

EEG, fMRI, EAV 및 SQUID裝置를 利用한 氣功現狀 測定

장경선¹ · 정찬원¹ · 최찬현¹ · 윤유식⁴ · 소철호³ · 나창수²

동신대학교 한의과대학 ¹생리학교실, ²한의과대학 경혈학교실, ³자연과학대학 물리학과, ⁴한국한의학연구원

The Studies on Qigong state Using EEG, fMRI, EAV and SQUID Measurments

Kyeong-Seon Jang¹, Chan-Hun Choi¹, Chan-Won Jeong¹, Wu-Sik Yoon⁴,
Cheal-Ho So³, Chang-Su Na²

Dept. of ¹Physiology, ²Meridian & Acupoint, College of Oriental Medicine, Dong-shin University,

³Dept. of Physics, Dong-shin University; ⁴Korea Institute of Oriental Medicine

Abstract

Objectives : Human physiological changes in the state of qigong has been measured using EEG(Electroencephalography), functional MRI(functional Magnetic Resonance Image), EAV(Electro-Acupuncture according to Voll) and SQUID(Superconducting Quantum Interference Device) measurements.

Methods & Results : EEGs were measured to study the differences between Qigong masters and Qi receiver on the changes of EEG. During Qigong, an alpha waves were increased. The power spectra indicate that the peak frequency of alpha waves increased during Qigong. Qi receiver's EEG signals seemed to affected by the state of himself. Brain activation did not observed when qigong master concentrates the Qi at Laogong(P8). But a localization of fMRI signal in the sensory cortex was observed by electric acupuncture stimulation at Laogong(P8). Five phase deviation of EAV were clearly changed in the both cases of Qigong master and Qi receiver. When a Qigong master concentrates the Qi at Yintang, Laogong(P8), Qihai(CV6) meridian points during Qigong state, the change of magnetic field around acupoints Yintang, Laogong points has been measured using 40-Channel DROS-SQUID apparatus. After smoothing process of the continuously measured magnetic signal around acupoints for a few minutes, we could observe that a series of peaks, magnitude of -1.0~2.5pT appeared. But there was no significant difference in changes of magnetic signal around acupoints. Physical signals of magnetocardiogram has been measured by using 2-Channel DROS SQUID(Magnetocardiogram). Physical signals of magnetocardiogram were clealy changed at the ST segments after S-wave when qigong master concentrates the Qi.

Key words : Qi, Qigong, EEG, fMRI, EAV, SQUID

I. 서 론

• 교신저자 : 장경선, 전남 나주시 대호동 252 동신대학교 한의과대학
생리학교실, Tel. 061-330-3521, Fax. 061-330-3509,
Email : jangdol@dsu.ac.kr
• 접수 : 2004/03/08 • 수정 : 2004/06/15 • 채택 : 2004/6/16

氣라는 용어는 넓은 의미에서 쓰여지고 있으며 생명의 유지나 활동은 모두 氣의 운동과 변화가 관여하고 있다¹⁾. 한의학에서는 “인체에 어

면 상태 변화가 있다”는 표현을 “기가 변화했다”라고 한다. 한의학적 치료방법은 기의 변화를 일으켜 조화를 잃은 기의 흐름을 조정해주는 데 있다²⁾. 따라서 氣현상을 파악하고 氣의 변화상태를 객관적으로 제시하여 기의 개념을 과학적으로 해석하도록 할 필요성이 요청된다. 氣功은 기를 응용하는 방법 가운데의 한 형태로 의식에 의하여 기를 끌어내고 경맥에 기를 운행함으로써 관련 장부의 기능이 촉진·강화되게끔 하기 때문에 기공의 연구는 기의 연구와 밀접한 관계가 있다. 氣功者는 發功時에 기의 변화를 일반인보다 큰 범위로 발생시킬 수 있고 또한 인체에서 발생하는 기의 흐름을 일정하게 조절할 수 있다⁵⁾고 알려져 있어 기의 현상을 연구하는데 큰 도움이 될 수 있다.

勞宮(P8)은 기를 가장 쉽게 느끼는 혈위이며, 印堂(HN-1)은 기의 출입 및 전신 집중시 기의 영향을 가장 많이 관찰 할 수 있는 곳으로 알려져 있다.

기공에 의한 생리적 변화를 측정하는 실험연구로 물리적 및 생화학적인 실험 결과가 광범위하게 보고되고 있다³⁻⁵⁾. 그 가운데 기의 변화를 외부에서 실시간 측정하여 객관적으로 제시하는 물리적 측정은 맥박, 혈압 등의 기본적인 생리 변화를 포함하여⁶⁾ 뇌파⁷⁻⁸⁾, 두뇌영상⁹⁾, 미소자기장¹⁰⁾, 피부전기반응 및 근전위^{9,11)} 등을 중심으로 행해지고 있다.

본 연구에서는 기 현상의 일면을 기공에 의한 생리적 변화를 통하여 파악하기 위하여 EEG (Electroencephalography)로 기공자 및 수공자의 뇌파 특징을 관찰하였고, fMRI (Functional Magnetic Resonance Image)로 기공자의 발공에 따른 두뇌작용을 측정하고 또한 침 시술에 따른 두뇌변화와 비교하였고, EAV(Electro-Acupuncture according to Voll)로 기공자 및

수공자의 EAV 지수값의 변화에 따른 각 경락별 지수변화를 분석하였고, 그리고 SQUID (Superconducting Quantum Interference Device)로 기공자의 발공 전·중·후 劍宮(P8)과 印堂(HN-1)에서의 변화 및 비기공자와 기공자의 심자도의 변화 등을 비교 관찰하였다.

II. 재료 및 방법

1. 장치

EEG로는 부착형 2-Channel 전극의 Brain Builder(腦力開發研究所, Japan)를 사용하였다. fMRI는 카톨릭의대부속병원에 설치된 2.0T fMRI(주)메디너스, Korea, 2002)를 사용하였다. EAV는 동신대학교 한의과대학 생리학실험실에 설치된 EAV(메리디안, Korea)를 사용하였다.

기공자의 발공 전·중·후의 경혈(勞宮, 印堂)에서 관찰되는 미소자기장은 한국표준과학연구원 (KRISS) 초전도그룹의 자기차폐시설 내에서 40-Channel DROS SQUID를 사용하였다. 심자도는 동신대학교 한의과대학 한의학과 생리학실험실의 자기 차폐시설(주)WAVE SYSTEM. 한국, 2003. 1) 내에서 2-Channel DROS SQUID (한국표준과학연구원 제작, 1991.)를 사용하였다.

차폐실 안에는 원목을 이용하여 침대 및 SQUID Dewar의 받침대를 제작·배치하였으며模式圖는 아래와 같다(Fig. 1).

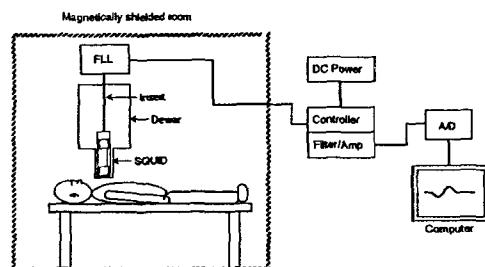


Fig. 1. Magnetic Shield room and SQUID

Table 1. The protocol for measuring on qigong state by fMRI

소요 시간	진행 순서	기공자	Operator	준비 사항
	대기	실험현장에 도착 후 30분 휴식	촬영준비	
5분	무념 상태 실험	기계에 올라가서 머리부분을 정위치 시키고 눕는다.	촬영한다 (1분+1분+1분)	
5분	단전 기집중 실험	무념상태로 대기	촬영준비가 되면, “단전 실험 시작합니다” 기 집중하기 전 1분 촬영	
		“단전에 기 집중하세요”라고 말하면, 1분이내에 최대로 기를 집중한다.	집중상태를 확인하고 1분 촬영	
		“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 1분 촬영	
5분	인당혈 기집중 실험	무념상태로 대기	촬영준비가 되면, “인당혈 실험 시작합니다” 기 집중하기 전 1분 촬영	
		“인당혈에 기 집중하세요”라고 말하면, 1분이내에 최대로 기를 집중한다.	집중상태를 확인하고 1분 촬영	
		“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 1분 촬영	
5분	노궁혈 기집중 실험	무념상태로 대기	촬영준비가 되면, “노궁혈 실험 시작합니다” 기 집중하기 전 1분 촬영	
		“노궁혈에 기 집중하세요”라고 말하면, 1분이내에 최대로 기를 집중한다.	집중상태를 확인하고 1분 촬영	
		“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 1분 촬영	
5분	노궁혈실험	무념상태로 대기	한의사가 노궁혈에 침자하고, 전침 전극을 연결.	촬영준비가 되면, “노궁혈 침자실험 시작합니다”
			1분 대기	1분 대기
			1분 대기	1분 촬영
			전침 스위치 ON	스위치 ON 동안 1분 촬영
			전침 스위치 Off	스위치 Off 확인 1분 촬영

2. 방법

2-1. EEG 측정

3인의 20~50대의 기공수련자와 수공자를 대상으로 온도 19~23°C의 동신대학교 한의학관 생리학실험실 및 자연과학관 생체신호측정실험실에서 측정하였다.

① 기공자 뇌파측정

기공자가 1분간 무념상태에 있다가 3분간 발공하고 다시 1분간 무념상태로 진행을 하는 과정의 전두엽의 뇌파를 측정하였다.

② 수공자 뇌파측정

뇌파측정은 기공자와 수공자가 1조가 되어 수

Table 2. The protocol for measuring on qigong state of qigong master by EAV

소요 시간	진행순서	기공자	Operator	준비사항
	대기	휴식	EAV 준비	
30분	무념상태	무념상태를 유지한다.	EAV를 측정한다	기공자 측정
30분	기집중 실험 (자유행공)	발공준비	준비가 되면, “실험 시작합니다”	기공자 측정
		“발공하세요”라고 말하면, 기를 집중하여 약 30분간 그대로 유지한다.	집중상태를 확인하고 EAV를 측정한다	
		“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다. 종료.	해제상태를 확인한다 기공자의 행공내용을 기록한 다.	

공자로부터 측정하였다.

기공자는 미리 발공을 준비하고 있다가 지시에 따라 수공자에게 기를 주입하였다. 수공자에게서 측정되는 뇌파는 1분간은 기를 받지 않은 상태로 있다가 3분간 기공자의 기를 받고 다시 1분간 기를 받지 않은 상태로 진행하는 과정의 뇌파를 측정하였다.

2-2. fMRI 측정

기공자의 발공 전과 발공 중 그리고 발공 후의 두뇌영상을 fMRI로 촬영하였다. 그리고 전침자극시 두뇌영상변화와 비교하였다. 의념을 집중한 혈위는 단전, 인당, 노궁이었다.

기공자 1인에 대하여 5종의 촬영을 실시하였다. 기공자는 현장에 도착하여 30분 휴식 후 실험을 시작하고, 촬영대 위에서 위치 고정한 상태로 무념과 발공을 자시에 따르며 실험에 임하였다. 본 실험은 아래의 프로토콜에 따라 진행하였다(Table 1).

2-3. EAV 측정

EAV를 이용한 측정방법에서는 먼저 피검자를 침상에서 안정을 취하게 한 후 EAV로 대표

점을 측정하여 기공자의 발공 전의 지수표를 얻고 측정된 지수를 분석하여 각 五行으로 분류하여 평균치를 구하여 이들 평균치들을 백분율로 환산한 후 五行의 經氣指數의 偏差(이하 五行偏差라 함)를 구했다. 기공자가 기를 30분 간 기를 집중 한 후 EAV로 대표점을 측정하여 발공상태의 지수를 얻었다. 그리고 EAV에 의하여 측정된 지수를 재차 분석하여 각 五行으로 분류하여 평균치를 구하고 이들 평균치들을 백분율로 환산하여 오행편차를 구한 후 발공 전 초기상태와 발공 중 상태에 대하여 自經에서의 백분율 변화를 구하고, 오행편차의 변화를 구했다. 본 실험은 아래의 프로토콜에 따라 진행하였다(Table 2~3).

