

원저

전자식 구치료 시스템 개발 연구

김태준¹ · 이용재² · 김영인¹ · 엄일규³ · 채한² ·
황보민⁴ · 양기영⁴ · 이병렬⁴ · 김병철¹

¹부산대학교 생명자원과학대학 바이오메디컬공학과

²부산대학교 한의학전문대학원 양생기능의학부

³부산대학교 전자전기공학부

⁴부산대학교 한의학전문대학원 임상의학부

Abstract

Development of Programmable and Rechargeable Moxibustion Device

Kim Tae-jun¹, Lee Yong-jae², Kim Young-in¹, Eom Il-kyu³, Chae Han²,
Hwangbo Min⁴, Yang Gi-young⁴, Lee Byung-ryul⁴ and Kim Byoung-chul¹

¹Dept. of Biomedical Engineering, College of Natural Resource and science,
Pusan National University

²Div. of Longevity and Biofunctional Medicine, School of Korean Medicine,
Pusan National University

³School of Electrical Engineering, Pusan National University

⁴Div. of Clinical Medicine, School of Korean Medicine, Pusan National University

Objectives : This study was to develop programmable and rechargeable electronic moxibustion device as an interdisciplinary research focusing on traditional Korean medicine.

Methods : This device deployed several advances on safety and conveniences with the advantage of programmable heat stimulation, heating material and recharging method. The gradient of heat stimulation was programmed with the reference of previous studies and own measurements. The heat curve reached its efficacious stimulus temperature after three minutes, and maintained until 13 minutes with 42°C. We also incorporated feedback from field hospital experiences with the help of hospital staffs.

Results : This device can prevent damages from skin burn and fire accidents, and control the smoke, smell and residue of moxa itself.

* 본 연구는 부산테크노파크에서 지원한 2010년도 산학공동기술혁신사업에 의하여 수행되었음

· 접수 : 2011. 2. 22. · 수정 : 2011. 3. 15. · 채택 : 2011. 3. 15.

· 교신저자 : 김병철, 경남 밀양시 삼랑진읍 청학리 50번지 부산대학교 생명자원과학대학 바이오메디컬공학과

Tel. 055-350-5412 E-mail : bckim@pusan.ac.kr

Conclusions : This study will contribute for the development and improvement of efficacious and safe treatment methods for the traditional Korean medicine.

Key words : rechargeable moxibustion device, programmable heat stimulation, safety and convenience

I. 서 론

의료의 발전에는 의료인이 다양한 임상경험을 통해서 개발하는 소프트웨어적인 측면과 함께 이를 뒷받침해주는 하드웨어적인 부분이 함께 필요하며, 이러한 기술적 혁신이 해당분야의 경쟁력과 지속가능한 성장을 추동하는 것으로 인지되고 있다¹⁾. 이에 한의학에 있어서도 한방 산업에 대한 관심이 점차 높아지면서 한의약에서의 하드웨어적인 부분에 대한 투자와 기술개발이 적극적으로 추진되고 있다¹⁾.

침구치료는 그 임상 특성상 시술과정에 있어서 인적 자원이 비교적 많이 투입되기에 의료기기 관련 기술과 기구들의 활용을 통해 임상자원 활용에 효율성을 높이고, 의료기기의 개발을 통해 치료를 표준화 함으로써 치료효과를 높이고 새로운 치료법을 개발하여 활용 범주를 확장시킬 여지가 있다²⁾. 그러나 침구에서의 하드웨어 측면을 고찰하여 볼 때, 의료용 기구의 형태와 재료, 생산 측면보다는 활용 기법, 임상 활용과 관련된 소프트웨어적 진전이 혁신의 발판이 되어 왔던 것이 사실이다. 최근까지 침구의료기 자체에 대한 다양한 의료기기 특허가 등록되고는 있으나, 임상적으로는 거의 활용되지 못하고 있다²⁾는 것이 이러한 현실을 반영한다 하겠다.

