

경혈의 밀리파 자극과 그 영향에 관한 연구

변미경, 한상휘, 김정국, 허웅, *박영배
명지대학교 전자공학과, *경희대학교 한의과대학
전화 : 031-336-6347 / 핸드폰 : 011-9798-4452

A Study on the millimeter-wave stimulation on acupuncture points and it's biological effects

Mi-Kyeong Byeon, Sang-Whi Han, Jungkuk Kim, Woong Huh, *Young-Bae Park
Department of Electronic Engineering, Myongji University,
*School of Oriental Medicine, Kyung Hee University.
E-mail : mkbyeon@mju.ac.kr

Abstract

In this paper, we describe a millimeter-wave radiation system developed for stimulating acupuncture points, and an analyzing system developed for monitoring the change of physiological signals after the stimulation such as ECG, skin temperature, skin potential and skin resistance. The systems are to be used to investigate the treatment efficacy and biological effects of the millimeter-wave, and eventually, can be used to study the acupuncture meridian system theory in the traditional Korean medicine.

I. 서 론

한의학에서 경혈은 인체의 장부상태를 반영하는 점이며 또한 기(氣)의 출입점으로 인식되어 이곳의 기를 조절하여 병증치료를 하고 있다. 경혈의 기 조절은 침, 뜸을 이용하여 왔으나 여러 가지 불편한 점이 있어 이를 대신한 방법들을 연구해 오고 있다. 이들 방법 중 전자파를 이용한 경혈의 기 조절을 하고자하는 연구는 아니지만 1960년대 러시아에서 밀리파 대역의 전압 가변형 광대역 발진기의 개발이 계기가 되어 의학과 생물학에 전자파의 영향이 연구되어 왔다. 1980년대 후반이후 러시아의 학술원에서 밀리파가 여러 가지 병을 치료하는데 효과적이라는 결과를 발표하였으

며, 1990년대 초반 이후 밀리파 대역의 전자파를 이용한 치료기가 개발되어 동유럽에서는 병을 치료하는 목적으로 널리 사용되어져 왔다[1][2].

이와 같이 밀리파를 이용하여 질병을 치료하지만 밀리파가 인체에서 어떠한 작용을 해서 병이 치료되는지에 대한 과학적인 메커니즘은 여전히 불분명하며, 그 메커니즘에 대한 많은 연구가 진행중이다[3].

본 연구에서는 밀리파 대역의 전자파가 인체의 경혈에 미치는 영향과 자극기로서의 치료효과에 대한 연구를 수행하기 위하여 밀리파 대역의 3가지 주파수($\lambda=4.9\text{mm}, 5.6\text{mm}, 7.1\text{mm}$)를 발생시키는 장치를 개발하고 한의학의 경락이론(Meridian theory)에 따라서 인체의 침점(Acupuncture point)에 자극하고 자극 전후의 생리학적 신호 변화를 계측하고 분석, 평가하는 장치와 방법을 구현하고 고찰하였다.

II. 시스템 구성

1. 밀리파 발생 장치

1-1. 하드웨어 구성

그림 1은 밀리파 발생 장치의 구성도를 나타낸 것으로서 구동부와 제어부로 구성되어진다. 구동부는 파장 4.9mm, 5.6mm 그리고 7.1mm의 밀리파 대역 전자파를 발생하는 3개의 Applicator와 24[V] High Voltage Source, High Voltage Source를 단속하여 Applicator에서 전자파가 방사되는 것을 제어하는 Applicator Driver, Applicator의 동작 여부를 알려주는 Indicator

그리고 Controller로 구성하였다. 제어부는 Pentium PC에서 구현하였으며 구동부와 제어부의 통신은 시리얼 통신으로 이루어진다.

전파를 방사하는 Applicator는 Gunn Diode 발진기와 유전체가 부착된 안테나로 구성된다. Applicator의 Power Density는 약 10mW/cm²이다.

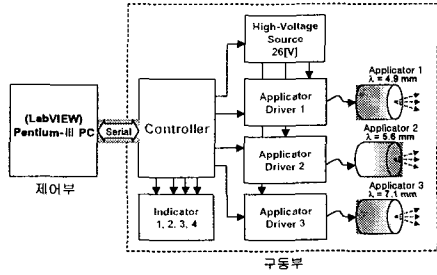


그림 3. 밀리파 발생 장치 구성도

1-2. 소프트웨어 구성

그림 2는 밀리파 발생 장치의 구동부를 제어하는 제어부의 소프트웨어 구성을 나타낸 것으로서, 모드/채널 설정 루틴, 타이머 루틴 그리고 시리얼 통신 루틴으로 구성되어진다.

