

## 俠谿에 대한 전침자극이 흰쥐의 내측 전정신경핵 자발활동성에 미치는 효과

김재효<sup>1,3\*</sup> · 박병림<sup>2</sup> · 손인철<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 한의과대학 경혈학교실, <sup>2</sup>원광대학교 의과대학 생리학교실, <sup>3</sup>원광 인체과학연구소

### Electroacupuncture of GB<sub>43</sub> Modulates Neuronal Activities in Medial Vestibular Nuclei of Rats

Jae Hyo Kim<sup>1,3</sup>, Byung Rim Park<sup>2</sup>, In Chul Sohn<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Meridian & Acupoint, College of Korean Oriental Medicine, Wonkwang University, <sup>2</sup>Dept. of Physiology, Wonkwang University School of Medicine, <sup>3</sup>Wonkwang Research Institute of Somatic Science

#### Abstract

**Objectives:** It is known that the vestibular imbalance leads to vestibular symptoms such as nausea, vomiting, vertigo and postural disturbance. Since the non-labyrinthine inputs from the limbs and viscera converge on the vestibular nucleus neurons receiving signal from peripheral vestibular endorgan, acupuncture to the periphery may influence the activities of vestibular nuclear neurons and produce a therapeutic effect on the vestibular symptoms. The present study was to examine a modification and characteristics of the static and dynamic activities of medial vestibular nucleus (MVN) neurons following electroacupuncture (EA) of GB<sub>43</sub>' acupoint.

**Methods:** In 54 Sprague-Dawley adult male rats weighing 250~300g, spontaneous firing discharges and dynamic responses induced by sinusoidal whole body rotation about vertical axis at 0.2 Hz were observed in MVN of rats during EA of GB<sub>43</sub>' acupoint, located between the left 4th and 5th toe, which is the territory of sural and peroneal nerves, with 0.2 ms, 40 Hz and 600±200  $\mu$ A.

**Results:** EA of the left GB<sub>43</sub>' acupoint induced modifications of spontaneous firing rates in 45% of MVN neurons recorded, and the percentage of modified neurons was 44% in type I, 52% in type II and 46% in non-type neurons. The excitatory or inhibitory responses of spontaneous firing discharges were predominant in the ipsilateral MVN neurons during EA. The excitatory response was abolished after EA but the inhibitory response was prolonged after EA in the ipsilateral MVN. The neurons of MVN showing modified spontaneous firing discharges by EA showed lower frequency ( $\geq 10$  spikes/sec) of mean spontaneous firing rates than non affected ones.

**Conclusion:** These results suggest that the neuronal activities of MVN neurons were influenced by EA of GB<sub>43</sub>' acupoint and the effects of EA may be related to the convergence of the peripheral vestibular inputs and ascending somatosensory inputs on MVN.

**Key words:** medial vestibular nucleus, electroacupuncture, GB<sub>43</sub>, Rat

· 교신저자: 김재효, 전북 익산시 신용동 344-2 원광대학교 한의과대학 경혈학교실, Tel: 063-850-6446, Fax: 063-857-6458, E-mail: [medicdog@wku.ac.kr](mailto:medicdog@wku.ac.kr)

· 본 논문은 『2008년도 원광대학교 교비』 지원(to Kim J.H.)에 의해서 수행되었음.

· 투고 : 2008/08/26 심사 : 2008/09/12 채택 : 2008/09/17

## 1. 서론

刺鍼의 목적은 『靈樞 刺節眞邪』<sup>1)</sup>의 “用鍼之類 在於調氣”와 『素問 寶命全形論』<sup>2)</sup>

의 “凡刺之眞 必先治神”을 근거로 經絡의 傳導를 통하여 經絡과 臟腑의 偏勝을 조절하여 不均衡 상태를 회복하는 것 “調氣”과 各 臟腑와 器官의 기능 실조를 補虛瀉實을 통해 회복시키는 것 “治神”으로 나누어진다. 이중 經絡은 鍼灸治療의 根幹으로 인체 生理現象과 관련된 각종 신호체계의 網羅이며 疾病을 진단하고 치료하는 路線으로, 『靈樞經筋』<sup>1)</sup>에서는 “凡刺之理 經脈爲始 營其所行 制其度量 內次五臟 外別六腑”라고 하여 經脈을 鍼灸治療의 구체적 대상으로 설명하고 있다. 그러나 經絡理論은 數千年 동안 내려온 체계적인 완성도에 비해 현대과학 입장에서 객관적 인식이 어렵다는 점 때문에 이를 규명하기 위한 다양한 간접적 접근 방법들이 시도되어 經絡과 관련된 현상을 이해하고자 노력하고 있으나, 여전히 그 체계성은 형이상학적 개념에 추상적인 경우가 많으며, 아직도 經絡에 대한 과학적인 지식이 미진한 형편이다.

일상생활에서 자세 변동으로 인한 신체의 무게중심 이동을 감지하여 자세의 부조화를 방지하는 평형 기능은 전정기관을 포함한 시각과 고유감각 등에 의하여 유지되고 있으며, 이중 세 개의 반고리관(semicircular canal)과 이석기관(otolith) 및 전정신경절(Scarpa's ganglion)을 포함한 전정신경(vestibular nerve)으로 구성되어진 말초전정기관은 공간에서 머리의 이동과 위치에 대한 정보를 腦幹에 위치한 4 종류의 전정신경핵을 포함한 중추전정기관으로 전달하여 몸의 평형기능을 반사작용을 통해 유지하게 한다<sup>3)</sup>. 이러한 반사작용은 目 · 頸 · 체성

신경계 및 자율신경과 상호 연결되어 전정-안구반사(vestibulo-ocular reflex), 전정-경반사(vestibulo-colic reflex), 전정-척수반사(vestibulo-spinal reflex)와 전정-자율신경반사(vestibulo-autonomic reflex)로 요약되며, 나아가 전정기관의 평형조절은 運動, 體性感覺, 消化 및 精神狀態 등에 영향을 미치게 된다<sup>4,5)</sup>. 아울러 전정기관의 활동은 예측을 통하여 자세를 조절하는데, 소뇌 · 뇌간 · 척수의 운동 · 중추신경 · 상구(superior colliculus) 및 대뇌피질의 활동에도 영향을 미치어 평형 조절 작용을 담당하게 된다. 이러한 평형감각의 不適應이나 病症은 어지러움과 같은 자각증상을 야기하며, 그 원인이나 표현양상이 매우 다양하나 대부분의 경우 전정기관과 관련된 각종 전정반사에 영향을 나타냄으로써 발생되고 韓醫學에서는 이와 같은 증상을 眩暈이라 칭하고 있다.

眩暈은 頭眩 · 眩運 · 眩冒 등으로 기재되었으며, 眩이란 眼目的 黑暗을, 暈이란 頭腦의 暈轉을 의미하는 것으로 眼暗, 身轉, 耳聾 등을 主證으로 나타내며, 심한 경우에는 惡心, 嘔吐, 汗出, 顔面蒼白, 失神까지 이르는 증상을 수반한다<sup>6,7)</sup>. 韓醫學 諸文獻을 통해 眩暈의 病因病理는 風, 火, 痰, 虛로 요약할 수 있는데<sup>8)</sup>, 內經의 “諸風掉眩 皆屬肝木”<sup>2)</sup>을 근거로 劉河濶은 風火相搏으로 인한 眩暈 유발을 주장하였고, 朱<sup>9)</sup>는 “無痰不能作眩”이라 하여 痰을 중시하였으며, 張<sup>10)</sup>은 “無虛不能作眩”이라 하여 虛를 眩暈에 대한 病因病機로 이해하였다. 그러나 眩暈의 주된 임상표현이 어지러움이며, 많은 원인이 內耳의 말초전정기관 및 腦幹의 전정신경핵에

있다는 사실을 고려할 때 한의학에서 언급하는 眩暈을 전정기관과 관련지어 이해할 필요가 있다. 그러나 『靈樞 五閱五使』<sup>1)</sup>의 “腎氣通于耳 腎和則耳能聞五音矣”와 “耳者腎之官也” 언급처럼 腎과 聽覺 기능을 위주로 설명한 반면 인체의 자세를 조절 기능과 관련된 내용을 찾아 볼 수 없으며, 그 병리 현상에서 耳聾이나 耳鳴 등의 聽覺과 관련된 증상이 위주이며, 眩暈과는 직접적인 언급 역시 찾아보기 어렵다. 다만 經絡의 관점에서 耳 주위에 手太陽小腸經, 足太陽膀胱經, 手少陽三焦經과 足少陽膽經을 위주로 다양한 經穴들이 분포하고 있고, 耳鳴과 耳聾 등의 聽覺과 관련한 症狀이 “髓海不足 則腦轉耳鳴 脛酸眩冒 目無所見 惰怠安臥”<sup>1)</sup>라고 언급된 것처럼 眩暈을 동반하는 예를 확인할 수 있다.