기존의 구(灸) 치료 기구에 관한 연구들은 연소재와 전기, 화학반응, 축열재와 같은 가열수단, 뜸기구의 형상, 재질, 접촉재, 온도 가열 제어, 탐열, 제조방법과 기타 등으로 크게 나누어 볼 수 있는데, 1983년부터 2006년까지 국내에 출원된 뜸 관련 특허 및 실용신안 1,326건 중, 뜸구 분야가 26%, 가열수단이 23%, 가열제어가 4%, 제조방법 및 기타가 6%를 차지한다고 보고된 바 있다¹⁾.

뜸의 물리적 특성에 대한 연구들에 있어서 2000년 이후부터는 다양한 연구들이 보고되어 왔는데³⁾, 상용 쑥뜸의 열역학⁴⁾ 및 온도 특성^{5,6)}에 대한 연구에서부터 표준화를 위한 직접구와 간접구의 온도측정⁷⁾ 등이 다양하게 진행되었다. 이와 함께 이러한 연구성과들을

활용하여 새로운 구치료 방식을 개발하기 위한 연구로서는 비연소식 애구⁸⁾, 약쑥 추출물 방식^{9,10)} 등도 제시된 바 있다.

이러한 토대를 통해 기존의 전통방식 외에 다양한 뜸 모사 의료기기를 개발하고자 하는 시도에 있어서 다양한 발열 방법을 활용함으로써 기술적 진보를 이루고자 하였다. 비연소식 PTC 세라믹 발열체와 쑥 추출물 침부패드를 사용하였던 연구¹¹⁾에 있어서는, 기존 간접구의 특성을 40.6~42.8℃의 최고온도와 30mg의 연소 잔유물로 규정하고 이를 모사하였으나, 의학 적 효과로 제시된 체온 변화는 구치료의 재현이라기 보다는 1시간 동안의 발열 및 쑥 추출물 자극에 의한 피부 이상반응일 가능성을 배제할 수 없었다.

뜸을 모사하기 위한 고주파 자극기를 사용한 시도^{12,13)}에 있어서는 심부의 온도를 자극한다는 측면에서는 의의가 있으며 체표 5mm 심부에서의 발열을 유발시킬 수 있음이 확인되었으나, 임상적 활용보다는 돼지고기에서의 발열을 지표로 사용하였기에 의학적 안전성이 확인되지 않았으며, 구치료의 임상적 효과를 단순 체표 열자극으로만 규정하기에 기존 물리치료와의 차이를 구별하지 못한다는 한계가 있다.

이에 이러한 기존 연구들이 한의학적 구치료 임상 효과를 모사함에 있어 임상활용의 편의성과 유효성을 모두 고려함에 미흡한 것으로 사료되어, 임상 활용에 보다 용이한 새로운 발열체 기술과 함께 임상 활용에서의 편의성을 확보하기 위한 충전 및 발열 관리 기술을 함께 활용함으로써 새로운 개념의 의료기기를 개발하고자 하였으며, 이를 통해 새로운 한방 신의료기술로 자리매김할 수 있는 가능성을 검토하고자 하였다.

II. 방 법

본 기기개발 연구는 기존 한의학적 연구 결과들을 토대로 하여 부산대학교 부속한방병원 침구과와 부산

대학교 바이오메디컬공학과와 학제간 공동연구로 진행되었다. 구치료 및 뜸 모사 의료기기에 대한 최근까지의 한의학적 연구 결과들에 대한 검토와 기존 전통적인 형태의 뜸 연소 특성에 대한 사전연구 데이터를 토대로 하여, 충전식 전자 구치료기기를 위한 의공학 적 기술들을 개발함으로써 프로토타입을 제작하고, 이를 한방병원 임상현장에서의 검토를 통해 활용 및 개선점 검토를 진행하였다.

1. 충전식 구치료 시스템의 구성

전체 시스템은 발열체와 충전 시스템의 두 부분으로 구성되었으며, 자세한 그림은 Fig. 1과 같다.

