

고전경락과의 부합을 향상을 위한 경혈자극방식의 개선 및 식별시스템의 설계

Improvement of Stimulus Pattern and Design of Discrimination System for Coincident ratio Elevation with Traditional Meridians

李 瑑 欽*, 高 壽 福*, 鄭 東 明*

Yong-Heum Lee, Su-Bok Ko, Dong-Myong Jeong

요 약

한의학에서 진단과 치료의 기본 대상인 경혈·경락의 혈위 식별을 위한 방법으로 기존의 방식은 직류를 인체 피부에 자극하여 양도점을 식별하고 있다. 그러나 직류는 피부의 저항과 용량성으로 인한 시간에 따른 전류 감소현상을 나타내며, 이러한 시간적 감소현상은 경락진단의 변수로는 유의성을 가지나 식별을 및 부합율, 인체영향력, 재현성 등에서 식별데이터의 신뢰성이 충분하지 못한 단점이 있었다. 이를 개선하기 위하여 1.28V의 4kHz, 듀티비 40%의 구형파인 SPAC(Single Power Alternative Current) 자극방식의 최적 파라미터를 추출하였다. 또한 피부 상태에 관계없이 식별이 어려운 부위에서도 식별이 용이하도록 피부 전류량의 절대값과 상대값을 동시에 표시하고, 측정 전류량을 그래프로 연속 표시하여 식별에 유리하도록 하였다. 추출된 최적파라미터와 알고리즘을 적용한 시스템을 구현하여 경혈자극 방식에 따른 식별율, 재현성, 인체영향력 및 고전 경혈점과의 부합율을 비교하여 성능이 우수함을 확인하였다.

Abstract

Conventional stimulus patterns have used DC for discrimination of acupoint and meridian which is the basic object of diagnosis and medical treatment in oriental medicine. Those discriminate conduction points by stimulation on body skin with DC. But, it is insufficient to reliability in discrimination ratio, coincident ratio, body effect, reproductivity. Therefore, this paper has extracted the optimal parameter of frequency and waveform in order to improve conventional pattern, and proposed the SPAC(Single Power Alternative Current) stimulus pattern applying that. Also, We proposes algorithm which is able to discriminate with low pressure of the electrode by displaying in the level meter both the absolute and relation value of the skin current. It can decrease pain and body effect by electrode pressure and discriminate acupoint regardless of skin current in difficult discrimination spot. We have compared the performance of system applying the extracted optimal parameter and algorithm. We have compared discrimination, coincident ratio of both conduction point and traditional acupoints by acupoint stimulation pattern. In the results, we confirmed reliability of SPAC stimulus pattern.

Keyword: Meridian, Discrimination, Body effect, Reproductivity, Coincident, SPAC, Optimal parameter

* 圓光大學校 電子工學部

(Dept. of EE, Wonkwang Univ.)

接受日:2002年 10月28日, 修正完了日:2003年 7月 28日

I. 서론

현대 과학기술의 진보는 의학의 발전에 큰 기여를 해왔다. 특히 생체공학과 의공학은 기초기술과 첨단기술까지 모든 기술이 통합되어 동원되어 왔으며 현대 의학 발전에 중대한 역할을 해왔다. 그러나 이러한 기술들은 주로 증상에 대한 작용의 근원적인 치료에 역점을 두는 한방 치료 영역보다는 의과학적인 진단, 치료에 응용됨으로써 한의학 분야에는 이의 적용이 상대적으로 소극적인 경향이 있었다. 또한 한의학의 핵심인 경혈·경락의 해부학적 규명의 지연과 임상적 효과가 객관적이고 계량적, 가시적이지 못한 단점으로 인하여 치료 효과가 우수함에도 불구하고 그 적용에 제한을 받고 있는 것이 현실이다.

이에 대해 경락작용의 실체규명을 위한 생물물리학적 방법[1], 전기생리학적 분석[2], 방사선 동위원소 추적[3], 경혈의 발광자극과 가시화 연구[4], 경락의 기계적 자극과 음파분석[5], 경혈 자극과 온도유발에 의한 등온분포 처리[6], 경혈의 발광자극과 가시화 연구[7] 등의 방법을 시도하고 있으며 생체공학이나 의공학 등 기초기술과 첨단기술을 한의학적 특성과 접목시킴으로서 진단과 치료 결과의 계량적 제시와 지표 확립을 위한 노력과 필요성이 대두되고 있다. 오늘날까지 한의학적인 진단과 치료 효과가 우수함에도 그 적용에 한계가 있는 것은 경혈·경락의 작용기전에 대한 명확한 규명이 없었기 때문이고, 객관화 연구에 있어서 가장 우선되어야 할 정확한 경혈의 식별에 어려움이 있었기 때문이다. 혈위는 고전 한의학에서 임상적으로 결정된 부위와 피부 전기 전도도가 양호한 부위인 양도점이 완전하게 일치하지는 않으나 아직까지 가장 유력한 방법이다[8].

