

論文2002-39TE-2-6

24채널의 양도락진단기를 이용한 경락의 우세방향에 따른 자기치료시스템에 관한 연구

(A Study on Magnetic Cure System Depending on Dominant Direction of Meridian using Yangdorak Diagnosis Machine with 24 Channels)

金炳華*, 李雨哲**, 韓權相***, 司空石鎭***,
安鉉植***, 金道鉉***

(Byoung-Hwa Kim, Woo-Cheol Lee, Gueon-Sang Han, Seok-Jin Sagong,
Hyun-Sik Ahn, and Do-Hyun Kim)

요 약

본 논문에서는 맥진기로 취득한 맥진 파형을 참고로 하여, 인체에 분포된 12경맥의 좌우 대표측정점의 임피던스를 24채널의 양도락 진단기를 이용해 측정하였다. 그리고 퍼지 논리에 따라 각 경락의 허실을 진단한 후, 경락의 유주방향(流注方向)에 순(보)하거나 반(사)하는 자기 자극을 가하여 맥파와 경락의 허실 정도가 어떻게 변화하는가를 연구하였으며, 궁극적으로는 진단과 동시에 자기 자극을 가하여 음양과 오행의 균형을 이루게 하는 자기치료 시스템에 관해 연구하였다. 자기 자극에서는 좌우 각 12경맥의 수족 대표측정점의 일정 부위에 방향과 시간을 가변할 수 있는 자기 자극기를 개발하여 이용하였다. 치료방법은 양도락 진단을 통하여 허와 실을 구분하고 난 뒤, 심하게 허한 양의 경락은 하향자극 조절을, 심하게 실한 양의 경락은 상향자극 조절을, 심하게 허한 음의 경락은 상향자극 조절을, 심하게 실한 음의 경락은 하향자극 조절을 할 수 있도록 PC에서 제어하도록 하였다.

Abstract

In this paper, with the reference of the pulse wave acquired by the pulse-checking device, it is measured the impedance on the key measuring points of the 12 kyungmaks of the human body's left and right by using 24-channels Yangdorak machine. Then, based on the Fuzzy theory, this study diagnosed the each meridian's strength and weakness. After that, both the strengthening and weakening stimulus of magnetic fields are applied to the dominant direction to find out how the degree of strength and weakness of the meridian changed. Ultimately, the magnetic therapy that can stimulate the magnetic field at the time of diagnosis and thereby balancing the interactive of five-system(O-hang) have been materialized. For the stimulation of magnetic fields, a stimulating device which can change the direction and time on a specific part of the key measuring points of

* 正會員, 東元大學 電子科

(Dept. of Electronics, Tongwon College)

** 正會員, 서울保健大學 醫療工學科

(Dept. of Bio-medical Engineering, Seoul health College)

*** 正會員, 國民大學校 電子工學部

(Dept. of Electronics Engineering, Kook-Min Univ).

※ 이 논문은 (1998)년 한국학술진흥재단의 학술연구비에 의하여 지원되었음

接受日字:2001年8月31日, 수정완료일:2002年6月17日

the limbs of 24 kyungmaks have been developed and used. The therapeutic methods are as follows. First, the strength and weakness of the meridian have been determined. Second, both the extremely weak meridian of Yin(Shade) and Yang(Shine), and the extremely strong meridian of Yin and Yang were adjusted by applying appropriate ascending and descending stimuli respectively. All these adjusting processes can now be carried out automatically on a personal computer(PC).

I. 서론

동양의학의 기본이론인 경락학설(經絡學說)은 수천년 이래 중국고대 의가들의 장기간의 침자치료에 의한 진료 실천과정에서 반복되는 관찰과 경험을 통하여 인체의 생리기능, 병리반응과 인체의 체표와 내장의 각종 연계규율에 대한 인식을 총괄함으로써 그 개념이 형성되고 이론이 성립되었다^[1]. 그 동안 한의학계와 공학계에서 일련의 한방 진단의 객관화와 경락의 실체를 규명하기 위하여 여러 방면에 걸쳐 다각적인 연구가 이루어졌다. 최근 한국한의학연구소에서는 경락의 생체신호정보를 전기적으로 측정하고 경맥간의 정량적 비교를 통해서 각 경락의 특징을 전기적인 측정지표로 밝혀 경락 전체의 상호관계를 규명하려고 시도^[2]하였으며, 경락에 관계된 국외의 연구논문과 문헌을 편역^[3-5]하는 등 지속적인 연구결과를 발표하고 있는 추세이다. 그리고 한국한의학 연구원에서는 경락 연구의 현재와 미래라는 제목으로 경락에서의 전위 특성에 관한 연구, 경혈의 저항 특성, 경기 탐지 장치의 연구, 경락 지하수학설에 관한 객관화 연구, 합곡 자침이 면부의 구역별 온도 변화에 미치는 영향, 오행수화에 의한 기의 운행규율 평가, 십이 모혈의 탄력지수를 이용한 경락의 허실연구, 경락의 광학적 특성에 관한 연구 등에 관여 연구발표^[6]에 박차를 가하고 있다.

그런데 이상의 여러 연구들은 여러 복잡한 분석단계를 거쳐 신호패턴을 인식하거나, 생체신호를 단순히 정량화하고 시각화 및 객관화하려는 연구에 그쳤을 뿐 경락의 상태를 실시간 진단하고, 또 즉시 치료하였을 때 경락의 상태변화를 종합적으로 파악하는데는 역부족이다. 또 현재 사용되고 있는 양도락진단기에서의 개선점은 손에 측정 도자를 잡고 해당 경맥의 대표측정점간의 전류나 전압을 측정하고 측정점을 옮겨가며 반복하기 때문에 12경맥 전체를 진단하는데 매우 번거롭

고 시간이 많이 걸리며, 또 측정시마다 도자를 잡는 힘과 접촉면적이 일정하지 않아 측정값이 바뀌어 재현성이 부족하다는 점이였다. 따라서 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서는 전극의 부착 등 어려움이 있으나 맥진기로 취득한 맥진 파형을 참고로 하여, 인체에 분포된 12경맥의 좌우 대표측정점의 임피던스를 24채널의 양도락 진단기를 이용해 측정하고, 퍼지 논리에 따라 각 경락의 허실을 진단한 후, 경락의 유주방향에 순(보)하거나 반(사)하는 자기 자극을 가하여 맥파와 경락의 허실정도가 어떻게 변화하는가를 연구하며, 궁극적으로는 진단과 동시에 자기 자극을 가하여 음양과 오행의 균형을 이루게 하는 자기치료 시스템에 관해 연구하였다.