眩暈의 鍼灸治療는 風, 火, 痰과 虛 病因의 側面 접근과 耳 주변에 분포하는 經絡과 經穴에 근거한 側面에서 시술하는데, 특히 足太陽膀胱經, 督脈과 足少陽膽經 순서로 많이 활용되어지고 있음을 살펴 볼 수 있다. 足太陽膀胱經과 督脈은 『靈樞 大惑論』<sup>1)</sup>의 “能骨血氣之精…故邪中于項 因逢其身之處…入于腦…目系急 則目眩以轉矣”라 하여 病邪가 天柱나 風府를 통해 腦로 侵入과 관련하여 活用되는 근거가 되며, 아울러 그 經脈流注 또한 頭部에서 目系에 까지 이르고 있다. 반면, 足少陽膽經은 手少陽三焦經과 함께 頭面部에서 주로 측면에 流注하고, 耳 주위에 분포하기에 眩暈의 원인과 관련하여 內耳에 위치한 말초전정기관 및 뇌간에 위치한 전정신경핵의 역할 속에서 이해하여 볼 수 있

으리라 추정할 수 있다. 그러나 內經에서 언급된 것처럼 “目系急 則目眩以轉”는 眩暈과 관련된 증상을 目系가 病所라고 간주함으로써 內耳와 관련한 鍼灸治療의 기전 설명은 아직까지 확실하지 않다. 다만 “少陽根于竅陰, 結于窗籠”<sup>1)</sup>처럼 經脈流注의 관점에서 볼 때, 少陽經脈을 포함해 耳 주변을 흐르는 經脈에 所屬된 經穴을 선택할 수 있다는 점은 眩暈 치료와 관련하여 內耳와의 관련성을 엿볼 수 있는 근거라 할 수 있다.

本 研究에서는 內耳와 腦幹에 위치한 전정기관을 經絡의 流注觀點에서 영향을 미칠 수 있는가를 확인하고자 하였다. 이를 통해 眩暈과 관련한 한의학적 原因과 治療 機轉을 目系 중심의 이해뿐만 아닌 內耳와의 관계에서도 찾아보고, 아울러 전정기관에서의 평형조절과 관련하여 鍼刺戟이 영향을 미칠 수 있다는 것을 객관적으로 확인함으로써 經脈流注의 타당성을 확인할 수 있는 것이다. 이를 위하여, 耳 주변에 널리 분포하고 있는 足少陽膽經을 선택하였고, 巨刺法<sup>2)</sup>에 근거하여 下肢 末端에 위치한 俠谿를 선택하여 電鍼刺戟時 내측 전정신경핵의 신경활동성의 變動을 관찰하였다.

## II. 실험 방법

### 1. 실험동물

체중 250~300 g의 Sprague-Dawley 계 흰쥐 수컷(Samtako's Sam : TacN (SD) B R, Korea)을 사용하였으며, 실험하기 전 및 실험 기간에 동물들은 사료와 물을 자유롭게

게 먹을 수 있도록 하였다. 실험 1 주일 전부터 실온의 실험실 환경에 적응시켜 stress 및 환경의 변화에 따른 영향을 최소화하였고, 전정기능이 정상인 동물을 선택하기 위하여 실험 전에 회전자극을 이용한 전정기능검사<sup>11)</sup>를 실시하였다.

## 2. 수술절차

실험동물은 3% halothane(Sigma-adrich Inc, U.S.A)을 복강내에 주사하여 마취하였다. 혈압측정을 위하여 마취된 실험동물을 양와위로 실험대에 고정 후 수술현미경하에서 일측 대퇴동맥을 박리, 분리한 후 polyethylene tube를 대퇴동맥에 삽입하였고, polyethylene tube는 혈압변환기(Gould Co., U.S.A.)에 연결하여 physiograph CyberAmp 380, Axon Instrument Co., U.S.A.)에서 증폭하여 개인용 컴퓨터(Spike 2, CED 1401, Cambridge Electronic Design, Cambridge, UK)에 저장하였다. 실험동물의 체온은 적외선 램프를 이용하여 36~38°C로 유지하였으며, 기관절제술(tracheotomy)을 수행하여 호흡을 안정적으로 유지할 수 있도록 하였다. 전정신경핵에서 기록을 위해 後頭部(occipital bone area)를 노출한 후 치과용 드릴을 이용해 두개골절제술(craniotomy)을 시행하고, 경막(dura mater)을 절개 하였다. 수술과정을 완료한 실험동물은 정현파 회전자극기(sinusoidal rotator, Cybermedic Co., Korea)상에 고정되어진 뇌정위장치(stereotaxic, Cybermedic Co., Korea)에 頭部를 고정하여 전정신경핵

에서의 기록을 위한 준비를 하였다.

## 3. 정현파 회전자극

내측 전정신경핵에서 제 I 형과 제 II 형 뉴론을 구분하기 위하여 동물의 수직축을 중심으로 좌우 회전자극을 할 수 있도록 고안되고, 속도 추종성과 속도 제어범위가 넓은 DC servo-motor(400 W, Goldstar Co., Korea)를 탑재한 정현파 회전자극기(sinusoidal rotator, Cybermedic Co., Korea)를 이용하였으며, DC servo-motor system의 회전속도 및 위치제어를 위한 개인용 컴퓨터와 interface card(Keithley Co., U.S.A.)로 구성되었다. 컴퓨터 프로그램을 이용하여 정현파(sine wave)를 구현하고 이를 정현파의 속도 값으로 변환한 다음 interface card를 경유하여 모터를 정현파 회전시켰다. 또한, 모터에 부착된 속도계 및 위치계의 변환 값을 interface card를 통해 컴퓨터에 feedback시켜 입력 값과 출력 값을 비교한 후 보정 값을 다시 motor에 전달하여 정확하게 정현파 회전할 수 있도록 하였다. 정현파 자극기의 회전각은 좌우 180°로 고정하고 회전자극주파수를 0.2Hz(maximum velocity= 113°/sec)에서 전정기관관의 수평 반고리관(horizontal semicircular canal)을 자극하였다.

## 4. 신경세포의 전기활동성 기록 및 분석

신경세포의 전기활동성은 세포외 기록법(extracellular recording method)를 이용하여 1kHz에서 impedance가 12MΩ인 epoxy-

insulated tungsten microelectrode(A-M system, U.S.A.) 2개를 한쌍으로 하는 두쌍의 기록용 전극을 좌우 2mm 간격으로 배열한 후 동측 및 반대측 전정신경핵까지 삽입하였다. 내측 전정신경핵의 위치는 Paxinos & Watson의 뇌정위지도<sup>12)</sup>에 따라 bregma로부터 -11.8mm( $\lambda$ 로부터 -3.5mm), 전후 정중선으로부터 좌우 각 1mm와 bregma 표면으로부터 깊이 7mm를 기준으로 내측 전정신경핵의 위치를 정한 후, 전후좌우로 각 0.2mm 간격으로 이동하면서 회전자극에 반응하는 전정신경핵 신경세포를 찾았고, Park 등<sup>11,16)</sup>의 연구방법 및 결과에 따라 신경세포를 제 I형, II형 및 non-type으로 구분하여 기록하였다. 신경세포의 활동성은 4개의 채널로 구성된 예비증폭기와 신호증폭기(CyberAmp 380, Axon Instrument, U.S.A.)를 이용하여 6,000 ~ 9,000배 증폭하였으며, 오실로스코프(Tektronix, U.S.A.)를 통해 신경세포 활동성을 확인하면서 4 채널 신호분별기를 이용하여 전정신경핵 신경활동성만을 선별하여 아날로그-디지털변환기(POWER 1401, Cambridge Electronic Design, Cambridge, UK)를 탑재한 개인용 컴퓨터에 수집된 데이터를 저장하였다. 기록 실험 종료 후 기록부위에 대한 lesion making(0.3mA, DC current for 30 secs)을 실시하여 100 $\mu$ m 두께로 조직절편을 관찰하며, 이미 기록된 신경활동성이 전정신경핵 영역에 해당하는지를 확인하여 만약 내측 전정신경핵 부위가 아닌 경우 신경활동성 분석에서 제외하였다. 자발활동성 및 회전자극에 대한 전정신경핵 신경세포의 활동성 변

화를 분석하기 위하여 Spike 2(Cambridge Electronic Design, Cambridge, UK)를 이용하였다. 자발활동성(neuronal spontaneous firing discharges)의 분석은 저장된 신경활동성 데이터 중 電鍼刺戟 또는 回轉刺戟 前 100초, 電鍼刺戟 中 100초, 그리고 電鍼刺戟 後 100초 동안의 평균값을 각각 계산하였다.

## 5. 取穴 및 電氣刺戟

실험동물의 電鍼刺戟은 左側 下肢에서 足少陽膽經 榮穴인 俠谿(GB<sub>43</sub>)를 인체와 상응하는 흰쥐의 제 4趾와 제 5趾 사이 本節前에서 取穴하였으며, 0.2mm 두께의 epoxy-insulated stainless steel electrode 2개를 2mm의 간격으로 배열하여 經穴部位의 皮下에 3-5mm 깊이로 삽입하였다. 電氣刺戟은 Pulsemaster(A300, WPI, U.S.A.)를 통해 주파수와 자극시간을 조절하였으며, stimulus isolator(A385, WPI, U.S.A.)를 통해 0.2ms, 600 $\pm$ 200 $\mu$ A의 강도와 40Hz의 빈도로 구형파 형태의 자극이 bipolar로 가해졌다. 자극시간은 신경활동성의 기록실험에서는 100초 동안 자극이 가해졌다. 아울러, sham operation 실험군으로 GB<sub>43</sub> 부위에 電鍼刺戟用 電極鍼을 삽입한 후 전기자극을 가하지 않았다.

