

# 申脈 혈위자극이 fMRI상 뇌활성화 변화에 미치는 영향 연구

유경환<sup>1</sup> · 최일환<sup>1</sup> · 박희준<sup>1</sup> · 임사비나<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 한의과대학 경혈학교실

## fMRI Study on the Brain Activity Induced by Manual Acupuncture at BL62

Kyoung-Hwan Rheu<sup>1</sup>, Il-Hwan Choi<sup>1</sup>, Hi-Joon Park<sup>1</sup>, Sabina Lim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Meridian & Acupoint, College of Oriental Medicine, Kyung Hee University

### Abstract

**Objectives:** Recently, the effect of acupuncture has been approved not only in the East but also in the West, so the interest on acupuncture was greatly improved. Especially, functional magnetic resonance imaging(fMRI) was embossed as the study tool for the mechanism of acupuncture noninvasively and many studies on the mechanism of acupuncture using fMRI were carried out. We archived the fMRI study on the brain activity induced by manual acupuncture at BL62(申脈).

**Methods:** The study was the acupuncture at BL62(申脈) and we acquired 9 fMRI results from 6 persons(age 20~30, 4 male and 2 female). These studies employed the block design for mapping brain activity and acupuncture was performed at BL62(申脈) on the left foot.

**Results:** The brain related motor function was cerebellum, basal ganglia and cerebral cortex and thalamus connected these elements. In the result of this study, the regions of significant activation in the cerebellum was centered on the spinocerebellum in the anterior lobe, so we presumed that this result showed the input of stimulation by the acupuncture on BL62(申脈). But basal ganglia and cerebral cortex showed the regions of significant activation in the left larger than the right and regions of the cerebral cortex was the motor and sensory cortex. Such a result explained that acupuncture at BL62(申脈) could have influence the motor function and acupuncture at left BL62(申脈) could affect the right side through the activation of the left basal ganglia and cerebral cortex.

**Conclusions:** In the theory of crossing needling at collaterals(繆刺論), if the pathogenic factor invaded in the Yang Heel channel(陽蹻脈) that was one of the eight Extra meridians(奇經八脈), we recognized the disease of the collateral channel and used contralateral BL62(申脈) for treatment of the Yang Heel channel(陽蹻脈). Moreover the result of this study could bear the construction that acupuncture at the left BL62(申脈) treats the contralateral lesion and this construction is related to the theory of crossing needling at collaterals(繆刺論).

**Key words:** fMRI, acupuncture, BL62, Yang Heel channel, crossing needling at collaterals

· 교신저자: 임사비나, 서울시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 한의과대학 경혈학교실, Tel. 02-961-0324(0338), Fax. 02-961-7831, E-mail: lims@khu.ac.kr

\* 본 연구는 보건복지부 한방 치료 기술 개발 치료 사업 (02-PJ9-PG1-C003-0005)에 의하여 수행 되었음.

· 투고: 2006/05/26 · 심사: 2006/06/08 · 채택: 2006/06/19

## I. 서 론

경락계통의 주요 구성요소인 기경팔맥은 督脈, 任脈, 陰維脈, 陽維脈, 陰蹻脈, 陽蹻脈, 衝脈, 帶脈으로 구성되어 있다. 이들의 분포는 십이경맥과 달리 규칙적이지도, 장부와 소속·연락관계가 있지도 않으므로 奇經이라 일컫는다. 이들은 모든 경맥의 상호관계를 긴밀하게 연결시키며 십이경맥과 장부의 氣가 왕성할 때는 奇經이 이를 저장하여 조절하게 되고, 인체가 생리적인 활동을 하기 위해 십이경맥과 장부의 氣가 필요할 때는 奇經이 氣를 끌어와 공급하게 된다<sup>1,2)</sup>.

기경팔맥 중 陽蹻脈은 눈과 사지에 관한 병증과 관련이 있는 것으로 알려져 있는데, 陽蹻脈의 팔맥교회혈은 申脈으로, 陽蹻脈에 이상이 있을 경우 申脈에 자침하여 치료하게 된다. 특히, 陽蹻脈에 경련이 일어나면 족외번이 생기며, 足太陽膀胱經과의 관계도 밀접해 陽蹻脈에 병이 생기면 몸의 강직이나 허리와 등이 굳으면서 아픈 증세가 나타나기도 한다. 이처럼 陽蹻脈의 기능은 운동과 밀접한 관련이 있으며, 陽蹻脈에 이상이 생길 경우 운동장애 등의 증상을 나타내게 된다<sup>1,3,4)</sup>. 또한 黃帝內經의 <素問·繆刺論>에서 陽蹻脈에 病邪가 침입하였을 때 申脈에 刺鍼하도록 하였는데, 王冰<sup>5)</sup>, 張志聰<sup>6)</sup> 등의 註家들은 足太陽經의 絡脈으로 인식하여, 陽蹻脈에 병이 들면 絡脈病으로 보고 申脈에 繆刺法을 사용하라고 하였다. 繆刺法과 巨刺法은 모두 건측에 자침함으로써 병증을 치료하는 것으로 의견상 같으나, 그 病邪가 絡脈까지만 진행하였으면 繆刺法을 사용하고 經脈까지 진행하여 침입한 반대측에 영향을 주면 巨刺法을 사용하게 된다.

뇌에서 운동에 밀접하게 관련된 부위는 크게 소뇌, 기저핵, 대뇌피질이며 이들은 시상을 통해 연결되어 있다. 대체로 이 세부위는 운동에 있어서 서로 다른 역할을 하는데, 소뇌는 신체의 운

동기능을 자동적으로 조정하여 근육의 긴장도를 조절하고 평형을 유지하는 역할을 하고, 기저핵은 정상 상태에서 대뇌피질이나 다른 여러 피질 하구조에서 오는 수많은 다양한 입력을 받아 이를 적절하게 처리한 후 그 상황에 가장 알맞은 운동프로그램을 선택하는 기능을 하며, 대뇌피질은 신호를 받아 운동을 하게 하는 기능을 한다<sup>7-10)</sup>.

이에 따라 fMRI를 이용하여 申脈 자침에 따른 뇌에서의 BOLD(Blood Oxygenation Level Dependency) 신호변화를 관찰하고 BOLD 신호변화가 나타나는 부위를 분석하여, 申脈을 자침하여 신체의 운동에 관련된 병증을 치료하는 것이 뇌에서의 운동기능부위와 어떠한 연관이 있는지 탐색하였다. 또한 申脈을 자침할 경우 繆刺法을 사용하는 치료법이 뇌에서의 BOLD 신호변화와 어떠한 관련성이 있는지도 연구하였다.

## II. 연구방법

### 1. 대상

신체 건강한 성인 6명(남자 4명, 여자 2명)에게 실시하여 그에 따른 fMRI 결과 9개의 데이터를 얻었으며, 모두 본인의 동의하에 실시하였고, KAIST 뇌과학연구소 fMRI 연구실(fMRI Laboratory of Brain Science Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology)의 자기공명영상장치를 위한 설문지의 기준에 적합한 자로 선정하였다. 대상자는 모두 오른손잡이였으며, 침시술을 1회 이상에서 5회 이하로 받아본 경험이 있었다. 대상자가 원할 경우 언제든지 실험을 중단시킬 수 있도록 하였으며, 아무도 실험 중 실험진행에 대한 약간의 스트레스를 초과할 정도의 불편감은 느끼지 않았다.