II. 양도락 진단

양도락(養導絡)이라는 것은 경락의 주로(主路)에 해당하는 부분을 다른 부분과 비교해서 피부전기저항이 적고, 통전하였을 때 전기가 잘 통하는 길이라는 것으로서 양도락이라 명명하였다. 양도점이 질환 등에 의해서 특히 전류가 통하기 쉽게 될 경우 반응양도점이라 부른다. 양도락에는 흥분상태, 정상상태(생리적 범위의 상태) 및 억제상태의 3가지가 있다. 양도락에서는 전기저항의 양부(良否)에 의해서 신체의 이상유무를 진단한다. 한 경맥에서 좌우 현저한 격차가 있거나 둘 다 생리적 범위를 벗어나는 경우를 이상이라고 본다.

양도락 명칭은 6개의 수경(HAND)과 6개의 족경(FOOT) 모두 12개의 경맥으로 분류하며, 그 대표측정점은 좌측 12개소, 우측 12개소로서 모두 24개소이며, 좌측과 우측의 측정점은 똑 같다^[7]. 경락에 이상이 있을 때 흥분점은 억제하여야 하고, 억제점은 흥분시켜야 한다^[8].

생체 전기에너지의 입장에서 볼 때 건강한 유기체라 함은 바로 각 기관에 함유된 전기에너지가 매우 고른

것을 의미하며 건강적인 생리요소의 기본요소는 에너지 계통의 정상과 평형에 달려 있다고 하였다. 즉 건강한 기관은 에너지의 생산과 소모가 평형을 이루고 있다는 뜻이다. 이러한 생체전류의 평형 현상을 이해한다면 당연히 조기진단이 가능하고 나아가 예방진단이 가능하며 별개 개개의 기관이나 일부 기관, 심지어 인체의 생명에서 병이 발생하기 전에 조절하면 조기치료 역시 가능할 것이다^[9].

그림 1은 수경의 대표측정점, 정혈(井穴) 및 유주방향이고 그림 2는 족경의 대표측정점, 정혈 및 유주방향이다. 여기서 큰 원으로 표시된 부분은 대표측정점(원혈)이고, 작은 원으로 표시된 부분은 정혈이다.

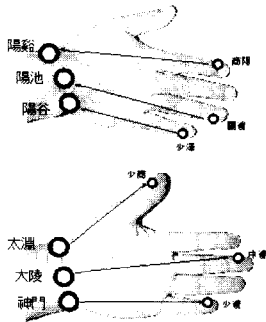


그림 1. 수경의 대표측정점, 정혈 및 유주방향
Fig. 1. Representative measuring point of hand meridian, junghyul and dominant direction.

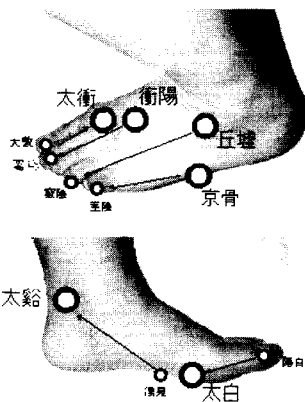


그림 2. 족경의 대표측정점, 정혈 및 유주방향
Fig. 2. Representative measuring point of foot meridian, junghyul and dominant direction.

III. 시스템의 구성

전체 시스템의 구성은 그림 3과 같다.

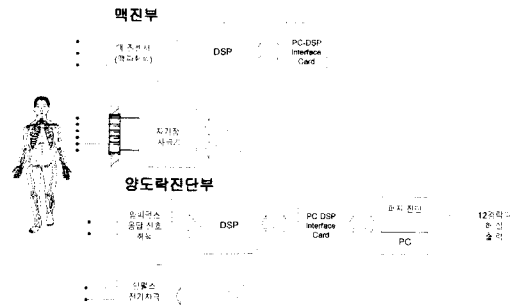


그림 3. 전체 시스템의 구성
Fig. 3. The configuration of total system.

시스템은 크게 나누어 양도락 진단부, 맥진부, DSP부, PC-DSP I/F부와 자기장 자극부로 구분된다. 먼저 맥진센서를 통하여 촌관척 좌우 6곳의 맥파를 화면에 나타내어 양도락 진단시 참고로 하고, 인체에 전기자극을 인가하여 임피던스 응답신호를 취득한다. 여기서 촌관척이란 맥진시 사람의 요골결상돌기의 내측 박동부에 검진하는 사람의 중지를 대고 완관절 횡문상의 박동부에 시지를 대며, 정상돌기 보다 윗 자리에 환지를 대는데 이 세곳을 말한다. 촌관척에서 맥파를 취득하는 이유는 촌관척이 인체 내부의 기혈과 장부의 상태를 맥이 뛰는 다른 곳보다 더 잘 나타낸다고 보기 때문이다. 인체를 구성하는 피부, 혈액, 근육, 조직 등 인체의 서로 다른 부분들은 인체를 통해 흐르는 전류에 대하여 저항 성분과 정전용량 성분으로 구성된 특정한 임피던스값을 나타낸다. 본 논문에서는 각 경맥의 상태를 파악하기 위해 임피던스 값을 이용하였다. 다음은 퍼지 알고리즘을 이용하여 경락의 허실을 진단하고 도식으로 출력한다. 이때 허실에 정도에 따라 자동/수동으로 자기장 자극기를 구동시켜 보사치료를 행하도록 한다. 시스템의 세부 사항은 아래와 같다.