2-4. SQUID 측정

① 기공자 발공 전 · 중 · 후의 경혈(勞宮 · 印堂)에서의 미소자기장 측정

기공 수련을 한 30-50대 3인의 남자 기공 수련자를 대상으로 하였다. 피검자의 노궁, 인당 등의 측정 경혈부위가 Dewar tail에 최대한 밀착이 되도록 한 후 움직이지 않게 하였다. 노궁

EEG, fMRI, EAV 및 SQUID裝置를 利用한 氣功現狀 測定

Table 3. The protocol for measuring on qigong state of qi receiver by EAV

소요 시간	기공자	수공사	Operator	준비사항
30분	휴식	휴식	수공자 필요 / EAV 준비	
30분	대기 / 발공준비	초기상태측정	수공자 초기값 측정	수공자 측정 기록사항 : ① 기 주입하는 과정에 대하여 수공자에 대한 기공자의 느낌(어떤 기운이 주입되었다고 생각하는가?) ② 수공자의 느낌 (기 받은 느낌은 어떠한가?)
30분	수공자에게 20분간 기 주입	기 받는중		
30분	휴식	변화 측정중	수공자의 기 받은 후 EAV 지수 측정	
	종료	종료	기록사항 정리 및 종료	

부위의 자기장을 측정한 경우에는 노궁부위를 Dewar tail에 밀착시키고 피검자의 움직임에 따른 자기장신호의 변동을 최대한 줄이기 위해 양 손을 움직이지 않는 상태로 측정하여 기공자가 발공을 행하기 전의 상태와 발공을 행하는 상태 및 발공을 행한 후의 상태에서 자기장을 각각 측정하였다.

기공을 수련한 피검자는 0.5분간 무념상태로 있다가 2분간 특정경혈 부위(노궁, 인당, 단전)에 기를 집중하고, 다시 기를 해제한후 0.5분간 무념상태로 유지하도록하며 노궁, 인당에서 SQUID로 측정하였다. 그 구체적인 방법으로 Table. 4의 측정프로토콜의 실험순서 따라 피검자 1인에서 다음과 같은 6가지 경우씩 자기장신호를 측정하였다. 즉, 노궁부위에서 자기장을 측정한 경우에는 노궁부위를 Dewar tail에 가능한 밀착시켜 피검자의 움직임에 따른 자장 교란을 최대한 줄이기 위해 양손을 고정시키고 0.5분간 무념상태, 그 후 노궁에 2분간 기를 집중하고, 다시 0.5분간 무념상태로 진행하는 동안 계속 측정하였고, 기 집중위치를 인당, 단전으로 바꿔 가면서 측정하였다.

인당부위에서 자기장을 측정한 경우에는 노궁

부위를 Dewar tail에 밀착시키고 0.5분간 무념 상태, 그 후 인당에 2분간 기를 집중하고, 다시 0.5분간 무념상태로 진행하는 동안 계속 측정하였고, 기 집중위치를 노궁, 단전으로 바꿔가면서 측정하였다.

3분동안 연속적으로 측정된 미소자기장의 신호들을 smoothing filter 처리하여 1장으로 표현하였다. 3분동안 연속적으로 측정된 미소자기장의 신호들은 心磁圖 평가에 사용된 averaging기법을 사용하지 않고 3분 동안의 자기장의 변화를 아무런 처리 신호처리 없이 있는 그대로 표시해 보았다. 이는 심자도와는 달리 노궁, 인당 신호에서는 신호크기가 작고 불규칙하여 averaging 기법을 사용할 수 없기 때문이었다. 한국표준과학연구원(KRISS)에서 제작된 Review Tool의 averaging기법은 心磁圖와 같이 규칙적으로 전류가 발생하여 일정한 파형을 유지하는 것을 관찰하는 것에는 유리하지만 勞宮, 印堂에서와 같이 비정기적인 파형을 방출하는 것을 관찰하는데는 적합하지 않는다는 점을 고려한 것이다.

본 실험은 아래의 프로토콜에 따라 진행하였다(Table 4).

Table 4. The protocol for measuring on qigong state of qigong master by SQUID

측정점	기공자 기집중 위치	소요 시간	기공자	Operator
①노궁혈	인당혈	0.5분	무념상태로 대기	준비가 되면, “인당혈 실험 시작합니다” / 파형기록시작
		2분	“인당혈에 기 집중하세요”라고 말하면, 최대로 기를 집중하고 유지한다.	집중상태를 확인하고 자기장 측정한다
		0.5분	“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 0.5분 더 기록하고 종료한다
②노궁혈	노궁혈	0.5분	무념상태로 대기	준비가 되면, “노궁혈 실험 시작합니다” / 파형기록시작
		2분	“노궁혈에 기 집중하세요”라고 말하면, 최대로 기를 집중하고 유지한다.	집중상태를 확인하고 자기장 측정한다
		0.5분	“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 0.5분 더 기록하고 종료한다
③노궁혈	단전	0.5분	무념상태로 대기	준비가 되면, “단전 실험 시작합니다” / 파형기록시작
		2분	“단전에 기 집중하세요”라고 말하면, 최대로 기를 집중하고 유지한다.	집중상태를 확인하고 자기장 측정한다
		0.5분	“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 0.5분 더 기록하고 종료한다
④인당혈	인당혈	0.5분	무념상태로 대기	준비가 되면, “인당혈 실험 시작합니다” / 파형기록시작
		2분	“인당혈에 기 집중하세요”라고 말하면, 최대로 기를 집중하고 유지한다.	집중상태를 확인하고 자기장 측정한다
		0.5분	“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 0.5분 더 기록하고 종료한다
⑤인당혈	노궁혈	0.5분	무념상태로 대기	준비가 되면, “노궁혈 실험 시작합니다” / 파형기록시작
		2분	“노궁혈에 기 집중하세요”라고 말하면, 최대로 기를 집중하고 유지한다.	집중상태를 확인하고 자기장 측정한다
		0.5분	“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 0.5분 더 기록하고 종료한다
⑥인당혈	단전	0.5분	무념상태로 대기	준비가 되면, “단전 실험 시작합니다” / 파형기록시작
		2분	“단전에 기 집중하세요”라고 말하면, 최대로 기를 집중하고 유지한다.	집중상태를 확인하고 자기장 측정한다
		0.5분	“기 해제하세요”라고 말하면, 곧바로 기 해제한다. 그리고 무념상태로 간다.	해제상태를 확인하고 0.5분 더 기록하고 종료한다

② 기공자 발공 전과 발공 중의 심장에서의 미소자기장(심자도) 측정

30-50대 3인의 남자 기공 수련자와 기공 수련을 하지 않은 일반인을 대상으로 하였다. SQUID로 측정할 때는 피검자의 몸에서 자성을 띤 물질을 제거시킨 후 차폐실 안으로 침대에 눕게 하고 피검자의 심장 부위가 Dewar tail에 최대한 밀착이 되도록 한 후 움직이지 않게 하였다. 기공을 수련한 피검자와 기공을 수련하지 않은 일반인은 무념상태로 있다가 0.5분간 심자도를 측정하여 이를 초기상태로 설정하였다. 피검자에게 발공을 행하라고 통지한 후 0.5분간 심자도를 SQUID로 측정하여 이를 발공 중 상태로 설정하였다.

측정된 data의 data processing program은 한국표준과학연구원(KRISS)에서 제작한 Application Reviewer를 사용하였으며 이 프로토콜을 이용하여 측정된 자료를 averaging하여 한 장의 심자도 유형으로 나타내었다.

III. 결 과

1. EEG(Electroencephalography)의 뇌파변화

1-1. 기공자 뇌파변화

기공자가 1분간 무념상태에 있다가 3분간 발공하고 다시 1분간 무념상태로 진행을 하는 과정의 뇌파를 측정하여 다음과 같은 파형을 얻었다(Fig. 2~7). 기공자 3인의 뇌파사례를 살펴본 결과 다음과 같은 특징을 확인할 수 있었다.

발공 상태로 진행됨에 따라 신호의 Level이 현저히 감소하는 현상을 볼 수 있었다. 발공 상태 일 때에 보통 때 보다 녹색의 α -파 발현이 두드러짐을 볼 수 있었다.