발열체(Fig. 1-A)의 형태는 기존 뜸의 형태를 최대한 모사하여 임상에서의 활용이 용이하도록 하였으며, 충전 및 발열이 이루어지게 하였다. 동작스위치(A)는 타이머스위치로서 1회 클릭 시 16분을 동작하며 동작 상태를 표시하는 적색 LED가 켜지고, LED가 꺼지면 완전한 동작이 멈추게 된다. 온도컨트롤(B)은 시술자가 상황에 맞는 온도를 설정할 수 있도록 강·중·약으로 3단계 스위치이며, 각각 2°C의 온도차이가 있다. 리튬이온 배터리(C)는 3.7V, 100mAh를 사용하였다. 충전단자(D) 및 NPHE 소재를 사용한 발열체(E)와 피부접촉부위(F)는 임상활용에서 세척 또는 살균이 가능하도록 방수처리 하였다. 피부에 밀착하는 방법으

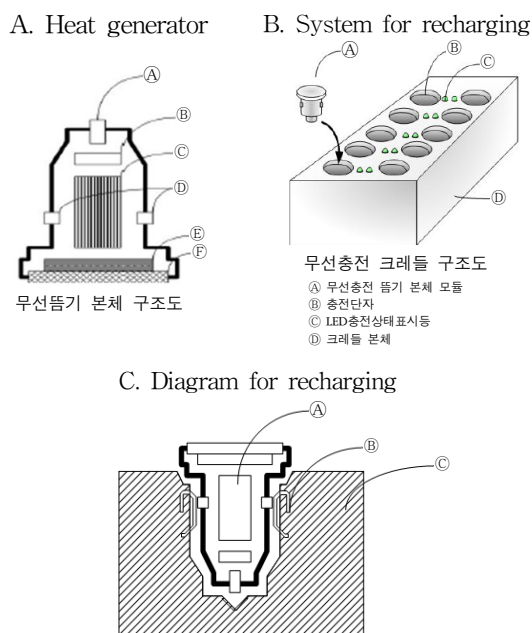


Fig. 1. Structural characteristics of rechargeable moxa system

로는 피부에 자극이 없는 1회용 의료용 테이프를 사용하도록 하였다.

충전 시스템(Fig. 1-B)의 구성은, 충전식 구치료기기 본체 모듈(A), 충전단자(B), LED 충전상태표시등(C) 및 크레들 본체(D)로 구성되어 있다. 구치료기기를 충전기에 삽입(Fig. 1-C)하여 구치료기기의 충전단자와 충전기의 단자를 접촉시키는데, 충전상태표시에 시각적으로 쉽게 인식할 수 있는 적색과 녹색 LED를 사용하여 휴대전화 충전방식처럼 충전중에는 적색 LED가 켜지고 충전완료 시에는 녹색 LED가 켜지도록 하였다.

2. 충전식 구치료 시스템의 발열특성

본 연구에서 활용된 충전식 구치료기 시스템의 발열체는 자체 발열 제어시스템이 있으며(Fig. 2), 회로의 구성 및 프로그램에 의해 원하는 발열을 한다. 본 연구에 활용된 충전식 구치료기 시스템의 발열체는 온도가 증가함에 따라 저항값이 감소하는 부특성이 있는 써머스터(NTC)가 사용되며, 동작 스위치를 눌렀을때 FET와 TR에서 열이 발생하며, 이 열로 인해 NTC의 저항값은 계속 낮아짐으로써 TR의 베이스 입력전압이 변하고, 콘덴서의 충전된 용량이 소진되면

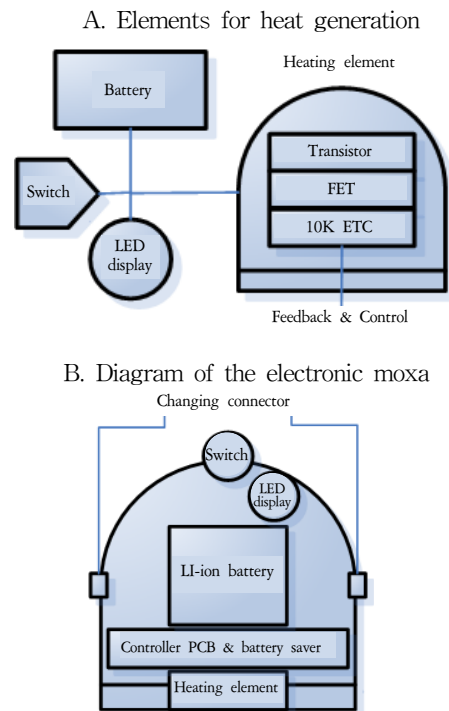


Fig. 2. Electronic circuit for heat generation

동작이 멈춘다. 위와 같은 구조로 동작을 하면서 기존 뜸의 온도 변화곡선과 유사한 발열 특성을 갖게 된다.