양도락 진단을 하기 전에 먼저 그림 4와 같이 은판 1은 복부에 있는 중완 직하에, 은판 2는 대표측정점에서 손발끝 2cm 지점에 붙여 260 μ Sec의 Duration으로 약 10[V]의 직류를 인가하는데 개수는 경맥당 2개로 전체 48개이다. 그리고 일렉트로드 1은 복부에 있는 중완에 GND로 위치시키고 일렉트로드 2는 대표측정점에 위치시켜 일렉트로드 양단에서 전기신호의 응답을 측정한다. 여기서 260 μ Sec의 Duration으로 자극하는 이유는 크기가 크며 빠른 전도속도를 갖는 감각신경은 흥분시키지만 크기가 작은 통증섬유나 주위의 근육은 흥분시키지 못하므로 자극에 의한 잡음신호를 감소시

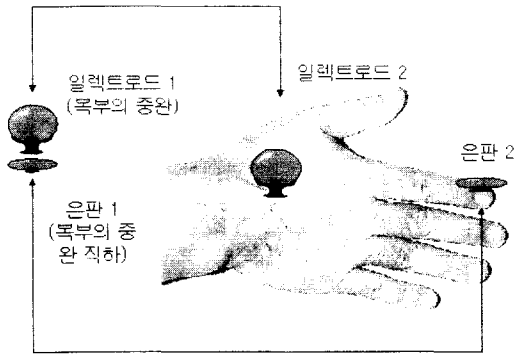


그림 4. 전기자극과 신호취득
Fig. 4. Electrical stimulation and signal acquisition.

키기 위해서이고, 10[V]의 직류를 인가한 이유는 10[V]보다 적을 경우에는 응답신호가 잘 취득되지 않았기 때문이다.

양도락 시스템의 구성은 그림 5와 같이 PC 1set (Pentium), PC 확장 card(slot) 1set, PC-DSP I/F Card 1set, DSP Card 1set, 양도락 Card 4 set.으로 구성된다.

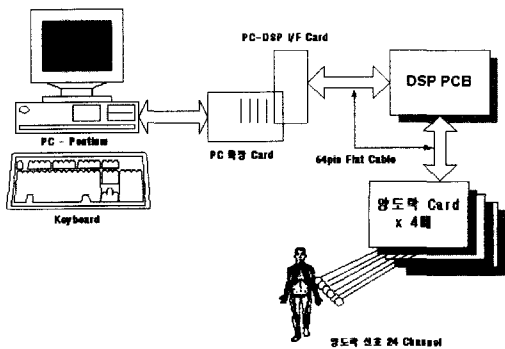


그림 5. 양도락 시스템의 구성
Fig. 5. The configuration of Yangdorak system.

양도락 PCB는 그림 6과 같이 DSP PCB에 신호를 전송할 수 있는 64 pin connector 2개를 이용하여 백보드와 신호전송을 할 수 있게 하였으며 백보드를 통하여 DSP PCB와 연결된다. 각 PCB는 양도락 신호를 추출하기 위하여 Analog Devices사의 8채널 12bit A/D converter AD7891AS-1을 1개 사용하였다. 이 A/D converter는 6개의 analog 양도락 신호를 DSP PCB에 전달할 수 있는 디지털 신호로 변환한다. 각 양도락 신호는 4 pin 커넥터를 통하여 입력되며 노이즈를 방지하기 위하여 입력되는 주기적인 신호를 추출하여 이를 신호원에 부귀환시켜서 노이즈를 제거하는 회로를 부

가하였다. 입력된 양도락 신호는 버 부라운사의 IC INA102에서 1,000배로 초단증폭이 되도록 하였으며 그 출력은 역시 버 부라운사의 PGA102에 입력된다. PGA102는 analog 신호를 프로그래밍에 의해 증폭비를 1배, 10배, 100배로 자유자재로 가변할 수 있는 특징을 지닌 IC이다. 이 신호는 환자의 안전을 위하여 전원과 isolation되어야 하므로 isolation OP-AMP인 ISO122를 통하여 전원분리된 신호로 A/D converter에 연결된다. 또한 컨트롤 보드와 시스템의 측정 보드와의 전원을 분리하기 위하여 입력이 5[V]이고 출력도 5[V]인 DC-DC converter를 사용하여 환자의 안전을 최대한 고려한 양도락신호 검출 PCB로 설계/ 제작하였다.

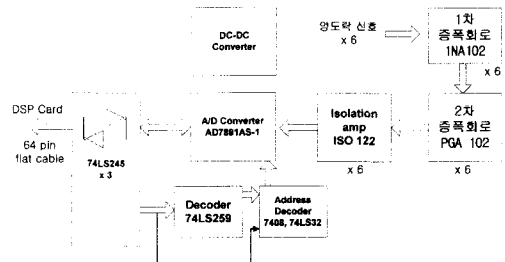


그림 6. 양도락 Card의 PCB 구성도
Fig. 6. PCB block diagram of Yangdorak card.

양도락 신호 증폭회로는 그림 7과 같고 한 개의 양도락 card당 6개의 신호를 처리할 수 있도록 설계하였다. 양도락 신호는 수 μV 에서 수백 μV 의 미약한 신호이므로 A/D converter가 변환할 수 있는 신호 level인 수 V의 전압을 얻기 위하여 수만 배의 증폭율을 필요로 한다. 때문에 초단 증폭은 1,000배로 하고 둘째단 증폭은 신호 크기에 따라서 증폭도를 가변할 수 있게 하였다.

전기자극기는 가변저항으로 인가하는 전압을 조절할 수 있도록 제작하였다. 그림 8은 전기자극기의 회로도

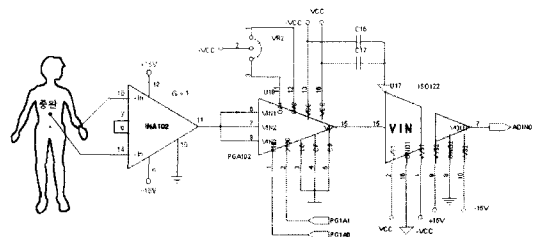


그림 7. 양도락 신호 증폭 회로
Fig. 7. Amplification circuit of Yangdorak signal.

