, 각막곡률 등에 비해 눈떨림의 직접 관찰에 의한 정량적인 기록은 검사자의 소양에 따라 큰 차이를 보이며, 눈떨림의 판단과 기록을 위해 다양한 검사 기구를 이용하고 있다. 그러나 ENG는 피부 전극의 위치 및 부착 상태에 따라 전기저항이 변하여 오차가 발생할 가능성이 있으며, 수직 눈운동을 측정하는 경우에는 상하안검거근에서 발생하는 전기 신호와 상하직근에서 발생하는 전기 신호가 중복되어 구별하기 어렵다는 단점이 있다.² 관찰 장비 없이 검사자가 눈으로 직접 관찰하는 경우는 안구움직임을 기록하며 분석할 수 없고, 시고

정 억제가 충분하지 않아 어느 정도의 시고정이 이루어진다는 점이 단점이다.⁴ 영상눈전위도는 신호의 증폭을 위해 아날로그 방식을 사용하기 때문에 외부의 의미 없는 신호에 의한 영향을 많이 받게 된다.¹ 이러한 영향을 줄이기 위한 여러 방법들이 개발되었으나, 자료 처리만 디지털 방식으로 하고 있을 뿐 인체에서 발생하는 전기 신호를 감지해서 증폭시키는 장치 자체는 여전히 아날로그 방식을 사용하고 있다.⁸ 또한 동공이 반 이상 가려지거나 안질환 등으로 원형을 이루지 않는 경우, 눈을 감은 경우, 홍채의 줄무늬 등이 변형되어 영상 분석이 불가능한 경우에는 사용할 수 없으며, 고글의 움직임에 의해 안구위치의 기록에 변화를 유발할 수 있고, 회전성 운동을 분석하기 위해서는 높은 해상도의 카메라와 영상신호의 화면추출률(sampling rate)을 높여야 하며, 카메라의 화면추출률의 한계로 안구의 단속운동의 분석은 불가능하거나 높은 화면추출률을 갖는 고가의 장비가 필요한 단점이 있다.⁴

그럼에도 불구하고 영상눈전위도는 전기안진기와는 달리 전극을 사용하지 않으므로 전기적 간섭 등에 의한 잡음의 영향이 없고, 측정민감도를 0.1도까지 높일 수 있으며, 회전성 운동을 측정할 수 있고, 안구움직임을 영상매체에 기록할 수 있다는 장점이 있다. 또한 비관혈적이고 환자의 불편감이 적어 소아 환자 등 객관적 검사가 어렵거나 전기안진도를 시행하기 어려운 환자에서도 시행이 가능하다는 것이 가장 큰 장점이다. 이에 저자들은 영상눈전위도를 이

Table 2. The analysis of nystagmus by VOG

Case	Waveform analysis		Agreement among exams		Intensity (degree/second)	Null zone (degree)
	VOG	Clinical	VOG-clinical	VOG-video		
1	D	LN	A	A	28.8	
2	D	LN	A	A	35.6	
3	A	IN	A	A	5.0	
4	D	IN	N	N	25.0	Lt 30
5	N	LN	N	A	68.8	Rt 30
6	N	IN	N	A	10.2	Rt 10
7	N	N	A	A	6.8	
8	A	N	A	A	11.5	
9	A	LN	N	N	27.6	Rt 20
10	P	N	A	A	7.0	
11	A	LN	N	A	42.5	
12	P	IN+LN	N	A	32.0	Lt 10
13	D	IN	N	A	7.0	Lt 20
14	A+P	IN	A	A	9.8	
15	A+D+P	IN+LN	A	A	8.2	
16	A	IN	A	A	30.1	Rt 20
17	P	N	A	A	3.5	
18	D	LN	A	A	5.6	

VOG = video-oculography; D = decelerating slow phase; LN = latent nystagmus; A = accelerating slow phase; IN = infantile nystagmus; N = disagreement; Lt = left; Rt = right; P = Pendular movement; A = agreement.

용, 임상치의 관찰, 그리고 영상눈전위도에 녹화된 영상을 통한 파형분석과 진단의 일치도를 규명하고자 하였다.

영상눈전위도와 임상 관찰에 의한 일치도는 61%로 나타났다, 영상눈전위도와 녹화된 영상의 일치도는 약 89%로 매우 높았으나 눈떨림의 강도가 낮거나 방향이 자주 바뀌는 경우에는 영상눈전위도에서 분석할 만한 파형을 얻을 수 없어 판별 불가능하다는 판정을 보였던 2례가 있었다. 이 2례는 녹화된 영상과 임상 관찰에 의한 분석이 모두 일치하였다. 따라서 세 가지 검사를 모두 시행하여 서로 보완한다면 검사자가 바뀌거나, 안진의 강도, 빈도 등에 의한 기록 가변성을 최소화하여 신뢰성 있는 파형분석과 양적 기록이 가능할 것으로 생각된다.