## 申脈 혈위자극이 fMRI상 뇌활성화 변화에 미치는 영향 연구

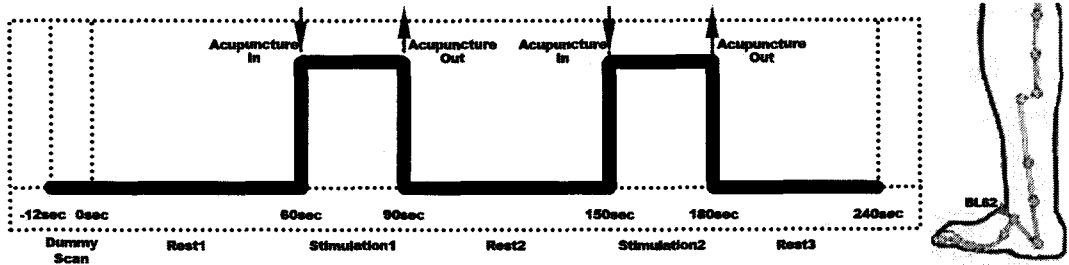


Fig. 1. Protocol of acupuncture study at BL62 and location of BL62. Acupuncture was performed at BL62 on the left foot(red arrowhead). Dummy scan was carried out during 12 seconds before the experiment. After remaining at rest for 60 seconds, the acupuncture was inserted and rotated bidirectionally at the rate of 2 Hz for 30 seconds and then the acupuncture was removed immediately. After a rest period of 60 seconds, acupuncture manipulation was repeated in the same manner.

## 2. 실험디자인

申脈자침을 위해 좌측 足太陽膀胱經의 申脈(BL62)을 도해경혈학<sup>11)</sup>을 기준하여 족외과 아래 5分으로 족외과의 아래 종골이 비골과 만나는 관절 하연에서 취혈하였다. 침은 0.15mm×15mm(직경×길이)의 동방침구사에서 제작된 스테인레스 재질의 침이었으며, 자침 깊이는 3~5mm로 하였다. 申脈의 취혈 및 자침은 5년 이상의 경력을 지닌 경혈학 전공의 한의사 1인에 의해 동일하게 수행되었다.

申脈을 취혈하고 자침한 후 자극방법은 Block design방식으로 총 4분 12초간 시행하였으며 처음 12초 동안 MRI 신호의 안정을 위하여 dummy scan으로 4scan을 찍었다. 자극이 들어가지 않는 처음 60초 동안에는 자침하지 않고 MRI scan만 하였으며(Rest1), 다음 30초 동안에는 申脈에 자침하여 2Hz의 속도로 침이 우측, 좌측을 반복하여 회전하도록 하여 자극을 주었다(Stimulation1). 그 후 바로 발침하여 다시 60초 동안 자극없이 MRI scan만 하였으며(Rest2), 다시 30초 동안 申脈에 자침하여 2Hz의 속도로 침이 우측, 좌측을 반복하여 회전하도록 하여 자극을 주었고(Stimulation2), 그 후 바로 발침하여 다

시 60초 동안 자극없이 MRI scan만 하였다(Rest3)(Fig. 1).

## 3. 영상 획득

대상자는 30분간 안정 후 fMRI 장치 내의 표준 두부 코일 (standard head coil) 안에 머리를 두고 양와위로 누워 시험실 환경에 적응하도록 한 후, 머리를 sponge로 고정시키고 움직이지 않도록 주의를 시킨 다음 시험에 임하게 하였다.

측정장치는 3.0T MR scanner (ISOL Technology, Korea)를 이용하였으며, BOLD효과를 최대로 하기 위해 경사자장방향(Gradient-echo) 기법을 이용하였고, 초고속 영상기법인 Echo Planar Imaging(EPI) 기법을 이용하여, Matrix size는 64×64, Field of View(FOV)는 220×220mm인 T2\*강조 영상(TE=25ms, TR=3000ms, Flip angle=90°)을 획득하였다. Slice의 수는 30, Slice의 두께는 4mm, Slice간 gap은 0mm, Voxel 크기는 3.43×3.43×4mm로 하였으며, Volume당 이미지는 180개로 하였다. 해부학적 구조를 참고하기 위해 추가적으로 고해상도의 T1강조 영상(TE=16ms, TR=2800ms, Flip angle=60°, FOV=192×220, Slice의 두께=5mm)과 3D-

Table 1. Comparison Between the Right and Left Side of the Significant Activation of Basal Ganglia and Motor·Sensory Area in AT1~9.

		Sensory area		Motor area		Globus pallidum		Striatum	
		Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Subject1	AT1			BA46		GPI	GPe	C(H)	
Subject2	AT2			BA46	BA6	GPI	GPe	P	P
Subject3	AT3								
Subject1	AT4			BA6					
Subject4	AT5								
Subject5	AT6							P	
Subject5	AT7	BA3		BA6				P	
Subject6	AT8			BA46					
Subject6	AT9			BA6	BA6				P

Abbreviation : C(H) - head of caudate nucleus ; P - putamen ; GPI - internal segment of globus pallidum ; GPe - external segment of globus pallidum.

T1 강조 영상(TE=5.7ms, TR=10ms, Flip angle=10°)도 획득하였다. T1, 3D-T1, T2\* 강조영상은 KAIST 뇌과학연구센터 fMRI 연구실 (fMRI Laboratory of Brain Science Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology)의 숙련된 오퍼레이터에 의해 획득되었다.

#### 4. 데이터 분석

분석용 프로그램은 Brain Voyager 2000(R. Goeble and Max Planck Society, Brain Innovation B.V.)을 사용하였다. 우선 기능적 MR 영상 획득 과정 중에 발생할 수 있는 피험자의 머리 움직임을 프로그램 상의 3D motion correction을 이용하여 자동으로 재정렬하였다. 다음 격자화 되어 있는 데이터를 Full Within Half Maximum(FWHM)의 값을 4mm로 하여 Spatial smoothing을 통해 비격자화 시켰다. 또한 해부학적 MR 영상을 Talairach와 Tournoux에 의해 제안된 Standard anatomical space<sup>12)</sup>로 표준화한 다음, 표준화하기 전의 해부학적 MR 영상과 기능적 MR 영상을 Coregistration 시킨 이후,

해부학적 MR 영상을 표준화한 방법을 따라 기능적 MR 영상을 공동좌표로 표준화시켰다. 각각의 Normalization된 결과를 GLM을 실시하여 개별처리하였다. 더불어 영상데이터들을 그룹분석을 위해 Averaging하였으며 Averaging된 데이터를 이용하여 GLM 방법으로 분석하였다.

### III. 결 과

申脈 자침에 따른 fMRI study의 결과는 6명에서 총 9개의 데이터를 얻었으며 3명은 2번씩, 나머지 3명은 1번씩 실험하였다. 이를 AT1에서 AT9까지로 표시하였으며 먼저 9개의 데이터를 Averaging한 결과를 분석한 후 개별데이터를 분석하였다.

