

가변펄스 모드에 의한 Myalgia 치료를 위한 저주파 시스템의 설계 및 구현 (Design and embodiment of low frequency system for myalgia treatment by variableness pulse mode)

김휘영(Whi-Young Kim)¹⁾

요약

현대인의 과로, 과음, 흡연으로 인한 근육에 스트레스를 주는 자세가 많다. 한 자세로 오래 앉아 있는 시간이 많으므로 근육통은 근육 류머티즘이나 결합 조직염, 근통증으로, 환부를 누르면 경결이 있고 아프다. 근육자체에는 병적변화가 없고 결합 조직염의 경우는 그 근육 주위에 있는 근육막이나 힘줄·신경초 등의 결합조직에 류머티즘 변화가 나타난다. 전형적인 비관절성 류머티즘이기도 하다. 과격한 운동이나 몸에 익숙지 않은 일을 무리하게 했을 경우에 볼 수 있다. 이로 인해 본 연구에서는 설정된 주파수가 변화없이 지속되는 파형과 초음파 자극처리장치의 특성을 모드별 주파수 파형으로 연속모드, 10모드, 25모드, 50모드 등으로 다양하게 환자의 상태에 따라 구현이 가능하였다. 실험을 통해 초음파, 저주파장비에 대한 기초기준을 정할 수 있는 샘플을 확립 나름대로 정리하여 기준을 확립하고자 한다.

Abstract

There are many modern's overwork, excessive drinking, carriage that give stress in muscle by smoking. Because time that sit long by carriage is much, if myalgia beats widower on muscle rheumatism or union formation inflammation, core ache, there is congealment and is painful. Muscle itself is no military register change and rheumatism change shows in areolation of muscle film or muscle-nerve sheath etc. that union tissue's inflammation case is around the muscle. It is typical rain joint sex rheumatism. Can assume in case of made work that do not get used to extreme exercise or body perforce. Special quality of do waveform and supersonic waves stimulation processing plant which frequency that is established in research that do Iroin is continued without change is available embodiment according to patient's state variously by series mode through mode frequency waveform, 10 modes, 25 modes, 50 modes etc. Sample that can decide basis standard for supersonic waves through an experiment, low frequency treatment equipment standard for low frequency equipment, supersonic waves treatment equipment that float in city adjusting establishment naturally establish.

논문접수 : 2007. 1. 20.

심사완료 : 2007. 2. 19.

1) 종신회원 : 동주대학 의리기공학과 교수

I. 서론

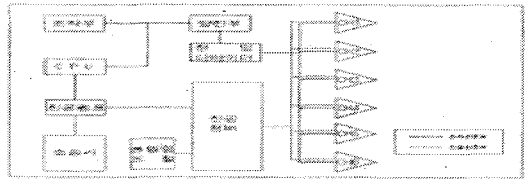
초음파는 우리의 귀에 들리지 않을 뿐, 보통 음파와 같다. 음향적 특성이나 물리적 성질도 같고 귀에 들리는 모든 소리보다 더 많은 초음파가 공기 중에 있다고 생각하면 된다. 인간의 감지 영역을 벗어난 무성의 초음파는 이미 동력적, 정보적 응용 분야에서 광범위하게 이용되고 있다. 전자공학과 IT의 발전으로 인해 초음파 진단장치 뿐 아니라 초음파 치료기기도 기능이 획기적으로 발전하고 있다. 2000년대에 들어와서 보급이 확대되어 현재는 제2의 청진기 역할을 담당 할 정도이다. 그러나 아직도 초음파 분야는 발전 가능성이 무궁하다. 초음파의 기본 성질이 높은 감쇄량, 빠른 공기층의 불 투과성 및 X-선에 비해 상대적으로 긴 파장에 의한 산란효과 등으로 상용화가 어려운 실정이다. 특히, 낮은 분해능, 비선형적 진행특성, 스펙클 패턴문제 등을 안고 있다. 초음파는 전자 산업의 발전과 활발한 국제적 교류, 현실적인 요구에 힘입어 최근에는 첨단기술로써 각광을 받으며 의료, 군사, 시험기기는 물론 주변의 산업 기기로도 응용되어 가공, 탐지, 위치제어, 세척, 용접, 집진기, 검사, 계측, 계량, 기기, 심지어는 피부, 미용, 목욕, 세수, 양치질, 마사지에 이르기까지 매우 다양한 분야에서 실용화가 넓어지고 있다. 초음파는 진동주파수가 17,000 ~ 20,000Hz 이상인 불가청 진동음파로서, 물체의 진동에 의해 일어나는 탄성파이며, 압전효과를 가지며 초음파 치료는 보통 0.5~5MHz내의 초음파를 사용하여 치료하며, 음파 영동치료는 초음파 에너지로 피부를 통해 약물을, 조직 내로 도입시키는 방법을 사용한다. 근육통은 근육 류머티즘이나 결합 조직염, 근통증으로, 환부를 누르면 경결이 있고 아프다. 근육자체에는 병적변화가 없고 결합 조직염의 경우는 그 근육 주위에 있는 근육막이나 힘줄·신경초 등의 결합조직에 류머티즘 변화가 나타난다. 전형적인 비관절성 류머티즘이기도 하다. 과격한 운동이나 몸에 배지 않은 일을