## 6. 통계

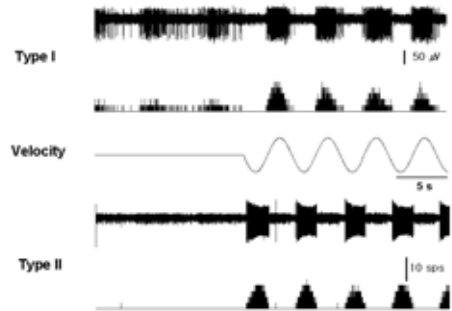
컴퓨터 통계프로그램인 SigmaStat 2.0(SPSS Inc., U.S.A.)을 이용하였으며, 실험 결과는 Means $\pm$ S.D.로 나타내었고, 통계검정은 paired student t-test와 ANOVA로 실시

하였다. P 값이 0.05 미만인 경우에만 통계적으로 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

### III. 실험 결과

#### 1. 俠谿(GB<sub>43</sub>) 電鍼刺戟이 전정신경핵의 자발활동성에 미치는 영향

말초전정기관이 정상인 흰쥐에서 俠谿(GB<sub>43</sub>)에 대한 電鍼刺戟에 대한 전정신경핵의 반응성을 관찰하기 위하여, 내측 전정신경핵에 해당하는 영역의 신경세포의 활동성을 관찰하였다. 내측 전정신경핵의 여부는 0.2Hz의 정현파 회전자극을 가하여 수평반고리관(horizontal semicircular canal)을 선택적으로 자극하였을 때, 동측 회전방향에 대하여 흥분성을 나타내는 제 I형 신경세포와 반대측 회전방향에 대하여 흥분성을 나타내는 제 II형 신경세포를 통해 확인하였고(Fig. 1), 이들 신경세포들이 기록되는 영역에서 회전자극에 반응하지 않으면서 자발활동성을 나타내는 경우에는 non-type 신경세포로 포함하였다. 본 연구에서는 총 298개의 전정신경핵 신경세포의 활동성을 기록하였으며, 이중 제 I형 신경세포는 108개, 제 II형 신경세포는 69개이고, 나머지 121개는 non-type 신경세포로 분류되었다.

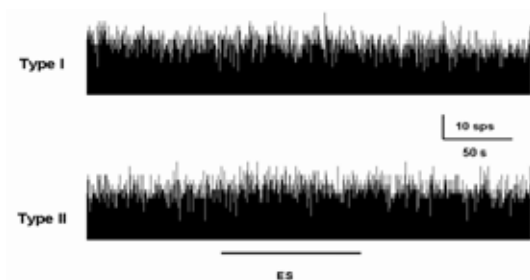


**Fig. 1.** Typical pattern of neuronal activity in type I and II neurons of right MVN induced by sinusoidal rotation of the whole body at 0.2Hz. Type I neuron was activated by clockwise rotation and type II neuron was activated by counterclockwise rotation. Upper recordings in each type represent original neuronal discharge and amplitude ( $\mu V$ ); lower recordings represent events transformed through the window discriminator. R, clockwise; L, counterclockwise; sps, spikes/sec.

본 연구에서 電鍼刺戟에 대한 자발활동성의 변화를 관찰하기 위하여, 電鍼刺戟 전후 및 자극 동안의 자발활동성의 평균값을 구하고, 이를 자극 전의 평균값에 대하여 비교하였다. 특히 電鍼刺戟에 대하여 전정신경핵의 자발활동성은 흥분성, 억제성 또는 무변화의 형태로 나타나는 것을 관찰하였다. 세 가지 패턴의 변화를 객관적으로 인식하고자 parameter를 설정하여 반응성을 분류하였다. 이를 위하여 자극용 전극을 俠谿에 삽입한 경우(sham OP)에 몇몇 신경세포를 제외하고는 대개의 전정신경핵 영역의 신경세포는 자발활동성의 변화를 나타내지 않음을 확인하였고, 이를 근거로 sham OP의 刺戟 前後의 자발활동성의 값을 비교한 결과에서  $-3.4 \pm 10.2\%$ 의 평균값을 나타내었고, 이중 흥분성 경향과 억제성 경향이 일시적으로 확인

된 경우에서도 약 15%의 흥분성 및 억제성 형태의 자발활동성의 변화가 관찰되어 電鍼刺戟에 의한 변화를 분류할 때의 기준으로 설정하였다.

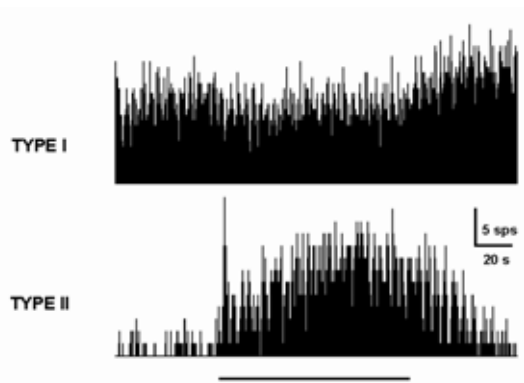
左側 俠谿에 대한 電鍼刺戟에 대한 양측 내측 전정신경핵의 자발활동성에 미치는 영향을 살펴보면, 그림 2에서 보여주는 것처럼 기록된 전체 제 I 형 신경세포 108개 중 56%인 60개에서는 電鍼刺戟에 의하여 활동성이 변화하지 않았으며, 제 II 형 신경세포의 경우에는 69개의 기록된 신경세포 중 48%인 33개에서 마찬가지로 활동성에 변화를 나타내지 않았다(Fig. 2). 이는 non-type의 전정신경핵의 신경세포 활동성에서도 비슷하였는데, 전체 121개의 기록된 전정신경핵 신경세포 중 54%인 65개의 신경세포에서 電鍼刺戟에 대한 반응이 관찰되지 않았고, 또한 俠谿에 대한 자극용 전극을 삽입한 경우에서도 일부 내측 전정신경핵에서 일시적인 활동성의 변화(-3.4±10.2%)가 관찰되기도 하였으나, 자발활동성에 유의한 변화를 나타내지는 않았다.



**Fig. 2.** Representative recordings showing no responses of the resting discharges in 56% of type I neurons and 48% of type II neurons in medial vestibular nuclei following ES to left GB<sub>43</sub>. sps, spikes per sec; ES, electrical stimulation to GB<sub>43</sub>.

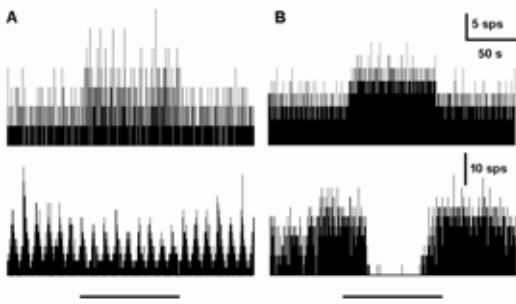
이와는 달리 左側 俠谿에 가한 電鍼刺戟

이 내측 전정신경핵 신경세포에서 자발활동성을 자극동안 변화시키는 현상이 관찰되었다. 특히 이러한 반응은 동시에 제 I 형과 II 형 신경세포를 기록하는 중에서 그 특징적 현상을 나타내기도 하였는데, 즉 제 I 형 신경세포가 억제현상을 보이는 동안 반대로 제 II 형 신경세포는 흥분현상을 보이는 것이었다 (Fig. 3). 이는 일반적으로 제 I 형 신경세포가 제 II 형 신경세포에 대하여 억제성 시냅스를 형성하고 있음을 고려할 때 유관한 반응이라고 볼 수 있는 것이다. 이렇듯 전정신경핵에서는 電鍼刺戟에 대하여 흥분성과 억제성을 포함하여 반응을 나타내지 않는 세 가지 반응양상을 보이고 있다. 이들 반응양상의 분포를 살펴보면, 제 I 형 신경세포는 電鍼刺戟과 동측 전정신경핵과 반대측 전정신경핵에서 흥분성의 반응은 각각 32%(17개)와 32%(17개)의 신경세포가 나타내었으며, 억제성 반응은 각각 15%(8개)와 11%(6개)의 신경세포가 반응을 보였다 (Figs. 4, 7).



**Fig. 3.** Representative recordings showing reciprocal response of type I & II neurons in MVN recorded simultaneously following ES to left GB<sub>43</sub>.