제작된 프로토타입의 발열 특성을 측정하기 위하여 접촉식 온도계(DM6804A+, S&G, China, Accuracy $\pm 0.2\%$ rdg $\pm 1^\circ\text{C}$ ($-50^\circ\text{C}\sim 199.9^\circ\text{C}$), sample rate : 2.5 times/sec)를 사용하였으며, 발열체와 피부 사이에 온도센서를 고정하여 온도변화를 측정하였다. 임상용으로 제작된 프로토타입의 발열 특성은 합곡혈(LI4)¹⁴⁾에서 15분간 6명에게 3회씩 반복 측정하였다. 측정치의 온도 특성은 평균 \pm 표준편차로 표시하였으며, 통계분석에는 SPSS 18.0(SPSS Inc, Chicago)을 사용하였다.

3. 충전식 구치료 시스템의 prototype 평가 및 개선

부산대학교 부속한방병원의 침구과 전문의와 한의사를 대상으로 한 예비활용 검토를 진행하여 프로토타입의 임상적 활용 가능성 및 기기 수정 의견 등을 취합하고, 이를 시스템 개선을 위한 기초자료로 활용하였다.

프로토타입의 제작에 있어서 무선 충전식 구치료 기기 시스템의 충전 및 발열체(Fig. 3-A)는 계획대로 구현하였으나, 충전 시스템(Fig. 1-C)은 제작비 등을 이유로 충전선을 삽입하여 충전하는 방식(Fig. 3-B)을 사용하였다. 이러한 점은 프로토타입의 평가 및 개선과정 중이기 때문에 최종 시제품 제작에 있어서는 계획(Fig. 1)대로 구현할 예정임을 한의사들에게 설명하였다.

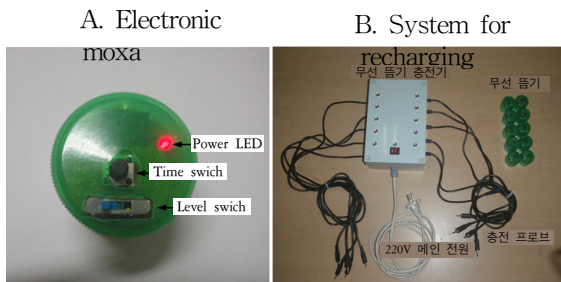


Fig. 3. Prototype system for the preliminary clinical studies

III. 결 과

시스템 연구를 통하여 다음과 같은 발열 특성을 확

인할 수 있었으며, 아울러 프로토타입을 활용한 예비 임상적용에서도 개선점을 확인할 수 있었다.

1. 충전식 구치료 시스템의 발열 특성

제작된 프로토타입의 발열 특성을 측정한 결과는 다음 Fig. 4와 같으며, 프로그래밍에 의하여 온도 특성이 유지됨을 확인할 수 있었다.

온도 변화(Fig. 4-A)에 있어서, 가열 이전에는 $34.54\pm 1.23^\circ\text{C}$ 이었던 것이 30초 후에는 $36.07\pm 0.89^\circ\text{C}$ 로 상승하였으며, 1분 후에는 $37.48\pm 0.51^\circ\text{C}$, 2분 후에는 $39.79\pm 0.55^\circ\text{C}$, 3분 후에는 $41.06\pm 0.55^\circ\text{C}$, 4분 후에는 $41.80\pm 0.60^\circ\text{C}$ 에 도달하였다. 4분여의 시간 후에 42°C 에 도달한 이후, 안정적으로 온도를 유지하다가, 13분부터 $41.44\pm 0.67^\circ\text{C}$ 로 떨어지기 시작하여, 14분에는 $40.01\pm 0.79^\circ\text{C}$, 15분 후에는 $38.27\pm 0.85^\circ\text{C}$ 로 낮아졌다.

측정된 온도는 일정한 변화양상을 보이며(Fig. 4-B), 매 측정 시 최고점의 온도는 일정하게 유지되었다. 42°C 의 최고치를 유지하도록 프로그램화된 3~13분 사이의 피부온도는 표준편차가 최소 0.55에서 최대 0.86임을 알 수 있었는데, 프로그램화 된대로 비교적 일정한 온도곡선을 유지하는 것으로 보인다(Fig. 3-A).

