

영상 안진기를 이용한 전정 기능 소실 환자에서의 Galvanic 전정 자극 반응의 관찰

김수찬, 남기창, 김덕원, 배미란*, 이원상*
연세대학교 의과대학 의학공학교실
* 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

Response of Galvanic Vestibular Stimulation in the Vestibular Loss Using Videoculograph

Soochan Kim, Kichang Nam, Deokwon Kim, Mirhan Bae*, Wonsang Lee*
Department of Medical Engineering, Yonsei University College of Medicine
Department of Otorhinolaryngology, Yonsei University College of Medicine
E-mail: firmware@yumc.yonsei.ac.kr

Abstract

본 연구에서는 전기 전정 자극(GVS, Galvanic vestibular stimulation)이 일측 전정 기능 소실 환자에서 정상인과 어떠한 특이성을 보이는가에 대하여 관찰하였다. 실험대상은 14 명(남:5, 여:9)의 일측 전정 기능 소실 환자(경와우절제술 12례, 전정신경 절제술 2례)로 자극 방법은 bipolar 로 하여 전류 세기를 1mA 에서 3mA 까지 달리하며 실험하였다. GVS 에 대한 반응은 영상 안진기(VOG, Videoculograph)를 이용하여 관찰하였다. 정상 기능이 있는 측면으로의 자극에 대해서는 정상인과 동일한 반응을 보였으나 일측 전정 기능 소실(unilateral loss)을 갖는 환자의 경우 병변이 있는 쪽에 음의 자극, 없는 쪽에 양의 자극을 가하였을 경우에는 대상자 모두에게서 어떠한 안전 반응도 일어나지 않았다. 자극 후 안전의 경우 정상인은 일반적으로 나타나지 않으나 피검자들에게서는 나타나는 특성을 보였다.

I. 서론

인체의 평형 기능은 전정계, 시각계 및 고유 감각계의 기능이 상호 작용되어 나타나는 것으로 복잡하게

얽혀 있어 직접적인 관찰이 어렵다. 이로 인해 전정계의 반응을 분석할 때, 자극에 따른 안구의 운동(전정 안반사)을 평가함으로써 보다 쉽게 평형 장애를 이해하고 전정 기관의 기능 장애를 평가할 수 있다[1, 2]. 자극 방법으로는 회전 의자를 사용하여 물리적으로 피검자에게 회전 자극을 가하는 방법과 온도 변화의 자극을 가하는 방법(caloric method), 그리고 전기 자극을 가하는 방법(GVS, galvanic vestibular-stimulation method) 등이 있다[3-5]. 이중 유양 돌기에 전기 자극을 가하여 안전을 발생시키는 것은 180 여년 전부터 많은 학자들로부터 주목을 받았으나 자극에 반응하는 전정신경 부위가 모호하고, 전기 자극에 대한 반응을 전기 안진기로 정확하게 측정할 수 없기 때문이다. 그러나, 지난 10 여년 전부터 영상 안진기(VOG, Videoculograph)의 개발로 전기 자극 중에도 정확하게 안구 운동을 측정할 수 있게 되어 GVS 에 대한 임상적 유용성에 많은 관심이 증대되고 있다.

전정계에 전기 자극을 가하게 되면 전정 안반사(vestibular ocular reflex)와 전정 척수반사(vestibulospinal reflex)가 유발되어 각각 안전(nystagmus) 및 자세의 흔들림(body sway or postural sway)이 발생한다. 전정 안반사는 안전과 같은 안구 운동으로 나타나며, 안구 운동

을 측정하여 전정 기능을 평가한다. 전기 전정 자극의 일반적인 반응은 자극 전극의 극성이 음인 방향으로 빠른 안구 운동(fast eye movement)이 나타난다[8]. 이러한 이유로 전정 기능 평가에 정상과 비정상 전정 기능 기전 연구에 많이 이용되고 있으나 자극 부위의 불명확성과 자극에 대한 안진 반응의 일관성이 부족하여 임상에 사용되고 있지는 못한 실정이다.

본 연구에서는 일측 전정 기능이 소실된 환자로부터 GVS 에 의한 안구 반응을 영상 안진기를 이용하여 관찰하고 정상인의 자극 반응 결과와 비교하여 전정 신경 및 내이 질환에서 GVS 검사의 유용성을 평가하였다.