문헌에 따르면 영상눈전위도와 SSCS에 의한 분석을 같은 환자군에 동시에 시행한 연구에서도 영상 높은 일치율을 보였으며,⁹ 5분 이상 장시간 기록할 수 있었던 경우에는 Gabor가 제안한 단시간 푸리에 변환(short time Fourier transformation)을 이용하여 전체 파형의 규칙성을 찾아내고, 시간에 따른 변화의 특징을 알아보는 데 유효했다는 보고가 있다.¹⁰ 저자들은 18명의 연구 대상자의 안진 기록값을 이용하여 같은 방법으로 단시간 푸리에 변환을 시도하였으나, 기록 시간이 30초 정도로 짧아 유의한 규칙성을 찾아내는 데는 실패하였다. 또한 전기안진도 신호의 시운동 안진 파형을 자동으로 검출해주는 알고리즘을 구현하여 검사자의 역할을 최소화한 보고가 있어,¹¹ 영상눈전위도의 신호 중 유의할 가능성이 높은 파형을 자동으로 검출해주는 알고리즘을 구현한다면 이 또한 기록의 객관성을 높일 수 있는 방법이 될 수 있겠다.

현재 VOG는 안과, 이비인후과, 신경과, 재활의학과 등 다양한 임상의학분야에서 이용되고 있다. 정신질환을 가진 환자들의 눈운동 특징을 분석한 보고,¹² 급성 뇌경색 환자에서 침상 옆에서 환자의 집중도, 자세와 상관없이 안구운동을 분석하여 중추신경질환과 말초신경질환을 감별하는 시도,¹³ 눈의 움직임을 이용해 마우스를 클릭하여 중증 사지마비 환자의 전자기구 사용을 가능하게 하는 기술에서 근육 전위도를 연계시켜 잡음과 오류를 감소시키는 시도¹⁴들이 이루어지고 있다. 최근 국내에서 VOG를 이용, 상사근 근파동을 진단하거나¹⁵ 안구편위를 객관적으로 측정하는 연구¹⁶가 보고되었다. 또한 영아 눈떨림, 황반저형성, 선천 백내장을 가진 환자의 유전 분석을 위해 눈떨림의 유무와 특징을 VOG를 이용하여 특정하여 나타냈으며,¹⁷ VOG를 이용하여 안진이 있는지 자동으로 판별하는 모듈을 개발, 이를 원격 진료에 이용하고자 하는 연구¹⁸가 보고되었다. 주로 안진의 유무 판단과 단일 증례에서의 이용 사례가 보고되었던 이전 연구와 달리, 본 연구는 실제 안진 환자의 진료에서

VOG를 이용하여 눈운동을 기록하였을 때 환자의 눈을 직접 관찰한 경우보다 객관적이고 양적 비교가 가능하며, 반복하여 해석할 수 있는 장점이 있음을 제시하였다. 실제 안진의 파형분석을 통해 진단이 필요하거나, 경과 관찰 중 변화가 있는지 정확히 기록하고자 하는 경우 VOG를 이용하여 수월한 검사와 분석이 가능하며, 특히 40세 이하 안진이 없는 한국인을 대상으로 정상 대조값을 규명한 기존 연구⁷와 비교하여 보았을 때, 정상인과 구분되어 나타나는 안진 환자의 특징적인 파형을 쉽게 특정할 수 있을 것이다.