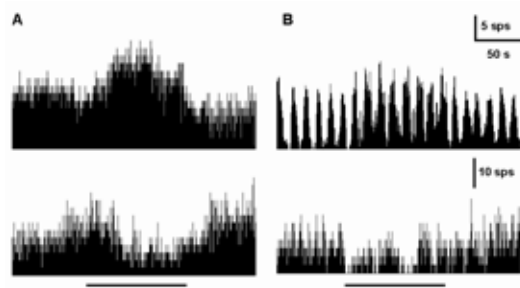
이러한 제 I 형 전정신경핵의 자발활동성의 변화는 狹谿 電鍼刺戟時 흥분성 반응이 억제성 반응에 비하여 우세한 경향을 보이고 있으며, 흥분성 및 억제성 반응의 대부분은 電鍼刺戟 기간 중에만 나타나며 자극이 종료된 뒤에는 원래의 자발활동성을 회복하는 것으로 관찰되었다. 또한 左側 狹谿의 電鍼刺戟이 反對側 전정신경핵의 자발활동성에도 同側과 비슷한 비율의 분포로 영향을 받는 것을 확인 할 수 있었으며, 자발활동성의 변화양상은 bursting 형태에서 보다는 tonic 형태의 자발활동성을 보이는 전정신경핵에서 보다 뚜렷한 변화 양상을 보여주었다.



**Fig. 4.** Representative recordings showing excitatory (upper panel) and inhibitory (lower panel) responses of spontaneous discharges in ipsilateral (A) and contralateral (B) type I neurons of MVN following ES to left GB<sub>43</sub>. Horizontal solid bar, electrical stimulation for 100 sec.

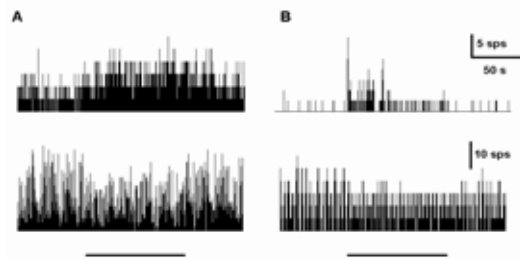
제 II 형 전정신경핵 신경세포의 자발활동성의 경우, 동측에서는 흥분성과 억제성 반응이 각각 34%(11개)와 22%(7개)로 흥분성 반응이 약간 우세하였으며, 반대측 전정신경핵은 흥분성과 억제성이 각각 24%(9개)와 24%(9개)가 기록되어 비슷한 양상을 보였다 (Figs. 5, 7). 이는 제 I 형 신경세포에 비하

여 억제성 반응이 조금 우세한 비율로 나타나고 있는 것이다.



**Fig. 5.** Representative recordings showing excitatory (upper panel) and inhibitory (lower panel) responses of spontaneous discharges in ipsilateral (A) and contralateral (B) type II neurons of MVN following ES to left GB<sub>43</sub>.

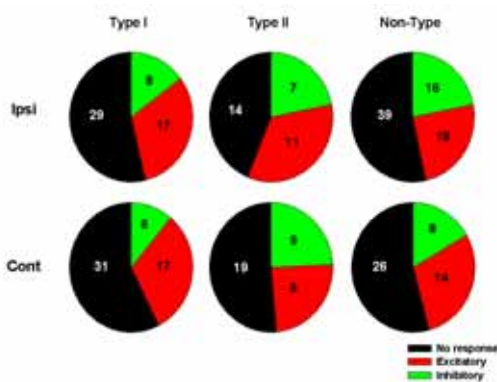
제 I 과 II 형 전정신경핵이 기록되는 영역에서 정현파 회전자극에는 반응하지 않는 non-type 전정신경핵 신경세포의 자발활동성은 전체 기록된 신경세포 중 46%에서 狹谿 電鍼刺戟에 의하여 활동성 변화가 기록되었는데, 동측에서는 각각 25%(18개)와 22%(16개)에서 흥분성과 억제성 반응을 보였고, 반대측에서도 각각 29%(14개)와 17%(8개)가 흥분성과 억제성 반응을 나타내었다 (Figs. 6, 7).



**Fig. 6.** Representative recordings showing excitatory (upper panel) and inhibitory (lower panel) responses of spontaneous discharges in ipsilateral (A) and contralateral (B) non-type neurons of MVN following ES to left GB<sub>43</sub>.



이러한 결과는 俠谿의 電鍼刺戟이 내측 전정신경핵의 다양한 신경세포에 비슷한 수준으로 영향을 미치고 있음을 보여주는 것이다. 특히 전반적으로 電鍼刺戟이 전정신경핵의 자발활동성을 증가시키는 방향으로 작용되고 있는 것을 볼 수 있으며, 동측과 반대측에 고르게 영향을 주는 것을 통해 俠谿를 통한 電鍼刺戟의 영향이 직접적으로 腦幹에 위치한 전정신경핵에 영향을 주기보다는 다른 중추신경계 영역을 통해 좌우 전정신경핵에 작용되는 것으로 추정된다.



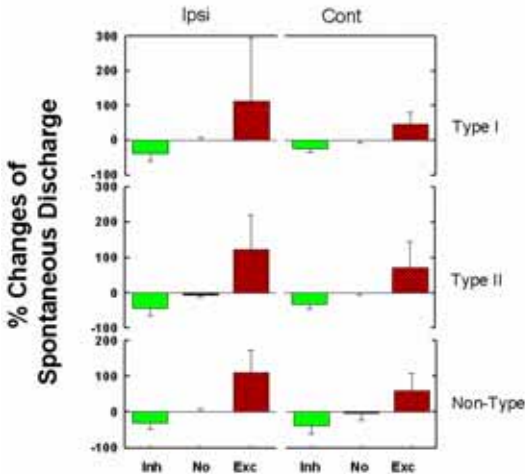
**Fig. 7.** Distributional population of cell number by type of neuronal response following ES to left GB<sub>43</sub>. The types were subdivided into inhibitory response, no response and excitatory response.

俠谿의 電鍼刺戟에 대하여 억제성 및 흥분성 반응을 나타내는 전정신경핵의 자발활동성의 변화를 살펴보면, 억제성을 나타낸 제 I형 신경세포의 경우 동측과 반대측에서 각각 자극 전에는 23.3±17.9 spikes/sec와 28.8±20 spikes/sec이었으며, 자극 중에 각각 14.8±15.2 spikes/sec와 22.5±16.8 spikes/sec로 감소하였고, 자극 후에 각각 15.5±16.7

spikes/sec와 26.1±16 spikes/sec로 동측 전정신경핵의 제 I형 신경세포에서 더욱 억제된 경향을 보였다. 억제성 반응을 보인 제 II형 신경세포의 자발활동성은 자극 전에 동측과 반대측에서 각각 18.2±18.4 spikes/sec와 24.6±14.7 spikes/sec의 활동성이 자극 중에 각각 8.6±5.3 spikes/sec와 17.8±12.8 spikes/sec로 억제되었고, 자극 후에는 각각 8.5±5 spikes/sec와 26.1±19.3 spikes/sec로 제 I형 신경세포와 마찬가지로 동측 전정신경핵에서 더욱 억제된 반응이 나타났다. Non-type 신경세포에서는 억제성 반응이 동측과 반대측 전정신경핵에서 각각 25.3±28.6 spikes/sec와 10.7±9.7 spikes/sec의 활동성이 電鍼刺戟을 가하는 중에는 각각 18.5±24.8 spikes/sec와 7.8±7.5 spikes/sec로 억제되었고, 자극 후에도 19.7±24.4 spikes/sec와 8.8±8.8 spikes/sec로 자발활동성이 반대측에서 더욱 억제됨을 관찰하였다(Figs. 8, 10).

俠谿의 電鍼刺戟에 대하여 흥분성 반응을 나타낸 제 I형 신경세포의 경우 동측과 반대측에서 각각 자극 전에는 15.1±12.6 spikes/sec와 11.2±9.4 spikes/sec이었으며, 자극 중에 각각 25±19.6 spikes/sec와 16±12.4 spikes/sec로 흥분성을 보였고, 자극 후에 각각 16±13.1 spikes/sec와 12.8±11.1 spikes/sec로 동측 전정신경핵의 제 I형 신경세포에서 더욱 흥분된 경향을 보였다. 제 II형 신경세포의 자발활동성은 자극 전에 동측과 반대측에서 각각 9.9±14.7 spikes/sec와 7.2±8.9 spikes/sec의 활동성이 자극 중에 각각 20.9±26.4 spikes/sec 와 10.4±11.5

spikes/sec로 흥분되었고, 자극 후에는 각각  $13.4 \pm 19.2$  spikes/sec와  $8.6 \pm 8.9$  spikes/sec로 제 I형 신경세포와 마찬가지로 동측 전정신경핵에서 더욱 흥분성 경향이 나타났다. 또한 non-type 신경세포에서는 동측과 반대측 전정신경핵에서 각각  $15.3 \pm 19.7$  spikes/sec와  $13.8 \pm 19.8$  spikes/sec의 활동성이 電鍼刺戟을 가하는 중에는 각각  $27.5 \pm 30$  spikes/sec와  $19.3 \pm 25.6$  spikes/sec로 흥분성 반응이 관찰되었고, 자극 후에는  $18.8 \pm 25.7$  spikes/sec와  $16.9 \pm 24.1$  spikes/sec로 자발활동성이 동측에서 흥분성 반응을 나타내는 경향을 관찰하였다(Figs. 8, 11).



