

교감신경 피부반응에서 하루주기 리듬의 영향

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 근육병 재활연구소

김동수 · 박윤길 · 임상희 · 김동현 · 송명호 · 김형균 · 최원아

– Abstract –

The Effects of Circadian Rhythm on Sympathetic Skin Response

Dong Soo Kim, M.D., Yoon Ghil Park, M.D., Ph.D., Sang Hee Im, M.D.,
Dong Hyun Kim, M.D., Myung Ho Song, M.D., Hyung Kyun Kim, M.D., Won Ah Choi, M.D.

*Department of Rehabilitation Medicine & Rehabilitation Institute of Muscular Disease,
Yonsei University College of Medicine*

Objectives: To determine the influence of circadian rhythm on amplitude and latency of SSR (sympathetic skin response)

Methods: Thirty healthy adults who have no disease in sympathetic and other nerve systems participated in this study. We recorded the SSR 3 times, in the morning (7:30 am), afternoon (12:30 pm) and evening (5:30 pm). We attached the active electrode on the left palm and reference electrode on the back of the left hand and ground on the left forearm. We stimulated the right median nerve at wrist three times. To avoid habituation, intermission between stimuli were more than 1 min and we measured onset latency and peak to peak amplitude.

Results: Average latency of SSR was recorded 1.49 ± 0.12 sec in the morning, 1.48 ± 0.13 sec in the afternoon and 1.46 ± 0.14 sec in the evening. In addition, average amplitudes were recorded 1.97 ± 1.25 mV, 1.68 ± 0.99 mV and 1.61 ± 0.93 mV respectively. The average latency and amplitude were greater in the morning compared to the result in the afternoon and evening, but not statistically significant. There was no significant difference between men and women.

Conclusion: Latency of SSR was not affected by the change of circadian rhythm. However, not only amplitude has a tendency to be increased in the morning but also latency has a tendency to be shortened in the evening, which should be considered when analyzing the result of SSR.

Key Words: Sympathetic skin response, Circadian rhythm, Latency, Amplitude

서 론

자율신경계는 체내의 여러 장기에 분포하여 항상성 유지에 도움을 줄 뿐 아니라, 외부에서 들어오는 다양한 종류의 자극에 대한 신체의 적절한 반응을 유도하는

중요한 역할을 한다. 자율신경계의 기능은 증상과 목적에 따라 여러 가지 방법으로 평가할 수 있는데, 이 중 비침습적인 표면전극을 이용하여 외부 자극에 의해 반사적으로 유발된 일시적인 피부 전위의 변화를 측정하는 교감신경 피부반응(sympathetic skin response,

Address reprint requests to **Yoon Ghil Park, M.D., Ph.D.**

Department of Rehabilitation Medicine & Rehabilitation Institute of Muscular Disease, Yonsei University college of Medicine,
#146-92 Dogok-dong, Gangnam-gu, Seoul, 135-270, Korea

TEL : 82-2-2019-3493, FAX : 82-2-2019-7585, E-mail : drtlc@yuhs.ac

* 본 연구는 2008년 연세대학교 의과대학 근육병재활연구소 연구비 지원으로 이루어졌음.

투고일: 2008년 7월 22일, 게재확정일: 2008년 10월 9일

Table 2. Results of Sympathetic Skin Response Study

Time	Latency (sec)	Amplitude (mV)	Men		Women	
			Latency (sec)	Amplitude (mV)	Latency (sec)	Amplitude (mV)
7:30 (am)	1.49±0.12	1.93±1.31	1.46±0.12	1.73±1.03	1.53±0.11	2.23±1.65
12:30 (pm)	1.48±0.13	1.64±0.98	1.44±0.12	1.44±0.65	1.55±0.12	1.93±1.32
5:00 (pm)	1.47±0.15	1.49±0.93	1.43±0.13	1.14±0.58	1.52±0.16	2.02±1.14

IL, USA) 프로그램을 이용하여 통계처리를 하였으며 $p<0.05$ 를 유의한 수준으로 채택하였다. 지표들은 반복 측정 분산 분석(repeated ANOVA test)을 이용하여 집단 간의 평균을 비교하였다.