모드/채널 설정 루틴은 설정된 시간동안 연속적으로 밀리파를 방사하는 Continuous mode와 설정된 시간 주기동안 밀리파의 방사를 on/off제어하는 Discontinuous mode로 크게 구분되어지고, 또한 각 모드는 3개 채널을 개별적으로 구동하는 Individual mode와 3개 채널을 동시에 구동하는 Overall mode로 구성하였다. 타이머 루틴은 밀리파의 방사시간을 설정하고 Counting하는 기능을 수행한다[4].

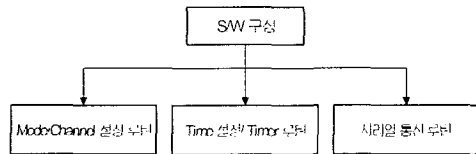


그림 4. 밀리파 발생 장치 소프트웨어 구성

2. 밀리파 자극 분석 장치

본 연구에서는 밀리파 대역 전자파의 경혈 자극이 인체에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하기 위하여 4가지의 생리학적 신호 변화를 분석하고 평가하고자 하였다. 설정된 4가지의 신호는 심전도, 피부온도, 피부전위 그리고 피부저항이다.

심박변화율(HRV)의 전력 스펙트럼 분석이 자율신경계의 두 가지 상반된 메커니즘인 교감신경과 부교감신경의 작용을 정량적으로 평가할 수 있는 효과적인 방

법이므로 심박변화율을 밀리파 대역 전자파가 자율신경계에 미치는 영향을 평가하기 위한 목적으로 선정하였다[5]. 따라서 심전도 신호는 심박변화율의 원신호로 사용된다.

피부온도, 피부 전위 그리고 피부 저항은 자침이나 뜸과 같은 자극을 이용하여 수행된 기존의 경락 이론 연구의 예를 참고로 하여 선정하였으며 향후 기타 다른 자극을 이용한 연구와도 비교 평가를 수행하고자 하였다. 피부 전위 측정은 경혈 부위에서의 전위를 측정하는 것을 의미하는 것으로서 여러 생체 신호 전압원에서 나오는 생체 전기가 측정된다는 가정을 전제 조건으로 한다[6].

2-1. 하드웨어 구성

그림 3은 분석 장치의 전체 구성도를 보인 것이다. 심전도와 피부 전위는 Ag/AgCl 전극을 이용하여 AD620 차동증폭기와 AD210 Isolation 증폭기로 구성된 증폭부와 LF353을 이용하여 0.2Hz 고역통과 필터, 60Hz 대역 제거 필터 그리고 3KHz 저역 통과 필터로 필터부를 구성하여 계속하였다.

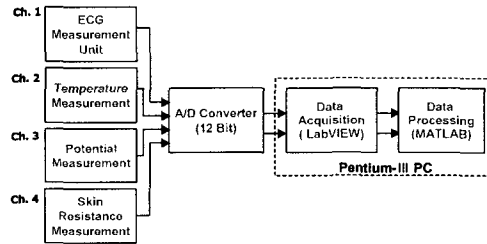


그림 5. 밀리파 자극 분석 장치 구성도

피부 온도 계측은 1μA/K의 IC화된 온도 센서인 Analog Device社의 AD590을 사용하였다. AD590은 25℃(298.2K)에서 298.2[μA]의 온도에 대한 전류 출력을 발생한다. 따라서 336[Ω]이하 저항과 비반전 증폭기를 이용, 1℃ 온도 변화에 대해 10[mV] 전압 출력 변화를 나타내어 25℃에서 3.106[V]의 출력을 나타내도록 온도 계측부를 구성하였다. 피부 저항 계측은 본 연구에서 구현한 프로브와 Ag/AgCl 전극을 이용하며, 10μA의 DC 전류를 인체에 흘리는 피부저항검출부, 증폭 및 필터부로 구성하였다.

12Bit A/D 변환기는 최대 100KHz의 샘플링 주파수를 가지는 8채널의 NI사 Data Acquisition Board (DAQ-1200)을 사용하였다.

2-2. 소프트웨어 구성

그림 4는 밀리파 자극 분석 장치의 소프트웨어 구성을 나타낸 것으로서 NI사 LabVIEW를 이용하였으며 4개 채널별로 크게 A/D변환기를 제어하고 데이터를

모니터링하는 기능의 Data Display Part와 데이터를 분석 및 평가하는 Data Analysis Part로 구성된다.