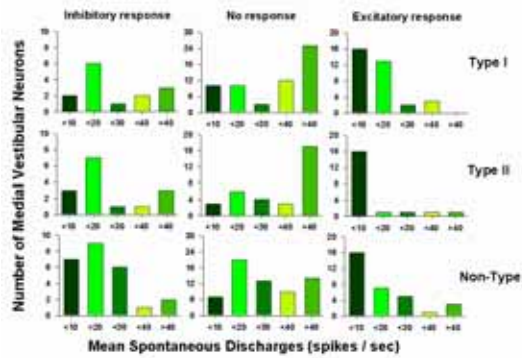
**Fig. 8.** Relative responses of spontaneous discharge in MVN showing different types during ES to left GB<sub>3</sub>. % changes mean the ratio to spontaneous discharges before ES. Inh, inhibitory response; No, no response; Exc, excitatory response.

以上的 전정신경핵 자발활동성의 반응을 보면, 억제성 반응은 電鍼刺戟 후에도 억제성 양상이 동측에서 지속되고 있음을 보여주었지만(Fig. 10), 흥분성 반응은 자극 후

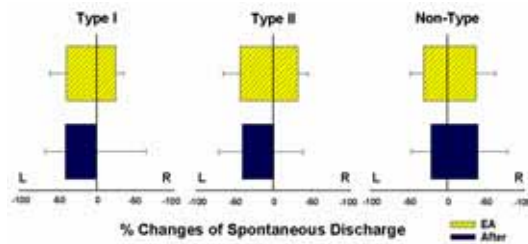
거의 사라지는 것을 확인하였다(Fig. 11). 아울러 흥분성 반응과 억제성 반응이 모두 동측 전정신경핵에서 보다 강하게 나타남을 확인하였다. 이와 함께 억제성·흥분성 및 무반응으로 구분되는 전정신경핵의 자발활동성은 자극 전 자발활동성의 빈도에 의지하는 것을 볼 수 있는데, 이는 電鍼刺戟에 대하여 반응을 보이지 않는 전정신경핵의 자발활동성이 반응을 나타내는 전정신경핵의 자발활동성에 비하여 높은 빈도값을 가지고 있음을 알 수 있다. 즉 무반응을 보이고 있는 제 I형 신경세포는 자극전의 자발활동성이  $41.7 \pm 34.3 \sim 41.3 \pm 28.4$  spikes/sec이었으며, 제 II형 신경세포는  $37.2 \pm 27.5 \sim 47 \pm 26.9$  spikes/sec 이었고, non-type 신경세포는  $27.4 \pm 33.8 \sim 43.7 \pm 50.9$  spikes/sec로 흥분성 또는 억제성 반응을 나타낸 경우에 비하여 높은 자발활동성 빈도를 보여주고 있다.

이는 각각의 전정신경핵의 電鍼刺戟에 대한 반응성과 자발활동성의 빈도에 따라 신경세포를 분류한 결과에서 잘 나타나는데, 제 I과 II형 신경세포중 억제성을 보인 경우 10~20 spikes/sec의 자발활동성의 빈도를 보인 경우가 각각 6개와 7개로 가장 많았으며, non-type 신경세포에서도 10~20 spikes/sec의 빈도를 보이는 신경세포는 9개, 0~10 spikes/sec는 7개, 20~30 spikes/sec는 6개로 대체로 30 spikes/sec 미만의 빈도를 보이는 경우에서 억제성 반응이 강하게 나타났다. 마찬가지로 흥분성 반응을 보인 전정신경핵의 제 I형 신경세포는 0~10 spikes/sec의 빈도를 나타내는 경우는 16개였고, 10~20 spikes/sec는 13개로 20

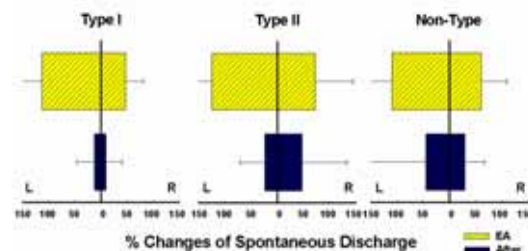
spikes/sec 미만에서 흥분성 반응이 강하게 나타남을 알 수 있으며, 제 II형 및 non-type 신경세포는 0~10 spikes/sec의 빈도를 나타내는 경우가 각각 16개로 비슷한 양상을 보여주었다. 이와는 반대로 電鍼刺戟에 대하여 반응을 나타내지 않는 제 I과 II형 신경세포는 40 spikes/sec 이상의 빈도를 나타내는 경우가 각각 25개와 17개로 낮은 빈도의 자발활동성을 보이는 신경세포들에 비하여 높은 비율을 보여주고 있다(Fig. 9). 다만 non-type 신경세포 중 電鍼刺戟에 반응하지 않는 경우는 10~20 spikes/sec의 빈도가 21개가 기록되어 제 I과 II형 신경세포의 자발활동성 빈도의 분포가 다르게 나타났다. 그러나 이러한 결과는 電鍼刺戟에 대하여 반응성을 나타내는 전정신경핵의 신경세포가 자발활동성에 있어서 10 spikes/sec 내외의 빈도를 갖는 경우에서 두드러진다는 것을 보여준다.



**Fig. 9.** Characteristics of different types of MVN following ES to left GB<sub>13</sub>. Different responded neurons of MVN to EA were classified following mean spontaneous discharging rates.



**Fig. 10.** Time dependent changes of spontaneous discharge of MVN showing inhibitory response following ES to left GB<sub>13</sub>. % changes of spontaneous discharge were calculated by the difference from the spontaneous discharge before EA.



**Fig. 11.** Time dependent changes in spontaneous discharge of MVN showing excitatory response following ES to left GB<sub>13</sub>. % changes of spontaneous discharge were calculated by the difference from the spontaneous discharge before EA.

#### IV. 고 찰

眩暈이란 신체 평형감각의 이상에 의하여 나타나는 증상으로 평형감각을 유지시키는 부위의 병변에서 어지러움이 나타나게 되는데, 이러한 평형을 유지시키는 기관에는 고유감각(proprioceptive sensation), 시각(visual sensation)과 전정기관(vestibular system) 등으로 나눌 수 있다. 이 중 전정기관은 신체의 평형을 유지하기 위한 가장 중심에 있는 조절기관으로 말초 전정기관을 통해 유입되는 신호뿐만 아니라, 고유감각 및 시각의 신호를 받아들이고 나아가 이들

기관을 조절하는 역할을 통해 자세조절을 담당하게 된다<sup>3-5)</sup>. 이는 전정신경핵을 중심으로 하는 전정-안구반사, 전정-경반사, 전정-척수반사와 전정-자율신경반사를 통해 자세조절 능력을 갖추고, 나아가 반대측 상행성 전정피질투사로인 상측 전정신경핵, 외측 전정신경핵, 시상의 외후복핵 (VPL)과 대뇌피질을 경유하여 예측을 통한 자세 조절을 수행하게 되며 대뇌피질의 공간인식 등 복잡하고 광범위한 작용을 한다<sup>3,5,13)</sup>.

전정기관은 자세조절 뿐만 아니라 자율신경계를 통한 신체기능의 평형을 조절할 수 있다는 연구들이 제시되고 있으며, 이러한 조절은 대개 전정-자율신경반사를 경유하는데, 말초전정수용체로부터 자세변화와 관련된 구심성 신호가 전정신경핵으로 유입된 후 뇌간의 고속핵에 도달하고 고속핵은 억제성 신호를 문측복외측연수(RVLM, rostroventrolateral medulla)로 전달하여 교감신경 중추나 부교감신경 중추에 이르러 자율신경기능을 조절하는 것으로 알려져 있다<sup>14,15)</sup>. 이와 달리 한 연구에서는 급성저혈압과 같은 혈압변동이 전정신경핵 중 제 I 과 II형 신경세포의 활동성을 흥분시키거나 억제시켰으며, 전정기관 파괴에 따라 이러한 반응은 소실되는 양상을 보여 주었다<sup>16,17)</sup>. 이와 관련하여 또 다른 연구에서는 전정기관의 부적합한 자극에 의하여 유발된 멀미 증은 양측 전정기능이 소실된 상태에서는 유발되지 않으며<sup>18)</sup>, 또한 양측 전정기능이 소실된 상태에서는 기립성 저혈압이 오랜 동안 지속된다고<sup>19,20)</sup> 보고하였는데 이는 말초전정기관의 수용체가 자율신경기능의 조

절에 관여함을 보여주는 것이다. 즉 전정기관이 자세의 변화를 감지하는 수용체로 작용할 뿐만 아니라 혈압의 변동을 감지하여 그 구심성 신호를 전정신경핵에 전달하여 자율신경의 기능에 관련된 조절을 담당할 수 있음을 의미한다. 이는 전정기관이 뇌간을 통해 유입되고 유출되는 다양한 생체 신호 정보의 흐름에 관여하여 시공간적으로 다양한 평형조절을 담당한다는 추측을 가능하게 한다.