결 과

교감신경 피부반응의 잠시는 아침 1.49 ± 0.12 sec, 점심 1.48 ± 0.12 sec, 저녁 1.47 ± 0.13 sec로 아침이나 점심보다 저녁에 측정 하였을 때 빨라졌지만, 유의한 차이는 없었다. 또한 교감신경 피부반응의 진폭은 아침 1.93 ± 1.31 mV, 점심 1.64 ± 0.98 mV, 저녁 1.49 ± 0.93 mV로 점심이나 저녁보다 아침에 측정하였을 때 증가되었지만, 유의한 차이는 없었다. 남자와 여자를 성별로 구분하여 비교하였을 때 남녀간의 하루주기 리듬에 따른 교감신경 피부반응의 잠시는 남자에게서 빨라졌고 교감신경 피부반응의 진폭은 여자에서 남자보다 증가하였지만 유의한 차이는 없었다. 또한 교감신경 피부반응의 잠시는 남녀 모두 저녁에 측정하였을 때 빨라졌고, 교감신경 피부반응의 진폭은 남자의 경우 아침에 측정 하였을 때 증가되었으며 여자의 경우 하루주기 리듬에 영향을 받지 않는 것으로 나타났으나 유의한 차이는 없었다(Table 2).

고 찰

Joaquim 등⁵은 교감신경 피부반응에서 오전에 측정 한 잠시일수록 유의하게 짧아지는 등의 하루주기 리듬을 갖는 경향이 있어 검사시 고려해야 할 항목이라고 주장하였다. 이와 같은 하루주기 리듬에 대해서는 반복되는 자극으로 인하여 피검자가 습성화 될 수 있기 때문에 오전에 측정할 때 잠시가 짧아질 수 있다고 하였으며 Moore 등¹⁹은 중추 신경계의 활성을 위한 역치는 고정되어 있으나 이에 도달하기 까지 걸리는 시간이 다양함으로 인하여 기인한다고 하였고 Kafka 등¹⁶은 중추신경계에서 신경 전달물질의 수용체 개수의 하루주기 변화로 인해 자율신경계의 활성이 다양해 질 수 있기

때문이라고 설명하였다. 또한 교감신경 피부반응 검사 시 피부 온도가 검사 결과에 영향을 미친다는 것이 다른 연구에서 보고 되어 있다.²⁰⁻²³ 피부 온도와 신경 전도 속도가 양의 상관 관계를 보이는 것은 잘 알려져 있으나 교감신경 피부반응과 피부 온도와의 관계에 관한 연구는 많이 이루어지지 않았다.^{24,25} Yokota 등²¹과 Maulsby와 Edelberg²²는 낮은 대기 온도에서 갈바닉 피부반응(galvanic skin response)이 연장되는 것을 보고하였다. Deltombo 등²³은 가열한 반대측의 정중신경을 자극하여 사지에서 반응을 얻었으며 피부 온도가 감소할수록 교감신경 피부반응의 잠시는 연장되며 진폭은 감소함을 보고하였고 이러한 결과에는 주로 원심성 경로가 영향을 미친다고 발표하였다. 반면에 김 등²⁰의 연구에 의하면 한쪽 팔을 가열한 후 동측의 정중신경을 자극하여 사지에서 반응을 얻었으며 피부 온도 상승 후 사지의 교감신경 피부반응의 잠시는 짧아지는 경향이 있었으나 우측 손바닥에서만 통계적으로 의미가 있었으며 진폭은 피부 온도 상승 후 사지 모두에서 유의하게 감소되었음을 보고한 바 있으며 이러한 결과에는 원심성 경로뿐만 아니라 구심성 경로가 관여한다고 주장하였다. 본 연구에서는 교감신경 피부반응에서 하루주기 리듬이 유의한 영향을 미치지 않았지만 교감신경 피부반응의 진폭은 점심이나 저녁보다 아침에 측정 하였을 때 증가되었고 잠시는 저녁에 측정 하였을 때 짧아졌으며 이는 앞선 김 등²⁰의 연구와 일치하는 결과를 보였다. 이전 연구들에서 온도에 의한 물리적 요인이 일반 신경 전도의 잠시에 영향을 미치기 위해서는 상지에서 체온이 섭씨 32°C 이하인 경우와 하지에서 섭씨 30°C 이하인 경우에 온도에 의한 영향이 의미 있게 나타나는 것으로 알려져 왔으며 연구자들에 따라 약간의 차이가 있지만 말단 하지에서의 운동신경중 총비골신경, 정중신경 및 척골신경에서는 온도가 감소함에 따라 약 $0.2\text{ ms}/^{\circ}\text{C}$ 로 느려진다고 하였으며 감각신경에서는 그 정도가 더 크다고 하였다. 또한 신경의 전달 속도 및 잠시에 있어 다른 물리적인 요인보다는 온도에 의해 가장 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다.²⁶ 하지만 진폭의 경우 온도에 의한 영향이 적은 것으로 알려져 있다. 한편 Aschoff 등²⁷은 아침 7시에 기상을 하고 11시에 수면을 취하면서 일반적인 사회생활을 하는 사람