무리하게 했을 경우에 볼 수 있다. 이로 인해 본 연구에서는 설정된 주파수가 변화 없이 지속되는 파형과 초음파 자극처리장치의 특성은 모드별 주파수 파형을 통해 연속모드, 10모드, 25모드, 50모드 등으로 다양하게 환자의 상태에 따라 구현이 가능하였다. 실험을 통해 초음파, 저주파 치료 장비에 대한 기초기준을 정할 수 있는 샘플을 확립 나름대로 정리하여 시중에 난립한 저주파장비, 초음파 치료 장비에 대한 기준을 나름대로 확립 하고자 한다.

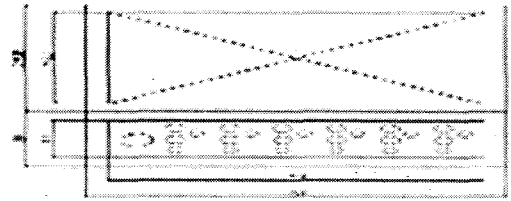
2. 하드웨어 설계

외관디자인, 키보드 및 디스플레이, 메인보드, 전원트랜스, 진공펌프, 소음기 및 분배기, 흡인 치료 전극, 전원코드, 흡인자극전극, 연결코드, 피부표면에 전극을 장착하고 저주파 전류를 인체에 통하게 하여 자극하는 것을 목적으로 하는 의료용 저주파자극장치로 발전기, 증폭기, 출력조정기, 계기류, 전원장치, 타이머, 안전장치 및 자극도자들로 구성할 수가 있다. 주파수의 신호를 디지털로 발생시킴으로서 신호 발생의 정확도를 높이고 병변에 따른 치료시간을 각각 프로그램화 하여 치료효과를 높일 수 있도록, 기본 설정된 주파수에 의한 치료뿐 아니라 환자에 맞게 프로그램을 설정할 수 있는 등 치료효과를 극대화 할 수 있도록 가변성이 있는 치료장치를 목표로 하였다. Spike Pointer와 Niddle Tens의 기능을 동시에 사용할 수 있어 여러 종류의 치료를 할 수 있는 다목적일 수가 있다. 마이크로프로세서 제어를 이용한 저주파 자극장치로 손상된 인대와 근육 및 연부조직의 재생과 통증제거를 위해 지금까지 사용하여온 전기 치료기와 달리 마이크로프로세서에 의해 제어되는 전기파가 인체 조직에 대한 세포자극으로 근육 및 연부 조직을 치유하며, 마비된 신경을 자극하여 급 만성 통증을 제거할 수 있도록 한다. 특히, 만성적이고 고질적인 디스크성 요통, 운동부족으로 인한 관절 통증과 수술 후의 근력 강화에 탁월한 효과가