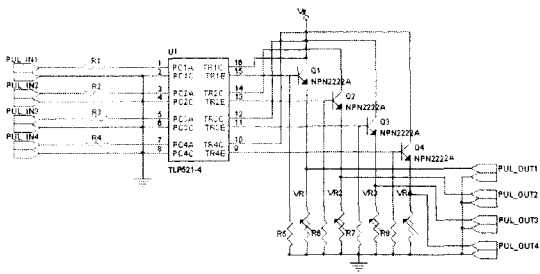


그림 8. 전기자극기의 회로도
Fig. 8. Circuit of electrical stimulation pact.

이다. DSP에서 해당 채널에 전압을 인가하라는 신호가 오면 전기자극기는 직류 전지에서 10[V]를 인체의 일정 부위에 인가하게 된다.

IV. Fuzzy 논리에 의한 기본 진단

구체적인 진단과정은 그림 9와 같다.

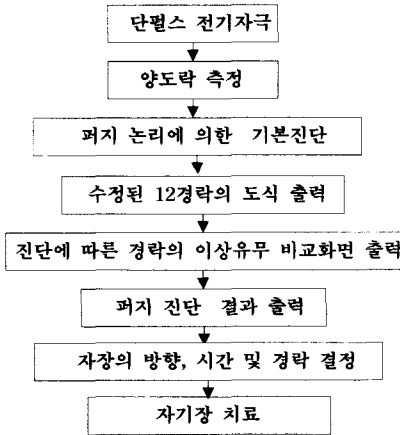


그림 9. 진단 순서도
Fig. 9. Flowchart of diagnosis.

양도락 진단과정을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

- 1) 전기 자극기로 260 μSec, 10[V]의 단펄스를 12경맥에 인가한다.
- 2) 일렉트로드 두 곳에서 응답신호를 취득하여 유의성 있는 파라미터를 계산하여 각 경맥의 허실치를 결정한다.

양도락 측정에서는 보통 두 가지의 진단기준이 있는데, 첫째는 다른 측정값보다 크게 벗어난 것을 제외한 측정값의 평균값보다 20%가 많으면 실증으로, 20%가

적으면 허증으로 진단하고 둘째는 좌우가 심하게 차이나면 병증이 심하다고 진단한다. 본 연구의 퍼지진단시 입력은 24개의 전처리된 {(측정값-평균값)/평균값}인 V와 12개의 좌우 배수치 M이고, 출력은 좌우 24개 경맥의 허실 정도 G이다. 본 진단에서는 퍼지화(Fuzzification) 방법으로는 Nonsingleton 방법을, 퍼지추론(Fuzzy Inference) 방법으로는 Min-Max 방법을, 비퍼지화(Defuzzification) 방법으로는 무게중심법을 이용한다^[10-11].

입력 V의 적합도 함수의 형태는 그림 10과 같고, 언어 변수는 표 1과 같다. 여기서 μ(V)는 V에 관한 적합도 함수값이다.

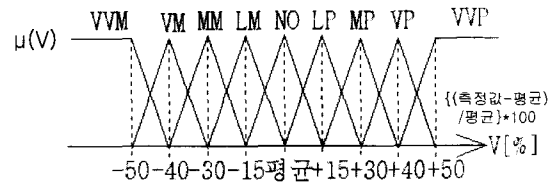


그림 10. 입력 V의 적합도 함수
Fig. 10. Membership function of input V.

표 1. 입력 V의 언어변수 집합
Table 1. Linguistic set of input V.

VVP	Very Very Plus, 최대로 실함
VP	Very Plus, 대단히 실함
MP	Middle Plus, 중정도 실함
LP	Little Plus, 약간 실함
NO	Normal, 정상
LM	Little Minus, 약간 허함
MM	Middle Minus, 중정도 허함
VM	Very Minus, 대단히 허함
VVM	Very Very Minus, 최대로 허함

입력 M의 적합도 함수의 형태는 그림 11과 같고, 언어 변수는 표 2와 같다. 여기서 μ(M)는 M에 관한 적합도 함수값이다.

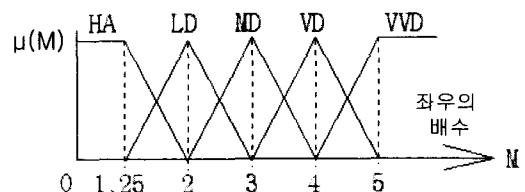


그림 11. 입력 M의 적합도 함수
Fig. 11. Membership function of input M.

표 2. 입력 M의 언어변수 집합
Table 2. Linguistic Set of input M.

HA	Harmony, 조화로운
LD	Little Disharmony, 약간 부조화함
MD	Middle Disharmony, 중정도 부조화함
VD	Very Disharmony, 대단히 부조화함
VVD	Very Very Disharmony, 최대로 부조화함

또 출력 G의 적합도 함수의 형태는 그림 12와 같고, 언어 변수는 표 3과 같다. 여기서 $\mu(G)$ 는 G에 관한 적합도 함수값이다.

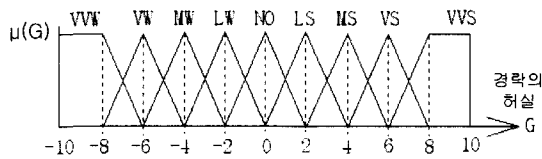


그림 12. 출력 G의 적합도 함수
Fig. 12. Membership function of output G.

표 3. 출력 G의 언어집합
Table 3. Linguistic Set of input G.