의 체온은 기상하기 3시간 전인 새벽 4시경 섭씨 36.5°C로 가장 낮게 유지되고 점차 증가하여 아침 9시경 섭씨 37.2°C에 이르며 점차 증가하여 저녁 8시경 섭씨 37.4°C로 가장 많이 상승한 후 점차 하강하여 새벽 4시경 섭씨 36.5°C에 다시 이르게 되는 체온의 하루주기 리듬에 대해 보고하였으며 이는 자율신경계의 기능이 하루주기리듬에 따라 변화하기 때문인 것으로 설명하였다. 본 연구에서는 하루주기리듬에 따라 변화하는 자율 신경계의 기능 변화로 인하여 체온의 차이가 나타날 수 있고 이로 인해 교감신경 피부반응에서 온도에 의한 차이로 나타날 수 있으며 또한 교감신경 피부반응에서의 경로는 구심성 뿐만 아니라 원심성 경로를 포함하고 있기 때문에 일반 감각신경이나 운동신경의 경로보다 더 길어져서 일반적으로 영향이 없다고 여겨지는 범위에서도 온도에 의한 차이가 나타날 수 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서 측정하는 실험 대상자는 아침 7시에 기상하고 11시에 수면을 취하면서 일반적인 생활을 하는 사람들로 구성되어 있어 야간 교대 근무를 하는 사람들과 절대적인 수면 시간이 부족한 사람들은 포함되지 않아 향후 이들의 생체 주기의 하루주기 리듬의 차이에 관한 교감 신경 피부 반응의 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

결 론

교감신경 피부반응 검사시 교감신경 피부반응의 잠시는 아침과 점심에 비해서 저녁에 측정하였을 때 빨라지고 진폭은 점심과 저녁에 비해서 아침에 측정하였을 때 증가되어 검사 결과 해석시 고려해야 할 것으로 사료되며 각 피검자들의 근무 형태에 따른 일상생활의 하루주기 또한 고려할 필요가 있을 것으로 여겨진다.