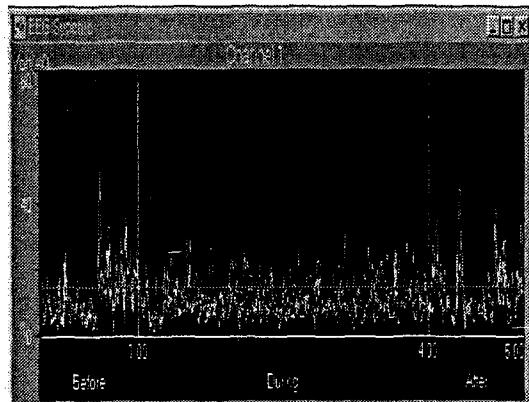


Fig. 2. The EEG on qigong state of qi master B

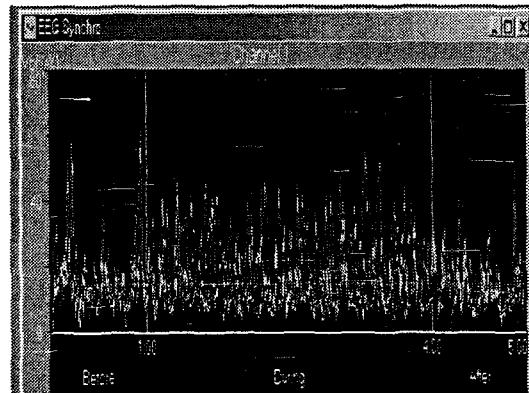


Fig. 3. The EEG on qigong state of qi master A

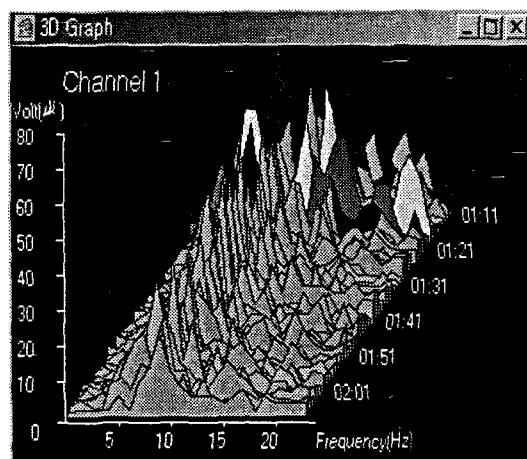


Fig. 4. The EEG spectrum on qigong state of qi master A

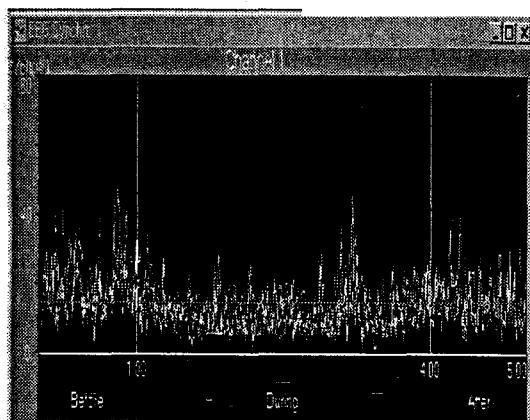


Fig. 5. The EEG on qigong state of qi master C

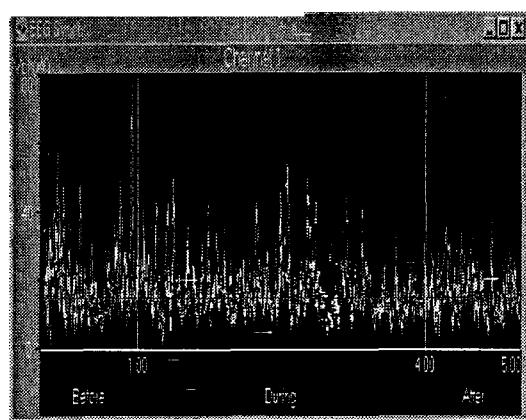


Fig. 8. The EEG of qi receiver A

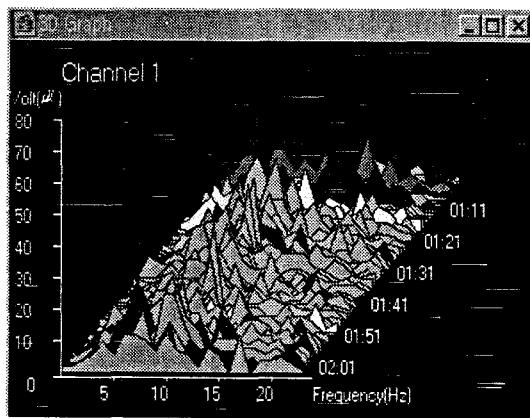


Fig. 6. The EEG spectrum on qigong state of qi master B

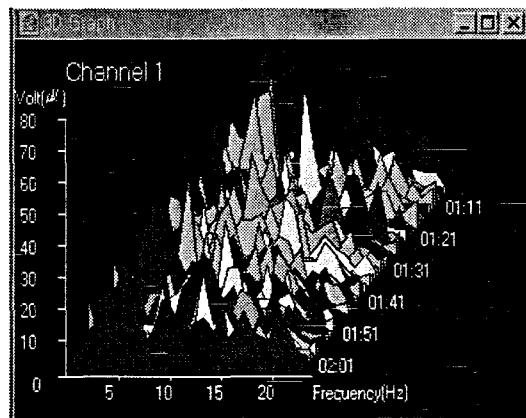


Fig. 9. The EEG spectrum of qi receiver A

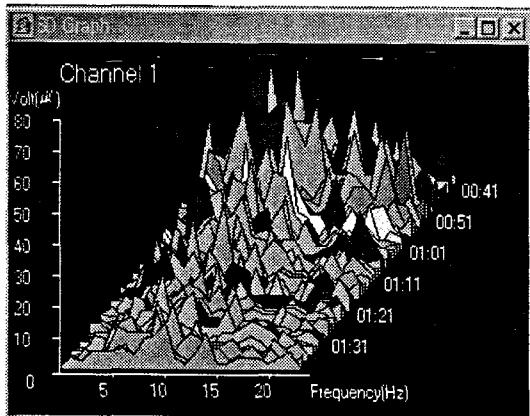


Fig. 7. The EEG spectrum on qigong state of qi master C

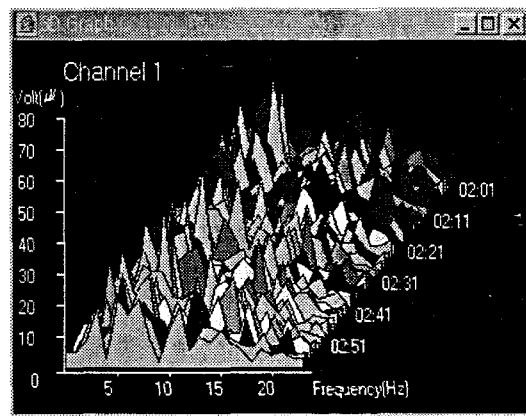


Fig. 10. The EEG spectrum of qi receiver C

1-2. 수공자 뇌파변화

기공자의 뇌파측정에서 사용했던 뇌파측정장치를 사용하여 실험을 실시하였다.

뇌파측정은 기공자와 수공자가 1조가 되어 수공자로부터 측정하였다. 기공자는 미리 발공을 준비하고 있다가 지시에 따라 수공자에게 기를 주입하였다. 수공자에게서 측정되는 뇌파는 1분간은 기를 받지 않은 상태로 있다가 3분간 기공자의 기를 받고 다시 1분간 기를 받지 않은 상태로 진행하는 과정의 뇌파를 측정하였다. 수공자로부터 측정한 파형 3사례는 다음과 같다(Fig. 8~13). 기공자의 기를 받고 있는 수공자의 뇌파를 측정한 결과 다음과 같은 특징을 발견할 수 있었다. 수공자가 기공자의 기를 주입 받기 시작하면서 Level이 점차 감소하는 현상과 보통때보다 녹색 α -파 발현이 두드러지는 현상을 나타내면서 기공자에게서 측정한 뇌파와 동조함을 볼 수 있었다. 그러나 기공자의 뇌파와 동조되지 않는 경우도 볼 수 있었다. 이런 경우로 보아 기를 받는 수공자의 뇌파변화는 각 수공자 상태에 의존적이라고 생각되어진다.

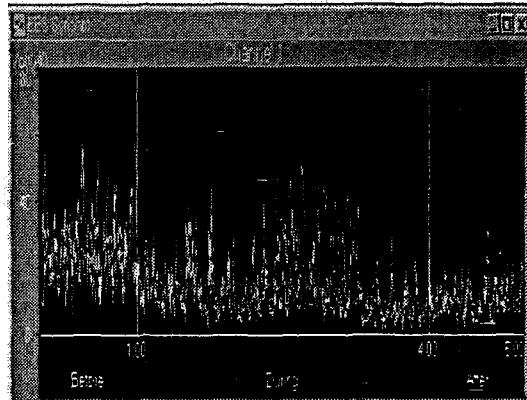


Fig. 11. The EEG of qi receiver B

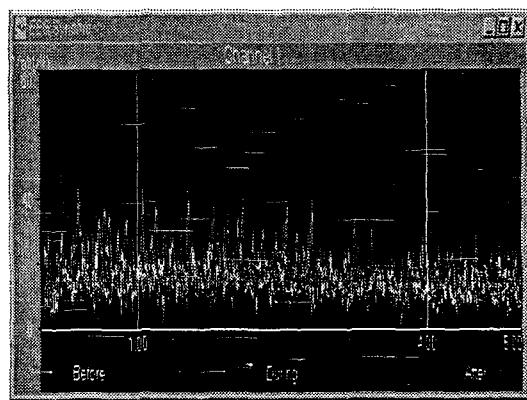


Fig. 12. The EEG of qi receiver C

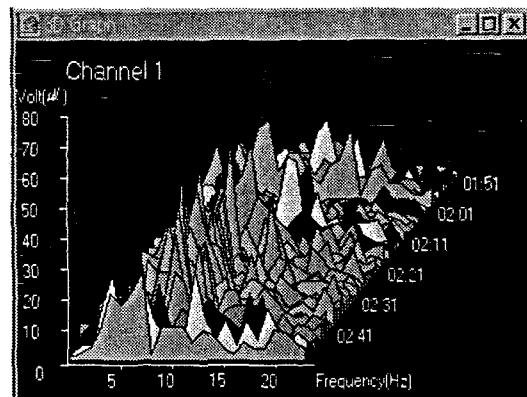


Fig. 13. The EEG spectrum of qi receiver B

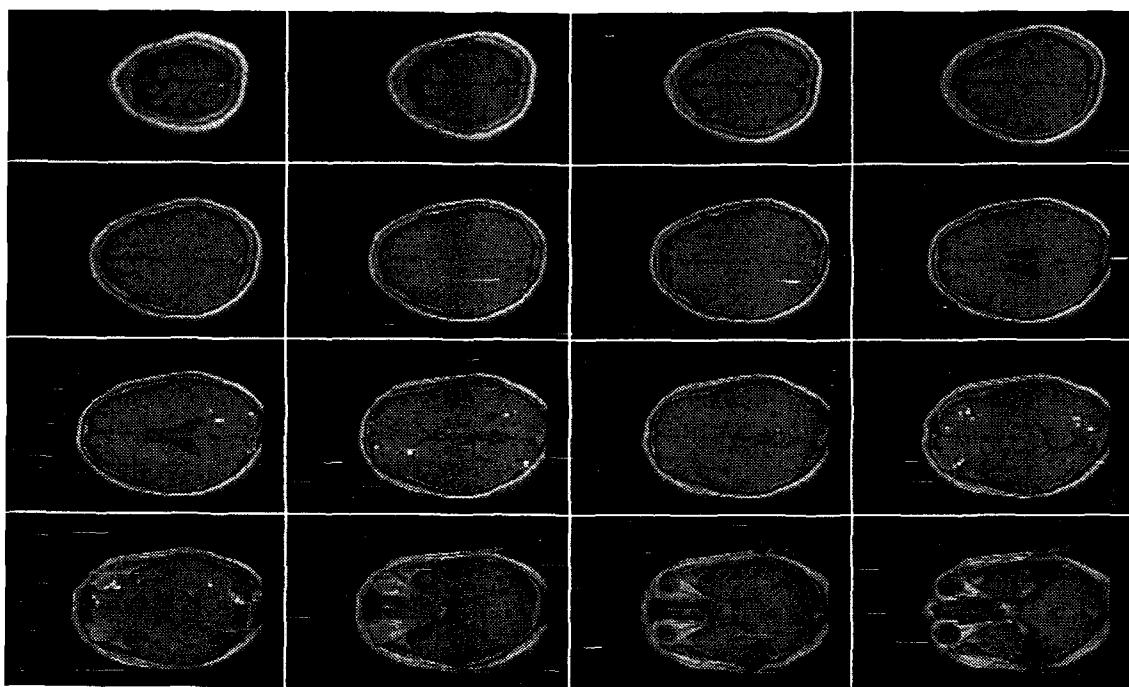


Fig. 14. The brain image when qigong master concentrates at Qihai(CV6)

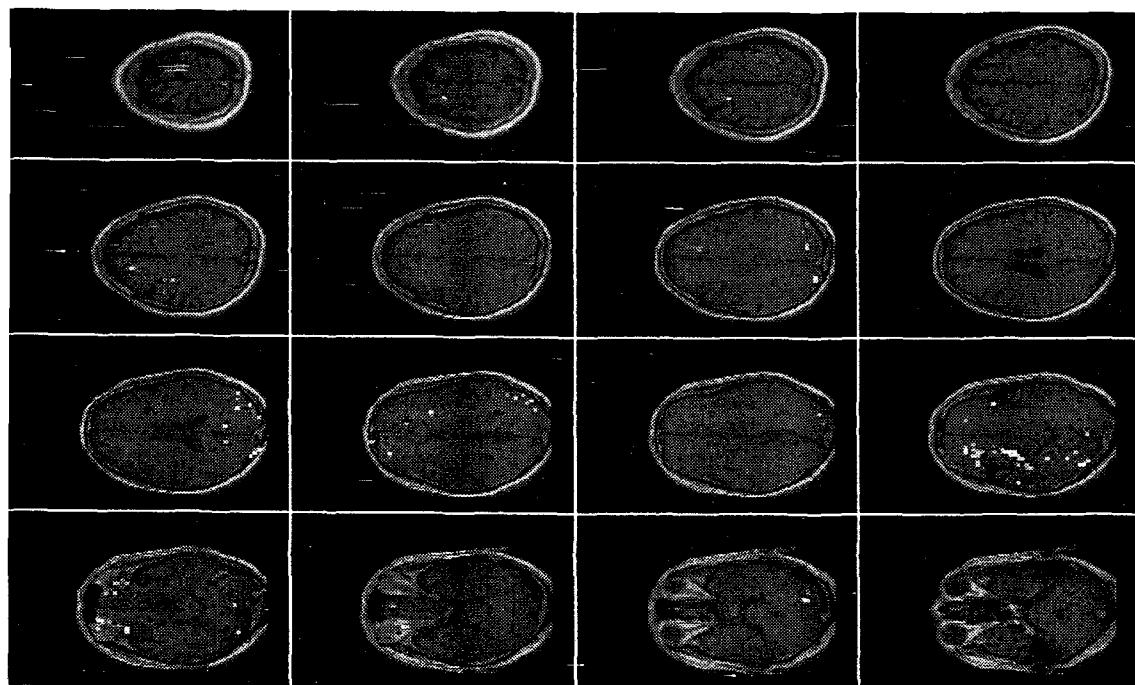


Fig. 15. The brain image when qigong master concentrates at Yintang

EEG, fMRI, EAV 및 SQUID裝置를 이용한 氣功現狀測定

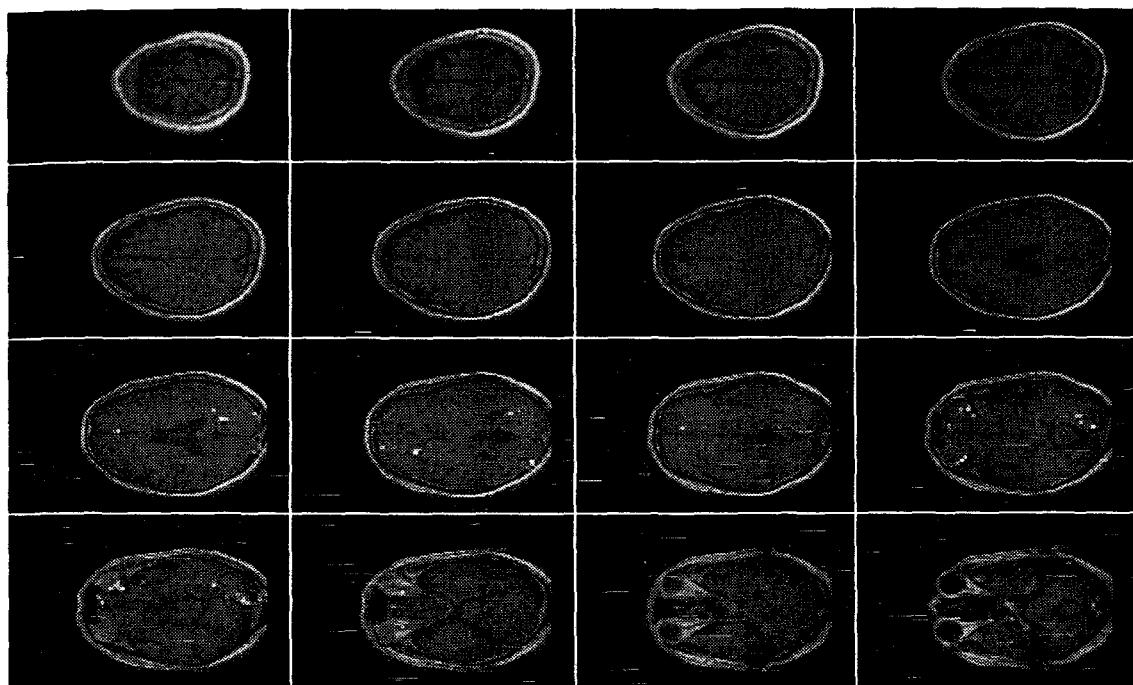


Fig. 16. he brain image when qiging master concentrates at Laogong(P8)