따라서 본 논문에서는 한의학적인 진단과 치료에 앞서 양도점을 기준으로 정확한 경혈·경락의 식별을 위한 경혈자극 패턴의 최적파라미터를 추출하고, 피부 상태에 따라 식별이 어려운 부위에 대한 식별율과 신뢰성 감소현상을 개선하기 위한 식별알고리즘을 제안하였다. 식별 알고리즘과 최적 파라미터를 적용한 혈위식별시스템을 구현하여 경혈자극 방식에 따른 식별율, 재현성, 인체영향력 및 고전 경혈점과의 부합율을 비

교하였다. 식별시스템의 경혈식별 능력과 식별 파라미터의 이론적 타당성 및 시스템의 실용적 가치를 확인하였다.

II. 경혈·경락의 전기적 특성

양도점이나 경혈 반응점을 이용하여 인체의 경락과 장기의 상관성을 계측하는 진단기기들은 피부에 직류 자극을 가하고 그 반응을 계측하는 능동적 계측방식을 사용하게 된다. 이 때 피부를 자극하는 전류는 인체의 전기 안전성을 고려하여 5~20 μ A로 제한한 범위내에서 피부저항과 반비례하여 결정되지만 전압의 경우는 실용화된 기기들이 1.2~60V를 사용하고 있어서 인체 안전성에 문제를 내포하고 있다. 직류자극은 세포의 분극현상을 초래하고, 물 분자중 수소원자가 1.36V에서 이온화가 시작되어서 그 이상의 전압은 인체에 생리적 손상을 초래하게 되므로 고려해야할 중요한 변수 중의 하나이다[9].

이와 같은 직류방식의 자극 파라미터를 이용하여 인체 피부의 반응을 계측해보면 피부가 가진 전기적 특성인 두 개의 저항과 한 개의 용량성 소자로 대치되는 등가회로에 의해서 그림1과 같은 시간적 감쇠 특성을 나타낸다. 이는 인체 피부의 전기생리 및 전기 화학적 특성으로 인체조직이 기본적으로 세포의 유기적 결합으로 이루어져 있음을 고려할 때, 세포막 전위의 분극에 의한 역기전력 발생이나 세포막 전위의 평형을 방해하는 외부자극에 대한 인체 방어기능의 발현으로 해석할 수 있다. 또한 전류의 크기가 다른 피부부위보다 현저하게 높은 양도점이 구별되며 한의학적인 이론 체계에 따른 경락과 경혈의 특성으로 볼 때, 피부등가회로에서 저항성과 용량성은 일반피부(비경혈)와 양도점(경혈)을 대비한 전류특성에서와 같이 피부의 모든 부위에서 일정하지 않고 경혈 반응점이 일반 피부부위보다 더 저항성은 더 낮고 용량성은 더 큰 것과 같이 반응한다[10,11].

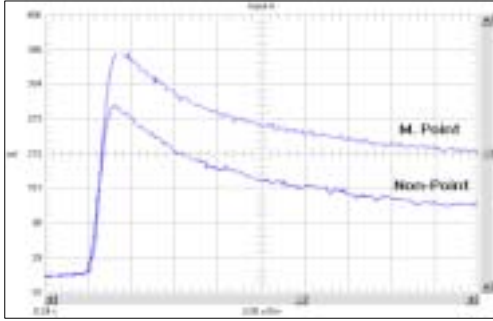


그림 1. 경혈/비경혈에서의 DC 자극에 의한 전류특성
Fig.1 The characteristic of Current by DC Stimulus

따라서 경혈 반응점으로 사용되는 양도점과 비경혈 부위의 식별이 가능하게 되며 이 양도점이 고전 동양 의학상의 경혈점과 완전하게 부합되는 것은 아니지만 임상에 적용할 정도의 부합율이 인정되고 있다[12].

그러나 직류자극에 의한 이러한 시간적 감쇠현상은 경락진단의 변수로써는 유의성을 가지나 경혈과 비경혈을 식별하는 경우에는 전류감도와 경혈 비경혈간의 상대차를 감소시켜서 혈위식별의 장애요인으로 작용하게 된다. 직류가 아닌 펄스형태의 자극방식은 직류 자극 방식에서 나타났던 시간에 따른 전류 감쇠현상은 줄어들었으나 그림2와 같이 30V~60V의 높은 전압과 40hz~200hz의 주파수를 사용함으로써, 세포와 생리적 상태에 영향을 줄뿐만 아니라 전류 감각에 의한 통증을 유발한다[13].

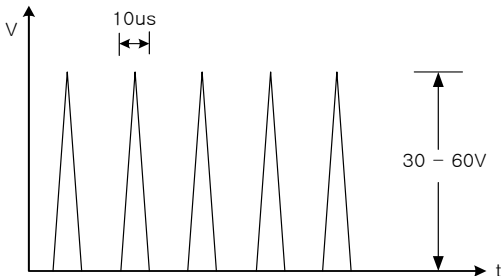


그림 2. 펄스방식(57-6F30)의 자극파형
Fig. 2 Stimulus Waveform of Pulse Pattern

혈위 측정의 목적은 정확한 경혈 반응점을 안내하여 효율적이고 신뢰성 있는 진단과 치료가 되도록 하는데 목적이 있다. 따라서 한의학 이론을 근거로 경락-장기 진단은 정확한 혈위에서 가능한 것이고, 진단의 신뢰성도 좌우함으로 혈위식별 과정에서 환자 본래의 상태에 영향을 주는 것은 바람직하지 못하다.