참고문헌

- Shahani BT, Halperin JJ, Boulu P, Cohen J: Sympathetic skin response-a method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; 47: 536-542.
- Shaver BA, Brusilow SW, Cooke RE: Origin of the galvanic skin response. *Proc Soc Exp Biol* 1962; 110: 559-564.
- Baba M, Watahiki Y, Matsunaga M, Takeba K: Sympathetic skin response in healthy man. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1988; 28: 277-283.
- Knezevic W, Bajade S: Peripheral autonomic surface potential a quantitative technique for recording sympathetic conduction in man. *J Neurol Sci* 1985; 67: 230-251.
- Brasil-Neto JP, Goncalves CA, Araujo CD, Carneiro CR, Soares MVA: Circadian latency variability of sympathetic skin responses. *Clin Auton Res* 1998; 8: 237-239.
- Soliven B, Maselli R, Jaspan J, Green A, Graziano H, Petersen M, Paul Spire PJ: Sympathetic skin response in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve* 1987; 10: 711-716.
- Niakan E, Harati Y: Sympathetic skin response in diabetic peripheral neuropathy. *Muscle Nerve* 1988; 11: 261-264.
- Soliven B, Maselli R, Jaspan J, Green A, Graziano H, Petersen M, et al: Sympathetic skin response and reflex sweat response in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve* 1987; 10: 711-716.
- Ropper H, Wijdicks EFM, Shahani BT: Electrodiagnostic abnormalities in 113 consecutive patients with Guillain-Barre Syndrome. *Arch Neurol* 1990; 47: 881-887.
- Yokota T, Hayashi M, Tanabe H, Tsukagoshi H: Sympathetic skin response in patients with cerebellar degeneration. *Arch Neurol* 1993; 50: 422-427.
- Gutrecht JA, Suarez GA, Denny BE: Sympathetic skin response in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 1993; 118: 88-91.
- Korpelainen JT, Tolonen U, Sotaniemi KA, Myllyla VV: Suppressed Sympathetic skin response in brain infarction. *Stroke* 1993; 24: 1389-1392.
- Shahani BT, Halperin JJ, Boulu P, Cohen J: Sympathetic skin response-a method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; 47: 536-542.
- 정광익, 김혜경, 박동식: 정상인에서의 교감신경피부반응의 전도속도. *대한재활의학회지* 1998; 22: 877-881.
- Refinetti R, Menaker M: The circadian rhythm of body temperature. *Physiol Behav* 1992; 51: 613-637.
- Kafka MS, Wirz-Justice A, Naber D, Moore RY, Bedito MA: Circadian rhythms in rat brain neurotransmitter receptors. *Fed Proc* 1983; 42: 2796-2801.
- 김종태, 조민제, 전세일: 교감신경피부반응에 대한 전기진단적 연구. *대한재활의학회지* 1989; 13: 221-226.
- Uncini A, Pullman SL, Lovelace RE, Gambi D: The sympathetic skin response: normal values, elucidation of afferent components and application limits. *J Neurol Sci* 1988; 87: 299-306.
- Moore RY: Organization and function of a central nervous system circadian oscillator: the suprachiasmatic hypothalamic nucleus. *Fed Proc* 1983; 42: 2783-2789
- 김상규, 이경무, 오정근, 김현: 교감신경피부반응의 피부온도와 연령에 따른 변화. *대한재활의학회지* 1999; 23:

- 343-349.
21. Yokota T, Takahachi T, Kondo M, Fujimori B: Studies on the diphasic wave form of the GSR. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1959; 11: 687-696.
 22. Mulsby RL, Edelberg R: The interrelationship between the galvanic skin response, basal resistance and temperature. *J Comp Physiol Psychol* 1960; 53: 475-479.
 23. Deltombe T, Hanson P, Jamart J, Clerin M: The influence of skin temperature on latency and amplitude of the sympathetic skin response in normal subjects. *Muscle Nerve* 1998; 21: 34-39.
 24. Bolton CF, Sawa GM, Carter K: Temperature effects on conduction studies of normal and abnormal nerve. *Muscle Nerve* 1982; 5: 145-147.
 25. Dioszeghy P, Stalberg E: Changes in motor and sensory nerve conduction parameters with temperature in normal and abnormal nerve. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1992; 85: 229-235.
 26. Dumitru D, Amato A, Zwarts M: *Electrodiagnostic medicine*, 2nd ed, Philadelphia: Hanley&Belfus, 2002: pp252-253.
 27. Aschoff J, Gerecke U, Wever R. Phasenbeziehungen zwischen den circadianen Perioden der: Aktivität und der Kerntemperatur beim Menschen. *Pflügers Arch* 1967; 295: 173-183.