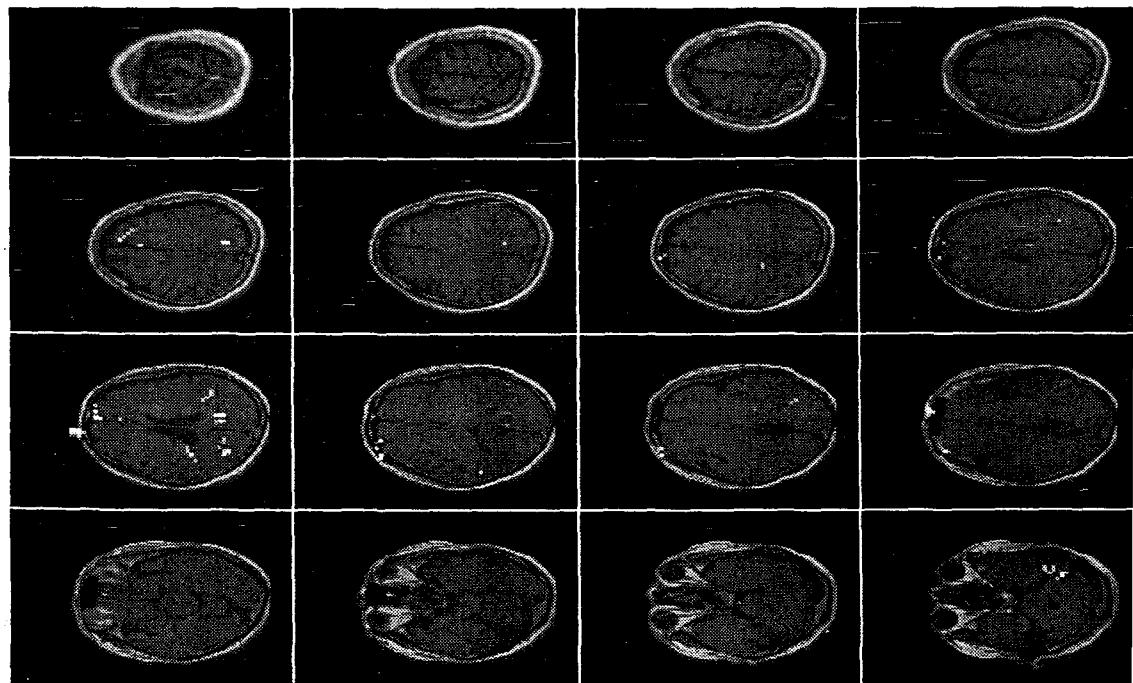


Fig. 17. he brain image of electric acupuncture stimmulation at Laogong(P8)

Table 5. The EAV index in before and after states when qiging master concentrates the qi

상태	경락	간	담	심	소장	심포	삼초	비	위	폐	대장	신	방광
초기상태 (무념상태)	우	58	53	59	60	57	55	53	55	59	54	53	56
	좌	55	52	52	57	50	56	55	59	55	55	54	58
발공상태	우	55	57	45	43	44	44	49	49	56	45	45	54
	좌	52	49	47	46	44	47	50	56	49	41	50	56

2. fMRI(functional Magnetic Resonance Image) 의 두뇌영상 변화

기공자의 단전, 인당, 노궁에 기 집중시와 전침 자극시 fMRI 두뇌영상을 촬영하였다(Fig. 14~17). fMRI 실험결과를 보면 기공자에 대하여 두뇌의 감각령을 자극하는 전침의 자극신호는 fMRI 영상으로 관측할 수 있었다. 그러나 동일인에 대하여 같은 실험 조건하에서 연속해서 실험하였지만 기공자의 기와 관련된 것으로 판단될 만한 분명한 두뇌기능영상 변화는 관측할 수 없었다.

3. EAV(Electro-Acupuncture according to Voll) 의 전기지수변화

3-1. 기공자의 EAV 전기지수변화

기공자가 무념상태에 있을 때와 발공할 때의 EAV를 측정하였고, 아래와 같은 EAV 지수값의 오행배속에 의한 평균, 백분율을 얻을 수 있었다 (Table 5-6).

기공자가 발공했을 때 EAV 지수값의 변화를 확인할 수 있었다. 손(手)에 있는 火行과 金行의 지수가 하강함을 볼 수 있었다. 곧, 표준편차가 상승하였고 EAV 지수값의 수경(手經)에 해당하는 火(심경, 심포경, 삼초경, 소장경)經과 金(폐),

Table 6. Five phase deviation of the EAV index in before and after states when qiging master concentrates the qi

상태 및 항목	오행배속		목경	화경	토경	금경	수경	계	표준편차
	간+담	심+소장+심포+삼초	비+위	폐+대장	신+방광				
초기상태 무념상태	우	평균지수값	55.5	57.75	54	56.5	54.5	278.25	
		백분율(%)	19.95	20.75	19.41	20.31	19.59		0.487499
		순위	3	1	5	2	4		
	좌	평균지수값	53.5	53.75	57	55	56	275.25	
		백분율(%)	19.44	19.53	20.71	19.98	20.35		0.48198
		순위	5	4	1	3	2		
발공상태	우	평균지수값	56	44	52.5	45	53	250.5	
		백분율(%)	22.36	17.56	20.96	19.96	21.16		1.891053
		순위	1	5	3	4	2		
	좌	평균지수값	50.5	46	53	45	53	247.5	
		백분율(%)	20.40	18.59	21.41	18.18	21.41		1.376112
		순위	3	4	1	5	1		
발공상태-초기상태 백분율(%)	우	2.41	-3.19	1.55	-2.34	1.57		1.40	
발공상태-초기상태 백분율(%)	좌	0.97	-0.94	-0.71	-1.80	1.07		0.894	

Table 7. The EAV index in before and after states of qi receiver

상태	경락	간	담	심	소장	심포	삼초	비	위	폐	대장	신	방광
기 받기전 상태	우	50	54	53	49	50	48	47	51	47	49	51	60
	좌	52	53	47	48	47	47	55	54	50	50	52	50
기 받은 후 상태	우	53	51	48	46	47	45	44	50	40	40	49	56
	좌	48	65	45	45	45	44	49	51	46	45	53	52

대장)經의 지수가 하강하였고, 족경(足經)의 평균지수값은 변화가 없었다.

3-2. 수공자의 EAV 전기지수변화

기공자 1인과 수공자 1인이 1조로 되어 실험을 실시하였다.

수공자가 기를 받았을 때 EAV 지수값을 측정하였다. 이때 기공자는 단전에 기를 집중하여 발공하였다. 실험후 기공자의 행공시 느낌과 수공자가 기를 받았을 때의 느낌을 기록하여 실험결

과와 비교하여 보았다.

수공자의 기 받기 전과 후의 EAV를 측정하였고, 아래와 같은 EAV 지수값의 오행배속에 의한 평균, 백분율을 얻을 수 있었다(Table 7~8).

수공자가 기를 받기 전과 기를 받은 후 EAV 지수값의 변화를 확인할 수 있었다.

EAV 지수값의 수경(手經)에 해당하는 火(심경, 심포경, 삼초경, 소장경)經과 金(폐, 대장)經의 지수가 하강하였고, 족경(足經)의 평균은 변화가 없었다. EAV 지수값에서 기공자와 수공자

Table 8. Five phase deviation of the EAV index in before and after states of qi receiver

상태 및 항목	오행배속		목경 간+담	화경 심+소장+심포+삼초		토경 비+위	금경 폐+대장	수경 신+방광	계	표준편차	
	우	좌		평균지수값	백분율(%)						
초기상태 무념상태	우	평균지수값	52	50	49	48	55.5	254.5			
		백분율(%)	20.43	19.65	19.25	18.86	21.81		1.042554		
		순위	2	3	4	5	1				
	좌	평균지수값	52.5	47.25	54.5	50	51	255.25			
		백분율(%)	20.57	18.51	21.35	19.59	19.98		0.9524189		
		순위	2	5	1	4	3				
발공상태	우	평균지수값	52	46.5	47	40	52.5	238			
		백분율(%)	21.85	19.54	19.75	16.81	22.06		1.9042469		
		순위	2	4	3	5	1				
	좌	평균지수값	56.5	44.75	50	45.5	52.5	249.25			
		백분율(%)	22.67	17.95	20.06	18.25	21.06		1.7598164		
		순위	1	5	3	4	2				
발공상태-초기상태 백분율(%)		우	1.42	-0.11	0.49	-2.05	0.25		0.86		
발공상태-초기상태 백분율(%)		좌	2.10	-0.56	1.29	-1.33	1.08		0.807		

사이의 동조현상을 관찰할 수 있었다.

4. SQUID(Superconducting Quantum Interference Device)의 미소자기장변화

4-1. 경혈(勞宮 · 印堂)의 미소자기장 변화

① 발공 전 · 중 · 후 노궁부위에서의 자기장 변화

기공자 3인의 발공 전·중·후 노궁부위에서의 자기장 변화를 측정한 결과는 다음과 같았다 (Fig. 18~26).

각 경혈점에서 측정한 거의 모든 신호들이 -1.0~2.5 pT 사이에 존재하였으며 같은 프로토콜에서 반복한 실험결과를 관찰하면 신호레벨의 요동폭은 ± 1.0 pT 정도의 오차가 존재한다고 보여진다. 사람과 측정점이 같으면 비슷한 경향이 있다. 곧, 기공자 각각의 노궁집중·노궁 측정의 신호는 노궁집중·단전측정의 신호와 노궁집중·인당측정의 신호는 유사하였다. 그러나 사람이 바뀌거나 측정경혈점이 달라지면 신호가 좀 달라지는 경향이 보였다.

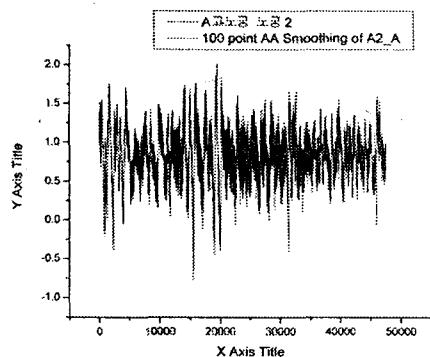


Fig. 18. The change of magnetic field of qigong master A
(concentrated qi at Laogong(P8)
-measured at Laogong(P8))

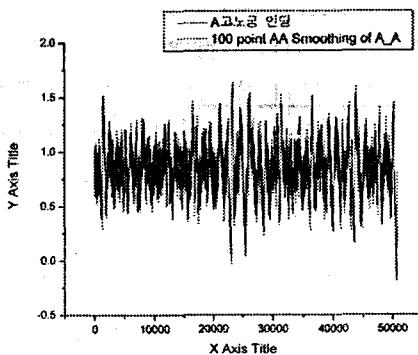


Fig. 19. The change of magnetic field of qigong master A
(concentrated qi at Yintang
-measured at Laogong(P8))

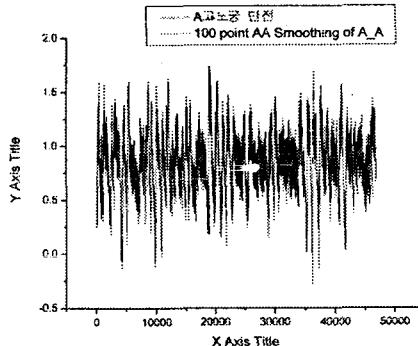


Fig. 20 The change of magnetic field of qigong master A
(concentrated qi at Qihai(CV6)
-measured at Laogong(P8))

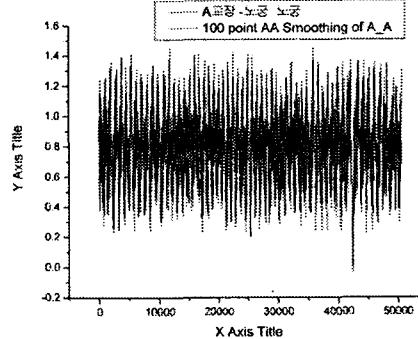


Fig. 21. The change of magnetic field of qigong master B
(concentrated qi at Laogong(P8)
-measured at Laogong(P8))