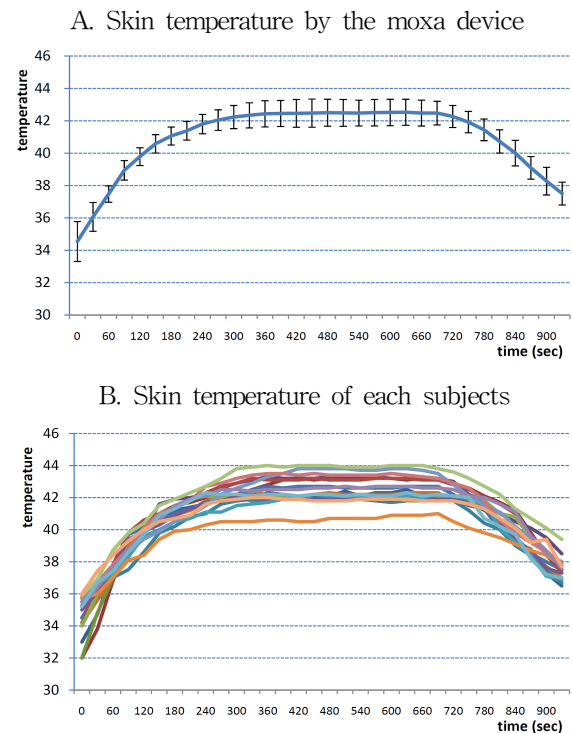


Fig. 4. Measurement of the heat generation on the skin

2. 충전식 구치료 시스템의 prototype 평가 및 개선

부산대학교 부속한방병원의 침구과 전문의와 한의사들의 수차례 예비 활용을 통해 프로토타입의 임상 적용 활용 가능성 및 기기의견을 취합하였다. 이를 통해 제시된 의견들을 다음과 같았는데, 대부분 구치료 기기의 임상 활용과 관련된 개선되어야 할 점들이 지적되었다.

안전성 및 유효성과 관련된 측면에 있어서는, 발열 시의 시간과 온도가 과도함으로 인하여 열성 수포(heat blister)가 발생할 가능성이 있으므로, 시제품 제작 과정에 있어서 발열 특성에 미세한 조정의 필요성이 제기되었다. 이는 회로 제작 시 설계된 발열 특성이 실제 제품화 되어 임상에 활용될 때에는 다양한 경우가 발생할 수 있으므로, 이를 예방하기 위한 수차례의 예비임상이 필요함을 의미하는 것이라 정리할 수 있었다.

또한 발열체의 피부접촉부분에 대한 논의 결과 다양한 의견이 존재함을 확인하였는데, 일반적인 구치료 활용을 목적으로 한다면 9mm(3핀)의 크기가 적절할 것이며, 임상 활용 방식에 따라 크기 및 발열 곡선의 변화가 자유로워야한다는 의견이 제시되었다.

편의성과 관련된 측면에 있어서는 발열체의 형태 및 피부부착 시스템의 개선이 필요하다고 제시되었다.

형태에 있어서는 의료기기로서 환자의 신뢰성을 확보할 수 있도록 전통적인 뜸의 형태를 가급적 유지하되, 의료기기이므로 단순 세척을 넘어서 의료용 소독이 가능할 수 있도록 외부 재료의 내구성이 향상되고 및 방수기능이 추가되어야 함이 제시되었다.

IV. 고찰 및 결론

본 연구는 온열자극 특성을 프로그래밍 할 수 있는 충전식 구치료기기의 프로토타입을 개발하였으며, 부산대학교 부속한방병원에서의 예비검토를 통해 높은 활용가능성이 있음을 확인할 수 있었다.