따라서 경혈식별 단계에서 인체에 대한 영향력을 최소화하고 혈위식별 효율을 증가시키기 위하여 전류감쇠 현상을 억제시키면서 혈위식별 과정에서의 전압과 전류를 최소로 하되 인입 전류량과 동일한 전류량을 인출하는 SPAC(Single Power Alternating Current) 자극 방식을 제안하였다. 이는 직류나 펄스방식에서 저저항에 의한 인입 전류량을 측정하는 한계를 벗어나 임피던스를 측정할 수 있어서 세포의 다양한 전기생리적 반응을 측정할 수 있는 특성이 있다. 그림3과 같이 SPAC 자극 방식은 기존의 혈위식별 방법에서 사용하는 직류전원이나 1.36V 이상의 펄스형 출력 방식을 사용하지 않고 일정한 주파수로 교호되는 교류형 구형파 전류방식을 채택하였다. 그 결과 그림 4와 같이 직류에서 나타났던 시간에 따른 전류감소현상이 현저하게 줄어들었다.

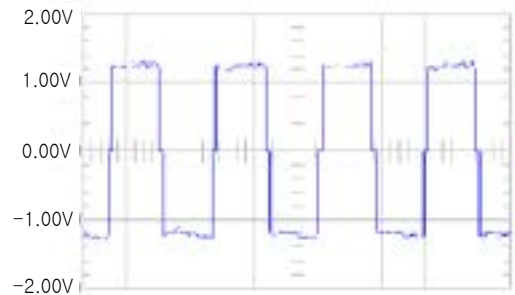


그림 3. SPAC 자극파형
Fig. 3 Stimulus Pattern of SPAC

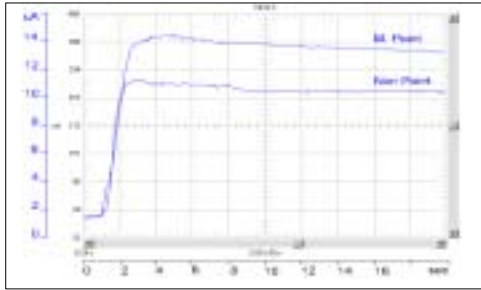


그림 4. 경혈/비경혈에서의 SPAC의 전류 특성
Fig. 4 The characteristic of Current by SPAC

III. 식별파라미터 및 알고리즘

1. 최적 파라미터의 추출

식별은 피부전류의 절대값보다 경혈과 비경혈의 전류차가 클 때 유리함으로 식별이 유리한 주파수를 확인하기 위해 수양명대장경(手陽明大腸經)상의 합곡(合谷)혈을 대상으로 1.36V(수소 이온화 전압)보다 낮은 1.28V의 SPAC 파형을 경혈과 비경혈에 각각 인가한 후 전류량 차이가 가장 큰 주파수를 추출하기 위한 1차 실험을 실시하였다. 주파수 대역을 40Hz~25kHz 대역까지 변화시켜 경혈과 비경혈에 대하여 비교한 결과 주파수가 높을수록 측정 전류량도 증가하지만 3Khz~10Khz 대역에서 경혈과 비경혈의 전류량의 차이가 가장 크게 나타나고 있어서 보다 정확한 파라미터를 추출하기 위한 실험으로 그림5와 같이 3kHz~10kHz까지 증가시켜가며 측정하였다. 그 결과 4kHz~5kHz대역에서 경혈과 비경혈의 전류차가 가장 커서 식별이 유리한 주파수대역으로 결정하였다. 1차 실험을 통해 식별 주파수 대역을 추출하고 다시 주파수 대역을 세분화하여 식별에 적용하기 위하여 최적주파수를 추출하기 위한 2차 실험을 실시하였다.

2차 실험으로 성인 남녀 9명을 대상으로 고전 경락상의 경혈 13부위, 총 117부위에 대하여 임상실험을 하였다. 이때 피실험자는 의자에 편한 자세로 앉아서 피부를 알코올로 소독한 다음 10분이 경과한 후 습기가 없는 상태에서 측정하였으며 비경혈점은 경혈점을 중심으로 5mm 떨어진 곳으로 결정하였다. 측정 전류

의 압력에 따른 경혈식별의 신뢰성을 위해 각각의 경혈 부위에서 7회 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 5회를 기록하였고 비경혈점은 5회 측정하여 3회를 기록하였으며 식별율은 전류차가 최대가 되는 주파수를 기준으로 경혈점과 비경혈점의 평균치로 나타내었다. 또한 경혈과 비경혈의 전류차를 기록하고, 그 차이가 가장 큰 주파수 대역에 음영 처리하여 나타내고, 각 경혈점에 대한 식별율이 가장 높은 식별주파수 대역을 그림6과 같이 나타내었으며 4kHz에서 가장 빈도가 높은 식별율과 가장 많은 식별주파수로 나타나 경혈식별을 위한 최적주파수를 4kHz로 결정하였다. 3차 실험으로 경혈자극 파형과 식별율과의 관계를 확인하기 위하여 경혈점 5부위를 최적주파수 4kHz에 대하여 구형파에서 삼각파까지 파형을 변화시켜 식별율을 비교해본 결과 구형파에서 식별 및 재현성이 가장 높아 최적파형으로 결정하였다.