VVS	Very Very Strong, 최대로 실험
VS	Very Strong, 대단히 실험
MS	Middle Strong, 중정도 실험
LS	Little Strong, 약간 실험
NO	Normal, 정상
LW	Little Weak, 약간 허함
MW	Middle Weak, 중정도 허함
VW	Very Weak, 대단히 허함
VVW	Very Very Weak, 최대로 허함

퍼지 진단에 사용된 규칙들은 표 4와 같다. 이 규칙은 각 경막의 측정값이 평균값에서 많이 벗어나거나 좌우 측정값의 비가 크면 클수록 실험(Strong)하거나 허(Weak)하다는 결과가 나오도록 정하였다.

퍼지진단의 룰 테이블에 의하여 퍼지진단 결과를 출

표 4. 퍼지 진단의 룰 테이블
Table 4. Rule table of fuzzy diagnosis.

MV	VVP	VP	MP	LP	NO	LM	MM	VM	VVM
HA	VS	LS	NO	NO	NO	NO	NO	LW	VW
LD	VS	MS	LS	NO	NO	NO	LW	MW	VW
MD	VVS	VS	MS	MS	NO	MW	MW	VW	VVW
VD	VVS	VVS	VS	MS	NO	MW	VW	VW	VVW
VVD	VVS	VVS	VS	VS	NO	VW	VW	VVW	VVW

력한 후 허실치 20을 최대값으로 하여 수정된 퍼지진단 결과를 도식으로 출력하고 표로 나타낸다. 이때 진단결과에 따라 자기장 자극기의 시간과 방향, 경막을 결정하여 자기장 자극기에 자극을 주도록 명령하게 된다.

본 논문에서는 양도락카드 4매, 맥진카드 1매, 전기자극 제어카드 1매, 자기장 자극 제어카드 1매 총 7매의 카드가 사용되고 입출력 포트가 100개 이상 되는데다가 필터링 등의 고속연산을 행하여야 하므로 자체적으로 DSP 카드를 제작하였다.

양도락 신호를 디지털 필터링 처리하여 PC-I/F 카드를 통하여 IBM PC에 신호를 전달하는 DSP PCB는 32bit floating연산이 가능한 TI사(미국)의 TMS 320c32 (50MHz)를 사용하여 설계하였고, 전력 노이즈를 고려하여 4층 PCB로 제작하였으며, PC 슬롯 타입이 아닌 Stand Alone 타입으로 컴팩트하게 제작하였다. 또한 백보드와 신호전송을 위하여 64 pin 커넥터 2개를 사용하여 백보드와 신호전송을 할 수 있게 하였으며 백보드와 양도락 PCB 4개가 역시 64 pin 커넥터 2개로 연결되어 DSP PCB가 제어될 수 있게 하였다.

PC-DSP I/F는 PC의 Interface를 위한 buffer부, DSP의 Interface를 위한 buffer부, Dual Port RAM (M66222FP)부 등으로 나누어져 있다. Dual port RAM은 DSP에서 PC쪽으로 128 byte의 data를 보낼 수 있다. 정보 전송의 고속화를 위해서 serial 전송보다 parallel 전송이 유리하므로 parallel 전송을 하고 DSP 카드와는 백보드를 통하여 40 pin flat cable로 연결되고 PC와는 PC 확장 카드(5 slot)를 통하여 Interface된다.

자기장 자극부에서는 맥진의 결과를 참고로 하여 1) 환자의 경험에 입각한 보사 방법에 따라 자기장 자극기를 수동으로 方向과 ON/OFF를 설정하여 치료에 임할 수도 있고, 2) 양도락 진단시 마찬가지로 결정된 설정 상태를 수정하여 자기장 자극을 가할 수 있도록 하였다. 이는 맥진한 결과 어느 경막의 허실에 대한 정보가 매우 확실하다면 이 정보가 양도락 진단의 파라미터로 작용해야 하는 것이 바람직하다고 보는 견지에서 이렇게 하였다. 또 자기 치료를 행한 후 다시 맥진의 결과를 비교하여 양도락 진단의 파라미터를 변경해 볼 수 있도록 하였다.

그림 13은 자기장 자극기의 회로도이다.

자극의 방향을 설정할 수 있도록 하기 위해 도시바

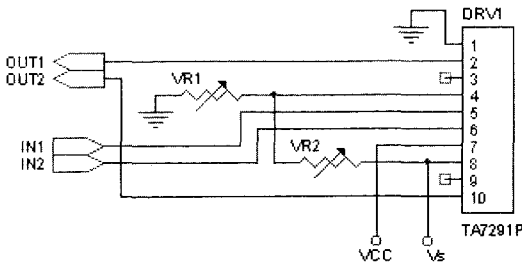


그림 13. 자기장 자극기의 회로도
Fig. 13. Circuit of magnetic stimulus pack.

사의 TA7291을 이용하였다. TA7291의 자극의 배치는 단극식, 양극식 및 상향자류(혹은 하향자류) 배치가 있다. 단극식은 활성자극(크기 소)과 분산자극(크기 대)을 이용해 치료하는 방법으로 활성자극은 보통 S극을 사용하여 운동점 위에 배치하고 분산전극은 운동에 장애가 없는 부위에 배치한다. 단극식은 보통 단일극을 자극할 때 많이 이용된다^[12].

자기장 자극에서는 기존의 일반적인 자류배치법을 지양하고, 좌우 24경맥의 수족 말단부 부위에 긴 페라이트 철심이 들은 24[V]용 솔레노이드를 부착하여 PC로 방향과 시간을 조정하도록 하였다. 그림 14는 자기장 자극기를 밴드로 부착한 오른 손의 모습을 보인 것이다.

본 연구에서는 양도락 진단을 통하여 허와 실을 구분하고 난 뒤, 심하게 허한 양(陽)의 경맥은 하향자극 조절을, 심하게 실한 양의 경맥은 상향자극 조절을, 심

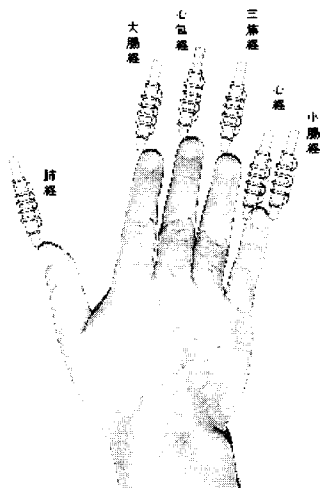


그림 14. 자기장 자극기를 부착한 우수
Fig. 14. Right hand attached magnetic stimulus pack.