#### 1. Averaging 데이터의 결과

##### 1) 소뇌와 뇌간에서 유의하게 활성화된 부위

소뇌에서는 소뇌결절, 소뇌용기, 소뇌피라미드에서 좌측의 활성화를 보였으며, 하반월소엽에서 우측의 활성화를 보였으며, 소뇌정상, 소뇌

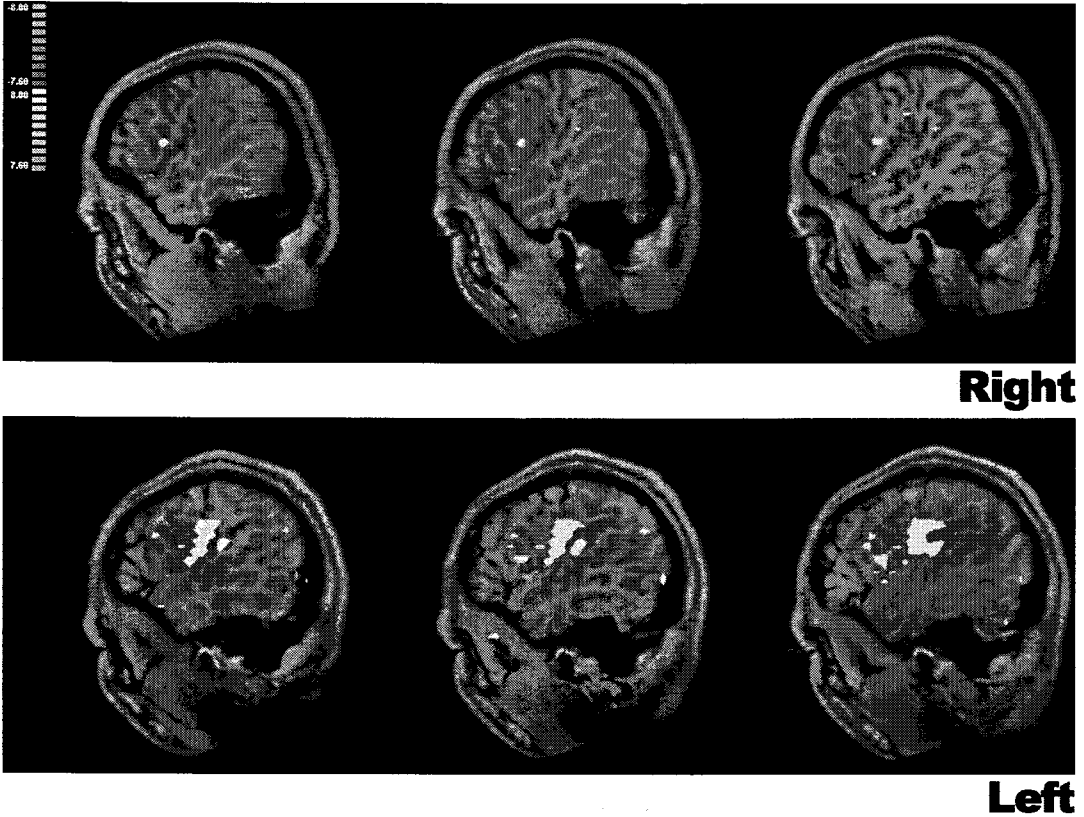


Fig. 2. Comparison between the right and left side of the significant activation of cerebral cortex around the central sulcus ( $p < 0.0001$ ).

경사에서 양측의 활성화를 보였다. 뇌간에서는 교뇌에서 좌측의 활성화를, 적핵에서 양측의 활성화를 보였다.

## 2) 기저핵과 시상 부위에서 유의하게 활성화된 부위

기저핵에서는 미상핵의 머리부분과 꼬리부분, 담장, 창백핵의 외측부분, 시상하핵에서 양측성 활성화를 보였으며, 창백핵의 내측부분은 좌측 활성화를 보였다. 시상에서는 배쪽외측핵, 배쪽후외측핵, 배쪽후내측핵, 등쪽내측핵, 베게에서 양측성 활성화를 보였으며, 전핵, 외측후핵에서는 좌측의 활성화를 보였다.

## 3) 대뇌피질에서 유의하게 활성화된 부위 (Fig. 2)

전두엽에서는 상전두이랑, 중심전이랑이 양측성으로 활성화를 보였고, 중간전두이랑은 우측 활성화를 보였으며, 하전두이랑은 좌측 활성화를 보였다. 두정엽에서는 하두정소엽이 양측성으로 활성화를 보였고, 중심후이랑, 췌기앞소엽은 좌측 활성화를 보였다. 측두엽에서는 중간측두이랑이 양측성으로 활성화를 보였고, 상측두이랑, 하측두이랑은 좌측 활성화를 보였다. 후두엽에서는 췌기소엽, 혀이랑, 방추이랑이 좌측 활성화를 보였고, 하후두이랑은 우측 활성화를 보였다. 변연엽에서는 대상이랑이 양측성으로 활

성화를 보였고, 해마옆이랑은 좌측으로 활성화  
를 보였다. 대뇌섬도 양측성으로 활성화되었다.

## 2. 개별 데이터의 결과

AT1·2·4·7·8·9에서 감각 또는 운동피질에서  
유의한 활성화를 보였고, AT1·2·6·7·8에서 기저  
핵에서 유의한 활성화를 보였다. AT3과 AT5는  
기저핵과 감각·운동피질에서 유의하게 활성화된  
부위가 없었다.

감각피질의 경우 AT7에서만 브로드만 영역 3  
의 활성화를 보였다. 운동피질의 경우에는 위의  
언급한 6개의 데이터 모두에서 브로드만 영역 6  
의 활성화를 보였으며, AT1·2·8에서는 브로드  
만 영역 4의 활성화를 같이 나타냈다.

감각 또는 운동피질의 활성화를 보인 6개의  
데이터에서 모두 좌측의 활성화를 보였으며 우  
측의 활성화를 같이 나타낸 경우는 AT2·9였으  
나, AT2의 경우는 우측이 좌측보다 활성화영역  
이 작았고 AT9의 경우는 좌우가 비슷하였다.  
따라서 6개의 데이터 모두 좌측으로만 활성화되  
거나, 좌측이 우측보다 크거나 비슷한 활성화를  
보였다.

기저핵의 경우 선조의 활성화를 보인 경우는  
AT1·2·6·7·9였으며 미상핵은 AT1에서만 활성  
화를 보였고 조가비핵은 AT2·6·7·9에서 활성  
화를 보였다. 좌우를 보면 AT2에서만 조가비핵이  
양측으로 활성화를 보였으며 AT9는 우측으로  
만, AT1·6·7은 좌측으로만 활성화를 보였다. 창  
백의 활성화를 보인 경우는 AT1·2였으며 내측  
창백은 모두 좌측으로만, 외측 창백은 모두 우측  
으로만 활성화를 보였다.

## IV. 고 찰

본 연구의 목적은 申脈 혈위 자극이 fMRI상

뇌활성화 변화에 미치는 영향을 통하여, 陽蹻脈  
에 병이 들어 운동기능에 문제가 생길 경우 繆  
刺法을 이용하여 申脈에 자침함으로써 치료하게  
되는데, 이러한 申脈의 효능이 뇌의 운동기능부  
위와 어떠한 관련성이 있으며, 또한 fMRI상 뇌  
활성화가 繆刺法과 어떠한 관련성이 있는지 알  
아보는 것이다.

기경팔맥은 십이경맥의 구속을 받지 않고 십  
이경맥을 분류, 조합, 주도하는 작용을 가진 督  
脈, 任脈, 衝脈, 帶脈, 陽蹻脈, 陰蹻脈, 陽維脈, 陰  
維脈을 말한다<sup>13,14)</sup>. 또한 팔맥교회혈은 기경팔맥  
과 십이경맥이 사지에서 교차하여 만나 奇經과  
관련된 병증의 치료에 쓰이는 혈위로서, 일반적  
으로 상지와 하지에 분포한 公孫-內關, 足臨泣-  
外關, 後谿-申脈, 列缺-照海의 8개의 경혈을 말  
한다<sup>15)</sup>.