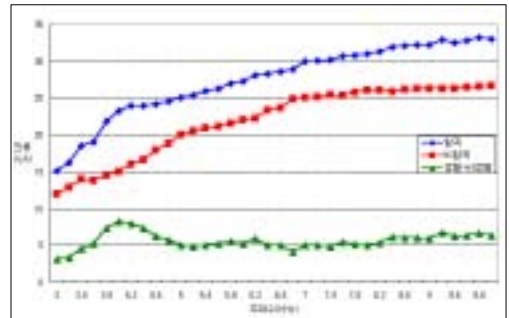


그림 5. 주파수 대역에 따른 식별율(3Khz-10Khz)
Fig. 5 Discrimination rate as Frequency band

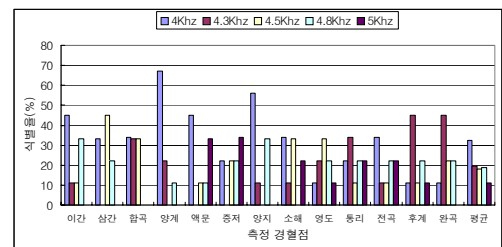


그림 6. 각 경혈점에서의 식별주파수 비교
Fig. 6 Comparison of Discrimination Frequency on Acupoints

최적파형에 대한 듀티비는 인가 전류량과 On Time 에 비례하므로 듀티비를 조절하면서 인가시간을 측정하여 식별율과 재현성이 가장 우수한 듀티비를 결정하였다. 최적주파수 4kHz의 최대 전류인가 시간인 125 μ s를 기준으로 인가시간을 5 μ s~125 μ s까지 변화시킨 결과 <표1>과 같이 음영 표시된 부위는 해당 듀티비에서 식별차가 가장 높은 부위를 나타내며 100 μ s 일 때 식별차가 우수한 부위의 빈도가 가장 높아 최적 듀티비를 40%로 결정하였다.

전류인가 시간이 75 μ s이하에서 식별이 어려운 경우가 발생하는 것은 세포가 분극반응 하는데 최소한의 전류인 역치가 있는 것으로 보여지며, 100 μ s이상에서 식별차가 낮아지는 것은 세포 분극반응 시간이 회복시간 보다 길어 인체영향력이 증가한 것으로 보여진다.

표 1. 듀티비와 경혈-비경혈의 상대차 율
Table 1 Duty ratio and Relative Deference rate

| | 경혈-비경혈의 상대차 율(%) | | | | 식별률 능 |
|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 20% | 40% | 25% | 15% | |
| 전류 인가 시간 (듀티비) | 125 μ s (50%) | 100 μ s (40%) | 85 μ s (34%) | 75 μ s (30%) | 65 μ s (26%) |

2. 경혈식별 알고리즘의 개선

경혈자극방식의 최적파라미터로 1.28V의 4khz, 듀티비 40%인 SPAC의 제안으로 식별율 및 재현성은 향상되었으나 피부상태나 경혈의 깊이에 따라 달라지는 전극의 압력으로 인한 통증과 피부 회복시간이 길어져서 재측정 시에 재현성의 감소, 식별 데이터의 신뢰성 문제가 여전히 남아 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 피부 상태나 경혈의 깊이에 관계없이 측정전극을 낮은 압력으로 일정하게 유지하고 점대점 방식이 아닌 스캔 방식으로 전류량의 절대값과 상대값을 동시에 표시함으로써 감도를 조절하지 않고도 식별이 쉽도록 알고리즘을 개선하였다. 먼저, 경혈을 자극하기

위한 SPAC 파형을 발생시켜서 인체에 유입되는 전류량을 측정하고 전류량에 비례한 절대값을 레벨메터에 표시한다. 이때 계측증폭기를 통해 증폭된 신호를 A/D 변환한 후 A/D값을 비교하여 인입전류에 알맞은 상대값으로 표시하기 위한 테이블을 선택한다. 테이블이 선택되면 다시 전류량을 측정하여 A/D 변환하고 이를 0~255로 변환한 후 PC로 절대값을 전송하여 진단 파라미터로 사용할 수 있도록 하였다. A/D값을 비교하여 선택된 테이블에 따라 측정된 전류량이 적어도 비경혈과 비교한 상대값 표시 레벨에 비례하여 나타날 수 있도록 하였으며 그림 7과 같이 측정 전류량을 A/D 변환값과 연속값으로 표시하도록 하여 최대값을 나타내는 위치를 쉽게 식별할 수 있도록 하였다.