하게 허한 음(陰)의 경맥은 상향자극 조절을, 심하게 실한 음의 경맥은 하향자극 조절을 할 수 있도록 PC에서 자동제어하도록 한다. 즉 경맥이 허한 경우에는 경맥의 유주방향에 대응하는 방향으로 자극을 가하는 것이고, 경맥이 실한 경우에는 경맥의 유주방향에 반대 방향으로 자극을 가하는 것으로써 기혈의 윤행을 가감하여 기혈이 조화되도록 하는 방법이다.

V. 실험 및 고찰

본 논문에서 구현한 시스템의 유효성을 검증하기 위해 임상실험을 행하였다. 실험에 사용된 컴퓨터는 IBM PC-Pentium이며 하드웨어로는 맥진카드, 양도락 카드, DSP 카드, PC-DSP I/F 카드, 전기자극기, 자기자극기이며, 운영 소프트웨어로는 맥진 측정 프로그램, 양도락 측정 프로그램, 퍼지진단 프로그램, 신경회로망 진단 프로그램, 데이터베이스이며 Turbo C와 Visual Basic 6.0, Access 97 Database engine으로 작성되었다.

본 시스템의 신호 증폭시 인체의 등가 모델링으로 486[Ω]의 저항을 병렬로 연결하고 응답을 측정하기 위해 1.663[kΩ]의 저항을 직렬로 입력단에 연결하였으며, 전기자극기 24선의 전압은 10[V]로 조정하였다. 먼저 두 입력단을 전부 쇼트시켜 영 선에 응답이 나타나는 것을 확인하고 10[V]의 전압 인가시 각 채널의 저항 양단에 걸리는 전압을 운영 시스템 화면에서 응답을 취하여 동일한 응답이 출력되도록 표 5와 같이 표준화 계수를 구하여 시스템을 소프트웨어적으로 조정하였다.

표 5. 24채널의 표준화 계수
Table 5. Normalized parameters of 24 channels.

1채널	1.0152	7채널	1.0066	13채널	1.0391	19채널	1.0229
2채널	0.9952	8채널	1.0712	14채널	1.0389	20채널	1.0029
3채널	0.9288	9채널	1.0503	15채널	0.9481	21채널	1.0143
4채널	1.0576	10채널	1.0503	16채널	0.9721	22채널	0.9929
5채널	1.0177	11채널	1.0000	17채널	1.0129	23채널	0.9722
6채널	1.0321	12채널	1.0079	18채널	0.9823	24채널	0.9883

실험 1.

실험 1은 저항 1.8[kΩ]을 입력단에 병렬로 연결하고 직류 10[V], 260[μs]의 펄스를 인가하여, 알고 있는 저항 양단의 응답을 취하는 것으로 인체의 임피던스를 계산할 수 있는 경우이다. 전극은 12경맥의 정혈에 전

극을 부착하고 손목의 대표측정점 부위는 도전성이 좋은 구리선과 물에 젖은 형질을 일체로 하여 공통 그라운드로 잡았다. 이렇게 한 이유는 손목을 지나가는 수경에 대해 손목선을 하나의 기준점으로 잡고 각 경맥선을 따라 임피던스를 계산하기 위함이다. 기존 양도락 진단방법에서 경맥선 상의 응답을 취하지 못하고 접촉 저항에 따라 크게 응답치가 달라지고 레퍼런스가 모호하여 취득된 신호를 어떤 기준에서 비교하기가 어려운 문제점을 어느 정도 해결하였다고 본다. 족경에 대해서도 동일하게 발목선을 레퍼런스로 하였다. 그림 15는 폐(좌)의 응답을 나타낸 것이다.

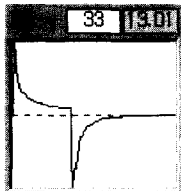


그림 15. 폐경의 응답
Fig. 15. Response of lung-route.

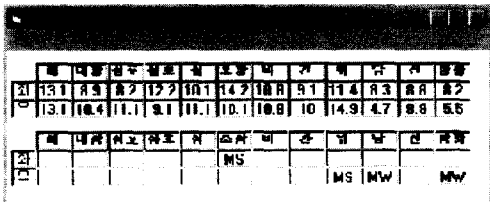


그림 16. 퍼지진단에 의한 진단결과
Fig. 16. Result by fuzzy diagnosis.

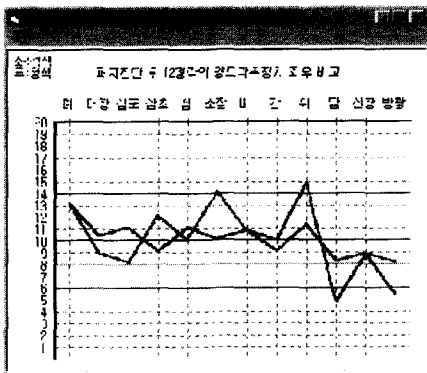


그림 17. 퍼지진단 그래프
Fig. 17. Graph of fuzzy diagnosis.

제안된 퍼지 알고리즘으로 퍼지진단한 결과는 그림 16과 같다. 상부의 블록은 각 경맥의 출력값(0부터 20)

을 나타내고, 하부의 블록은 출력 결과로서 정상인 경우에는 공백으로 나타내었다.

그림 17은 진단결과를 다른 환자와 비교하여 볼 수 있도록 퍼지진단에 의한 진단값을 0부터 20까지의 정량값으로 변환하여 나타낸 것이다.

실험 2.