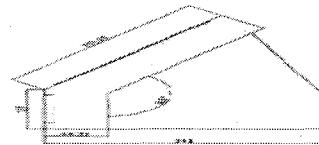
있도록 하였다. CPU에 의한 제어 및 자동프로그램, 디지털 제어에 의한 부드러운 자극의 고정 파형의 주파수를 다양하게 변화 시킬 수 있도록 프로그램 되어 있으며, 향후 새로운 프로그램을 개발할 경우에 업그레이드 할 수 있도록 한다. 안전장치의 기능은 치료가 시작될 때 치료강도가(Intensity)가 항상 "0"에서 시작하도록 하는 Zero Start 방식을 채택하였으며 허용 가능한 최대 전류보다 큰 전류가 환부에 흐르는 것을 방지하는 과전류 방지 회로를 채택하였다. 일반적인 사양은 다음과 같이 정리한다. 소비전력 190VA±10%, 출력전압 무부하시 90Vp-p, 부하시 300Vp-p, 출력전류 27mA 실효치 (999Hz 500Ω), 출력파형 쌍방향 대칭파, 펄스폭 50us, 치료시간 1~99분(5분 step), 모드 1일 때 A1 30Hz, 20Hz, 10Hz, 3Hz, (30Hz가 25초 나온 후에 3초 간격으로 균류지 시간 없이 순차적으로 변환됨), A2일 때3, 10, 20, 30Hz, MIX1, 30Hz, 20Hz, 10Hz, 3Hz가 균류지 시간 없이 Random 하게 변환하며(30Hz가 25초 나온 후에 3초 간격으로 변환하되 바로 이전의 주파수의 동일 주파수가 Call될 경우 Time은 3의 배수로 늘어남), MIX1, 3, 15Hz(3초간격), (15Hz가 25초 나온 후에 3초 간격으로 균류지 시간 없이 순서적으로 변환됨), MIX2, 5, 100Hz (100Hz가 25초 나온 후에 3초 간격으로 균류지 시간 없이 순서적으로 변환됨), MIX Manual, 1~999Hz 설정 가능한 연속 파형을 가지며, CON1, 10Hz- 지속적인 연속파, CON2, 100Hz - 지속적인 연속파, CON3, 500Hz - 지속적인 연속파, CON Manual, 1~999Hz, CON Pulse, 3초 - ON, 1초 - OFF, CON Manual 에서만 선택이 가능하도록 하였고, 흡입압, 연속가변조절 (10~250mmHg), 출력채널이 12채널로 하였다. 그림 1에서그림4까지 시스템을 설계 하였다.



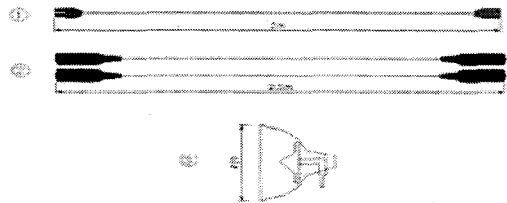
[그림 1] 시스템 구성도



[그림 2] 조작판넬 배치도



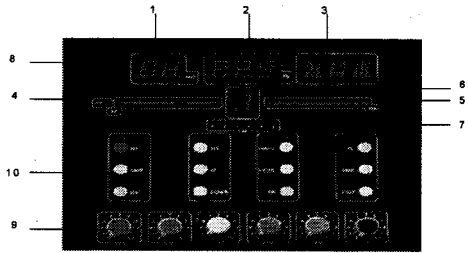
[그림 3] 측면 배치도



[그림 4] 도자 구성도

동작원리는 기기내에 전원코드로 정격전압 220V, 60Hz의 상용전원을 입력한 후 유리관 퓨즈 및 진원스위치를 통과해 기기가 작동하여 자극전압, 최대 약 300 Vpeak까지 승압시키기 위해 리니아 IC와 트랜지스터에 의해 전압 전류증폭기를 구성해 한층 더 연결되어 있고 또한 출력 컨넥터로부터 출력코드를 거쳐 도자에 공급됨으로써 자극을 한다. 안전장치는 출력 조정기의 다이얼이 ON 상태에서 전원공급시 출력이 나오지 않으며 설정시간 완료시 멘트가