따라서 피부저항이 높아서 인입 전류량이 적고, 측정압력으로 인한 통증이 발생하는 어려움을 개선할 수 있으며, 특히 프로세서에 의한 피부상태의 자동인식으로 피부상태가 건조하거나 경혈의 깊이가 깊어 식별이 어려운 경우에 효과적인 알고리즘은 그림 8과 같다.



그림 7. 측정 전류량의 표시 그래프

Fig. 7 The Display graph of current value

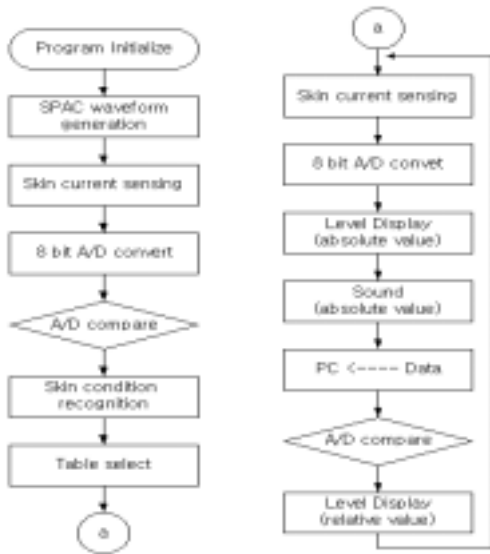


그림 8. 경혈 식별 알고리즘

Fig. 8 Algorithm for Acupoint Discrimination

IV. 혈위식별 시스템

1. 식별시스템의 설계

경혈자극 방식의 최적파라미터와 식별에 유리한 알고리즘을 적용하여 정확한 혈위를 식별하고 그 혈위에서의 정보를 얻어 진단과 치료에 유용한 정보를 제공하기 위한 혈위식별 시스템의 전체 구성도는 그림9와 같이 마이크로 프로세서 80c31을 중심으로 설계하였다. 시스템의 동작은 크게 1.28V 정전압 발생부와 PIT(Programmable Interval Timer)를 이용한 SPAC 자극패턴 발생부, 인가전류의 크기를 측정하기 위한 전류전압 변환과 증폭부, 측정전류량을 표시하기 위한 A/D 변환부, 측정 전류량에 비례한 음향효과를 위한 음향발생부, 레벨미터와 LCD 디스플레이부, 데이터 전송기능 등으로 구성되어 있다.

SPAC 자극전류는 S/W로 제어되는 타이머/카운터인 PIT를 이용하여 위상차가 25 μ s인 4kHz 구형파와 두 채널을 발생시킨 다음 위상을 반전시킨 이 신호가 그림 10과 같이 1.28V 정전압이 걸려있는 두 쌍의 아날로그 스위치를 제어하여 단일전원교류 파형인 1.28V SPAC

자극 패턴을 발생시킨다. 단락 최대전류를 40 μ A로 제한한 자극전류는 인체피부의 양도점과 측정압력에 따라 1~20 μ A 범위의 전류가 발생되어서 전극을 통하여 인체에 인가된다.

이때 양방향 교호신호 제어를 위하여 두 채널간 ON 시간과 OFF 시간 간격 사이에 25 μ s의 지연시간을 두어서 스위칭 과도기에 공급전류가 접지로 바이패스되는 누설전류를 억제하였다. 각 채널 제어신호의 ON Time은 100 μ s로 하고 OFF Time은 150 μ s로 설정하여 듀티비 40%의 SPAC 파형을 발생시켰다.

전류량의 계측은 SPAC 발생회로와 정전압 회로 사이에 최대전류의 제한과 단락 보호기능을 위해 설치된 저항의 양단에서 인체에 공급되는 전류와 비례한 전압강하를 이용하여 계측증폭기로 적당한 레벨로 변환한 후에 레벨미터 드라이버와 A/D 변환기에 입력된다. 입력된 전류량에 비례한 절대값을 레벨미터에 표시하는 동시에 전류량에 비례한 음향효과를 위해 스피커를 구동하였다.