기경학설은, 초기에는 확실한 개념이 부족했  
던 고대의가들에 의해 기경팔맥은 단지 십이경  
맥에서 氣의 작용을 조절하고 넘쳐나는 것을 저  
장하는 호수와 같은 작용을 할 뿐이라 여겨졌으  
나, 의학의 발전으로 기경팔맥의 내용도 보충 발  
견되어 지금에 이르러서는 기경팔맥은 경락계통  
전체를 조절하고 기경팔맥의 병증은 여러 경락  
과 관계되었기 때문에 여러 경맥을 포괄한 합병  
증을 나타내는 것으로 알려져 현재 기경팔맥과  
그의 병증을 치료하는 팔맥교회혈은 임상적으로  
중요시 되고 있다<sup>2)</sup>.

蹻脈의 병증은 눈과 사지에 관한 병증이며,  
하지 및 뇌에 중점을 두고 있다. 또한 足少陽經  
筋은 蹻脈과 나란히 유주하여 목부위에서 좌우  
교차하므로 좌측 額角이 손상하면 우측 하지에  
癱瘓이 발생하는 것으로 보아 經筋과 蹻脈이 관  
련이 되어있어 癱瘓, 癲癇에서 하지가 늘어지는  
것과 움직이기 힘들어지는 것 등 운동장애와 연  
계할 수 있다<sup>3,16)</sup>.

### 刺鍼側 比較 (素問-繆刺論)

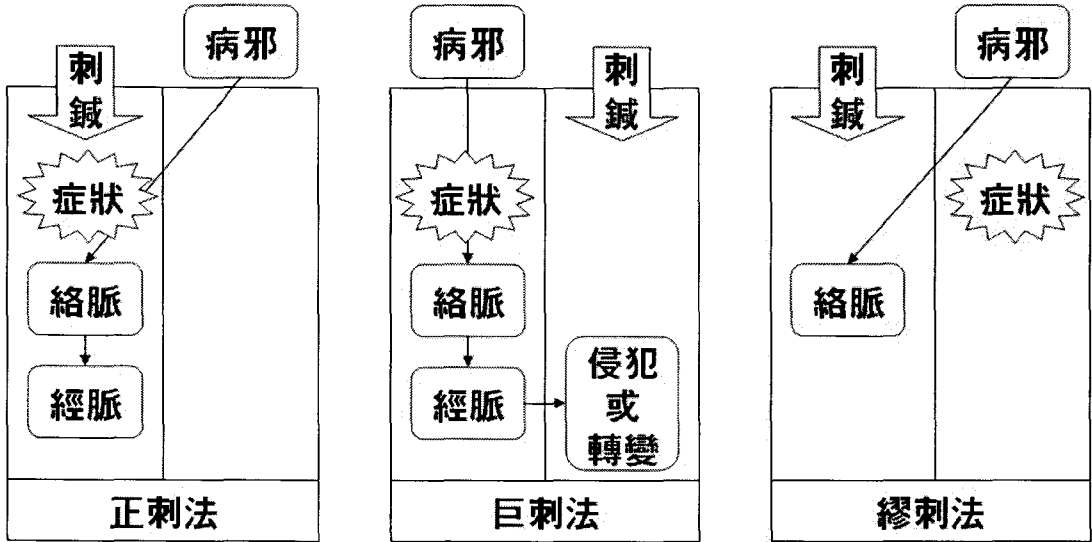


Fig. 3. The comparison of acupuncture law type, especially the side of acupuncture insertion and the side of condition revelation. Crossing needling at collaterals(繆刺, Mooja) and crossing needling at meridians(巨刺, Guja) involve selecting points contralateral to the affected side. Crossing needling at collaterals and crossing needling at meridians are based on the same principle. But they differ in that Crossing needling at collaterals needles the collaterals and crossing needling at meridians the meridians (based on Somun·Theory of crossing needling at collaterals).

또한 陽蹻脈은 足三陽經, 手陽明大腸經, 手少陽三焦經과 교차되어 陽氣를 대표하며, 陽蹻脈에 경련이 일어나면 외과 위쪽에 경련이 생기고 내과 위쪽이 느슨해져서 족외번이 발생되며, 陽蹻脈과 足太陽膀胱經의 관계가 밀접해 만일 陽蹻脈에 병이 생기면 몸의 강직이나 허리와 등이 굳으면서 아픈 증세가 나타난다<sup>1)</sup>.

팔맥교회혈 중에서는 申脈이 陽蹻脈과 관계한다. 申脈은 足太陽膀胱經의 혈위이며 陽蹻脈이 생기는 곳으로 <奇經八脈考>에 “陽蹻脈은 足太陽經의 別脈으로 발뒤꿈치에서 시작하여 외과에 있는 足太陽經의 申脈으로 나와서...”라 하여 申脈이 足太陽膀胱經과 陽蹻脈이 서로 통하는 혈위임을 나타내고 있다<sup>5,17)</sup>.

申脈의 주요 효능을 보면 허리가 아파 오래

서있을 수 없거나, 다리가 저리고 배에 있는 것처럼 오래 서있을 수 없으며, 대퇴와 무릎을 굴신하기 어려운 것과 같은 등의 운동장애와 관련된 병증이 많으며, 따라서 운동장애가 나타날 경우 申脈을 사용할 수 있음을 알 수 있다.

邪氣가 인체에 침입하여 진행되는 경로와 그 경과에 따라 사용하게 되는 자침방법에 대하여 <素問·繆刺論>에 기술되어 있다. <素問·繆刺論>에 의하면 “邪氣가 皮毛에 침입하여 孫絡으로 들어가게 되고, 孫絡에서 머물러 나가지 못하고 폐색되어 經脈으로 들어가지 못하면 大絡으로 흘러넘쳐 奇病이 나타난다. 邪氣가 大絡에 들어가면 좌에서 우로, 우에서 좌로 주입되어 상하 좌우와 經脈이 서로 어긋나 사지로 퍼져나가게 되는데, 그 氣가 일정하게 머무르지 못하여 經의

혈위에 들어가지 않으니 이러한 경우 繆刺라고 한다.”라 하여<sup>5)</sup> 邪氣가 경맥으로 들어가지 못하고 大絡으로 흘러 넘치면 奇病이 되므로, 이 경우에는 환측의 반대측을 시술하는 繆刺를 사용해야 한다고 이야기하고 있다. 여기서 大絡은 밖으로의 孫絡과, 안으로는 상하로 주행하는 경맥이 서로 영향을 주고 받게 되는 모든 경로를 말한다<sup>18)</sup>. <素問·調經論>에서도 “인체에 통증이 있으나, 九候에 병이 들지 않았으면 繆刺한다.”라 하여<sup>5)</sup> 絡病에 繆刺法을 사용해야 함을 이야기하고 있다(Fig. 3).

기존의 보고를 보면 임 등은 懸鐘의 건측 자침<sup>19)</sup>, 박 등은 神門, 大陵의 건측 자침<sup>20)</sup>이 각각 백서의 족부중창, formalin 유발통증에 유의한 효과를 보였다는 보고를 하였으며, 서 등은 건측 위주의 침치료가 뇌졸중 환자의 기능 회복에 기존의 환측 위주의 침치료와 동등한 결과를 보였다고 보고하였다<sup>21)</sup>.