EEG, fMRI, EAV 및 SQUID裝置를 이용한 氣功現狀 测定

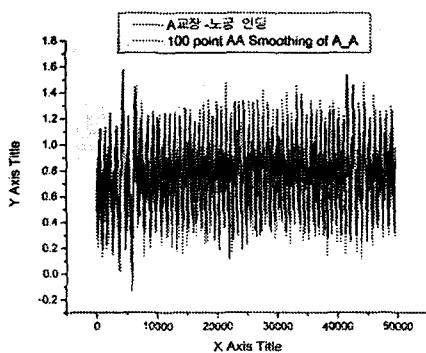


Fig. 22. The change of magnetic field of qigong master B
(concentrated qi at Yintang
-measured at Laogong(P8))

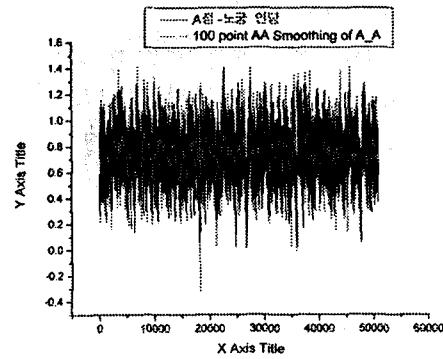


Fig. 25. The change of magnetic field of qigong master C
(concentrated qi at Yintang
-measured at Laogong(P8))

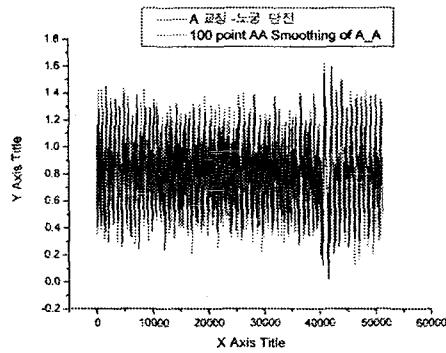


Fig. 23. The change of magnetic field of qigong master B
(concentrated qi at Qihai(CV6)
-measured at Laogong(P8))

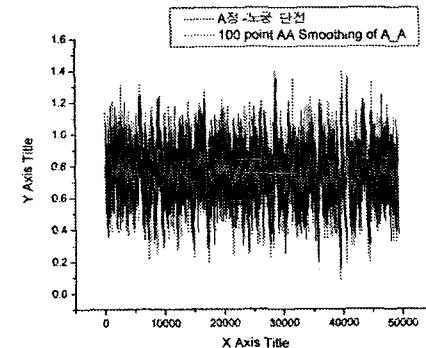


Fig. 26. The change of magnetic field of qigong master C
(concentrated qi at Qihai(CV6)
-measured at Laogong(P8))

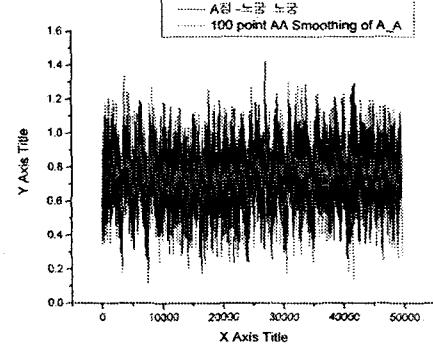


Fig. 24. The change of magnetic field of qigong master C
(concentrated qi at Laogong(P8)
-measured at Laogong(P8))

② 발공 전 · 중 · 후 인당부위에서의 자기장 변화

기공자 3인의 발공 전·중·후 인당부위에서의 자기장 변화를 측정한 결과는 다음과 같았다 (Fig. 27~35).

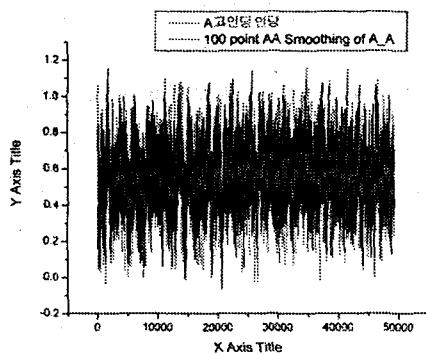


Fig. 27. The change of magnetic field of qigong master A
(concentrated qi at Yintang
- measurerd at Yintang)

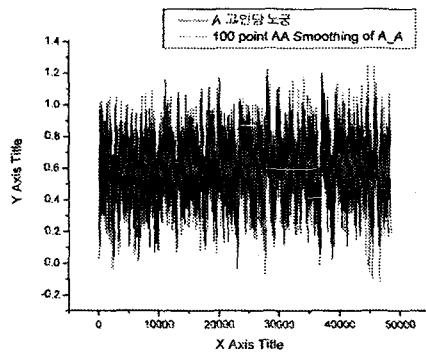


Fig. 28. The change of magnetic field of qigong master A
(concentrated qi at Laogong(P8)
-measurerd at Yintang)

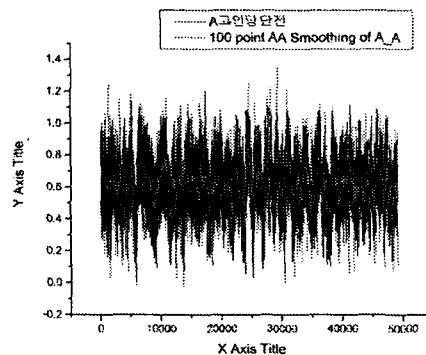


Fig. 29. The change of magnetic field of qigong master A
(concentrated qi at Qihai(CV6)
-measurerd at Yintang)

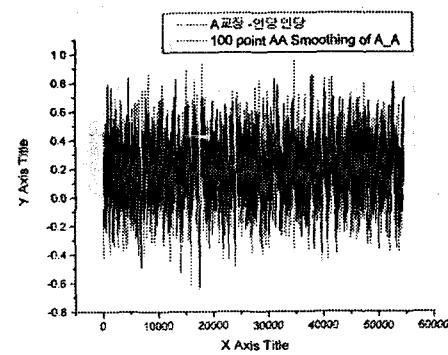


Fig. 30. The change of magnetic field of qigong master B
(concentrated qi at Yintang
- measurerd at Yintang)

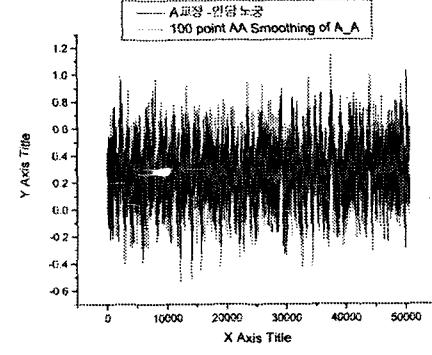


Fig. 31. The change of magnetic field of qigong master B
(concentrated qi at Laogong(P8)
-measurerd at Yintang)

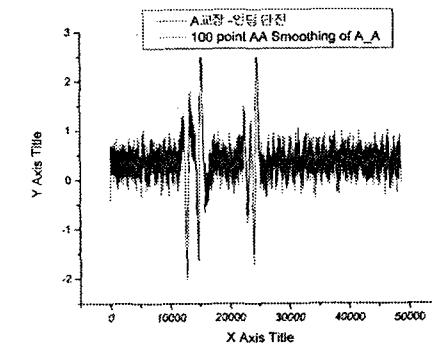


Fig. 32. The change of magnetic field of qigong master B
(concentrated qi at Qihai(CV6)
-measurerd at Yintang)

EEG, fMRI, EAV 및 SQUID裝置를 利用한 氣功現狀 測定

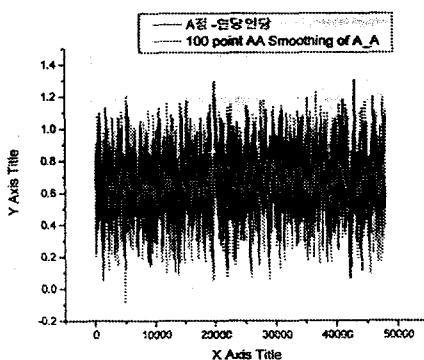


Fig. 33. The change of magnetic field of qigong master C
(concentrated qi at Yintang
-measured at Yintang)

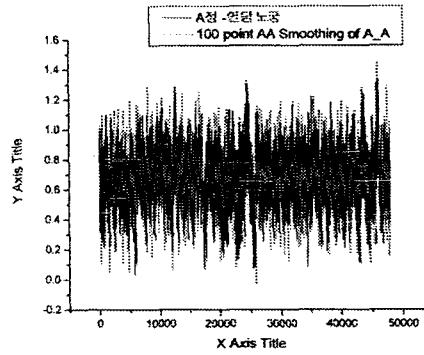


Fig. 34. The change of magnetic field of qigong master C
(concentrated qi at Laogong(P8)
-measured at Yintang)

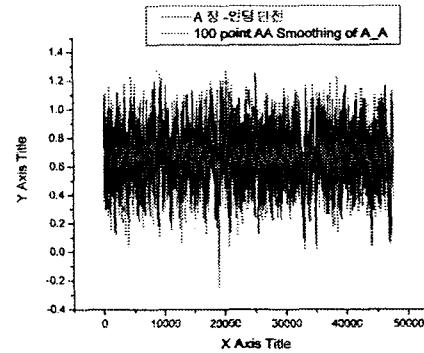


Fig. 35. The change of magnetic field of qigong master C
(concentrated qi at Qihai(CV6)
-measured at Yintang)

4-2. 심장에서의 미소자기장(심자도) 변화

① 일반인 발공 전과 발공 중의 미소자기장(심자도) 변화 상태

일반인의 발공 전과 발공 중의 심자도를 측정해 본 결과는 다음과 같았다(Fig. 36~51). 발공 전의 심자도 파형을 averaging한 결과 최고 peak는 34.78 pT이었고 최저 valley는 -11.29 pT로 기록되었으며, 발공 중의 심자도는 최고 peak 36.19 pT이었고 최저 valley -11.59 pT로 기록되었다. 심자도 파형의 Peak와 Valley의 차이가 크지 않으며 심자도의 형태가 거의 유사하였다.

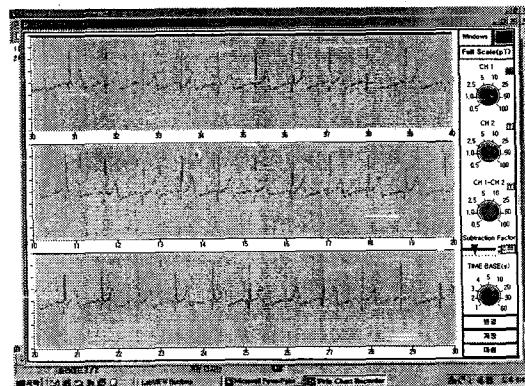


Fig. 36. MCG before Qi-Radiation of Ordinary person

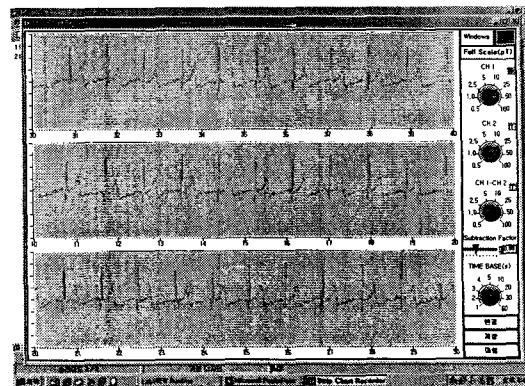


Fig. 37. MCG after Qi-Radiation of Ordinary person

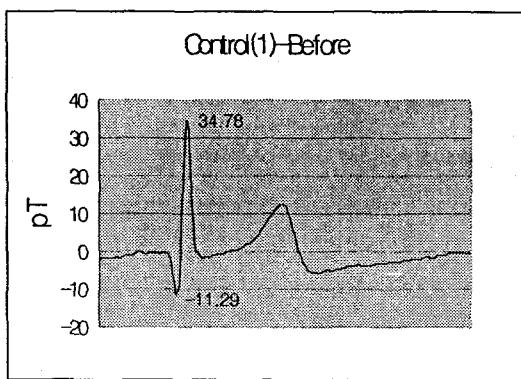


Fig. 38. MCG before Qi-Radiation of Odinary

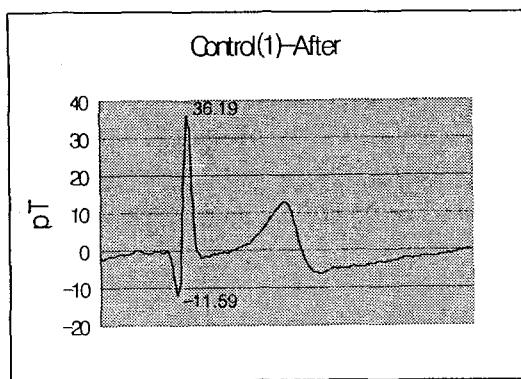


Fig. 39. MCG after Qi-Radiation of Odinary person

② 기공자의 발공 전과 발공 중의 미소자 기장(심자도) 변화 상태

기공자 3인의 발공 전과 발공 중의 심자도를 측정해 본 결과는 다음과 같았다(Fig. 40~51).