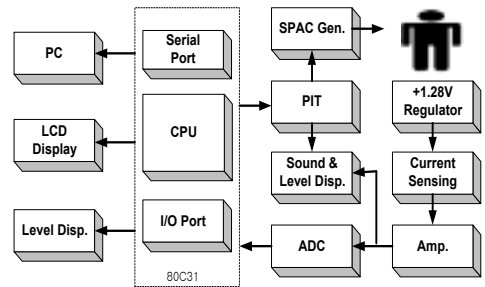


그림 9. 시스템의 전체 블록도

Fig. 9 The Block diagram of discrimination system

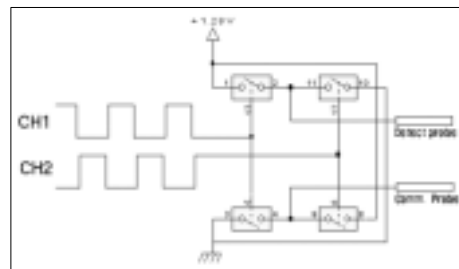


그림 10. SPAC 파형 발생 원리

Fig. 10 The principle of the SPAC Generation



그림 11. 혈위식별 시스템의 시작품

Fig. 11 Sample of Acupoint Discrimination system

또한 포트1을 통해 피부의 상태에 따라 식별이 어려운 문제를 해결하기 위해 입력되는 전류량에 비례한 테이블을 선택하여 피부상태에 따라 식별에 영향을 적게 받도록 상대값을 전극에 부착된 레벨메터에 동시에 표시하도록 하였다. 혈위식별시스템을 컴퓨터와 인터페이스 시켜서 피부의 전류분포 값을 제공할 수 있도록 측정된 전류량을 RS-232C 직렬포트로 PC에 연속해서 전송하여 모니터에 측정점에서의 전류량을 그래프와 수치 값으로 나타내었다.

또한 직류와 SPAC 자극패턴 방식을 측정할 수 있도록 하기 위해 전환스위치를 이용하여 직류와 SPAC를 선택할 수 있도록 그림 11과 같이 혈위식별 시스템을 설계하였다.

2. 자침안내를 위한 전극의 설계

기존의 탐침전극들은 그림12(좌)와 같이 필기구 파지방식으로 전류량에 비례한 값을 레벨메터에 표시할 때 측정자가 관찰하기 불편하고 손으로 파지하는 방식이므로 정확한 경혈을 식별한다해도 직접 자침을 할 수 없는 단점이 있어 이를 해결하기 위하여 전극을 그림12(우)와 같이 재설계 하였다.



그림 12. 일반 전극(왼쪽)과 개선된 전극(오른쪽)

Fig. 12 Typical(left) and Improved Electrode(right)

이는 측정자가 전극을 피부에 스캔하면서 피부 전류량에 비례한 값을 레벨메터에 표시하여 경혈을 식별한 위치에 직접 자침을 할 수 있도록 파이프와 같이 전극 중앙에 안내 홈을 가공하고 침의 길이를 고려하여 침 길이보다 5mm 작게 설계하였다. 또한 전극에 스프링을 장착하여 전극이 피부에 접촉 시에 압력을 조절하고 부드럽게 측정되도록 하였다.

IV. 실험 및 결과고찰

최적파라미터와 개선 알고리즘을 적용한 SPAC 방식은 직류에 비하여 혈위 식별율이 높고 경혈과 비경혈의 전류차가 크기 때문에 식별력이 양호하나 인체 영향력이 적어야만 적용이 가능하므로 직류와 펄스방식인 57-6F30의 식별율과 인체영향력에 대하여 비교실험을 하였다. 식별율을 비교하기 위하여 경혈점 13부위의 각 경혈점에 대해 7회 측정하고 비경혈점은 5회 측

정하여 각각의 평균값으로 전류 상대차를 계산한 결과 그림13과 같이 SPAC 방식이 펄스방식인 57-6F30보다 평균 2.1%정도, DC 방식보다 평균 9.2%정도 향상되었음을 확인하였다.

$$\text{전류 상대 차} = (\text{경혈} - \text{비경혈}) / \text{경혈} \times 100\%$$

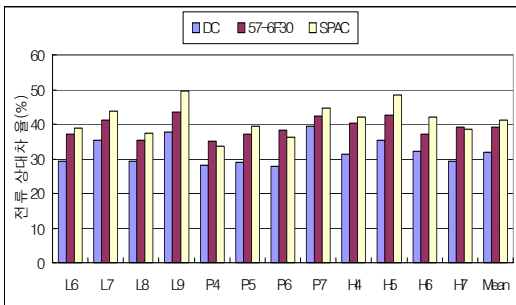


그림 13. 자극방식에 따른 전류 상대차 비교

Fig. 13 Comparison of Current Relative Deference

인체 영향력은 경혈자극 방식에 따라서 세포와 생리적 상태에 미치는 영향은 다르다. 따라서 자극 방식에 따른 인체영향력은 시간지연에 따른 전류감소현상이 작을수록 우수함으로 일정시간 동안 자극하고 그 변화량을 비교하기 위한 실험을 하였다. 실험방법은 한 경혈점에 대해 각각 5초간 측정하여 t=0sec일 때의 값과 t=5sec일 때의 값을 측정하여 전류 감소량(ID: Indicator Drop)의 변화를 살펴봄으로써 계측에 의한 영향력을 비교한 결과 그림14와 같이 SPAC 방식이 펄스방식인 57-6F30보다 평균 17%정도, DC 방식보다 평균 6%정도 감소되었다.