이러한 繆刺法은 陽蹻脈과 밀접한 관계가 있는데 <素問·繆刺論>에 의하면 “邪氣가 陽蹻脈에 침입하여 머무르게 되면, 눈이 아프게 되는데 눈의 안쪽에서 시작된다. 이 경우 외과 아래로 半寸되는 곳을 각각 두차례 자침하되 좌병에는 우측을 취하고 우병에는 좌측을 취하면 심리를 가는 시간이 지나면 낫는다.”라 하였다<sup>5)</sup>. 陽蹻脈을 足太陽經의 別脈으로서 絡脈으로 인식하여<sup>6,22,23)</sup>, 經脈까지 邪氣가 들어갔으면 환측에 자침하고, 絡脈까지만 邪氣가 들어갔으면 건측에 자침하므로, 陽蹻脈에 邪氣가 들어가면 絡脈病으로 인식하여 繆刺法을 사용하라고 한 것이다.

陽蹻脈에 繆刺法을 사용할 경우 사용할 혈위는 “외과 아래로 半寸되는 곳”이라 하였는데<sup>5)</sup> 이에 대하여 王冰<sup>5)</sup>, 張志聰<sup>6)</sup>과 馬蒔<sup>23)</sup>은 각각 申脈임을 지칭한다고 주석을 달고 있다. 즉, 陽蹻脈에 邪氣가 들어 병증을 나타낼 때 陽蹻脈의

병증을 없애기 위해서는 申脈을 사용하고 있음을 알 수 있다. 또한 위에서 이야기한 것과 같이 자침할 경우 陽蹻脈은 足太陽經의 別脈으로 絡脈에 해당하므로 繆刺法을 이용해야 한다고 볼 수 있다.

한의학에서 경락학설이 주요한 이론체계를 이루고 있는 것과 같이 침치료는 한의학의 가장 기본적이면서 주된 치료법이다. 최근에는 미국에서 침치료가 수술 후 또는 화학치료 후 발생하는 오심·구토에 효과적이라는 결과를 보고하는 등<sup>24)</sup> 서양에서도 각종 연구결과를 통해 그 효과를 검증받고 있다. 그동안 침의 효과가 신경계와 관련이 있으며 특히 중추신경계를 통해 효과를 나타낼 것이라는 보고는 있어 왔으나<sup>25-28)</sup> 침습적인 방법 외에는 확인이 어려워 대체로 동물을 통한 실험실 위주의 연구만이 이루어져왔다. 그러나 최근 fMRI 등 뇌의 기능을 비침습적인 방법을 통해 연구할 수 있는 도구들이 개발되면서, 자침에 따른 뇌활성화 변화 부위를 직접 사람을 통해 분석할 수 있게 되었고, 침이 뇌에 어떠한 영향을 주는지에 대해 연구를 더욱 발전적으로 수행할 수 있게 되었다<sup>29-35)</sup>.

중추신경계의 여러 부위가 운동에 관련되어 있는데 이 중 뇌에서는 크게 대뇌피질, 기저핵, 소뇌가 직접적인 관련이 있다. 기저핵과 소뇌는 대뇌피질에 시상을 통해 연결되어 있으며 이들은 대뇌피질의 직접적인 운동신호에 서로 다른 역할로서 관여하고 있다<sup>6-9)</sup>.

본 연구 결과에서 소뇌의 구심성 연결과 관련된 부위 중 가장 넓은 활성화부위를 보인 부분은 척수소뇌이며 그 중에서도 전엽부위이므로 기본적으로 자침에 따른 근육과 인대 자극의 척수를 통한 입력이 가장 큰 영향을 주었다고 보여진다. 또한 소뇌의 원심성 연결과 관련된 부위에서의 활성화 결과를 보면, 척수에서는 양측의



적핵의 활성화를 보였으며, 시상에서도 양측의 배쪽외측핵과 배쪽후외측핵의 활성화를 보였다. 또한 대뇌피질에서도 일차감각영역에 해당하는 브로드만 영역 2, 3의 광범위한 좌측 활성화와 전운동영역을 포함하는 브로드만 영역 6의 양측 활성화를 보였다.

소뇌심부핵 부근에서의 활성화는 보이지 않았으나 소뇌벨레겔구역과 소뇌반구의 활성화와 함께 이들과 연결되어 있는 적핵이 활성화된 것과, 소뇌피질에서 심부핵을 거쳐 운동영역으로의 연결을 중계하는 시상의 배쪽외측핵과 배쪽후외측핵의 활성화를 볼 때 申脈을 자침함에 따라 나타난 자극이 이들 경로와 연관성이 있다고 볼 수 있다.

이러한 결과는 자극을 받아들이는 소뇌의 경우에는 자극에 따라 좌측이 우측보다 큰 활성화를 보였으나, 자극에 대한 반응을 나타내는 적핵이나 대뇌피질의 경우에는 우측으로 영향을 줄 수 있는 좌측이 우측에 비하여 큰 활성화를 보였다고 해석할 수 있다.

두 번째로, 결과 중 기저핵 부위를 보면 조가비핵과 미상핵이 모두 양측성으로 활성화된 것을 볼 수 있는데, 좌측의 활성화가 우측보다 크게 나타났다. 또한 창백핵도 양측성으로 활성화되었는데, 외측부는 양측성이지만 내측부는 좌측으로만 활성화되었다. 시상밑핵은 양측성으로 활성화되었다.

기저핵의 활성화 부위의 크기를 비교하면 양측이 대체로 비슷하나 좌측의 활성화 범위가 우측보다 크게 나타났음을 알 수 있다. 우선 선조의 경우 양측의 조가비핵과 미상핵이 모두 활성화를 보였는데 대뇌피질의 운동영역이나 전전두엽의 활성화크기가 좌측이 우측보다 크게 나타나고 감각영역은 좌측에서만 활성화된 것에서 기인한 것으로 볼 수 있다.

창백핵의 경우에는 외측 창백핵은 양측에서 모두 활성화를 보였으나, 내측 창백핵은 좌측에서만 활성화를 보였는데, 시상밑핵은 양측으로 모두 활성화된 것으로 미루어보면 기저핵내에서 선조와 창백핵 사이의 직접, 간접 경로가 좌측에서는 모두 어느 정도 관여가 되어 우측의 운동 조절에 기여가 가능함을 알 수 있다. 그러나 오히려 좌측의 자극에 의해 자극과 그에 따른 반응의 실제 신경학적 경로가 되는 우측에서는 선조에서 직접, 간접 경로를 통해 입력을 받아 외부로 출력을 해주는 내측 창백핵의 활성화가 보이지 않아, 활성화된 부위만을 가지고 본다면 좌측에서의 운동조절에 비해 조절력이 더 불완전함을 추측할 수 있다.

따라서 申脈 자침에 따른 기저핵의 활성화 부위를 보면 申脈 자침이 대뇌피질과 시상으로부터 선조로 입력을 받아 창백핵으로 신호를 전달하여 출력하는 것에 어느정도 기여하고 있음을 알 수 있다.

좌우 비교를 보면 좌측 申脈의 자침이므로 우측으로 신호가 좌측보다 증가되어 있을 것으로 예상되었으나, 위의 적핵이나 대뇌피질의 활성화와 마찬가지로 좌측의 활성화가 기저핵 뿐만 아니라 그와 연계된 부위에서도 우측에 비해 큼을 알 수 있다.