본 구치료기기의 특징은 온열 자극의 프로그래밍(Fig. 2)이 가능하다는 장점이 있으며, 임상 활용을 통한 계속적 수정이 가능하기에 수포발생을 예방하면서 높은 유효성이 있는 기기로 개선할 수 있다. 또한 온도컨트롤(Fig. 1-A, B)을 통해 상황에 맞는 온도를

설정하여 치료 부위 또는 시술 시간에 따라 $42\pm 2^{\circ}\text{C}$ 를 유지할 수 있다는 것은 큰 장점이다. 이는 구치료기기를 개발 또는 정량화 한다는 점에서 전통적인 뜸의 연소특성^{4,6)}을 그대로 모사하여 기기를 개발⁸⁻¹⁰⁾하기 보다는, 안정적인 온열자극을 구현할 수 있는 기기를 만들고 이를 임상활용을 통해서 발전시킨다는 점이 기존 연구와는 다른 접근방법이라 할 것이다.

기존 뜸의 연소특성에 대한 연구로 마늘뜸¹⁵⁾을 살펴보면, 크기 8x10mm 크기의 애주를 700초 동안 태웠을 때 열감을 느끼기 시작해서 열적 통감이 최대가 되는 가열기에서의 최고 온도는 $38.7\sim 46.2^{\circ}\text{C}$ 로 나타났으며 유지 시간은 118~164초로 나타났음이 보고되었다.

이러한 특성에 비교해본다면 본 연구에서의 프로토타입이 지닌 온도 변화 특성(Fig 3)은 기본형 기기로서의 기기특성을 구현하려는 목적에 부합된다 할 것인데, 본 전자식 구치료기기가 3분부터 약 10분간 42°C 를 일정하게 유지하도록 하였다는 점은, 42°C 를 기준으로 이보다 높을 경우 한의학적 치료효과가 나타날 것이라는 연구¹⁶⁾를 기준으로도 유의한 가치가 있다고 할 것이다. 또한 온열 자극의 유지시간을 기준으로 할 때에는 3분짜리 마늘뜸을 3장(회) 사용한 것과 유사하다 할 것이다.

다만 현재까지 온열자극의 온도곡선과 임상효과간의 상관성에 대한 임상적 결과가 뒷받침되지 못하기에, 후속 연구를 통해 다양한 온도특성을 탐색하는 과정은 뜸 자극의 표준화 내지 치료기전을 밝히는 연구로 진행될 수 있을 것이다. 예를 들어 뜸의 보사를 애주의 크기와 온도변화 등에서 찾으려 했던 기존 연구⁷⁾에서의 기반데이터를 활용하여, 다양한 발열 회로를 임상적으로 시도해본다면, 뜸 보사법의 개발 및 임상활용으로도 진행시켜나갈 수 있을 것이다.

또한 인체 심부에서의 온도변화나 축향이나 축진과 같은 요인들이 구치료의 의학적 효과에 있어 어떠한 부분을 차지하고 있는지에 대한 추가적인 연구를 진행하여야 할 것이다. 축의 향 또는 진액과 같은 자극들이 얼마만큼의 의학적 효과가 있는지에 대한 심도 있는 연구가 진행되지 못한 것은, 온열자극 등을 일정하게 유지하기 어려웠던 것이 한 요인이라 할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서 개발된 구치료기를 활용함으로써 자극 요인들을 적절히 통제된 상황에서 연구를 수행한다면, 이러한 요인들이 지닌 의학적 효과의 크기 및 기전을 밝히는 임상연구가 가능할 수 있을 것이다.

최근 한의계의 연구에서 뜸의 임상적 효과에 대한 연구가 점차 증가하고 있는데, 수준 높은 연구를 위한 효능검증 방법²⁾ 및 임상연구를 위한 구체적인 연구 기준³⁾을 확보하여, 뜸 연구와 관련된 실험연구가 시급히¹⁷⁾ 진행되어야 할 것이라고 제시된 바 있다. 이와 함께 경혈 부위 또는 해부학적 구조의 특성에 따라 합곡(LL4)과 신수(BL23)에서의 침 시술 감각¹⁶⁾이 상이하 며, 뜸에 의한 열 감수성 차이도 동시에 고려되어야¹⁸⁾ 한다는 것에 대해서는 임상적 검토가 요구된다 하 겠다. 이러한 측면에서 본 연구를 통해 검토된 전자식 구치료기기는 다양한 실험에 적용될 수 있는 높은 활용가치가 있다 할 것이다.