또한, 경혈점에서보다 비경혈점에서 DC는 4.3%, 펄스방식인 57-6F30은 4.2%, SPAC는 2.3%정도 영향력이 낮아진 것을 알 수 있는데 이는 경혈점이 비경혈점보다 자극에 더 민감하게 반응한다는 것을 알 수 있고, 이로 인해 전기전도도가 우수한 경혈점에서 인입전류량이 증가하여 세포와 생리적 상태에 영향을 준 것으로 해석된다.

$$\text{인체 영향력}(\%) = (\text{측정1} - \text{측정5} / \text{측정1}) \times 100\%$$

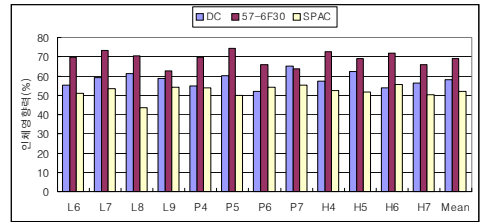


그림 14. 자극방식에 따른 인체영향력 비교

Fig. 14 Comparison of body effect

재현성은 한 경혈점에 대해 측정 전류량의 최대값과 최소값의 차가 작을수록 우수하며 식별 및 식별 데이터의 신뢰성을 좌우하는 중요한 요소이다. 따라서 SPAC 방식의 재현성을 확인하기 위해 측정1(5sec)-지연(5sec)-측정2-지연-측정3-지연-측정4-지연-측정5 방식을 취하였으며 최대값과 최소값을 얻어 이를 평균한 결과 그림15와 같이 DC 방식은 21.1%, 펄스방식인 57-6F30은 25.4%, SPAC 방식은 10.4%로 재현 오차가 가장 작아 재현성이 향상되었음을 확인하였다.

$$1) \text{ 재현 오차}(\%) = (\text{최대값} - \text{최소값}) / \text{최대값} \times 100\%$$

$$2)$$

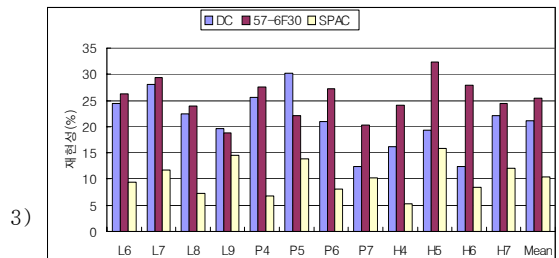


그림 15. 자극방식에 따른 재현오차 비교

Fig. 15 Comparison of reproductivity error

한의사가 식별한 점을 고전 경혈점으로 간주하고 측정점들과의 부합율을 비교하였다. 측정 범위를 양팔의 손목부위에서 팔꿈치부위까지 7등분하여 같은 압력, 같은 속도로 경락과 수직으로 연속 스캔하여 4~5차례 측정 후 대조점들과 비교하여 식별 전류가 높은 반응이 반복되는 양도점을 식별하고 이 점을 칼라 펜으로

피부 위에 표시하였다. 그 점들을 자극방식에 따라 각각의 칼라 펜으로 표시하였으며 팔에 고정된 동일 투명 플라스틱 페이퍼를 덮어서 같은 위치에 점들을 옮겨 3가지 자극방식에 의한 점들과 고전 경혈·경락과 비교할 수 있도록 하였다. 한의사가 표시한 경락과 측정점의 연결선과의 거리를 측정하고, 경혈의 직경이 2mm 정도이므로 0~2mm 미만인 점은 일치하는 것으로 간주하였다. 그 결과 그림16과 같이 부합율이 SPAC 방식은 90.7%, 펄스방식인 57-6F30 방식은 85.3%, DC 방식은 72.3%로 SPAC 방식에서 부합율이 매우 높음을 확인하였다.

위와 같은 방법과 측정범위에서 식별된 6개의 경락 선상을 따라 전기전도도가 높은 각각의 양도점을 자극 방식에 따라 칼라펜으로 표시하고, 성인 남녀 9명의 경혈점 27부위에 대하여 고전 경혈점과의 부합율을 비교하였다. 그 결과 그림17과 같이 개인별 부합율이 DC 방식은 73.7%, 펄스방식인 57-6F30 방식은 85.8%, SPAC 방식은 89.1%로 SPAC 방식에서 식별율이 높고 전기전도도가 우수한 양도점과 고전 경혈점이 대부분 일치하는 것으로 확인되었다.

$$\text{부합율} = \frac{\text{부합된 경혈수}}{\text{측정 경혈수}} \times 100\%$$

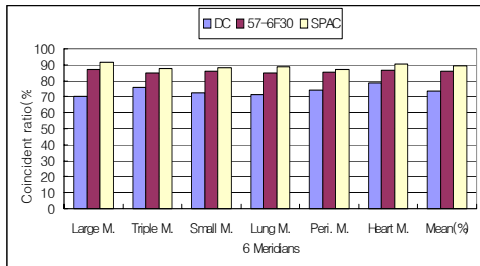


그림 16. 고전경락과의 부합율 비교

Fig. 16 Comparison of coincident ratio (meridians)