나오고 최고 출력전류가 27mA ± 10% 이상일 때 출력이 차단된다. 또한 과전류에 의한 기기의 오동작을 차단하기 위해 출력휴즈를 내장하였다. 전체 구성 블록은 기능의 선택 및 조정하는 제어를 담당하는 키와 표시장치 제어부, 자극에 필요한 주파수를 발생하는 부분하는 발진부, 발진부에서 발생한 주파수를 각채널별 주파수로 정밀하게 분리하는 부분 다이아이스부, 출력채널 CH 1~6 과 장비의 제어에 해당하는 부분으로 각종 기능 등을 처리하는 주회로부, 도자를 환부에 부착하기 위해 공기압을 흡입하는 장치 흡입부, 각 채널별 도자의 공기압을 흡입시키기 위한 분할하는 진공챔브장치와 흡입압 조절하는 채널별 도자의 흡입압을 조절하는 밸브와 소음기 즉, 진공펌프에서 발생하는 소음을 줄여 주는 장치로 구성하였다. 그림 5는 실제 구성한 조작판넬 유니트, 그림 6은 설정모드 기능키, 그림 7은 도자 기능별 삽입구를 나타낸다.

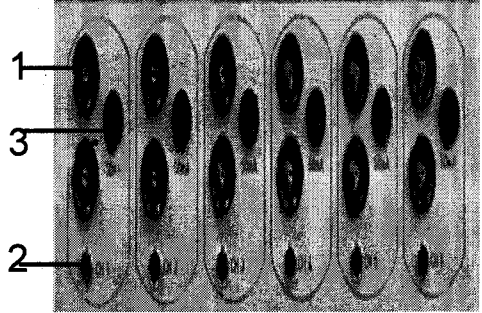


- ① 자극시간 설정 표시기,
- ② 주파수표시기
- ③ 모드 표시기,
- ④ 출력전류 표시기,
- ⑤ 출력전압 표시기,
- ⑥ 채널 표시기
- ⑦ 작동채널 표시기,
- ⑧ 치료중 표시,
- ⑨ 작동 스위치 및 출력세기

[그림 5] 실제 구성한 조작판넬 유니트

기능키	설명	기능키	설명	기능키	설명	기능키	설명
NT	전침 선택	SET	주파수 설정	MANU	수동 설정	PL	펄스 설정
SAVE	설정값 기억	UP	주파수 올림	MODE	모드 선택	TIME	치료시간 설정
VAC	진공펌프 작동	DOWN	주파수 내림	CH	채널 표시	STOP	치료지

[그림 6] 설정모드 기능키

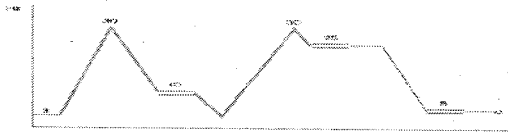


[그림 7] 도자 기능별 삽입구

4. 실험결과 및 모의진단

누설 전류 시험에서 접지 누설 전류를 정상상태 0.5 mA 이하, 단일고장상태 1 mA 이하, 외장 누설전류, 정상상태 0.1 mA 이하, 단일고장상태 0.5 mA 이하, 환자 누설 전류 (BF형), 정상 상태 0.1 mA 이하, 단일고장상태 0.5 mA 이하, 환자 측정 전류(AC전원: BF형), 정상상태 0.1 mA 이하, 단일고장상태 0.5 mA 이하, 내전압 시험은 다음 각 부분은 주어진 시험전압에 대하여 1분간 견딜 것 (220V), 통전부분과 보호접지한 접촉가능 금속 부분간(A-a1) 1500V, 통전부분과 보호접지하지 않은 외장 부분간 (A-a2) 4000 V, 전원부의 이극성 부분간(A-f) 1500 V, 장착부와 통전부분간 (B-a) 4000 V, F형 장착부와 신호 입력부 및 신호 출력부를 포함한 외장부 (B-d) 1500V이며, 과열 시험은 정상적으로 사용중인 기기의 각 부분의 온도는 다음 값 이하가 되어야 하며 권선 및 이것에 접촉하는 적층 코아의 허용온도, A종 절연 105 ℃, 공구의