기공자1의 발공 전 심자도 파형을 averaging 한 결과 최고 peak는 21.03 pT이었고 최저 valley는 -6.58 pT로 기록되었으며, 발공 중의 심자도는 최고 peak 13.81 pT이었고 최저 valley -3.14 pT로 기록되었다.

기공자2의 발공 전 심자도 파형을 averaging 한 결과 최고 peak는 29.02 pT이었고 최저 valley는 -9.65 pT로 기록되었으며, 발공 중의

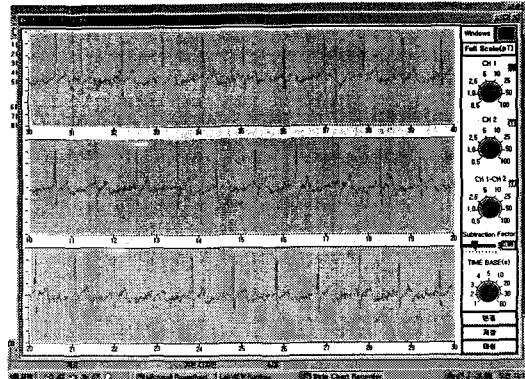


Fig. 40. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 1

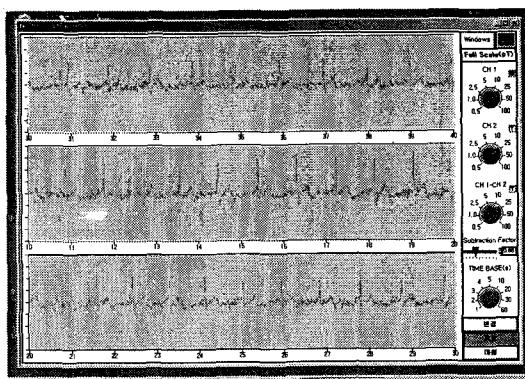


Fig. 41. MCG after Qi-Radiation of Qi-Kong Master 1

심자도는 최고 peak 25.01 pT이었고 최저 valley -7.93 pT로 기록되었다.

기공자3의 발공 전 심자도 파형을 averaging 한 결과 최고 peak는 28.30 pT이었고 최저 valley는 -7.63 pT로 기록되었으며, 발공 중의 심자도는 최고 peak 22.77 pT이었고 최저 valley -3.70 pT로 기록되었다.

기공자들의 발공 전과 발공 중의 심자도를 관찰한 결과 발공 전의 상태에 비해 발공 중 peak 와 valley의 폭이 현저히 감소하였음이 보였다. 또한 QRS파 중 S파 이후의 ST부근에서 파고치가 초기상태보다 현저히 감소됨이 보였으나 파형의 변화를 감별하기는 어려웠다.

EEG, fMRI, EAV 및 SQUID裝置를 이용한 氣功現狀 測定

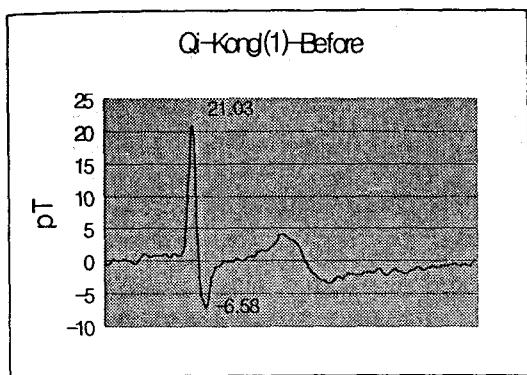


Fig. 42. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 1

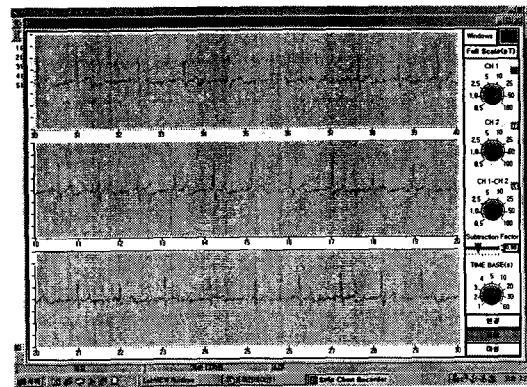


Fig. 45. MCG after Qi-Radiation of Qi-Kong Master 2

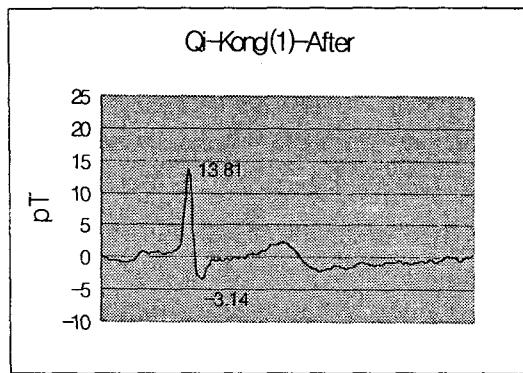


Fig. 43. MCG after Qi-Radiation of Qi-Kong Master 1

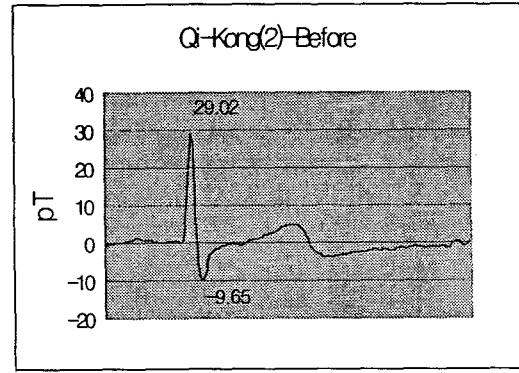


Fig. 46. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 2

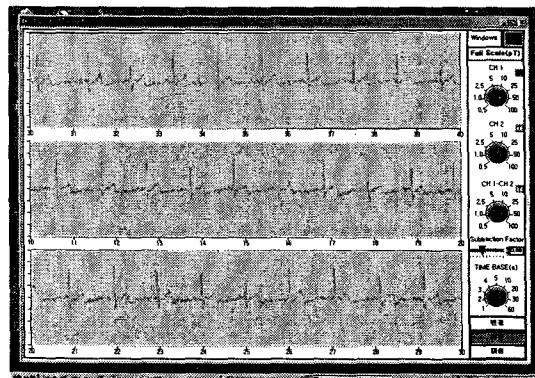


Fig. 44. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 2

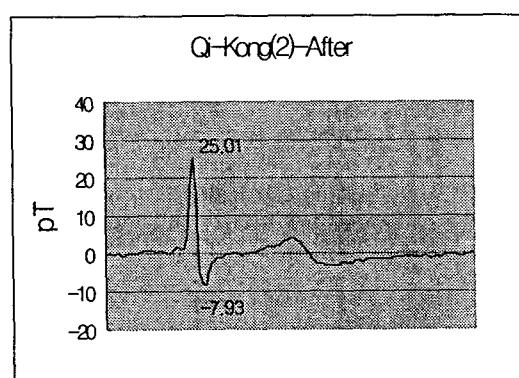


Fig. 47. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 2

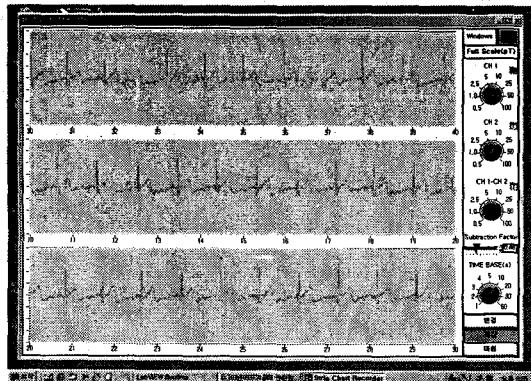


Fig. 48. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 3

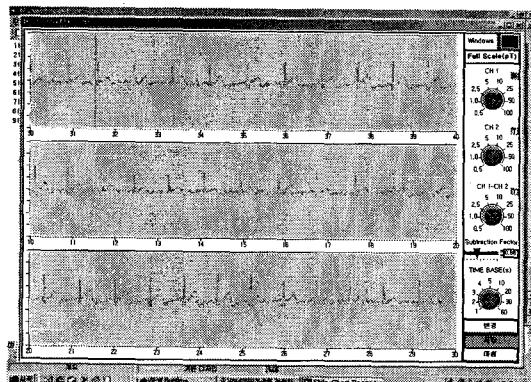


Fig. 49. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 3

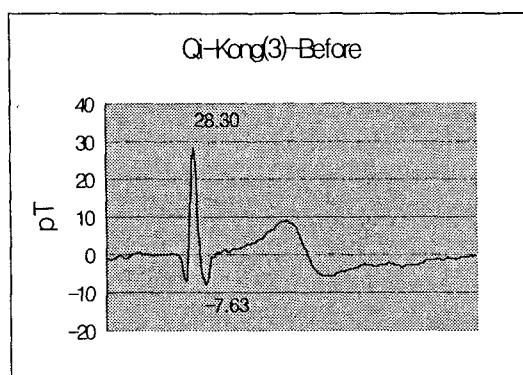


Fig. 50. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 3

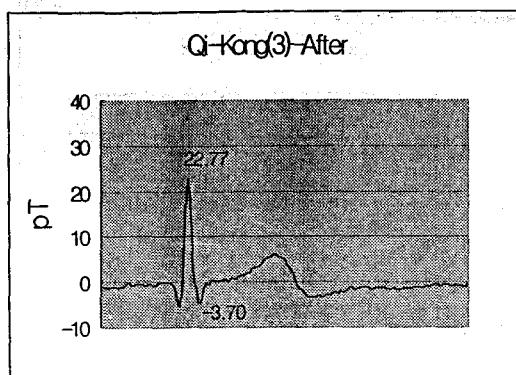


Fig. 51. MCG before Qi-Radiation of Qi-Kong Master 3

IV. 고 칠

본 연구에서는 氣功에 의한 생리적 변화를 파악하기 위하여 EEG(Electroencephalography)로 기공자 및 수공자의 뇌파 특징을 관찰하였고, fMRI (Functional Magnetic Resonance Image)로 기공자의 발공에 따른 두뇌작용을 측정하고 또한 침 시술에 따른 두뇌변화와 비교하였고, EAV(Electro-Acupuncture according to Voll)로 기공자 및 수공자의 EAV 지수값의 변화에 따른 각 경락별 지수변화를 분석하였고, 그리고 SQUID (Superconducting Quantum Interference Device)로 기공자의 발공 전증후의 경혈(勞宮, 印堂)에서의 변화 및 비기공자와 기공자의 심자도의 변화 등을 관찰하였다.

뇌파는 뇌세포간에 서로 주고 받는 신호의 전기적인 변화를 측정하는 것으로 실시간으로 두뇌 활동성과 활성도를 표현해 준다. 뇌파 측정은 뇌의 기능연구에 있어서 활용되고 있는 방법이다. 뇌의 활동상태에 따라 뇌파는 β -파(14-26 Hz), α -파(8-13 Hz), θ -파(4-8 Hz), δ -파(0-4 Hz)로 구분된다. β -파는 뇌가 활발하게 활동하고 있을 때 나타나며, α -파는 안정된 상태에서 나타난다. 그리고 θ -파는 깜빡깜빡 졸 때, δ -파

는 진폭이 큰 뇌파로 깊은 잠에 빠져 있을 때 나타난다. 기의 변화에 관하여는 α -파와 β -파를 주목하고 있다. α -파는 요가나 선, 명상 중에 나타나는데 마음이 편안하고 긴장이 이완되었을 때의 뇌파이다. 이 뇌파가 나타나고 있을 때 학습능력이 증진되고 직감력과 창조력이 발휘된다 고 알려져 있다¹²⁾. 기공자의 뇌파에는 α -파가 많이 나온다⁴⁾.

생체내의 뇌의 변화를 측정할 수 있는 장치인 뇌파장치로 기공자의 α , β -파 발현 여부 등을 기를 받은 수공자의 뇌파 특징 특히 동조현상을 관찰하려 하였다.

기공자 3인의 뇌파사례를 살펴본 결과 다음과 같은 특징을 확인할 수 있었다.