II. 실험 방법 및 대상

실험 대상으로 20 세에서 68 세까지 14 명(남:5, 여:9)의 일측 전정 기능 소실 환자(경와우절제술 12 레, 전정신경 절제술 2 레)에서 본 연구자가 개발한 영상 안진기와 전류 자극기를 이용하여 실험하였다.

자극 전류의 세기는 1mA, 2mA, 그리고 3mA 직류 전류로 하였으며, 사용한 전극은 직경이 10mm 의 일회용 Ag-AgCl 전극이다. 자극의 강도가 1mA 이상 높게 되면 피검자에게 전기 자극에 의한 통증이 유발되어 편안한 상태에서의 실험이 어렵게 된다. 통증 완화를 위해 자극 전 국소 마취제(Lidocane 5%, EMLA, 스웨덴)와 전류의 세기를 서서히 증가시키는 방법을 사용하였다. 각질 제거 용액(Ommi cream, 미국)을 사용하여 피부와 전극 간의 저항을 5kohm 이하로 낮추어 전류의 전달을 원활하게 하였다. 자극 방식은 오른쪽과 왼쪽 귀 아래의 각각의 유양 돌기에 양(+)의 전극, 음(-)의 전극을 부착하는 bipolar 방식을 사용하였다[9].

안구 운동의 측정은 자극 전 약 30 초간 자발 안구 운동(Spontaneous nystagmus)을, 전기 자극을 가하는 30 초간 자극에 대한 안구 운동(Galvanic evoked nystagmus)을, 그리고 전류 자극 후 30 초간 자발 안구 운동(post galvanic stimulating nystagmus)을 관찰하였다. 우측에 음전극, 좌측에 양전극을 사용하여 자극 실험을 마친 다음 10 분 정도의 휴식 후 전극의 극성을 반대로 바꾸어 우측과 동일한 실험을 반복하였다. 자극 순서에 따른 영향을 배제하기 위해 좌측과 우측에 대한 자극 순서는 각기 달리 하였다.

III. 결과 및 토의

표 1 은 GVS 에 대한 자극 반응의 유무에 대하여 관찰한 것으로 일측 전정 기능 소실 환자일지라도 정상 부위에서는 전기 자극에 대하여 모두 안진(14/14)이 발생하였고, 소실된 부위에서는 반응을 관찰 할 수 없었다. 그리고 자극 후 안진(post galvanic stimulating nystagmus)은 정상 부위에 대해서도 모두 존재하였고, 소실 부위에 대해서도 14 명 중 10 명에 대하여 발생하였다. 양쪽 모두 정상인의 경우 자극 후 안진이 없었던 것과는 차별화된 결과로 좌우 전정 기관이 각기 독립적이지 않고 상호 관계를 가지고 있음을 보여주는 결과이다.

그림 1 은 GVS 에 대한 반응의 한 예로써 왼쪽 전정 기능 손실을 가진 환자에 대하여 (a)는 오른(원)쪽에 음(양) 전극을 부착하여 자극하였을 때이며 (b)는 왼(오른)쪽에 음(양) 전극을 부착하여 자극하였을 때의 반응이다. 정상적인 전정 기능을 가진 사람들은 GVS 에 대해 음 전극이 부착된 유양돌기 쪽에서 빠른 안구 운동(fast eye movement)이 나타난다. 이와 비교해서 정상적인 기능을 가진 전정 기관이 있는 쪽에서 음 전극이 부착된 방향으로 빠른 안구 운동이 정상일 때와 동일한 반응을 보였다. 그러나, 기능이 소실된 쪽에서는 음 전극에 대한 반응에 대하여 아무런 반응이 나타나지 않음을 보여주고 있다.

표 2 는 안진이 발생할 경우 음 전극이 부착된 측면과 안진의 방향에 관한 것이다. 정상 부위의 경우 음 전극이 부착된 곳으로 안진이 모두 발생하였고, 자극 후 안진의 경우 정상 부위가 아닌 기능 소실 방향으로 안진 방향이 바뀌는 것을 관찰하였다.

소실된 부위에 음 전극의 자극이 가해질 경우 안진은 발생되지 않았으나 자극 후 안진은 정상 기능이 있는 방향으로 실험 대상 중 71%(10/14)가 나타났고, 전혀 반응을 보이지 않은 경우도 4명(4/14, 29%)이 있었다.