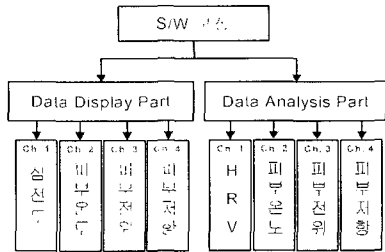


그림 6. 밀리파 자극 분석 장치 소프트웨어 구성

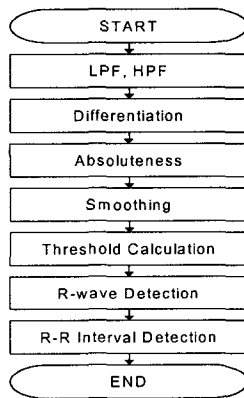


그림 7. R-R 간격 검출 흐름도

그림 5는 분석 소프트웨어 중 심박변동(HRV)을 구하기 위한 전처리 과정으로 심전도의 R-R 간격 검출을 구하는 흐름도를 나타낸 것이다. 얻어진 심전도는 LPF와 HPF로 필터링하고, 미분 후 절대값을 취해 주었으며, FIR windowed된 필터(Hamming)로 smoothing 해주었으며, 그 smoothing 된 데이터 중에 최대값의 30%를 Threshold로 계산하고, sample 개수 33개를 윈도우 사이즈로 설정하여 최대값인 R파를 검출하고, 검출된 R파의 데이터 R_N 를 $R_N - R_{N-1}$ (N은 R파 검출 개수를 나타냄) 급수로 R-R 간격을 구하였다[4].

III. 실험 및 고찰

1. 자극점과 관찰점

본 연구에서 밀리파 자극에 대한 영향을 분석하기 위하여 일차적으로 자극점과 관찰점을 그림 6과 같이 경락이론에 근거하여 심포경(心包經)의 곡택(曲澤, HE3)과 내관(內關, HE6) 경혈(經穴)점을 밀리파의 방사 위치인 자극 점과 이에 따르는 생체 신호변화를 계속하는 관찰점으로 선정하였다. 또한 두 경혈점에서

1cm 떨어진 비경혈점(CP1과 CP2)을 참고점으로 선정하여 경혈과 비경혈점에서의 신호 변화를 비교 분석하고자 하였다.

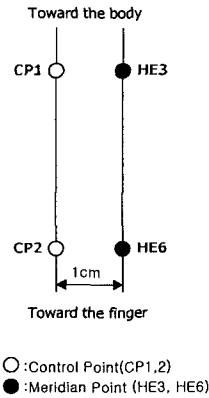


그림 8. 방사점과 관찰 위치

전자파를 각각 몸통과 손목 양방향에서 방사하고 그 반대편에서 신호를 관찰하고자 하였다. 몸통방향인 HE3 경혈에 전자파를 방사하는 경우에는 HE6와 CP2 지점에서의 신호 변화를 관찰하고, 반대로 손목 방향인 HE6에 전자파를 방사하는 경우에는 HE3와 CP1 지점에서의 신호 변화를 관찰하는 기준을 설정하였다. 표 1은 실험의 한 주기를 자극점과 관찰점으로서 나타낸 것이다.

No.	자극점	관찰점	계측 신호	
1	경혈	HE3	HE6, CP2	심전도
2	비경혈	CP1		피부온도
3	경혈	HE6	HE3, CP1	피부전위
4	비경혈	CP2		피부저항

표 5. 자극 및 계측 순서

2. 실험 및 고찰

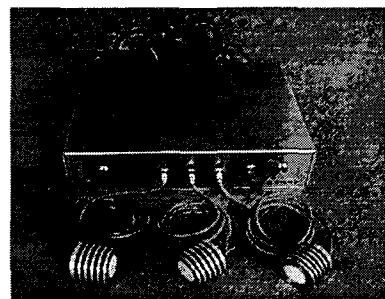


그림 9. 밀리파 발생 장치

그림 7은 본 논문에서 구현한 밀리파 대역의 3가지

주파수를 방사하는 밀리파 발생 장치를 보인 것이고 그림 8은 PC에서 구현된 제어부 운영 프로그램의 조작에 의해서 출력된 파장 7.1mm의 어플리케이션에서 출력된 신호의 스펙트럼을 보인 것이다. 따라서 구현한 시스템은 밀리파 대역 전자파의 발생과 운영 프로그램에 의한 밀리파 On/Off 제어가 확인되었다.