실험 1에서 이상이 있다고 판단되는 경맥(소장, 위, 담, 방광)을 선택하고, 실험자 4인의 경맥상에 보사(補瀉)의 방향을 구분하여 400[Gauss] 정도의 자기 자극을 가한 후 맥의 변화를 살펴 보았다. 표 6은 4명의 실험자에 대한 2분간의 보사 자극 후의 맥박수의 변화를 나타낸 것이다. 이 실험에서 짧은 시간에 맥박의 변화가 관찰되었다. 경맥의 사 자극은 맥박수를 빠르게 하고 보 자극은 맥박수를 느리게 하여, 맥박수가 분당 평균 5회±3회 빨라지거나 느려지는 것을 알 수 있었다

표 6. 4명의 실험자에 대한 맥박수

Table 6. Number of beating of the pulse for 4 experimentalists.

실험자	자극상태		
	자극 전	사의 자극	보의 자극
1	68	73	66
2	68	75	66
3	64	69	65
4	52	57	50

실험 3.

경락에는 약 365개의 경혈이 분포되어 있으나 이 많은 경혈은 결국 수족의 말단 부위인 정혈에서 그 시말을 두고 있으므로, 대표적으로 정혈 그 자체의 한열을 파악하면 12경맥의 한열 즉 허실을 알 수가 있다. 한열을 측정하는 방법은 정혈의 2-3밀리의 범위를 온열로서 가열하여 환자가 아주 뜨겁다고 느낄 때까지의 시간을 측정하는 것이다. 가열하는 온열의 세기를 조절하여 정상적인 경맥에서 10초 정도 이내에서 포화점이 되도록 하면, 해당 경맥의 활성 정도에 따라 측정시간은 각각 다르게 나타난다. 실험 3에서는 실험 2와 같은 방법으로 정혈에 자기 자극을 가하기 전과 선정된 경맥에 대해 1분간의 자기 자극을 가한 후에 압통을 느끼는 포화점까지의 시간을 측정하였다. 이와 같이 포화점까지의 시간을 측정하는 이유는 경맥의 변화는 피부 내부에서 이루어지나 피부 내부에서는 온도를 측정하

기가 어려우며 정혈 부위의 온도를 측정한다 하더라도 공기 등 외부의 환경에 민감하여 변화가 있더라도 표피측에서는 그 변화를 감지하기가 쉽지 않기 때문에 지속적으로 열을 가하여 포화점까지 상승하는데 걸리는 시간이 바로 해당 경맥의 허실 상태를 표현한다고 보는 이유이다. 즉 시간이 표준 시간보다 적게 걸리면 빠르게 데워졌으므로 해당 경맥이 실하다고 판단하며 표준 시간보다 더 많이 걸리면 느리게 데워졌으므로 해당 경맥이 허하다고 판단한다. 실험 결과는 표 7과 같다.

표 7. 2명의 실험자에 대한 경맥의 가열 시간
Table 7. Heating time of kyungmaks for 2 experimentalists.

(단위 sec)

	구분		치료전	치료후
	좌	우		
수경맥	폐 ↑ 1	좌 9	9	14
	대장 ↓ 3	좌 9	9	11
	심포 ↑ 5	좌 9	9	12
	삼초 ↓ 8	좌 13	14	11
	심 ↑ 9	좌 8	8	9
	소장 ↓ 10	좌 8	9	10
	비 ↓ 1	좌 10	10	13
	간 ↓ 2	좌 11	13	10
	위 ↑ 4	좌 14	10	9
	담 ↓ 8	좌 16	9	10
속경맥	신 ↑ 8	좌 10	10	10
	방광 ↓ 9	좌 9	10	10
	신 ↓ 9	좌 13	10	10
	방광 ↑ 10	좌 14	10	14
	비 ↓ 1	좌 23	14	14
	간 ↓ 2	좌 30	14	14
	위 ↑ 4	좌 9	9	9
	담 ↓ 8	좌 10	10	10
	신 ↓ 9	좌 13	10	10
	방광 ↑ 10	좌 14	10	14

실험자 1

	구분		치료전	치료후
	좌	우		
수경맥	폐 ↑ 1	좌 8	8	10
	대장 ↓ 3	좌 6	↑ 7	7
	심포 ↑ 5	좌 6	↑ 6	6
	삼초 ↓ 8	좌 8	7	7
	심 ↑ 9	좌 7	7	7
	소장 ↓ 10	좌 6	6	6
	비 ↓ 1	좌 7	7	7
	간 ↓ 2	좌 7	8	8
	위 ↑ 4	좌 13	↑ 7	7
	담 ↓ 8	좌 7	6	6
속경맥	신 ↓ 9	좌 5	7	7
	방광 ↑ 10	좌 5	7	7
	비 ↓ 1	좌 6	↑ 5	5
	간 ↓ 2	좌 4	↑ 6	6
	위 ↑ 4	좌 6	6	6
	담 ↓ 8	좌 7	5	5
	신 ↓ 9	좌 4	↓ 6	6
	방광 ↑ 10	좌 10	5	5
	비 ↓ 1	좌 9	8	8
	간 ↓ 2	좌 9	6	6

실험자 2

표 7에서 기호 ↑와 ↓는 양과 음 경맥에 대한 자기장의 보사 자극 방향을 말한다. 자기장 자극을 가하기 전과 자극을 가한 후의 좌우 측정 시간을 비교해 보면 대체로 평형을 이루게 되었다. 표 8은 30명의 환자를 대상으로 실험하여 평균한 결과이다.

여기서 좌우 평형을 이루지 못하는 경맥이 자기장 자극을 받은 후 평형이 이루어졌다는 결과를 가지고 치료가 되었다고 단언할 수는 없다고 생각한다. 그러나

표 8. 실험자 30명의 평균값.

Table 8. Average value for 30 experimentalists.