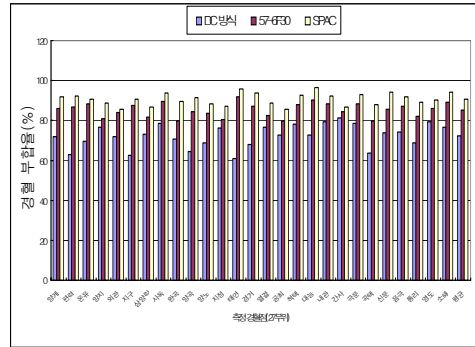


그림 17. 고전경혈점과의 부합율 비교

Fig. 17 Comparison of coincident ratio(acupoints)

IV. 결 론

한의학에서 경혈·경락은 진단과 치료에 있어서 기본 대상이며 건강상태를 판별하는 지표로써 정확한 혈위에서 효율적이고 신뢰성 있는 진단과 치료가 이루어질 수 있도록 혈위를 식별하고 안내할 필요가 있다. 따라서 정확한 혈위를 식별하고 인체 영향력을 줄이기 위해 자극 방식을 기존의 직류방식에서 단일전원 양방향성 교류의 SPAC 방식으로 개선하여 임상실험을 통해 신뢰성과 안전성 및 혈위식별 및 자침안내장치와의식별 능력을 확인하였다.

식별율이 높은 양도점이 고전 경혈점과 100% 일치하는 것은 아니지만 식별한 점과 고전 경혈점과의 부합율에 있어서 SPAC방식은 DC방식보다 부합율이 높음을 확인하였다. 이는 많은 혈위식별장치들이 가지고 있는 식별율 및 고전 경혈점과의 부합율의 신뢰성이 부족한 문제를 해결할 수 있어 한의학적 진단과 치료를 위한 기기의 응용에 영향을 줄 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] Zhu Zong Xiang, et al. "The low Impedance Nature of Meridian Lines before and after Amputation," Brit. J. Acu., Vol. 11, No. 1, pp.25-28, 1988

- [2] Julia J. Tsuei, "The Science of Acupuncture Theory and Practice," IEEE Eng. in Medicine and Biology, Vol. 15, No. 3, p.55, 1996
- [3] 中國中醫研究院 編, 鍼灸研究進展, 人民衛生出版社, pp.14-21, 1981
- [4] 田嘉禾 等, "99mTcO4-穴位注射后遷移軌迹與淋巴, 神經及血管關係的觀察," 針刺研究, 增刊, 第4號,p.70, 1989
- [5] 陳謨訓 等, 經絡感傳의聲發射實驗研究, 遼定中醫雜誌, Vol. 1, p.35, 1984
- [6] 李志超, 等溫經絡線的實驗驗證, 針刺研究, Vol. 21, No.1, p.76, 1996
- [7] 林先哲等, "人體經絡 穴位的 電發光 研究," 大自然探索 Vol. 9, No. 31, pp.16-21, 1990
- [8] Luisiani, R. L., "Direct observation and photo-graphy of electro conductive points on human skin," Am. J. Acupuncture, Vol. 4, No. 6, pp.311-317, 1978
- [9] Kuo-Gen Chen, "Electrical Properties of Meridians", IEEE Eng. in Medicine and Biology, Vol.15, No.3, p.59, 1996.
- [10] Reinhold Voll, "Topographic Position of the Measurement Points in Electro-acupuncture", Medizinisch Literarische Verlagsgesellschaft mbH. Uelzen, Vol.1,1977.
- [11] Kurabayashi, Y., "Histological studies on the skin elective resistance decreased point (SERDP)," Okayama Igakukai Zasshi, Vol. 92, pp.635-657, 1980
- [12] Zhu Z X, "Research advances in the electrical specificity of meridians and acupuncture points", Am J Acupoint, 9, p203-216, 1981.
- [13] Zhu Z.X. and J.K. Hao(Ed.). "Biophysics on Acupuncture and Meridian", Beijing Publish House, Beijing, 1988, pp. 233-235.

저 자 소 개

李 珞 欽 (學生會員)



출생년도 : 1973년 1월 25일생
1999년 원광대학교
전자공학과 졸업(공학사)
2001년 원광대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학석사)
2001년 ~ 현재 원광대학교
전자공학과 박사과정

주관심분야 : 생체공학 및

의용전자, 한의공학(진단 치료기),

마이크로프로세서의 응용

高 壽 福 (正會員)



출생년도 : 1955년 6월 10일생
1994년 한국방송통신대학교
전자계산학과 졸업
1996년 원광대학교 산업대학원
전자공학과 졸업(공학석사)
2003년 원광대학교 대학원
박사과정 수료

1997.1 ~ 현재 대전기능대학

전자과 부교수

주관심분야 : 생체공학 및 의용전자, 메카트로닉

鄭 東 明 (正會員)



출생년도 : 1952년 2월 10일생
1984년 원광대학교 전자공학과
졸업(공학사)
1987년 인하대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학석사)
1993년 인하대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학박사)

1992년 ~ 현재 : 원광대학교

전자공학과 교수

주관심분야: 생체공학, 심신의학, 정신과학,

한의학의

객관화, 메카트로닉