발공 상태로 진행됨에 따라 신호의 level이 현저히 감소하는 현상을 볼 수 있었다. 발공 상태 일 때에 보통 때 보다 녹색의 α -파 발현이 두드러짐을 볼 수 있었다.

기공자의 기를 받고 있는 수공자의 뇌파를 측정한 결과 다음과 같은 특징을 발견할 수 있었다. 수공자가 기공자의 기를 주입 받기 시작하면서 level이 점차 감소하는 현상과 보통 때 보다 녹색 α -파 발현이 두드러지는 현상을 나타내면서 기공자에게서 측정한 뇌파와 동조함을 볼 수 있었다. 그러나 기공자의 뇌파와 동조되지 않는 경우도 볼 수 있었다. 이런 경우로 보아 기를 받는 수공자의 뇌파변화는 각 수공자 상태에 의존적이라고 생각되어진다.

현재까지 fMRI를 이용한 실험들은 크게 일차 감각과 운동 영역에 관한 실험에서부터 고차적인 기능 영역에까지 이르고 있다. 좀더 자세히 살펴보면 시각 자극, 체성감각/운동 활동, 청각 자극을 통한 대뇌피질의 변화를 관찰하였으며, 고위 언어 조작에 의해 전두엽이나 예상할 수 있는 언어 연합령에서의 변화를 보고하였으며,

정신적인 변화나 상상 등이 일으키는 뇌의 미세한 반응들도 보고되었다^{13~15)}.

fMRI를 이용해서 감각피질의 활성을 가시화 하는 방법은 침자극과 두뇌기능 사이의 관계를 밝히는데 중요한 역할을 할 것으로 보인다. 어떤 감각 자극시 활성 대뇌 영역과 경혈을 자침했을 때의 변화 영역이 일치할 경우, 처음 주었던 자극의 종류와 경혈의 특성은 연관성을 갖는다고 추측할 수 있다¹⁶⁾.

fMRI 실험결과를 보면 기공자에 대하여 두뇌의 감각령을 자극하는 전침의 자극신호는 fMRI 영상으로 관측할 수 있었다. 그러나 동일인에 대하여 같은 실험 조건하에서 연속해서 실험하였지만 기공자의 기와 관련된 것으로 판단될 만한 분명한 두뇌기능영상 변화는 관측할 수 없었다.

EAV 탐침전극의 측정기전을 문헌에서 설명하는 바대로 정리하면 다음과 같이 요약할 수 있다. EAV 전극의 경우는 원통전극을 한 손에 쥐고 기준전극으로 하여 반대편 측정점에서 지름이 2~4mm정도의 반구형 탐침전극으로 압력을 가하면서 측정한다. 이 전극에서 측정을 위해 사용하는 바이어스전류는 약 10 μ A정도로 3가지 유형의 전극중 중간정도크기의 전류로 동작한다. EAV에 의한 측정방법은 능동적 방법이라 할 수 있는데 이 기기는 높은 내부저항에 의하여 10 μ A정도(생리적 전류 수준)의 전류를 흘릴 수 있는 전류원을 가진 측정기의 측정 전극을 통하여 양극(+)1.0V정도의 전위를 경혈에 인가 한다. 그러면 경혈은 이에 반응하여 서서히 음전하를 측정기의 양극에 흘려주는데, 이렇게 음전하가 흐르게 되면 측정기는 이 음전하의 흐름을 전류의 형태로 검출하게 된다.

어떤 측정기가 인체의 변화하는 신호를 포착하여 지시 기록하였다면 그것이 “기의 변화를 포착했다”라고 말할 수 있을 것이다. 경기가 조

직에 도달하여 근처의 생체 조직에 작용하여 결국 조직의 생리적 변화를 일으킨다면 그 점에서 측정되는 생리적 신호로써 우리에게 인지될 것이다. 이렇게 얻어진 신호들을 적절히 규격화하고, 의미를 부여하여 경기의 한 측면을 표현하는 지수로 나타낼 수 있다는 것이다. 이런 목적으로 주목되고 있는 기기의 하나가 EAV(Electro-Acupuncture according to Voll)이다. 인체에서 경기의 변동상태를 직접 감지하거나, 경기 변화와 최소한이라도 상관관계가 있는 어떤 생리신호정보를 측정한다는 것은 정량화할 수 있다는 이점이 있다. 지금까지 연구^{17~24)}에서 경락의 기를 잘 반영하는 지수로써 보고된 바로는 경혈에서의 EAV탐침에 의해 전기적으로 측정된 EAV지수이었다.

기공자에 대하여 무념상태(초기값)와 발공후의 EAV 지수값의 변화, 수공자가 기를 받은 후 수공자의 EAV 지수값의 변화에 따른 각 경락별 지수변화를 분석하여 기 흐름과의 상관성을 살펴보고자 하였다.

기공자가 발공했을 때 EAV 지수값의 변화를 확인할 수 있었다. 손에 있는 火行과 金行의 지수가 하강함을 볼 수 있었다. 곧, 표준편차가 상승하였고 EAV 지수값의 수경(手經)에 해당하는 火(심경, 심포경, 삼초경, 소장경)經과 金(폐, 대장)經의 지수가 하강하였고, 족경(足經)의 평균은 변화가 없었다. 기공자는 행공시에 단전위 부분에서의 행공이 위주였다. 즉 행공의 효과가 상체에만 있었을 것이라고 소견을 말하였다. EAV 지수의 결과값과 기공자 의 행공시 느낌이 서로 일맥상통함을 볼 수 있었다.

수공자가 기 받기 전과 기 받은 후 EAV 지수값의 변화를 확인할 수 있었다.

EAV 지수값의 수경(手經)에 해당하는 火(심경, 심포경, 삼초경, 소장경)經과 金(폐, 대장)經

의 지수가 하강하였고, 足經의 평균은 변화가 없었다. 수공자는 기 받은 후 단전에서 기운이(帶脈 주위) 맷혀서 아래로 내려가지 못하는 것을 느꼈다고 했다. 기공자는 기 주입시 기운을 조절하기 보다는 발공을 통한 기운을 전달하는데에 중점을 두었다고 하였고 “수공자의 자세상 단전 아래까지 발공의 효과가 미치지 못했을 것이다”라고 하였다. EAV 지수값에서 기공자 와 수공자 사이의 동조현상을 관찰할 수 있었다. EAV 지수의 결과값과 기공자와 수공자의 각각의 느낌이 서로 일맥상통을 볼 수 있었다.

이에 따라 기공의 효과는 신체 한 곳에 집중된다기 보다는 넓은 부위에 분산적으로 나타나는 것 같으며, 기를 집중하는 기공자의 의념과 그 효과가 발현되는 장소는 1:1 대응관계는 아닌 것으로 보인다.

최근 연구에서 氣와 微小磁氣場의 상관성이 알려지고 있으며, SQUID를 이용한 미소자기장 측정에 의하여 기의 변화되는 현상의 일부를 미소자기장의 변화로서 객관적으로 제시할 수 있다는 연구결과가 보고되고 있다^{10~25)}. SQUID는 극저온에서 초전도 상태가 발생하는 원리를 이용하여 인체 미소자기를 측정하는 기기로서 근래에 생리신호를 측정하는 기기로 적극 활용되고 있다^{26~28)}. SQUID를 이용한 생체자기 측정 기술은 비접촉·비파괴적이면서도 3차원적인 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있고 특히 뇌에 대해서는 X-ray, MRI, CT, 뇌전도 등 기존의 방법으로는 알 수 없는 정보를 제공하는 장점이 있어 이를 이용하여 생리적 변화를 측정하려는 연구가 계속 진행되고 있다^{29~32)}.

1991년 Armstrong 등²⁹⁾은 차폐시설이 없는 상태에서 flash를 터트린 후 시각영역의 자기장이 활성화됨을 SQUID를 통하여 관찰하였고, 1995년 Zhong³⁰⁾은 슴곡의 전침자극을 통해 대

뇌피질부위 중 jaw area에서 자기장이 활성화됨을 SQUID를 통하여 관찰하였으며, 1998년 李³¹⁾는 침자극으로 발생하는 인체자기장의 변화를 SQUID를 통하여 관찰한 바 특정한 經穴에 대한 침 자극이 대뇌 기능과 심장 기능에 일정한 영향이 있음을 보고하였고, 勞宮에서의 발공을 저주파로 측정한 결과 손에서 일정한 자장을 형성하고 있음을 관찰할 수 있다고 보고하였다. 2001년 최 등³²⁾은 오행에 배속된 오색 각각의 조사가 인체생리신호에 미치는 영향을 체계적으로 구명하고자 색을 조사하면서 심자도의 변화를 SQUID를 통하여 관찰하였고, 또 한편 기공을 수련한 피검자를 선발해 勞宮과 印堂부위에서 발공전·후의 미소자기장 변화를 측정하였는데 두 연구자들이 心磁圖에 대해서는 침자극이나 오색 조사 자극에 의하여 일정한 변화를 공통적으로 관찰할 수 있었으나 노궁, 인당에서 측정한 미소자기장 신호에 대해서는 서로 다른 보고를 하고 있다. 印堂부위에서의 자기장의 변화를 관찰해보면 이³¹⁾의 연구에서는 signal channel에서 1 pT의 펄스형태 자장신호가 관찰되었고, 최 등³²⁾의 실험에서는 발공전에 비해 발공후의 진동수가 크게 증가된 것을 확인할 수 있었다고 하였다. 勞宮부위에서의 자기장 변화를 관찰해 보면 이³¹⁾의 연구에서는 노궁에서의 발공을 저주파로 측정한 결과 손에서 일정한 자장을 형성하고 있음을 관찰할 수 있다고 했고, 최 등³²⁾의 연구에서는 발공전·후 자기장의 뚜렷한 변화 경향성을 파악하기 어려웠다고 했다.

2002년 장 등¹⁰⁾의 연구에서는 미소 자기장 측정에 의하여 기현상의 일면을 객관적으로 제시할 수 있는 방법을 확보하기 위하여 기공수련자에게 氣集中과 解除에 관한 적절한 프로토콜을 설정하여 印堂, 勞宮에서 발공 전·후의 미소자기장 변화를 SQUID를 이용하여 측정하였다. 측

정 결과 기를 집중하고 해제함에 따라 경혈 주위의 자기장 신호가 스위치로 개폐(on/off)되는 듯한 뚜렷한 변화를 발견할 수 있었다고 했다.

본 연구에서는 인체에서 발생하는 기현상의 일면을 SQUID로 측정한 인체 미소자기장을 통하여 객관적으로 제시할 수 있는 방법을 확보하고자 하였다. 이를 위하여 비기공자와 기공수련자의 심자도의 변화에 차이가 있는가? 아울러 기공자의 발공 전·중·후의 경혈점(인당, 노궁)에서는 어떠한 변화가 있는가? 등을 관찰하여 SQUID로 측정한 인체 미소자기장과 기의 상관관계를 연구한 결과를 이전에 진행된 SQUID 관련 연구^{10,32)}들을 바탕으로 고찰하고자 한다.

기공자 3인의 발공 전·중·후 경혈점(노궁·인당) 부위에서의 미소자기장 변화를 관찰한 결과는 다음과 같았다(Fig. 18~35).

각 경혈점에서 측정한 거의 모든 신호들이 -1.0~2.5 pT 사이에 존재하였으며 같은 프로토콜에서 반복한 측정신호를 살펴보면 신호레벨의 요동 폭은 ± 1.0 pT 정도의 오차가 존재한다고 보여진다. 사람과 측정점이 같으면 비슷한 경향이 있었다. 곧, 기공자 각각의 노궁/인당/단전 집중 상태에서 노궁/인당 측정의 신호는 서로 유사하였다. 그러나 사람이 바뀌거나 측정 경혈점이 달라지면 신호가 좀 달라지는 경향이 보였다.

본 실험에서 측정된 데이터를 바탕으로 기와 미소자기장과의 상관성을 고찰해보면 이전의 장 등¹⁰⁾의 연구 결과와 동일한 점과 함께 상이한 결과들도 관찰되었다.

동일한 결과로는 3분 동안 연속적으로 측정된 미소자기장의 신호들을 smoothing filter 처리한 SQUID파형을 분석해보면 펄스크기가 1~2 pT이고, 반복주기는 약 1~5초인 일련의 신호들이 관찰된다. 또, 3pT를 훨씬 넘는 신호들은 차폐실의 외부로부터 들어오는 잡음이다. 이 신호

들은 이³¹⁾와 최³²⁾의 연구에서도 지적된 바 있는데, 심자도와는 달리 노궁, 인당신호에서는 신호 크기가 작고 불규칙하여 averaging 기법을 사용할 수 없고, 측정시 발공중 손의 움직임도 영향을 미치는 등의 원인으로 신호 대 잡음비가 열악하고, 그 결과 연구자들도 서로 다른 의견을 말하고 있는 상황이다. 그러나 두 연구자들도 자장의 크기가 1~2 pT정도의 변동이 있다고 보고하는 점과 일치한다.