마지막으로 대뇌피질의 결과를 살펴보면 결과에서 시상의 배쪽후외측핵과 배쪽후내측핵은 양측성으로 활성화되었으나, 감각영역은 오히려 우측에서는 보이지 않고, 좌측에서만 활성화를 보인 것을 알 수 있다. 또한 감각영역 뿐만 아니라 체감각영역에 속하는 브로드만 영역 7, 그리고 이와 상호작용하는 외측후핵도 좌측에서만 활성화를 보였다. 시상베계, 브로드만 영역 40은 양측으로 활성화가 되었다. 이러한 결과는 소뇌, 기저핵에서와 마찬가지로 좌측 申脈 자침이 우

측으로 영향을 줄 수 있다는 또 하나의 증거가 될 수 있을 것이다.

그러나 Wu 등은 족삼리의 전침 자침을 통한 fMRI 연구를 위해 대조군으로 최소한의 자극을 준 군에서 실제 혈위의 자극을 준 군과 마찬가지로 양측 보조운동영역 및 브로드만 영역 40의 활성화를 보였는데 이를 주어지는 감각 자극에 대한 인식 및 집중 때문으로 해석하였고<sup>29,36)</sup>, Gareus 등은 光明의 침자극에서 대뇌섬과 브로드만 영역 40의 활성화를 감각자극의 피질에서의 처리로 해석하였다<sup>30,37)</sup>.

침자극이 감각을 자극하기 때문에 감각과 관련된 소뇌부위나, 보조운동영역, 체감각영역 등의 활성화는 당연할 수 있다. 그러나 활성화된 부위가 감각이 직접적으로 전달되는 부분보다 그 반대측에서 크게 나타나거나 반대측에서만 나타난 것에 주목해야 할 것이다.

Siedentopf 등은 본인들의 침자극 실험에서, 단순 촉각 자극은 기계수용체(메르켈, 루피니 소체)의 느린 적응을 통해 수초의 후주, 척수의 내측용대를 지나 반대측 시상으로 전달되며 결국 반대측 일차체감각영역과 양측의 이차체감각영역으로 가는데, 본인들의 fMRI에서는 감각영역의 활성화가 보이지 않았으므로 침을 통한 fMRI의 활성화가 단순 촉각 자극에 의한 결과가 아님을 주장하였다<sup>31,38)</sup>. 또한 Hui 등은 일차체감각영역에서의 활성화가 양측성으로 나타났으나 침자극을 받은 동측의 피질에서 반대측보다 크게 나타났음을 보고하였고<sup>32)</sup>, Zhang 등은 자침한 동측의 대뇌피질이 활성화되는 것에 대해 침의 진통효과를 통해 처음으로 논의를 하였다. 즉, 자극이 우선 반대측으로 상행하여 자극을 받아들이고 그 반대측, 즉 동측의 대뇌피질로 통증을 전달하여 통증조절경로를 활성화시키는데, 반대측으로의 통증전달 상행경로보다 동측

에서의 통증조절 하행경로가 더 활성화되어 fMRI에서 동측 대뇌의 활성화가 보이며, 이것이 침의 진통효과를 나타낸다고 설명을 하였다<sup>33)</sup>.

이에 따라 본 연구에서도 좌측 申脈을 자극하였으나 우측 대뇌의 감각피질에서는 활성화가 보이지 않았으므로 단순한 자극에 따라 fMRI상에서 활성화를 보인 것이 아니며, 감각영역의 동측에서만 활성화는 자침한 반대측으로의 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

대뇌피질의 운동영역을 살펴보면 양측으로 브로드만 영역 6의 활성화가 보였으며 동측의 활성화가 반대측보다 더 컸다. 브로드만 영역 4의 활성화는 없었다. 이는 소뇌와 기저핵의 양측성 활성화와 관련이 되었을 것으로 사료되며, 또한 상호연결되어 있다는 것도 하나의 원인이 될 수 있다. 일차운동영역의 활성화는 없었으나 이를 보조하는 전운동영역과 보조운동영역 부위의 활성화에 의해 申脈 자침이 실제 운동을 위한 조절 역할을 하여 운동에 관련된 역할을 한다는 하나의 증거를 보여준다.

마지막으로 시각영역과 청각영역에 해당하는 부위에서도 많은 부위에서 활성화를 보였는데, 시각영역의 활성화는 보는 것 이외에도 여러 가지 자극에 의해서 활성화될 수 있고, 청각영역의 활성화는 실험시 나는 소음 등의 자극에 의해서 활성화될 수 있으므로 비특이적인 결과로 해석할 수 있을 것이다.

기존 보고에서 Wu 등은 감각피질, 운동피질, 대상이랑, 대뇌섬의 활성화 증가는 전침의 강도와 득기감을 느끼는 정도의 세기와 상관관계를 보였으나, 상측두이랑(청각영역)과 내후두이랑(시각영역)에서는 전혀 경향성을 보이지 않았다는 결과를 보였다<sup>34)</sup>. 따라서 이를 비특이적인 반응으로 보았으며, 눈을 감고 열자극을 받는 동안 시각영역 활성화를 보였고<sup>39)</sup>, 직장에 통증자극

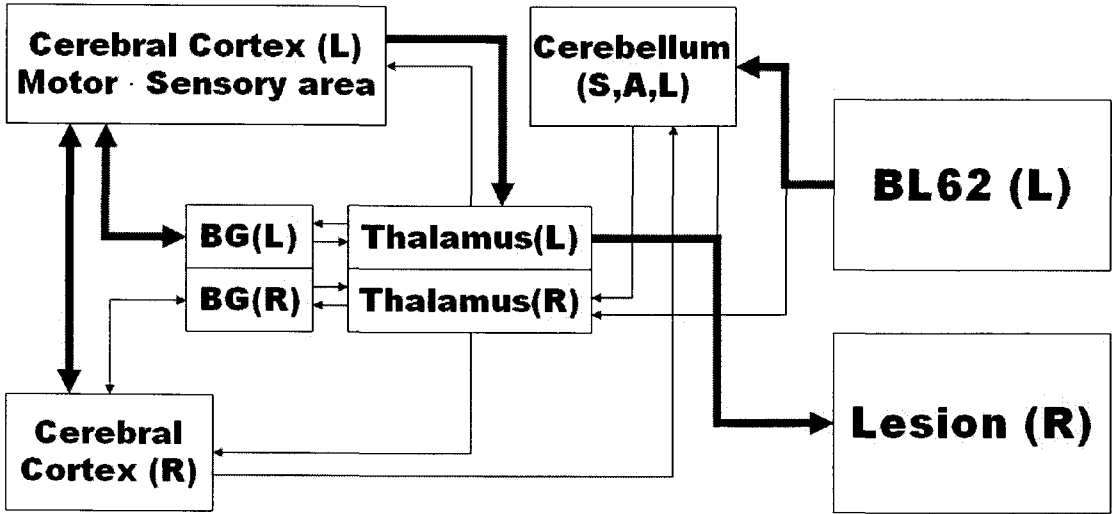


Fig. 4. The summary of effect of acupuncture at BL62. The lines mean the connection in this study. It presumed that thick lines have a more relation than thin lines when showing the effect of the BL62. Abbreviation : A - anterior lobe ; BG - basal ganglia ; L - left ; R - right ; S - spinocerebellum.

을 주는데 시각영역 활성화를 보였다는 보고도 있다<sup>40)</sup>.