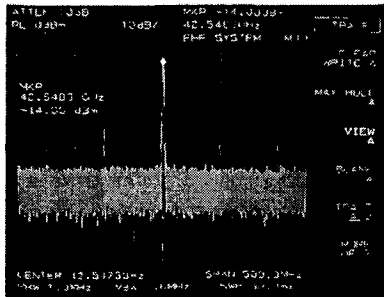


그림 10. 파장 7.1mm의 스펙트럼 관측 파형

그림 9와 그림 10은 본 연구의 밀리파 자극 분석 장치에서 구현한 피부저항과 피부온도 계측 프로브를 나타낸 것으로서 표1에 나타난 관찰점인 경혈점과 비경혈점의 신호를 동시에 차동으로 계측하기 위하여 1cm의 간격으로 검출 탐침과 온도 센서를 위치시켜 프로브를 구성하였다.

피부저항 계측의 경우, 복부 중앙에 위치시키는 Ag/AgCl 전극을 Reference로 취하였으며 피부온도 계측의 경우는 주변온도를 측정하는 온도 센서를 별도로 구성하여 Reference로 취하였다.

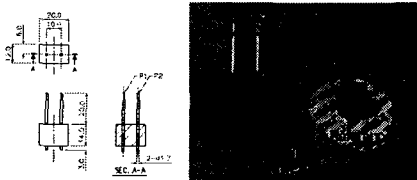


그림 11. 피부저항 계측 프로브

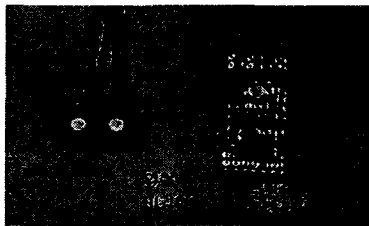


그림 12. 피부온도 계측 프로브

또한 그림 11은 밀리파 자극 분석 프로그램으로서 본 연구에서 구현한 분석 장치의 하드웨어와 알고리즘을 통해서 얻어진 CH. 1 심전도 신호와 Smoothing

신호 그리고 R파 검출 신호 결과를 마커로 나타낸 것이다.

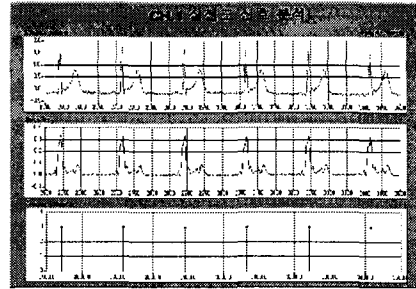


그림 13. 밀리파 자극 분석 프로그램 (Ch. 1:심전도)

IV. 결 론

본 연구에서 구현된 시스템과 제안된 분석 방법은 밀리파 자극의 인체 영향을 고찰하는데 부합한다고 판단되며 기초 시험의 결과로서 얻어진 아래의 내용과 같은 관리 항목을 고려하여 객관성과 재현성의 검증을 위하여 반복 시험과 함께 설계 변수의 교정시험이 진행 중이다.

- (1) 주파수에 따른 경혈 자극 조건,
- (2) 경혈과 비경혈 간의 자극 비교,
- (3) 자극 동안의 Applicator의 인가 방법,
- (4) 피검자의 생리상태, 자극 시간 및 패턴.

참 고 문 헌

- [1] V.I. Petrosyan, Yu.V. Gulyayev, E.A. Zhiteneva, and N.I. Sinitsyn, "Interaction of Physical and Biological Objects with EHF-Band Electromagnetic Radiation", Journal of Communication Technology and Electronics, 40(3), 1995
- [2] S. I Ale, M. C. Ziskin, "Millimeter Microwave Effect on Ion Transport Across Lipid Bilayer Membranes", Bioelectromagnetics, 16:124-131,1995
- [3] D.A. Nelson, M.T. Nelson, T.J. Walters, P.A. Mason, "Skin Heating Effects of Millimeter-wave Irradiation-Thermal Modeling Results", IEEE Transaction on Microwave theory and Techniques, Vol. MTT-48, No. 11, November 2000
- [4] 변미경, 한상휘, 김정국, 허웅, "EHF 대역 전자파 자극 시스템 개발에 관한 연구(1)", 대한의용생체공학회, 2002년 춘계 학술대회, pp.19-21, 2002
- [5] Mika P. Tarvainen, Perttu O. Ranta-aho, and Pasi A. Kjalainen, "An Advanced Detrending Method with Application to HRV Analysis", IEEE Transactions on Biomedical Engineering. Vol.49, No.2, February 2002
- [6] 한국한의학연구원, 전기적특성을 이용한 경락시스템 연구 (3), 서울,(주)다우문화, 2000