이전에는 sampling rate의 제한이 VOG 기록 정확성의 가장 큰 제한점 중 하나였으나, 비약적으로 발전하는 컴퓨터 중앙처리장치 속도와 타과에서의 임상적 응용, 인공지능의 발달과 더불어 눈떨림의 정량적 기록, 조금 더 나아가 자동 판정, 타 환자와의 비교를 가능하게 하는 다루기 쉽고, 비관혈적인 검사법으로 발전할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- 1) Han SH. Eye movement recording with video-oculography (VOG). J Korean Med Assoc 2007;50:343-7.
- 2) Baloh RW, Sills AW, Kumley WE, Honrubia V. Quantitative measurement of saccade amplitude, duration, and velocity. Neurology 1975;25:1065-70.
- 3) Yee RD, Schiller VL, Lim V, et al. Velocities of vertical saccades with different eye movement recording methods. Invest Ophthalmol Vis Sci 1985;26:938-44.
- 4) Lee SC. Recording method of eye movement. J Korean Bal Soc 2003;2:50-2.
- 5) Park JH, Park SC. Clinical characteristics of infantile nystagmus. J Korean Ophthalmol Soc 1996;37:502-10.
- 6) Levo H, Aalto H, Petteri Hirvonen T. Nystagmus measured with video-oculography: methodological aspects and normative data. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 2004;66:101-4.
- 7) Kang S, Kim US. Normative data of videonystagmography in young healthy adults under 40 years old. Korean J Ophthalmol 2015;29:126-30.
- 8) Baloh RW, Langhofer L, Honrubia V, Yee RD. On-line analysis of eye movements using a digital computer. Aviat Space Environ Med 1980;51:563-7.
- 9) van der Geest JN, Frens MA. Recording eye movements with video-oculography and scleral search coils: a direct comparison of two methods. J Neurosci Methods 2002;114:185-95.
- 10) Hosokawa M, Hasebe S, Ohtsuki H, Tsuchida Y. Time-frequency analysis of electronystagmogram signals in patients with congenital nystagmus. Jpn J Ophthalmol 2004;48:262-7.
- 11) Moon HJ, Seo JM, Lee IB, et al. Automated optokinetic nystagmus detection by electrooculogram. Korean J Optom Vis Sci 2011;10:23-8.
- 12) Kiyomizu K, Matsuda K, Torihara K, et al. Nystagmus using video-oculography in psychiatric patients. Eur Arch Otorhinolaryngol 2009;266:1167-74.
- 13) Newman-Toker DE, Saber Tehrani AS, Mantokoudis G, et al.

- Quantitative video-oculography to help diagnose stroke in acute vertigo and dizziness: toward an ECG for the eyes. *Stroke* 2013;44:1158-61.
- 14) Navallas J, Ariz M, Villanueva A, et al. Optimizing interoperability between video-oculographic and electromyographic systems. *J Rehabil Res Dev* 2011;48:253-65.
- 15) Chung SR, Lee TE, You IC, et al. Use of video-oculography in the diagnosis of superior oblique myokymia. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:1316-9.
- 16) Ban JH, Moon SH. The analysis of ocular deviations between dominant and non-dominant eye using video-oculography in intermittent exotropia. *J Korean Ophthalmol Soc* 2019;60:685-91.
- 17) Thomas S, Thomas MG, Andrews C, et al. Autosomal-dominant nystagmus, foveal hypoplasia and presenile cataract associated with a novel PAX6 mutation. *Eur J Hum Genet* 2014;22:344-9.
- 18) Swart W, Scheffer C, Schrev K. A Video-oculography based telemedicine system for automated nystagmus identification. *J Med Devices* 2013;7:031002.

= 국문초록 =

눈떨림 환자에서 영상눈전위도를 이용한 눈떨림 파형 분석

목적: 눈떨림 환자에서 영상눈전위도(video-oculography, VOG)를 이용하여 눈떨림의 객관적 분석을 시행하고 검사의 유용성에 대해 알아보려고 하였다.

대상과 방법: 눈떨림으로 진단받고 1년 이상 추적 관찰이 가능했던 환자 18명(7-32세)을 대상으로 VOG (SLVNG®; SLMED, Seoul, Korea)를 시행한 결과를 바탕으로 저속기의 방향과 최고 속도, 주파수를 측정하여 임상진단, 녹화 영상을 통한 진단과 비교하였다.

결과: 11명의 환자에서 임상진단과 VOG를 이용한 추정진단이 일치하였으며, 7명의 환자에서 불일치하였다(61%). 불일치 중 VOG를 통해 추가 파형을 알게 된 경우가 2명, 임상적으로 관찰이 어려워 특정 지을 수 없는 파형을 VOG를 통해 알게 된 경우가 3명, 반대의 경우가 2명이었다. 녹화영상과 VOG를 통한 진단은 16명에서 일치하였고 2명에서 불일치하였다.

결론: 눈떨림 환자에서 VOG는 비관혈적이고 환자의 불편감이 적어 소아 환자 등 객관적 검사가 어렵거나 전기안진도를 시행하기 어려운 환자에서도 시행이 가능하며, 녹화영상, 임상 진단과 연관 지어 활용 시 신뢰성 있는 파형분석과 양적 기록이 가능하여 경과 관찰 및 진단, 치료에 유용할 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2021;62(5):674-679〉

김현아 / Hyuna Kim

순천향대학교 의과대학 서울병원 안과학교실
Department of Ophthalmology,
Soonchunhyang University Seoul Hospital,
Soonchunhyang University College of Medicine