상이한 결과는 장 등¹⁰⁾의 연구에서는 기공자의 발공 전·중·후에 경혈주변 생체 자기장(Magnetic Signal around Acupoint; MASA) 변화를 3분 동안 측정한 결과 1~2 pT의 피크들이 그룹을 이루어 나타나는 것을 분명하게 볼 수 있었고 그룹을 형성한 그 피크열들이 기의 집중/해제에 따라 마치 스위치를 ON, Off 하듯이 아주 작아졌다가 다시 일정한 크기만큼으로 커지는 현상을 분명하게 관찰하게 되었다고 보고하였다. 본 실험에서는 기를 발공하고 해제하는 과정동안 경혈 주위에서의 자기장 신호가 개폐(ON-Off)되는 양상들이 관찰되지 않았다.

다른 결과가 관찰된 이유에 대해서 이전에 측정된 on/off되는 듯하게 관찰된 뚜렷한 변화가 측정시 피검자가 몸을 움직임에 따라 바닥에서 발생한 잡음일 가능성도 배제하지 않고 있으나 이 점에 대해서는 향후 반복 추시 실험을 계속하여 더 많은 사례의 축적이 필요하다고 사료된다. 또한 印堂에서의 자기장은 腦磁圖와 어느 정도 연관이 있을 것이라고 사료되며 계속하여 SQUID를 이용한 생리신호 측정실험을 진행하여 이를究明해야 할 것이다.

본 실험에서 기공자들의 발공 전과 발공 중의 심자도를 관찰한 결과 발공 전의 상태에 비해 발공 중 peak와 valley의 폭이 현저히 감소하였음이 보였다(Fig. 36~51). 또한 QRS파 중 S파

이후의 ST부근에서 파고치가 초기상태보다 현저히 감소됨이 보였으나 파형의 변화를 감별하기는 어려웠다.

맥파의 파고치는 사람의 체질과 성별, 나이에 따라 모두 다르다. 한사람을 측정할 때도 아마도 아침, 점심, 저녁에 따라 파고치가 다르게 나올 것이다. 그러나 측정한 기공자의 경우는 좀 다르다고 볼 수 있다. 발공 전과 후의 측정시간의 차가 많아 나지 않기 때문에, 파고치의 변화가 있었다고 평가할 수 있다. 더 확실한 것은 각 파고치의 평균과 표준편차를 구하면 정확하게 평가할 수 있을 것이나 이는 30사례이상의 연구결과가 축적되어야 가능할 것으로 사료된다.

심자도에서 보면 S, T파는 다음 탈분극을 하기 위한 재분극과정에서 일어난다. T파의 크기가 줄어드는 경우는 세가지정도로 생각해 볼 수 있다. 첫번째는 심박수가 줄어들면서 분극의 에너지가 시간적으로 분산되어 진폭들이 전체적으로 줄어드는 경우, 두번째는 호르몬이나 교감·부교감신경변화에 따른 칼륨전해농도의 이상에 의한 것, 세번째는 심장의 운동 혹은 조직 변화에 의한 재분극 벡터의 변화 등이다. 첫 번째 원인에 대해서는 일본에서 비슷한 실험을 하여 ‘기공에 의한 심박수저하’를 보고한 바 있다^{6,9)}. 본 실험결과에서는 심장 박동 수가 눈에 띄게 줄어들지 않는 것으로 보이므로 첫 번째 상황은 아닌 듯하고 두 번째 혹은 세 번째 상황을 고려해야 될 것으로 사료된다.

QRS중 S파 이후의 ST부근에서 파고치가 초기상태보다 감소된 것은 전체적으로 R피크가 줄어들어서 ST도 감소되었다고 사료된다. 이에 대한 분석은 QRS-ST 파고치의 상관관계를 통계적으로 처리하면 정확하게 평가할 수 있다고 사료된다. 다만 단순히 한번의 측정으로 ST 파고치의 변화로 발공후 신체의 변화로 보기에는

좀 무리가 있기 때문에 동일인을 1개월 동안 4~5번 정도 측정을 하는 것이 필요하다고 사료된다.

V. 결 론

氣功에 의한 생리적 변화를 파악하기 위하여 EEG, fMRI로 기공자의 발공에 따른 두뇌작용을 측정하고 또한 침 시술에 따른 두뇌변화와 비교하였고, EAV로 기공자 및 수공자의 EAV 지수값의 변화에 따른 각 경락별 지수변화를 분석하였고, 그리고 SQUID로 기공자의 발공 전·중·후의 경혈(勞宮, 印堂)에서의 변화 및 비기공자와 기공자의 심자도의 변화 등을 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. EEG로 측정한 뇌파신호 실험결과를 보면 기공자에서 뇌파신호의 전반적인 level 감소가 관측되었으며, α -파의 우세, 간헐적인 진폭이 큰 α -파의 발현 등이 관찰되었다.
2. fMRI로 측정한 두뇌영상 실험결과를 보면 기공자에 대하여 두뇌의 감각령을 자극하는 전침 자극신호는 fMRI 영상으로 관측할 수 있었다. 그러나 동일인에 대하여 같은 실험 조건하에서 연속해서 실험하였지만 기공상태에서 기와 관련된 변화는 뚜렷한 두뇌영상으로 관측하지 못하였다.
3. EAV로 측정한 전기지수 실험결과를 보면 기공자나 수공자에서 뚜렷한 변화가 있었으며, 기공자와 수공자 사이에는 手經이 함께 변화하는 동조, 교감하는 현상이 관측되었다.
4. SQUID로 측정한 미소자기장 실험결과를 보면 각 경혈점에서 측정한 거의 모든 신호들이 -1.0~2.5 pT 사이에 존재하였으며 신호레벨의 요동 폭은 ± 1.0 pT 정도의 오

차가 존재하였다.

5. 기공자가 발공한 상태에서의 심자도는 파형의 변화없이 S파 이후의 ST부근에서 파고치가 발공 전 상태보다 현저히 감소됨이 보였다.

참 고 문 헌

1. 대한동의생리학회편. 동의생리학. 경희대학교 출판국. 1993 ; 82~4.
2. 전국한의과대학 침구·경혈학교실 편저. 침구학 (하), 서울 : 집문당. 1994 : 1017.
3. 김준환, 안병상, 유영수. 기공단련의 인체생리 작용에 대한 현대과학적 연구 측면의 고찰. 대한기공의학회지. 1998 ; 2(2) : 51~70.
4. 김준환, 안병상, 유영수. 기공에 대한 과학적 연구 측면의 고찰. 대한기공의학회지. 1998 ; 2(1) : 211~38.
5. 이동현. 건강기공. 서울 : 정신세계사. 1998 : 47~51.
6. Mami KIDO, Kohei KUSHITA. Biophysical Measurements When Practicing Zen and Qi-gong by the same subject. 일본국제생명정보과학학회 일본국제생명정보과학회지. 1997 ; 15(1) : 191-9.
7. Kimiko KAWANO. EEG Changes with Progression of Qigong Practice. 일본국제생명정보과학학회 일본국제생명정보과학회지. 1998 ; 16(1) : 148-53.
8. Kimiko KAWANO, Mikio YAMAMOTO, Hideyuki KOKUBO. Annual Changes in EEG on Qigong Trainees. 일본국제생명정보과학학회 일본국제생명정보과학회지. 1998 ; 16(2) : 260-6.
9. Hideaki SAKAIDA, Hideyuki KOKUBO, Mikio YAMAMOTO, Masahiko HIRASA-

- WA. A Study with Various Simultaneous Measurements (VSM) on Physiological States Emitting Qi during Qigong. 일본국제생명정보과학학회 일본국제생명정보과학회지. 1998 ; 6(1) : 29~41.
10. 장경선, 최찬현, 정찬원, 이윤호, 윤유식, 소철호. 발공중인 기공자 경혈주위의 미소자기장 관찰. 동의생리병리학회지. 2002 ; 16(3) : 537~41.
 11. Wu Benjie, Li Gang, Wang Xiubi. The Study of Relationship between Magnrtic and Myoelectrical Signals of Human Body under Qigong State. 중국인과학학회 중국인체과학. 1995 ; 5(3) : 123-7.
 12. 윤상원, 홍순옥, 서용성, 김성일. 뇌파조절 효과를 이용한 학습능력 향상의 실증분석 연구. 제5회 한국정신과학학술대회. 1996.
 13. Arthur W, Toga John C, Mozziota. Brain mapping : The methods. California : Academic Press. 1996 : 223~52.
 14. S Ogawa, DW Tank, R Menon, JM Ellerman, S Kim, H Merkle, K Ugurbil. Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation : Funcitonal brain mapping using MRI, Proc Natl Acad Sci USA. 1992 ; 89 : 5951~52.
 15. S Ogawa, TM Lee. Magnetic resonance imaging of blood vessels at high fields : in vivo and in vitro measurements and image simulation. Magn Reson med. 1990 ; 16 : 9~18.
 16. 박종배, 박하준, 이해정. fMRI를 이용한 경혈 자극의 대뇌피질 활성변화에 관한 연구법 고찰 I. 대한침구학회지. 1997 ; 14(1) : 266~72.
 17. 장경선, 윤여충, 나창수, 소철호. 인체 생리신호 측정에 의한 기의 운행규율분석. 대한침구학회지. 1997 ; 14(1) : 347~60.
 18. 장경선, 정동주, 윤여충, 나창수, 소철호. 인체 생리신호측정장치를 활용한 기의 운행규율 분석(문헌적 고찰을 중심으로). 동의생리학회지. 1997 ; 12(1) : 107~33.
 19. 장경선, 나창수, 소철호. 경기탐지장치에 관한 연구. 동의생리학회지. 1996 ; 11(2) : 35~43.
 20. 장경선, 나창수, 소철호. 경기의 오행생극제화 규율에 관한 정량적 고찰. 대한한의학회동의생리학회지. 1996 ; 11(1) : 1~126.
 21. 장경선, 나창수, 소철호. 침자로 유발시킨 경기 변화의 기기적 측정가능성 연구. 대한침구학회지 ; 12(2) : 399~415.
 22. 장경선, 최정화, 진천식, 나창수, 소철호. 한방 기기로 측정한 생리신호의 오행생극제화규율적 해석. 한국한의학연구소논문집 1996 ; 2(1) : 84~103.
 23. 장경선, 나창수, 소철호. 경기탐지장치에 관한 연구. 동의생리학회지 1996 ; 11(2) : 35~43.
 24. 나창수, 장경선, 소철호. 경락생리신호 측정에 의한 침자 보사법의 분석(Ⅱ). 동의생리학회지. 1998 ; 13(1) : 1~10.
 25. 최찬현, 소철호, 장경선. SQUID를 활용한 생리신호 측정 방안에 관한 연구. 동의생리학회지. 2000 ; 15(2) : 27~36.
 26. 한국표준과학연구원. 과학기술부 주관 “양자 현상을 이용한 소자 및 측정기술개발”과제 (세부과제“초전도 양자소자 및 뇌자도 측정기술개발”) 최종보고서. 1999 : 15~20, 31~3.
 27. 한국표준과학연구원. “SQUID를 이용한 생체 자기 계측연구” 제3차년도 최종보고서. 1994 : 1~5.
 28. Takeuchi A, Watanabe K, Nomura M, Ishihara S, Sumi M, Murakami M, Saito K, Nakaya Y, Mori H. The P wave in the

EEG, fMRI, EAV 및 SQUID裝置를 利用한 氣功現狀 測定

- magnetocardiogram. J Electrocardiol. 1998 ; 21(2) : 161~7.
29. Armstrong RA, Slaven A, Harding GF. Visual evoked magnetic fields to flash and pattern in 100 normal subjects. Vision Res. 1991 ; 31(11) : 1859~64.
30. Zhong Le, Yang M SE. A neuromagnetic study of acupuncturing LI-4(HEGU). Acupuncture & Ecetro Therapeutics Res. 1995 ; 20 : 15~20.
31. 이해정. 생체자기계측에 의한 오수혈의 침자극 패턴 연구. 한의학연구원 98 최종보고서. 1998 : 1, 28~9, 33, 41, 46~7.
32. 최찬현, 장경선, 나창수, 소철호. 五色의 照射가 SQUID 심자도와 EAV 전기자수에 미치는 영향. 동의생리병리학회지. 2001 ; 15(1) : 125~35.