본 연구에서 검토된 전자식 구치료기기는 이러한 한의학적 효과를 높일 뿐만 아니라 안전성과 편의성 에 있어서도 장점이 있다. 시술과정에서의 우발적인 실수로 인하여 발생할 수 있는 침대 및 모포, 환자복 의 화재 또는 시술자 및 피시술자 피부에서의 화상이 원천적으로 예방될 수 있다¹⁹⁾는 점이다. 구치료의 효 과를 검토하는 임상연구에 있어서 주목할 만한 부작용 또는 불편사항으로 제시되는 것이 이러한 불편감 인데, 환자의 움직임으로 인해 의복이 흘러내려 피부 에 직접 불이 닿아 2도화상¹⁹⁾이 발생하였음이 보고되 었다 또한 이보다는 미약하지만 피부소양과 발진, 연 기에 의한 눈의 가려움증, 뜸 진액으로 인한 오염과 냄새 등²⁰⁾은 구치료 과정에서 호소되는 흔한 불편감 이다.

이와 함께 구치료 시술 과정에서 발생하는 연기나 냄새가 없다는 점은, 현재 구치료실에 요구되는 높은 수준의 환기 시스템이 필요하지 않다는 점, 연기와 냄새를 진료실에서 밖으로 배출하기위해서 여름은 물론 이고 겨울에도 강한 환기를 하여 온열자극에 의한 치료효과가 크게 반감될 수밖에 없는 현실을 개선할 수 있다는 점, 또한 구치료 시술 과정에서 진료 한의사 또는 간호사가 화재와 화상을 예방하기 위해 항상 주의 를 기울여야 하는 현실에서 본다면, 인적 자원의 효율적인 활용에도 큰 의미가 있다는 것이 장점이다.

본 구치료 기기개발 연구는 의공학 전문가와 침구 과 전문의의 공동연구로 진행된 학제간 연구개발로서, 한의학의 표준화에 중요한 의미가 있다. 기존의 연구 들이 임상적 의미나 현장 활용을 고려하지 못한, 대부분 활용되지 못하는 특허출원이었던 현실¹⁾을 고려할 때, 개발과정에서 임상에서의 활용을 함께 검토하였 다는 점은 한의약 산업화에 있어 올바른 발전방향을 견지한다 할 것이다.

구치료에 대한 연구는 임상적으로 매우 시급하며, 기초연구는 물론 수준 높은 구치료와 관련된 연구는 거의 찾아보기 어려운 실정이다²⁾. 이는 여러 가지 이 유가 있겠으나 아직까지 시술과정을 표준화 하여 항상 일정한 치료자극을 활용할 수 있는 방안이 마련되 어 있지 못한 때문일 것이다²⁾. 이러한 측면에서 본다면 본 연구를 통해 개발된 구치료기기는 발열 특성을 임상에서 요구하는 대로 프로그램화 할 수 있으므로, 시술과정 표준화를 선도하여 한의학의 미래가치창조 에 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

본 연구를 통해 개발된 충전식 구치료기기는, 안정적인 전자회로 구성을 통해 피부화상 및 화재를 예방 할 수 있으며, 구치료 시의 연기 및 냄새에 대한 부담 없이 온열자극 특성을 원하는 대로 조정할 수 있는 특성이 있다. 온열자극에 있어서 30초부터 발열이 시작되어 3~13분에는 42℃를 일정하게 안정적으로 유지하였으며, 16분 후에는 가열 이전으로 돌아감을 확 인할 수 있었다. 본 전자식 구치료기기는 한의학에 있 어서 구치료를 보다 용이하고 효과적으로 시술할 수 있도록 하는 기반기술을 마련하였다는 데 일정한 의 의가 있을 것이며, 향후 이를 바탕으로 임상연구를 지속함으로써 새로운 한방 의료기술을 개발할 수 있을 것이다.