眩暈의 病因病理는 黃帝內經에서부터 찾아 볼 수 있는데, 『素問 至眞要大論』<sup>2)</sup>에서 “諸風掉眩 皆屬肝木”이라 하여 肝風을 病因으로 보았고, 『素問 氣交變大論』<sup>2)</sup>과 『素問 六元正紀大論』<sup>2)</sup>에서는 運氣와 관련하여 木氣가 太過할 때 眩暈이 발생된다고 하였으며, 『靈樞 大惑論』<sup>1)</sup>은 “邪中于項 因達身之虛 其入深則髓眼系以入于腦 入于腦則腦轉 腦轉則引目系急 目系急則目眩以轉矣”라 하여 邪氣가 腦에 침입하여 발생된다고 하였다. 이와 관련하여 『靈樞 海論』<sup>1)</sup>에서는 “髓海不足 則腦轉耳鳴, 脛酸眩冒”라 하여 腦髓의 不足도 眩暈의 原因임을 설명하였다. 이와 함께 眩暈의 原因에 따른 鍼灸治療를 『黃帝鍼灸甲乙經』<sup>21)</sup>을 포함한 총 37종의 鍼灸治療 관련 서적을 통해 조사한 연구를 살펴보면<sup>22)</sup>, 眩暈 治療에 활용된 經絡의 사용빈도는 足太陽膀胱經이 21.9%로 가장 많았고, 다음으로 督脈 16.1%, 足少陽膽經 14.4%, 足陽明胃經 9.5%의 順이었으며, 治療穴의 사용빈도에서는 風池, 百會, 足三里, 豐隆 등의 순서로 활용되었다. 또한, 經穴의 부위별 빈도는 頭面頸項部가 42 穴, 下肢部

33 穴, 上肢部 29 穴, 腰背部 15 穴, 胸腹部 5 穴의 順序로 활용되었다. 이는 眩暈 治療와 관련된 經穴의 穴性이나 主治面에서 이해할 수 있으나, 궁극적으로 활용빈도가 많은 經絡의 流注를 고려할 때, 眩暈의 病所에 분포하는 經絡의 선택이 매우 중요함을 알 수 있다. 이러한 점에서 『黃帝內經』에서 언급되어진 病因, 病機 및 病症과 관련된 病所를 객관적으로 인식할 필요가 제기되어지며, 특히 眩暈中 많은 原因이 內耳의 말초전정기관 및 腦幹의 전정신경핵에 있다는 사실을 고려할 때 한의학에서 언급하는 眩暈을 전정기관과 관련지어 이해할 필요가 있다.

韓醫學에서는 “腎主耳”와 “腎氣通於耳 腎和則耳能聞五音矣”<sup>1)</sup>라 하여 耳를 腎과 관련지어 生理 및 病理를 언급하면서 耳鳴이나 耳聾과 같은 聽覺 症狀에 한정짓고 있다<sup>23)</sup>. 그러나 『靈樞 口問』<sup>2)</sup>의 “耳者 宗脈之所取也”와 『靈樞 根結』<sup>2)</sup>의 “少陽根于竅陰 結于窗籠 窗籠者 耳中也”에서 언급된 것처럼 胃氣와 少陽之氣가 분포하며, 아울러 經絡學的으로 手太陽小腸經, 足太陽膀胱經, 手少陽三焦經과 足少陽膽經이 流注 分布하고 있다는 점을 고려할 때, 耳의 역할이 聽覺 이외의 기능을 가지고 있음을 추정해 볼 수 있는데, “耳目受陽氣以聰明”<sup>23)</sup>을 통해 귀와 눈이 같이 陽氣에 의존한다는 것을 확인할 수 있어 이러한 가정을 뒷받침할 수 있다. 더욱이 『靈樞 海論』<sup>2)</sup>의 “髓海不足 則腦轉耳鳴 脛酸眩冒”와 『靈樞 口問』<sup>2)</sup>의 “上氣不足 腦爲之不滿 耳爲之苦鳴 頭爲之苦傾 目爲之眩”에서 언급된 것처럼 眩暈 發作時 耳鳴과

耳聾 등의 聽覺 障礙를 동반함을 확인할 수 있는데, 이는 經絡的 관점과 症狀에서 眩暈의 病所가 目系, 腦와 耳에 있음을 보여주는 것으로, 이를 근거로 內耳와 腦幹에 존재하는 전정기관에 대한 經絡學的 접근이 의미가 있다고 생각되어지며, 본 연구에서 전정기관의 활동성에 대한 俠谿(GB<sub>43</sub>)의 전기자극 효과를 이해할 수 있는 바탕일 것이다. 더욱이 현대에 이르러 耳鍼 治療法은 耳 영역이 인체의 각 부분과 生理-病理的으로 연결되어 이들을 조정할 수 있음을 보여주는 것으로<sup>24)</sup>, 한 실험 연구결과는 비만치료에 耳鍼의 효과가 耳鍼刺戟이 식욕중추와 관련된 외측 시상하부 와 복내측 시상하부의 신경 흥분성을 조절<sup>25)</sup>하였는데, 이는 정서, 섭식 및 각종 생체내 환경을 조절하는 시상하부에 대한 耳 영역의 직접적인 조절능력을 보여주는 것이다.

俠谿(GB<sub>43</sub>)는 <<靈樞 本輸>><sup>2)</sup>에서부터 언급되어진 足少陽膽經의 榮穴로 五行配屬 上 水에 해당하며 足小趾四趾 歧骨間 本節前 陷中에 위치하는데, “俠谿乃足少陽膽所溜之榮水穴 三焦下俞 在此與足太陽交會 其穴位狹窄 故名俠谿”라 하여 足太陽膀胱經과 交會하는 특징을 보이고 있다<sup>26)</sup>. 穴性에 있어서는 淸火明目, 消腫止痛의 작용을 <<鍼灸銅人>>에서 “治胸脇支滿 寒熱汗不出 目外眦赤 目眩 頰頰腫 耳聾 胸中痛不可轉側 痛無常處”<sup>26)</sup>의 主治를 바탕으로 현대에 와서 主治가 확대되어 耳鳴, 耳聾, 難聽, 目眩, 目不欲開과 目外眦紅腫 등의 耳鼻咽喉科 질환에 활용되어지며, 經脈流注의 근거하여 肋間神經痛, 胸脇痛, 足背痛或浮腫과 四肢腫脹

등에 활용되어지고, 그 외에 傷寒發熱, 足心熱, 高血壓, 痛無常處에도 응용되어지고 있다. 俠谿 주변의 解剖學을 살펴보면, 神經으로는 足背側趾神經(digital dorsal nerve of foot from superficial and deep peroneal nerve)이 분포하며, 血管으로는 背側中足動脈(dorsal metatarsal artery)와 背側趾靜脈(dorsal digital vein of foot)이 통과하고 있다. 그러나 俠谿를 포함한 足少陽膽經이 眩暈治療와 관련하여 임상적 가치를 가짐에도 불구하고 아직까지 이를 객관적으로 검증할 수 있는 연구는 수행되지 않고 있다. 다만 문헌적으로는 足少陽膽經 流注의 空間的特性과 俠谿의 主治와 관련해 朴等<sup>22)</sup>의 결과에서 足少陽膽經을 이용한 眩暈治療例는 조사된 문헌에서 14.4%의 빈도로 활용되어 21.9%인 足太陽膀胱經과 16.1%인 督脈 다음으로 많은 사용횟수를 보여주었고, 또한 足少陽膽經의 所屬穴중에서 風池, 腦空과 俠谿 순서로 眩暈에 대한 사용빈도가 많음이 확인되었다.

전정기관의 자세조절 기능과 관련하여 전정신경핵이 말초전정기관의 구심성신호만을 받아들인다는 개념을 확대하여 말초전정기관이 아닌 다른 종류의 구심성 신호를 동시에 받아들인다는 사실이 확인되고 있다. 기존의 연구에서 전정신경핵이 전체 척수로부터의 구심성 신호를 받아들인다는 해부학 및 생리학적 방법으로 확인되었으며, 四肢로부터의 구심성 신호뿐만 아니라 내장으로부터의 구심성 신호가 말초전정기관으로부터 구심성 신호를 받아들이고 있는 전정신경핵의 활동성에 영향을 미치는 것이 확인되었다<sup>27)</sup>.

四肢로부터 구심성 신호는 전정신경의 전기 자극에 의하여 흥분되는 전정신경핵 중 70%에서 영향을 주는 것으로 나타났으며, Yates 등<sup>28)</sup>은 이와 관련된 말초전정기관으로 대부분이 수직반고리관(vertical semicircular canal)과 이석기관(otolith)이라고 추정하였다<sup>29)</sup>. 그러나 일부 연구에서 고양이를 대상으로 上肢나 下肢의 말초신경을 자극하였을 때 수평반고리관(horizontal semicircular canal)부터의 구심성 신호를 받아들이는 전정신경핵의 30%에서 자발활동성이 흥분하거나 억제된다고 보고하였다<sup>30)</sup>. 더욱이 Rubin 등<sup>30)</sup>은 고양이의 내측 전정신경핵에서 체성감각의 구심성 신호의 유입을 확인하였고, 말초전정기관의 구심성 신호와 四肢의 체성감각 구심성신호가 약 40%의 전정신경핵에 동시에 유입되며 이러한 반응은 내측 전정신경핵을 포함한 4 종류의 전정신경핵에서 관찰되었다<sup>31)</sup>.