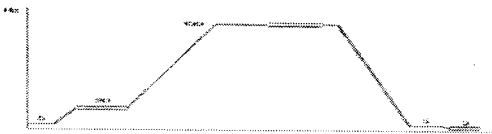
사용없이 접촉 가능한 부분(가열 장치 및 정상 사용중에 손으로 유지하는 기기 또는 유지하는 부분은 제외) 85 ℃, 정상 사용시 핸들, 노브, 그립 등의 표면 (연속/단시간 접촉), 금속 : 55 ℃ / 60 ℃, 자기 또는 유리 65 ℃/70 ℃, 성형재료, 고무 또는 나무:75 ℃/80 ℃, 정상 사용시 환자에게 단시간 접촉할 가능성이 있는 기기의 부분 50 ℃, 환자에게 열을 주는 것을 의도하지 않는 장착부의 표면 41 ℃가 되어야 한다.



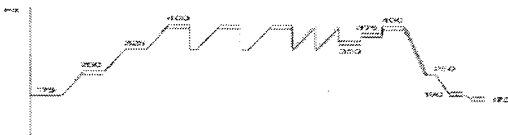
[그림 8] ST1 모드 자동 동작 그래프



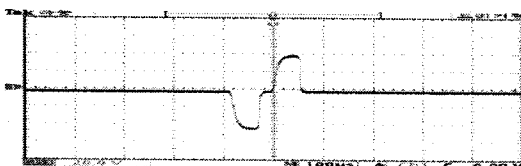
[그림 9] ST2 모드 자동 동작 그래프



[그림 10] ST3 모드 자동 동작

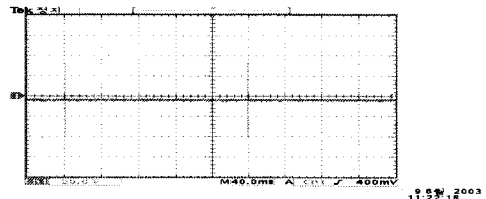


[그림 11] ST4 모드 자동 동작

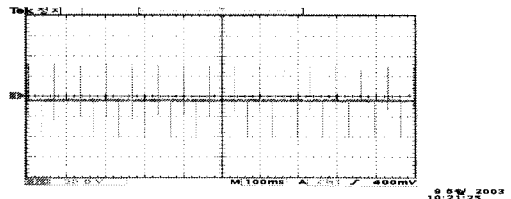


[그림 12] 50us, 10us 출력파형

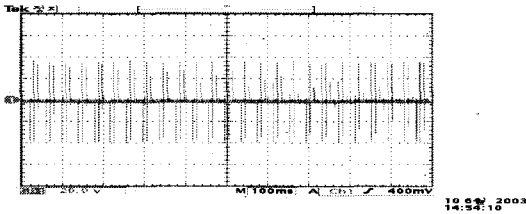
그림 8에서 그림 12에서 모드별 동작 특성과형을 나타내고 있으며, 성능시험에서 정격전원 AC 220V, 60Hz, 소비전력 55VA, 최대출력 전압 90Vp-p, 최대 출력전류 27mA 실효치 (999Hz 500Ω), 출력 파형 대칭과, 펄스폭 50us 이며, 치료시간 5~40분, 모드는 주파수가 변환되는 모든 모드에서는 15초 이후에 변환되며, 1) A1 : 30Hz, 20Hz, 10Hz, 3Hz. (30Hz 가 15초 이상 나온 후에 3초 간격으로 순서적으로 변환됨) 2) A2 : 30Hz, 3Hz, 10Hz, 3Hz 20Hz, 5Hz, 30Hz(일정하지 않음), (30Hz 가 15초 이상 나온 후에 가장 빨리 변환되는 타임은 3초이고, 낮은 주파수와 높은 주파수가 서로 임의대로 변환됨), MIX1 : 15Hz, 3Hz (3초 간격), MIX2 : 5Hz, 100Hz (3초 간격), MIX Manual : 1~999Hz, CON Manual : 1~999Hz, 시간과 주파수를 임의로 설정할수 있음, 편리상 아래와 같은 기능을 설정하였음, CON1 : 10Hz, CON2 : 100Hz, CON3 : 500Hz, CON Pulse(PL선택) : 3초 - ON, 1초 - OFF, 최고 흡인 진공도, -200mmHg ±10% 이내, 출력채널, 6채널, 안전장치 Zero start, 출력휴즈 (50mA), 사용목적 또는 효능 및 효과로는 근육통완화가 되는 파형을 구성 한다. 그림13에서 15는 주파수별 파형을 나타낸다.