(단위 sec)

	구분		치료전	치료후		구분		치료전	치료후
	좌	우				좌	우		
수경맥	폐 ↑ 1	좌 10.4	10.2	12.4	12.1	비 ↓ 1	좌 12.4	12.4	10.8
	대장 ↓ 3	좌 11.4	10.2	12.9	10.8	간 ↓ 2	좌 18.2	12.3	13.1
	심포 ↑ 5	좌 12.8	11.4	16.3	13.1	위 ↑ 4	좌 16.3	13.1	11.2
	삼초 ↓ 8	좌 7.2	9.8	13.1	11.2	담 ↓ 8	좌 13.1	11.2	8.5
	심 ↑ 9	좌 8.3	9.2	12.5	11.4	신 ↓ 9	좌 8.2	8.5	9.2
	소장 ↓ 10	좌 8.3	10.2	10.2	9.2	방광 ↑ 10	좌 10.2	9.2	10.8
	비 ↓ 1	좌 9.4	10.2	12.8	10.8	신 ↓ 9	좌 12.8	10.8	11.4
	간 ↓ 2	좌 9.4	9.4	13.2	11.4	방광 ↑ 10	좌 13.2	11.4	13.2
	위 ↑ 4	좌 8.9	10.2	19.4	12.8	방광 ↑ 10	좌 20.2	13.2	12.8
	담 ↓ 8	좌 8.2	9.8	19.4	12.8	방광 ↑ 10	좌 8.2	9.8	12.8

자기장의 자극을 가하여 원하는 대로 경맥의 평형을 이룰 수 있다면 차후 경락 치료 연구에 크게 기여할 것이라 사료된다.

VI. 결 론

본 논문에서는 맥진기로 취득한 맥진 파형을 참고로 하여, 인체에 분포된 12경맥의 좌우 대표측정점의 임피던스를 24개월의 양도락 진단기를 이용해 측정하고, 퍼지 논리에 따라 각 경락의 허실을 진단한 후, 경락의 유주방향에 순(보)하거나 반(사)하는 자기 자극을 가하여 맥과와 경락의 허실정도가 어떻게 변화하는가를 연구하며, 궁극적으로는 진단과 동시에 자기 자극을 가하여 음양과 오행의 균형을 이루게 하는 자기치료 시스템에 관해 연구하였다.

인체에 분포하는 12경맥의 좌우 대표측정점과 정혈에 전극을 부착하고 전기자극기로 크기와 폭을 가변시켜 단펄스 또는 지정된 횟수의 펄스를 인가하여 약 1.8[kΩ]의 저항 양단의 응답신호를 취득하였다. 10[V], 260[μsec]의 구형파 인가시 반복하여 취득된 응답신호로 각 경맥의 허실을 판단하였다.

계측된 생체 임피던스를 퍼지 진단 프로그램에 의해 각 경맥의 허실로 진단한 후, 경맥의 유주방향에 순(보)하거나 반(사)하는 일정시간의 자기 자극을 가한 후 각 경맥의 허실 변화를 관찰하였다. 여기서 적용된 퍼지 논리의 적합성은 전체 경맥의 허실이 균형되는 방향으로 조정되는 지의 여부로 판단하였으므로 많은 실험을

해야 할 필요성이 대두되었다. 그리고 맥진 센서를 손관측 해당 부위에 부착하여 자극 전과 자기자극 등의 한의 치료 후 맥의 변화를 비교해 볼 수 있도록 하였다. 본 실험에서는 정상인의 경우 400 Gauss, 2분간의 보와 사에 따른 자기자극을 정혈 부위에 인가한 결과 맥박수가 분당 평균 5회±3회 빨라지거나 느려지는 것을 알 수 있었고 정혈을 가열하여 포화되는 시간을 측정 한 결과 보하거나 사하는 경우에 경맥의 평형이 대체로 이루어짐을 확인하였다.

앞으로 보다 정확한 생체 임피던스 측정을 위한 전자식 측정기기의 개발과 표준적 조건들을 설정하여 공통기준이 마련되어야 할 것이다. 또한 생체 임피던스를 이용한 수많은 응용 분야를 위해 3차원적인 해석과 DSP를 응용한 정확하고 효율적인 생체 임피던스 측정 시스템과 가열 시스템, 적외선 계측기를 이용한 축열시간 분석기를 지속적으로 연구하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 박석연, 경락의 실체, 태학사, 1997년
 [2] 이한구 등, 전기적 특성을 이용한 경락시스템 연

구(1), 한국한의학연구소, 1998. 12
 [3] 한국한의학 연구소 임상연구부, 동서양의 기의학, 한국한의학연구소, 1995. 12
 [4] 한국한의학연구소 임상연구부, 경락의 연구 II, 한국한의학연구소, 1996. 9
 [5] 한국한의학 연구소 임상연구부, 경락의 신연구 III, 한국한의학연구소, 1997. 2
 [6] 한국한의학 연구원, 경락 연구의 현재와 미래, 2001
 [7] 중국의학, 양도락 자율신경조절요법, 양도락연구소, 1973
 [8] 김학오, 이병국, 양도락침법, 현대침구원, 1993
 [9] 한국한의학연구소 임상연구부 외, 한방진단기기를 이용한 진단에 관한 연구, 한국한의학연구소, pp. 14, 1995
 [10] L. X. Wang, Adaptive Fuzzy Systems and Control: Design and Stability Analysis, Prentice-Hall International Inc., 1994.
 [11] 이광형, 오길복, 퍼지 이론 및 응용 I 편:이론, 흥릉과학출판사, 1991
 [12] 민경옥, 전기치료학, 현문사, pp.145-147, 1993

저 자 소 개

金 炳 華(正會員) 第32卷 B編 第3號 參照
 현재 : 동원대학 전자과 조교수

李 雨 哲(正會員) 第37卷 TE編 第2號 參照
 현재 : 서울보건대학 전자과 부교수

韓 權 相(正會員) 第27卷 B編 第6號 參照
 현재 : (주)임페디드 웹, 연구소 소장

司空石鎮(正會員) 第33卷 B編 第11號 參照
 현재 : 국민대학교 전자공학부 교수

安 鉉 植(正會員) 第32卷 B編 第3號 參照
 현재 : 국민대학교 전자공학부 교수

金 道 鉉(正會員) 第32卷 B編 第3號 參照
 현재 : 국민대학교 전자공학부 교수