이는 본 연구 결과에서 확인된 것과 비슷하였는데, 左側 俠谿에 대한 電鍼刺戟이 수평반고리관의 구심성 신호를 받는 내측 전정신경핵의 자발활동성 변화양상에 끼친 영향을 보면, 기록된 전체 제 I 과 II형 신경세포 중 56%와 48%에서 電鍼刺戟에 의하여 활동성이 변화하지 않았으며, 제 I형 신경세포 중 電鍼刺戟과 동측인 전정신경핵과 반대측인 전정신경핵에서 흥분성 반응은 각각 32%와 32%의 신경세포에서 나타내었고, 억제성 반응은 각각 15%와 11%의 신경세포에서 반응을 보여 기존의 연구와 유사한 결과를 발견할 수 있었다. 이러한 제 I형 전정신경핵의 자발활동성의 변화는 俠谿 電

鍼刺戟時 흥분성 반응이 억제성 반응에 비하여 우세한 경향을 보이고 있으며, 흥분성 및 억제성 반응의 대부분의 경우 電鍼刺戟 중에만 나타나며 자극이 종료된 뒤에는 원래의 자발활동성을 회복하는 것으로 관찰되었다. 또한 左側 俠谿의 電鍼刺戟이 反對側 전정신경핵의 자발활동성에도 同側과 비슷한 비율의 분포로 영향을 받는 것을 확인할 수 있었으며, 자발활동성의 변화양상은 bursting 형태에서 보다는 tonic 형태의 자발활동성을 보이는 전정신경핵에서 보다 뚜렷한 변화 양상을 보여주었다. 제 II형 전정신경핵 신경세포의 자발활동성의 변동은 동측에서 흥분성과 억제성 반응이 각각 34%와 22%로, 반대측 전정신경핵에서 각각 24%와 24%로 비슷한 양상을 보여 제 I형 신경세포에 비해 억제성 반응이 조금 우세한 비율로 나타났다. Non-type 전정신경핵 신경세포의 자발활동성은 전체 기록된 신경세포 중 46%에서 俠谿 電鍼刺戟에 의하여 활동성 변화가 기록되었는데, 동측에서는 각각 25%와 22%에서 흥분성과 억제성 반응을 보였고, 반대측에서도 각각 29%와 17%가 반응을 나타내었다. 이러한 결과는 俠谿의 電鍼刺戟이 내측 전정신경핵의 다양한 신경세포에 비슷한 수준으로 영향을 미치고 있음을 보여주는 것이다.

이상의 연구결과에서 보여주는 양측성 변화는 俠谿로부터 구심성 자극신호가 직접 영향을 주기 보다는 상위 중추를 경유했을 가능성을 추정할 수 있는데, 이는 俠谿와 같은 經脈上에 존재하는 一側 陽陵泉(GB<sub>34</sub>)에 대한 電鍼刺戟이 兩側의 hypothalamus,

insula cortex와 motor cortex를 20분간 흥분시켰다는 결과<sup>32)</sup>와 전정신경핵에 대한 고주파 미세전기 자극이 소뇌와 시상하부 및 해마에서 serotonin을 증가시키며 전정신경핵 파괴는 시상하부와 연수 및 척수의 5-HT 양을 감소시킨다는 연구 결과<sup>33)</sup>를 통해 유추해 볼 수 있다. 즉 電鍼刺戟이 전정신경핵의 자발활동성을 동측과 반대측에 고르게 영향을 주며, 흥분성 방향으로 작용되고 있는 것이 俠谿를 통한 電鍼刺戟의 영향이 직접적으로 뇌간에 위치한 전정신경핵에 영향을 주기보다는 전정신경핵과 시상 및 대뇌피질 등의 중추신경계를 통해 左右 전정신경핵에 작용되고 있는 것으로 추정해 볼 수 있는 것이다. 이는 외측 시상하부(lateral hypothalamus)의 자극이 전정신경핵의 활동성을 촉진하는 반면 복내측시상하부(ventro-medial hypothalamus) 및 배측해마(dorsal hippocampus)의 자극이 전정신경핵의 활동성을 억제하며, 기저외측 편도(basolateral amygdalar nucleus)에 대한 자극 역시 전정신경핵의 활동성을 억제나 흥분시켰다<sup>34)</sup>는 점에서 보다 명확해진다고 보여진다.

俠谿의 電鍼刺戟에 대하여 내측 전정신경핵의 활동성은 수평반고리관으로부터 구심성 신호를 받는 제 I과 제 II형 신경세포를 흥분시키거나 억제시켰으며, 이러한 특징은 전침자극을 가한 동측 전정신경핵에서 강하였지만, 반대편에 대하여서도 변화를 야기하였다. 즉 억제성을 나타낸 제 I형 신경세포의 경우 동측과 반대측에서 각각  $-39.1 \pm 21.6\%$ 와  $-24.8 \pm 10.3\%$ 로 동측 전정신

경핵의 제 I형 신경세포에서 더욱 억제된 경향을 보였다. 제 II형 신경세포의 자발활동성은 각각  $-43.4 \pm 22.2\%$ 와  $-31.3 \pm 13.6\%$ 로 제 I형 신경세포와 마찬가지로 동측 전정신경핵에서 더욱 억제된 반응이 나타났다. Non-type 신경세포에서는 각각  $-30.8 \pm 17.2\%$ 와  $-37.4 \pm 25\%$ 로 반대측에서 더욱 억제됨을 관찰하였다. 흥분성 반응을 나타낸 제 I형 신경세포의 경우 동측과 반대측에서 각각  $112.7 \pm 181.9\%$ 와  $47.2 \pm 33.6\%$ 로 동측에서 더욱 흥분된 경향을 보였고, 제 II형 신경세포는 각각  $125.1 \pm 94.1\%$ 와  $72.6 \pm 71.9\%$ 로 마찬가지로 동측에서 흥분성 경향이 나타났다. 또한 non-type 신경세포에서는 각각  $109.9 \pm 63.5\%$ 와  $60.2 \pm 49\%$ 로 동측에서 흥분성 반응을 나타냈다. 이상의 전정신경핵 자발활동성의 반응을 보면 억제성 반응은 電鍼刺戟 후에도 억제성 양상이 동측에서 지속되고 있음을 보여주었지만, 흥분성 반응은 자극후 거의 사라지는 것을 확인하였다. 아울러 흥분성 반응과 억제성 반응이 모두 동측 전정신경핵에서 보다 강하게 나타남을 확인하였다.

이와 함께 전정신경핵 자발활동성은 자극 전 자발활동성의 빈도에 의지하는 것을 볼 수 있는데, 이는 電鍼刺戟에 대하여 반응을 보이지 않는 전정신경핵의 자발활동성이 반응을 나타내는 전정신경핵 자발활동성에 비하여 높은 빈도값을 가지고 있어 電鍼刺戟에 대하여 반응성을 나타내는 전정신경핵 신경세포가 자발활동성에 있어서 10 spikes/sec 내외의 빈도를 갖는 경우에서 두드러진다는 것을 보여주었다.

기존의 연구들은 외측 전정신경핵에서 체성감각의 말초 구심성 신호와의 관계를 이해하고 있다. 이는 전정신경핵과 시상을 포함한 대뇌피질과의 관계가 주로 외측 전정신경핵이 담당한다는 해부학적 관계에서 비롯하였고, 또한 마취된 고양이에서 후외측 시상의 전기자극이 약 5%에서 전정신경핵의 자발활동성 패턴 변화를 야기하고 이를 통해 말초전정기관 및 체성감각 구심성 신호를 동시에 받는 외측 전정신경핵이 시상까지 투사되고 있는 것과<sup>35)</sup> 흰쥐의 운동피질 또는 그 운동 피질에 지배받는 상지근육에 대한 전기자극이 약 25% 해당하는 외측 전정신경핵의 신경활동성에 영향을 주는 것<sup>36)</sup>처럼 전정신경핵 중 외측 전정신경핵에 치중된 연구결과에서 찾아볼 수 있다. 그러나 일부 연구에서는 수평반고리관으로부터 구심성 신호를 받아들이는 전정신경핵의 30%에서 四肢의 체성감각 구심성 신호 유입이 이뤄지며<sup>30)</sup>, 내측 전정신경핵에서 체성감각의 구심성 신호의 유입을 확인하였고<sup>37)</sup>, 말초전정기관의 구심성 신호와 四肢의 체성감각 구심성신호가 내측 전정신경핵을 포함한 4종류의 전정신경핵 중 40%에서 확인된 점<sup>31)</sup>을 볼 때, 외측 전정신경핵 뿐만 아니라 내측 전정신경핵에서도 같은 신경로선을 가지고 있을 것으로 보여지며, 현재의 연구결과가 내측 전정신경핵에서의 말초구심성 신호에 의한 영향을 보여주는 것이다.