표 3 은 자극 전 자발 안진 유무에 따라 GVS 에 대한 반응이 어떠한가를 관찰한 결과로써 14 명의 대상 중에서 자발 안진이 있는 8 명에서는 정상 기능이 있는 측면에서는 GVS 에 대하여 일반인과 동일한 반응을 보였고, 자극 후 안진도 모두 발생되었으나 자발 안진이 없었던 6 명에서는 GVS 에 대한 반응도 모두 나타나지 않았고, 단지 자극 후 안진은 6 명 중 2 명에 대해서 나타났다.

표 1. Responses of Galvanic vestibular stimulation in experimental groups(n=14)

Response	Status of vestibular function	
	Intact side	Lost side
Galvanic evoked nystagmus	14/14	-
Post galvanic stimulating nystagmus	14/14	10/14

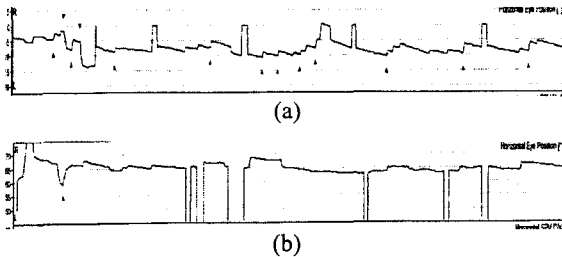


그림 1. (a) Cathode at intact side(right), (b) Cathode at functional loss side(left)

표 2. Direction of Galvanic vestibular stimulation

Stimulus	Galvanic evoked nystagmus	Post galvanic stimulating nystagmus
	Intact side (100%)	Lesion side (100%)
	Absence (100%)	Intact side (10/14, 71%) Absence (4/14 29%)

V. 결론

모든 일측 전정 기능이 소실된 환자의 경우 병변이 있는 쪽에 음의 자극, 없는 쪽에 양의 자극을 가하였을 때 정상인과 달리 어떠한 안전 반응도 일어나지 않았다. 그러나 정상 기능이 있는 측면으로의 자극에 대해서는 정상인과 동일한 반응을 보였다. 정상인의 경우 자극 후 안전이 발생하지 않았는데 비해, 일측 전정 기능 소실 환자의 경우 자극 후 안전이 관찰된 것은 좌우 전정 기관의 보상 작용의 불균형에 의한 것으로 추정되

나, 모두 일관된 결과를 보이지는 않았다. 통계적 평가를 위해 현재 계속 연구를 진행하고 있으며 발현 기전에 대한 기초 연구가 좀더 필요할 것으로 사료된다.

표 3. Response rate of galvanic vestibular stimulation experimental group relating spontaneous nystagmus

	Evoked Nystagmus	Post galvanic stimulating nystagmus
Spontaneous nystagmus(+) (n=8)	Intact side (100%)	8/8
Spontaneous nystagmus(-) (n=6)	Absence (100%)	2/6

알림

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-000-00384-0)지원으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Chung, D.W.J., et al. "Estimation of ocular torsion with dynamic changes in pupil size", in Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE. 1994. Baltimore, MD, USA.
- [2] Brandt, T., "Vertigo : Its Multisensory Syndromes (Clinical Medicine and the Nervous System)", 1991, Springer-Verlag.
- [3] Day, B.L., "Galvanic vestibular stimulation: new uses for an old tool", J Physiol, 1999. 517 (Pt 3): p. 631.
- [4] Watson, S.R., et al., "Maintained ocular torsion produced by bilateral and unilateral galvanic (DC) vestibular stimulation in humans", Exp Brain Res, 1998. 122(4): p. 453-8.
- [5] Zink, R., et al., "Galvanic vestibular stimulation in humans: effects on otolith function in roll", Neurosci Lett, 1997. 232(3): p. 171-4.
- [6] Breson, K., C. Elberling, and J. Fangel, "Galvanic nystagmography", Acta Otolaryngol, 1971. 71(6): p. 449-55.
- [7] Pfaltz, C.R., "Nystagmographic study of the galvanic vestibular response", Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1967. 23(6): p. 584.

- [8] Pfaltz, C., "The diagnostic importance of nystagmography in the galvanic test. In: Stahle J (ed) Vestibular function on earth and in space", 1970, Oxford: Pergamon Press. 187-199.
- [9] Kim, S.C., et al., "Measurement of Vestibular Ocular Reflex in Normal Subjects Using Galvanic Stimulator and Videoculograph", Journal of the Korea Society of Medical and Biological Engineering, 2001. 22(6): p. 487-495.