그러나 Parrish 등은 시각관련혈위로 崑崙, 청각관련혈위로 太衝, 비교를 위한 혈위로 三陰交를 각각 자침하였는데, 崑崙자극에서는 청각피질이 아닌 시각피질에서만 활성화를 보였고, 太衝자극에서는 시각피질이 아닌 청각피질에서만 활성화를 보였으나, 三陰交자극에서는 시각·청각피질 모두에서 활성화를 보이지 않았다는 결과를 보였다<sup>35)</sup>.

따라서 시각과 관련된 부위들의 활성화는 申脈이 足太陽膀胱經에 소속된 혈위로 기존의 시각관련 혈위로 알려진 혈위와 같은 경맥, 같은 발부위에 속하는 혈위이므로 이에 따른 결과로 볼 수도 있다. 또한 시각영역과 청각영역의 활성도가 소뇌, 기저핵, 운동영역, 감각영역과 더불어 좌측에 집중되어 있다는 것이 주목할 만하다.

이와 같이 Averaging된 결과에서 유의하게 활성화된 부위 중 의미있는 좌우 차이를 보인 감각피질·운동피질·기저핵을 중심으로, 개별 데이터

에서는 좌우차이가 어떠한지 각각 분석하였다. p값을 0.001 ~ 0.0001로 하여 분석하였다.

Averaging된 결과에서 좌측 자극임에도 불구하고 좌측의 활성화를 보였으며, 개별 데이터의 분석에서도 약간의 차이는 있었지만 대체로 좌측의 우세한 활성화를 볼 수 있었다. 특히 Averaging된 결과에서는 브로드만 영역 2와 3의 감각피질이 좌우비교에서 특이적인 차이를 보였고 운동피질은 양측 활성화지만 좌측의 우세한 활성화를 보였다. 그러나 개별 데이터의 분석에서는 감각피질의 특징적인 활성화는 거의 없었으며 브로드만 영역 4와 6의 운동피질에서 특이적인 좌우 차이를 볼 수 있었다. 이는 오히려 Averaging된 결과보다 개별 데이터의 분석에서 申脈 자침이 운동에 관련되어 있다는 결론에 도달할 수 있게 한다.

이러한 결과는 Averaging된 결과와 더불어 개별 데이터의 분석을 통해서도, 운동과 관련된 병증을 치료하기 위해 申脈을 사용하며 또한 申脈을 사용할 때 繆刺法을 사용하여 치료한다는

치료법과, 실제 申脈 자침에 따른 fMRI의 결과와 상통한다는 것을 알 수 있다.

요컨대 申脈 혈위자극에 따른 fMRI상 뇌활성화 변화를 분석하여 申脈의 주요효능인 운동기능과의 관련성과 申脈 자침에 繆刺法을 사용한다는 치료법과의 관련성에 대해 알아보았다. Averaging된 결과를 바탕으로 분석 내용을 도식화하면 Fig. 4와 같다.

우선 申脈 혈위자극에 따른 fMRI상 뇌활성화 부위는 크게 소뇌, 대뇌피질, 기저핵으로 볼 수 있다. 소뇌는 자침한 동측으로, 특히 척수소뇌부위에서 전엽의 활성화가 큰 것으로 보아 자침에 따른 근육, 인대 자극에 의한 것으로 추정된다. 그러나 대뇌피질에서 브로드만 영역 6의 양측 활성화와 브로드만 영역 2, 3의 좌측 활성화, 기저핵에서의 양측 활성화는 申脈 혈위자극에 따른 운동기능조절과 관련이 있는 것으로 보인다.

특히, 대뇌피질에서 감각피질의 좌측 활성화만 나타난 점, 운동피질과 기저핵에서 좌측 활성화가 우측보다 크게 나타난 점 등은 申脈 자침의 효과가 반대측에 미친다는 하나의 근거가 될 수 있으며 이는 또한 申脈 자침시 繆刺法을 사용하는 한의학 이론과도 상통한다고 볼 수 있다.

또한 개별적인 데이터 분석에서도 기저핵과 대뇌피질의 감각·운동영역에서 좌측으로만의 활성화 또는 좌측으로의 우세한 활성화를 나타냄으로서 申脈 자침으로 fMRI상 나타난 활성화가 실제 한의학에서 申脈이 운동기능이상에 쓰이며 이 경우 繆刺法을 사용하는 것과 상통함을 알 수 있었다.

본 연구의 경우 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 정상인을 대상으로 한 실험이기 때문에 병증이 실제하는 경우에 대한 논의에 한계가 있다. 따라서 앞으로 환자에 대한 연구 등 병증이 실제하는 경우에 대한 실험이 필요할 것이다. 둘째, 자

침시 나타나는 혈압, 호흡 등의 신체변화에 대한 측정과 득기감 등의 측정이 부족했다는 점이다. 앞으로 이러한 제한점을 보완하여 연구가 이루어져야 할 것이다.

## V. 결 론

申脈 혈위 자극에 따른 fMRI상 뇌에서의 BOLD 신호변화를 통하여 申脈을 자침하여 신체의 운동에 관련된 병증을 치료하는 것이 뇌에서의 운동기능부위와 어떠한 연관이 있는지와, 申脈을 자침할 경우 繆刺法을 사용하는 치료법이 뇌에서의 BOLD 신호변화와 어떠한 관련성이 있는지 연구한 결과 Averaging한 데이터에서 유의하게 활성화된 부위 및 좌우 차이는 다음과 같았다.

1. 소뇌에서는 소뇌결절, 소뇌용기, 소뇌피라미드에서 좌측의 활성화를 보였으며, 하반월소엽에서 우측의 활성화를 보였으며, 소뇌정상, 소뇌경사에서 양측의 활성화를 보였다.
2. 기저핵에서는 미상핵의 머리부분과 꼬리부분, 정장, 창백핵의 외측부분, 시상하핵에서 양측성 활성화를 보였으며, 창백핵의 내측부분은 좌측 활성화를 보였다.
3. 대뇌피질 중 감각영역에 해당하는 브로드만 영역 2, 3은 좌측에서만 활성화를 보였으며, 운동영역에 해당하는 브로드만 6은 양측성으로 활성화를 보였으나 좌측이 우측보다 활성도가 크게 나타났다.
4. 운동과 관련된 소뇌, 기저핵, 대뇌피질 중 감각·운동영역을 살펴본 결과 소뇌에서는 좌측의 활성도가 우측보다 컸으며, 기저핵에서는 양측의 활성도가 비슷한데 좌측의 활성도가 우측보다 컸으며, 대뇌피질 중 감각·운동영역에서는 좌측의 활성도가 컸다.