V. 참고문헌

1. 신미숙, 한창현, 박선희, 최선미. 뜸 특허기술 동향분석. 한국한의학연구원논문집. 2007 ; 13(2) : 113-20.
2. 박지은, 오달석, 신선화, 최준용, 구창모, 김에 란, 정소영, 한경주, 최선미. 침구 임상연구 논문동향 분석. 한국한의학연구원논문집. 2007 ; 13(2) : 101-12.
3. 신정미, 강미숙, 송호섭. 최근 10년간 국내 뜸관 련 연구에 대한 고찰. 대한침구학회지. 2009 ; 26(5) : 117-25.
4. 이진휘, 이진목, 황유진. 상용 소형 쑥뜸의 열역 학적 특성에 대한 실험적 연구. 대한침구학회 지. 2001 ; 18(6) : 171-87.
5. 이진목, 양유선, 이진휘. 온도측정을 통한 상용 쑥뜸의 자극효과에 대한 실험적 연구-연소시 간 및 연소온도를 중심으로-. 대한침구학회지.

- 2002 ; 19(2) : 114-27.
6. 이건목, 이견휘, 이승훈, 양명복, 고기덕, 서은미, 장종덕, 황병찬. 온도 측정을 통한 상용 쑥뜸의 자극 효과에 대한 실험적 연구—승온 속도 및 유효자극기를 중심으로—. 대한침구학회지. 2002 ; 19(3) : 64-7.
 7. 김윤홍, 이승호, 여수정, 최일환, 김영근, 임사비나. 구법의 표준화를 위한 온도측정 연구. 대한침구학회지. 2008 ; 25(2) : 129-38.
 8. 최원중, 김재효, 김경식, 손인철. 비연소식 구법 재료를 이용한 온열자극이 체열방사에 미치는 효과. 대한경락경혈학회지. 2004 ; 21(3) : 21-38.
 9. 윤동엽, 조봉관, 이윤호. 약쑥엑스제 뜸 방식에 관한 연구. 대한침구학회지. 2006 ; 23(4) : 1-14.
 10. 윤동엽, 조봉관, 배종일, 구자성, 김종원, 이현민, 조훈석, 신우진, 서상호, 박동일, 홍상훈. 약쑥엑스제 쑥뜸방식에 의한 체간온도 변화와 당뇨병 임상에 관한 연구. 대한한의학학회지. 2006 ; 27(1) : 165-83.
 11. 윤동엽, 조봉관. 약패드 뜸 방식을 이용한 체간 온도변화에 대한 연구. 전기학회논문지. 2006 ; 55D(8) : 386-96.
 12. 차지영, 명현석, 조성필, 이경중. 뜸의 열적 효과를 구현하기 위한 심부 열 자극 시스템 개발. 전자공학학회논문지. 2009 ; 46SC(6) : 50-7.
 13. 명현석, 박진성, 이진, 이경중. 심부에 효과적으로 열을 전달하기 위한 고주파 자극기 설계. 2010년도 대한전자공학회 하계학술대회. 2010 ; 33(1) : 1966-8.
 14. WHO Regional Office for the Western Pacific. WHO Standard Acupuncture Point Locations in the Western Pacific Region. World Health Organization. Regional Office for the Western Pacific. 2008.
 15. 이건목, 이견휘, 조남근, 박소영. 마늘뜸의 연소 특성에 관한 연구. 대한침구학회지. 2004 ; 21(4) : 31-51.
 16. 장민기, 윤은혜, 정찬영, 변혁, 김은정, 김경호, 김갑성, 이승덕. 피부 열전도 온도에 근거를 둔 거짓 뜸 개발 및 평가 연구. 대한침구학회지. 2010 ; 27(1) : 117-27.
 17. 한경주, 황혜숙, 김유성, 이지은, 정상용, 류연희, 최선미, 구성태. 침구관련 실험연구 논문동향 분석. 한국한의학연구원논문집. 2007 ; 13(2) : 83-90.
 18. Tsukayama H, Yamashita H, Kimura T, Otsuki T. Factors that influence the applicability of sham needle in acupuncture trials two randomized, single-blind, crossover trials with acupuncture-experienced subjects. Clin J Pain. 2006 ; 22(4) : 346-9.
 19. 박지은, 한창현, 강경원, 신미숙, 오달석, 최선미. 가짜뜸 개발 및 Masking test. 한국한의학연구원논문집. 2007 ; 13(1) : 93-9.
 20. 권순조, 박정숙. 천추혈 뜸요법이 뇌졸중환자의 변비에 미치는 효과. 임상간호연구. 2005 ; 11(1) : 179-89.