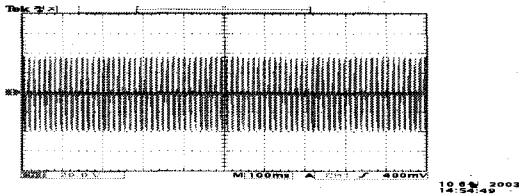
[그림 13] 5 Hz 파형



[그림 14] 30 Hz 파형



[그림 14] 100 Hz 파형



[그림 15] 500 Hz 파형

5. 결론

설계와 제작을 통해 구현한 프로토타입은 크게 2가지로 구성하였다. 먼저 저주파 자극장치와 다음은 초음파 자극장치로 구성하여 실험한 특성을 살펴보면 저주파 자극장치는 정격전압 및 주파수 220VAC, 60Hz와 소비전력 300W, 최대출력전압 45Vp-p $\pm 10\%$ 이내 (400Hz, 부하 500 Ω), 최대출력전류 18mA 실효치(400Hz, 부하 500 Ω), 출력파형은 정전압 방식, 단방향, 펄스파, 펄스폭 50 μ s으로 구성하였고 치료시간설정은 1-60분으로 설정이 가능하게 하였다. 누름은 설정된 주파수가 변화 없이 지속되는 파형이 되도록 하였다. 999Hz 누름 파형으로 주파수가 변화없이 지속되는 파형을 나타내고, 맞사지 파형은 최대 출력으로 서서히 변화되는 파형이며, 회전으로 출력이 반파(위상차 180°)형태로 나온다. 동작모드 알고리즘은 다음과 같이 설명할 수가 있다. ST1(자동)는 3Hz에서 30Hz를 반복하여 누름, 맞사지, 회전 동작을 설정시간까지 반복하며 ST2(자동)으로 5Hz에서 1000Hz를 반복하여 누름, 맞사지, 회전동작을 설정시간까지 반복하며 ST3(자동) 3Hz에서 100Hz를 반복하여 누름, 맞사지, 회전 동작을 설정시간까지 반복, ST4(자동) 175Hz

에서 400Hz를 반복하여 누름, 맞사지, 회전 동작을 설정시간까지 반복하며 ST5(자동) ST1에서 ST4를 반복하여 누름, 맞사지, 회전 동작을 설정할 수가 있었다. 다음은 초음파 자극장치의 특성은 모드별 주파수 파형을 통해 연속모드, 10모드, 25모드, 50모드 등으로 다양하게 환자의 상태에 따라 구현이 가능하였다. 실험을 통해 초음파, 저주파 치료장비에 대한 기준을 정할 수 있는 샘플을 확립 나름대로 정리 하여 시중에 난립한 저주파장비, 초음파 치료장비에 대한 기준을 확립하였다. 추후 구체적인 특성을 정리하면 보다 우수한 제품을 가이드 할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] W.Y.Kim, "The new type pulsed Nd:YAG laser power supply empolyed multi-amplification method" ACED-2000
- [2] 치과 및 피부과용30w급 er:yag레이저 설계 및 구현 "대한전자공학회 학술지논문집 V
- [3] "의용계측공학"여문각
- [4] 다중분할 방전방식을 적용한 펄스형 Nd:YAG 레이저의 임의 펄스성형연구 김휘영, 컴퓨터산업교육학회 논문지VOL. 02 NO. 07 pp.0975 ~0982 2001 . 07
- [5] 포켓셀 Q 스위치를 이용한 의료용 펄스형 Nd:YAG 레이저 개발, 김휘영, 컴퓨터산업 교육학회논문지, VOL. 02 NO. 05 pp. 0681~0688 2001 . 05

김휘영

현재 : 동주대학 의료기공학과 교수

<관심분야>: 의료정보·기기, Psoc, Mobile프로그래밍