## 참고 문헌

1. 康鎖彬 主編. 崔容泰, 李惠貞, 林사비나 共譯. 經典鍼灸學. 서울 : 一中社. 2000 : 37-42, 84-101.
2. 崔鍾鎬, 蔡禹錫. 奇經八脈에 對한 文獻的 考察 (病症을 中心으로). 大田大學校 韓醫學研究所 論文集. 1993 ; 2(1) : 105-32.
3. 尹鍾和. 奇經八脈에 關한 研究. 東西醫學. 1991 ; 16(4) : 48-64.
4. 李起成, 尹鍾和. 奇經八脈과 八脈八會穴에 關한 研究. 大韓氣功學會誌. 1998 ; 2(1) : 103-18.
5. 作者未詳. 王冰 編註. 黃帝內經素問. 서울 : 大星文化社. 1994 : 367-84.
6. 作者未詳. 張志聰 編註. 李元起 懸吐. (新編)素問集註. 서울 : 大星文化社. 1994 : 467-79.
7. 이원택, 박정아. 의학신경해부학. 서울 : 고려의학. 1996.
8. Adel K. Afifi, Ronald A. Bergman Functional Neuroanatomy : Text and Atlas, 2nd Edition. USA : McGraw-Hill Company. 2005.
9. John Nolte 著. 안의태 외 12명 譯. 임상신경해부학. 서울 : 법문사. 2004.
10. Heyder K, Suchan B, Daum I. Cortico-subcortical contributions to executive control. Acta Psychol (Amst). 2004 ; 115(2-3) : 271-89.
11. 全國 韓醫科大學 經穴學教室 編著. 圖解經穴學. 서울 : 정문각. 2000 : 182.
12. Talairach J, Tournoux P. Co-Planar Stereotactic Atlas of the Human Brain. New York : Thieme Medical Publishers. 1998.
13. 全國 韓醫科大學 鍼灸·經穴學教室 編著. 鍼灸學(上). 서울 : 集文堂. 1986 : 45-7, 71-7, 111-7.
14. 金賢濟, 崔容泰, 林鍾國, 李潤浩. 最新鍼灸學. 서울 : 성보사. 1995 : 77-87.
15. 金容佑, 林鍾國. 八脈交會穴에 關한 文獻的 考察. 東國韓醫學研究所 論文集. 1993 ; 2(2) : 125-41.
16. 作者未詳. 李慶雨 翻譯. 黃帝內經靈樞(1). 서울 : 麗江出版社. 2000 : 541-5.
17. 李時珍 著. 朴旻 譯. 奇經八脈考. 서울 : 大星文化社. 1992 : 126-7, 150-60.
18. 柳太植, 朴旻, 琴垆樹, 朴憲瑩. 素問 繆刺論에 對한 研究. 大韓韓醫診斷學會誌. 1997 ; 2(1) : 27-46.
19. 林사비나, 李惠貞. 選穴規律(繆刺 및 巨刺法)에 따른 刺鍼이 白鼠足部腫脹 및 血清 Cholinesterase 活性에 미치는 影響. 大韓鍼灸學會誌. 1988 ; 5(1) : 39-45.
20. 朴詳均, 金載孝, 金民生, 朴炳林, 孫仁喆, 金庚植. 巨刺法에 의한 電鍼刺戟이 흰쥐의 formalin 誘導 痛症에 미치는 影響. 大韓鍼灸學會誌. 2000 ; 17(2) : 231-46.
21. 서정철, 정병식, 윤형석, 조성규, 김윤미, 김종인 외. 巨刺法 위주의 鍼治療가 腦卒中 患者의 기능 회복에 미치는 영향. 大韓鍼灸學會誌. 2001 ; 18(3) : 1-9.
22. 張介賓. 類經圖翼. 서울 : 大星文化社. 1988 : 140-55.
23. 作者未詳. 馬蒔 編註. 黃帝內經注證發微. 서울 : 大星文化社. 1994 : 383.
24. National Institute of Health Consensus Development Panel. NIH Consensus Conference - Acupuncture. JAMA. 1998 ; 280(17) : 1518-24.
25. Bing Z, Cesselin F, Bourgoin S, Clot AM, Hamon M, Le Bars D. Acupuncture-like stimulation induces a heterosegmental re-

- lease of Met-enkephalin-like material in the rat spinal cord. *Pain*. 1991 ; 47(1) : 71-7.
26. Lee JD, Chon JS, Jeong HK, Kim HJ, Yun M, Kim DY, Kim DI, Park CI, Yoo HS. The cerebrovascular response to traditional acupuncture after stroke. *Neuroradiology*. 2003 ; 45(11) : 780-4.
  27. Kiser RS, Khatami MJ, Gatchel RJ, Huang XY, Bhatia K, Altshuler KZ. Acupuncture relief of chronic pain syndrome correlates with increased plasma met-enkephalin concentrations. *Lancet*. 1983 ; 2(8364) : 1394-6.
  28. Shulman LM, Wen X, Weiner WJ, Bateman D, Minagar A, Duncan R, Konefal J. Acupuncture therapy for the symptoms of Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2002 ; 17(4) : 799-802.
  29. Wu MT, Hsieh JC, Xiong J, Yang CF, Pan HB, Chen YC, Tsai G, Rosen BR, Kwong KK. Central nervous pathway for acupuncture stimulation: localization of processing with functional MR imaging of the brain—preliminary experience. *Radiology*. 1999 ; 212(1) : 133-41.
  30. Gareus IK, Lacour M, Schulte AC, Hennig J. Is there a BOLD response of the visual cortex on stimulation of the vision-related acupoint GB 37? *J Magn Reson Imaging*. 2002 ; 15(3) : 227-32.
  31. Siedentopf CM, Golaszewski SM, Mottaghy FM, Ruff CC, Felber S, Schlager A. Functional magnetic resonance imaging detects activation of the visual association cortex during laser acupuncture of the foot in humans. *Neurosci Lett*. 2002 ; 327(1) : 53-6.
  32. Hui KK, Liu J, Makris N, Gollub RL, Chen AJ, Moore CI, Kennedy DN, Rosen BR, Kwong KK. Acupuncture modulates the limbic system and subcortical gray structures of the human brain: evidence from fMRI studies in normal subjects. *Hum Brain Mapp*. 2000 ; 9(1) : 13-25.
  33. Zhang WT, Jin Z, Huang J, Zhang L, Zeng YW, Luo F, Chen AC, Han JS. Modulation of cold pain in human brain by electric acupoint stimulation: evidence from fMRI. *Neuroreport*. 2003 ; 14(12) : 1591-6.
  34. Wu MT, Sheen JM, Chuang KH, Yang P, Chin SL, Tsai CY, Chen CJ, Liao JR, Lai PH, Chu KA, Pan HB, Yang CF. Neuronal specificity of acupuncture response: a fMRI study with electroacupuncture. *Neuroimage*. 2002 ; 16(4) : 1028-37.
  35. Parrish TB, Schaeffer A, Catanese M, Rogel MJ. Functional magnetic resonance imaging of real and sham acupuncture. Noninvasively measuring cortical activation from acupuncture. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 2005 ; 24(2) : 35-40.
  36. Derbyshire SW, Jones AK, Gyulai F, Clark S, Townsend D, Firestone LL. Pain processing during three levels of noxious stimulation produces differential patterns of central activity. *Pain*. 1997 ; 73(3) : 431-45.
  37. Gelnar PA, Krauss BR, Sheehe PR, Szevenyi NM, Apkarian AV. A comparative fMRI study of cortical representations for thermal painful, vibrotactile, and motor performance tasks. *Neuroimage*. 1999 ; 10(4) : 460-82.

申脈 혈위자극이 fMRI상 뇌활성화 변화에 미치는 영향 연구

38. Gilman S. Joint position sense and vibration sense: anatomical organisation and assessment. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002 ; 73(5) : 473-7.
39. Craig AD, Reiman EM, Evans A, Bushnell MC. Functional imaging of an illusion of pain. *Nature*. 1996 ; 384(6606) : 258-60.
40. Baciú MV, Bonaz BL, Papillon E, Bost RA, Le Bas JF, Fournet J, Segebarth CM. Central processing of rectal pain: a functional MR imaging study. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1999 ; 20(10) : 1920-4.