## V. 結 論

본 연구는 수평반고리관에 대한 정현파 회전자극에 반응하는 내측 전정신경핵의 뉴



론 활동성에 대한 俠谿(GB<sub>43</sub>)의 電鍼刺戟 영향을 관찰하였다.

1. 左側 俠谿에 대한 電鍼刺戟에 대한 양측 내측 전정신경핵의 자발활동성에 미치는 영향을 살펴보면, 제 I형 신경세포 중 44%, 제 II형 신경세포 중 52%, non-type 신경세포에서 46%에서 활동성의 변화를 나타내었다.
2. 제 I과 II형 전정신경핵의 자발활동성의 변화는 俠谿 電鍼刺戟時 흥분성 반응이 억제성 반응에 비하여 우세한 경향을 보이고 있으며, 흥분성 및 억제성 반응의 대부분의 경우 電鍼刺戟 중에 나타나며 자극이 종료된 뒤에는 원래의 자발활동성을 회복하는 것으로 관찰되었다.
3. 俠谿의 電鍼刺戟에 대하여 억제성 및 흥분성 반응을 나타내는 전정신경핵의 자발활동성의 변화를 살펴보면 억제성 반응은 電鍼刺戟 후에도 억제성 양상이 동측에서 지속되고 있음을 보여주었지만, 흥분성 반응은 자극후 원상태로 회복되었고 흥분성 반응과 억제성 반응이 동측 전정신경핵에서 보다 우세한 양상을 보였다.
4. 억제성 또는 흥분성을 나타낸 전정신경핵의 자발활동성은 전침자극 전 자발활동성의 빈도에 의지하여 電鍼刺戟에 반응을 보이지 않는 전정신경핵의 자발활동성의 빈도에 비하여 평균 10 spikes/sec 수준의 낮은 빈도를 나타내었다.

이상의 실험결과를 통하여 俠谿(GB<sub>43</sub>) 電鍼刺戟이 刺戟時 내측 전정신경핵의 자발활동성에 대하여 흥분성 또는 억제성 반응을 야기하였으며, 전반적으로 이러한 반응은 전침자극 동측에서 우세한 경향을 나타내었다. 이는 足少陽膽經의 流注의 特性을 고려한 俠谿(GB<sub>43</sub>)의 眩暈 鍼治療가 내이와 뇌간을 통해 존재하는 전정기관의 활동성과 관련하여 이해할 수 있는 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 郭靄春 編著. 黃帝內經 靈樞校注語譯. 서울: 醫聖堂. 1993: 148-60, 268-71, 286-8, 484-500, 537-43.
2. 郭靄春 編著. 黃帝內經 素問校注語譯. 서울: 醫聖堂. 1993: 14-28, 55-64, 87-101, 102-36, 137-41, 246-53, 268-71, 346-69, 401-13, 433-68, 470-99.
3. 이정구. 어지러움. 서울: 단국대학교출판부. 2001: 9-32, 33-58, 59-72.
4. Yates BJ, Miller AD. Physiological evidence that the vestibular system participates in autonomic and respiratory control. Journal of Vestibular Research. 1998; 8: 17-26.
5. Beitz AJ, Anderson JH. Neurochemistry of the vestibular system. New York: CRC Press. 2000: 3-94.
6. 馬有度. 實用中醫內科學. 上海: 上海科學技術出版社. 1988: 405-13.
7. 王顯明. 中醫內科辨證學. 北京: 人民衛生出版社. 1984: 356-66.
8. 李和信, 鄭大奎. 眩暈에 대한 東西醫學的

- 考察. 東西醫學. 1990; 15(3): 5-14.
9. 朱丹溪. 丹溪心法. 臺北: 新豐文出版社. 1976: 50.
  10. 張景岳. 景岳全書. 臺北: 千項堂書局. 1976: 320-2.
  11. Park BR, Park HA. A study of the sinusoidal head rotator. Chonnam Med J. 1988; 25: 25-30.
  12. Paxinos G, Watson C. The rat brain in stereotaxic coordinates, 4th edition. London: Academic Press. 1998: 61-71, 80-2, 96-100.
  13. Mills KR, Taylor A. Projection of vestibular nerve to cerebral cortex of the cat. J Physiol. 1974; 239(1): 165-78.
  14. Yates BJ, Grelot L, Kerman IA, Balaban CD, Jakus J, Miller AD. Organization of vestibular inputs to nucleus tractus solitarius and adjacent structures in cat brain stem. Am. J. Physiol. 1994; 267(4 Pt2): R974-83.
  15. Balaban CD, Thayer JF. Neurological bases for balance-anxiety links. J Anxiety Disord. 2001; 15(1-2): 53-79.
  16. Park BR, Kim MS, Kim JH, Jin YZ. Effects of acute hypotension on neuronal activity in the medial vestibular nuclei of rats. Neuroreport. 2001; 12(17): 3821-4.
  17. Kim MS, Kim JH, Kry D, Choi MA, Choi DO, Cho BG, Jin YZ, Lee SH, Park BR. Effects of acute hypotension on expression of cFos-like protein in the vestibular nuclei of rats. Brain Res. 2003; 962(1-2): 111-21.
  18. Kennedy RS, Graybiel A, McDonough R C, Beckwith FD. Symptomatology under storm conditions in the North Atlantic in control subjects and in persons with bilateral labyrinthine defects. Acta Otolaryngol. 1968; 66(6): 533-40.
  19. Doba N, Reis DJ. Role of the cerebellum and the vestibular apparatus in regulation of orthostatic reflexes in the cat. Circ. Res. 1974; 40(4): 9-18
  20. Lee KH, Jeong JW, Park OK, Lee MY, Kim MS, Park BR. Role of vestibulospinal reflex on orthostatic hypotension in rats. Korean Circ J. 1998; 28: 998-1006.
  21. 皇甫謐. 黃帝鍼灸甲乙經. 臺北: 宏業書局有限公司. 1976: 250, 278.
  22. 朴修泳, 黃祐準, 嚴泰植. 眩暈의 針灸治療에 관한 文獻的 考察. 大韓鍼灸學會誌. 1990; 7(1): 369-79.
  23. 許浚 著, 東醫寶鑑國譯委員會 譯. 對譯 東醫寶鑑. 서울: 법인문화사. 2002: 575- 89.
  24. 黃麗春. 耳穴診斷治療學. 서울: 醫聖堂. 1993: 1-15.
  25. Shiraishi T, Onoe M, Kojima T, Sameshima Y, Kageyama T. Effects of auricular stimulation on feeding-related hypothalamic neuronal activity in normal and obese rats. Brain Res. Bull. 1995; 36(2): 141-8.
  26. 王富春 洪杰. 經穴治病明理. 北京: 科學技術文獻出版社. 2000: 300-1.

27. Mittelstaedt H. Somatic graviception. *Biol. Psychol.* 1996; 42(1-2): 53-74.
28. Yates BJ, Jian BJ, Cotter LA, Cass SP. Responses of vestibular nucleus neurons to tilt following chronic bilateral removal of vestibular inputs. *Exp Brain Res.* 2000; 130(2): 151-8.
29. Jian BJ, Shintani T, Emanuel BA, Yates BJ. Convergence of limb, visceral, and vertical semicircular canal or otolith inputs onto vestibular nucleus neurons. *Exp. Brain Res.* 2002; 144: 247-57.
30. Rubin AM, Liedgren SR, Milne AC, Young JA, Fredrickson JM. Vestibular and somatosensory interaction in the cat vestibular nuclei. *Pflugers Arch.* 1977; 371(1-2): 155-60.
31. Rubin AM, Liedgren SR, Odkvist LM, Larsby B, Aschan G. Limb input to the cat vestibular nuclei. *Acta Otolaryngol.* 1979; 87(1-2): 113-22.
32. Chiu JH, Cheng HC, Tai CH, Hsieh JC, Yeh TC, Cheng H, Lin JG, Ho LT. Electroacupuncture-induced neural activation detected by use of manganese-enhanced functional magnetic resonance imaging in rabbits. *Am. J. Vet. Res.* 2001; 62(2): 178-82.
33. Tropnikova GK. Effect of the vestibular nuclei of the medulla oblongata on the serotonergic system function of the brain and small intestine in the rat. *Fiziol Zh SSSR Im I M Sechenova.* 1984; 70(3): 28-4-90.
34. Raitses VS, Shliakhovenko AA. Modulation of the activity of neurons of Deiter's nucleus upon electric stimulation of the hypothalamus and limbic structures of the brain. *Fiziol Zh SSSR Im I M Sechenova.* 1978; 64(8): 1105-11.
35. Liedgren SR, Rubin AM. Vestibulo-thalamic projections studied with antidromic technique in the cat. *Acta Otolaryngol.* 1976; 82(5-6): 379-87.
36. Licata F, Volsi GL, Maugeri G, Santangelo F. Effects of motor cortex and single muscle stimulation on neurons of the lateral vestibular nucleus in the rat. *Neurosci.* 1990; 34(2): 379-90.
37. Rubin AM, Liedgren SR, Odkvist LM, Milne AC, Fredrickson JM. Labyrinthine and somatosensory convergence upon vestibulospinal neurons. *Acta Otolaryngol.* 1978; 86(3-4): 251-9.