

원저

隔餅灸(附子灸, 胡椒灸)의 燃燒特性에 關한 實驗的 研究

이건휘* · 이건목** · 국우석**

*원광대학교 공과대학 기계공학부

**원광대학교 한의학전문대학원 제3의학과

Abstract

Experimental Study on the Characteristics of Combustion in Indirect Moxibustion with Cake Insulation

Lee Geon-hui*, Lee Geon-mok** and Guk Uo-suk**

*Dept. of Mechanical Engineering, Won-Kwang University

**Dept. of the Third Medicine, Professional Graduate School of Oriental Medicine, Won-Kwang University

Objective : The purpose of this study is to investigate the mechanism and effect of moxibustion with monkshood cake, slice & black pepper cake. objectively, to be used as the quantitative data through the measurement of temperature, and to grasp the thermodynamic characteristics of moxibustion with monkshood cake, slice & black pepper cake.

Methods : We have selected of the moxibustion with monkshood cake, slice & black pepper cake. indirect moxibustion. We make a comparative study of the thermodynamic characteristics of moxibustion with monkshood cake, slice & black pepper cake. We examined combustion times, temperatures, temperature gradients in each period during a combustion of moxa.

* 이 논문은 2004년도 원광대학교 교내연구비에 의해 연구되었음

· 접수 : 2004년 11월 24일 · 수정 : 2004년 11월 27일 · 채택 : 2004년 11월 30일

· 교신저자 : 이건목, 경기도 군포시 산본동 1126-1 원광대학교 산본한방병원 침구과

Tel. 031-390-2516 E-mail : geonmok@wonkang.ac.kr

Results & Conclusions : 1. We can design the moxibustion with monkshood cake that it has thermodynamic characteristics of 173sec effective combustion time, 44°C maximum temperature, 0.22°C/sec ascending maximum temperature, if we use 3mm thickness or 3mm and below of monkshood cake and the moxa cone is formed the conical shape that the base diameter was 8mm, the height was 10mm, the density was 600mg/cm³.

2. We can design the moxibustion with monkshood cake that it has thermodynamic characteristics of 205~271sec effective combustion period time, 44.6~46.1°C maximum temperature, 0.18~0.24°C/sec ascending maximum temperature, if we use 3mm thickness of monkshood cake and the moxa cone is formed the conical shape that the base diameter was 8mm, the height was 10mm, the density was 480~720mg/cm³.

Key words : moxibustion, moxa combustion, moxibustion with black pepper, moxibustion with monkshood

I. 緒 論

灸法이란 艾絨 또는 其他 藥物을 體表의 穴位에 놓고 燒灼 溫熨하여, 灸火의 熱力을 肌膚에 投入시켜 經絡의 作用을 通하여 氣血을 溫通시킴으로써 治病과 保健目的에 도달하는 一種의 外治法이다¹⁾.

灸法에 의한 治病의 療法은 悠久한 역사를 가지고 있으며, 열적 자극을 생성하기 위한 재료로 艾灸가 주로 쓰였으나, 후에는 여러 가지 灸法으로 다양화 되었다. 艾灸法은 艾絨을 원추형 艾柱로 성형하여 灸法에 사용하면 艾柱灸라 하며, 艾券으로 성형하여 사용하면 艾卷灸라 하고, 溫筒에 넣어 사용하는 경우에는 溫筒灸로 구분된다¹⁻²⁾.

艾柱灸는 크게 直接灸와 間接灸로 분류되며, 直接灸는 艾柱를 皮膚 穴位上에 직접 놓고 燒灼하는 灸法으로 明灸라고도 칭한다. 直接灸는 灸

量의 大小와 生體의 反應 差異에 따라 化膿灸와 非化膿灸의 두 種類로 나누어진다. 古代에는 直接灸가 주로 사용되었으나 現代에 와서는 直接灸 施灸時 발생하는 격렬한 痛症과 施灸 후에 남는 상처로 인해 제한적으로 사용되고 있다³⁻⁵⁾.

間接灸는 葛洪⁶⁾의 <肘後備急方>에서 “取獨顆蒜, 橫切厚一分, 安腫頭上, 柱如梧桐子大, 灸蒜上百壯”, 이라 하여 최초로 사용된 후 각 병증에 따라 다양하게 응용되어 왔다⁷⁾. 間接灸는 艾柱와 體表 사이에 빈 공간을 두는 隔間灸와 마늘, 생강 등의 물체를 두는 隔物灸로 구분된다. 國內에서 상용화되어 사용되는 間接灸는 隔間灸나 隔紙灸이다. 隔間灸는 주로 기구를 사용하여 대형 艾絨을 이용하며, 隔紙灸는 소형으로 제작되고 있다. 이는 제작상의 용이함과 유통시 변질의 위험이 작기 때문이다. 그러나 문헌상에 나타나는 間接灸의 대부분은 隔物灸이며, 대표적인 隔物灸로는 隔蒜灸, 隔薑灸, 隔鹽灸, 隔餅灸, 硫黃灸, 黃土灸 등이 있다¹⁻²⁾.

최근에 이르러 艾灸療法을 정량화하기 위한 實

驗的 研究⁸⁻¹⁴)가 있었으며, 隔間灸와 隔物灸간의 상호 비교 연구¹⁵)가 진행되었다. 특히 隔蒜灸와 隔薑灸에 대한 연소특성에 따라 열자극을 정량적으로 검토하기 위한 연구¹⁶)가 발표된 바 있다.

隔餅灸는 附子, 또는 胡椒를 隔物로 사용하며, 사용되는 材料에 따라 附子灸, 胡椒灸라 부르기도 한다. 附子灸는 附子로 만든 藥餅을 깔거나 附子片을 깔고 그 위에 艾柱를 연소시켜 施灸를 한다. 附子は 辛熱有毒하며 廻陽救逆하는 作用이 있으므로 各種의 陽虛病症 治療에 쓰인다¹⁷).

본 연구에서는 隔物灸인 隔餅灸에 대해 規格化한 艾柱를 燃燒시켜 刺戟量의 定量的 分析을 위한 研究를 遂行하였다. 艾柱의 燃燒에 다른 燃燒過程을 觀察하고 隔餅灸의 熱力學的 特性을 把握하여 有意한 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

1) 뜬쑥

상업용(봉래구관사)으로 판매되는 양질의 뜬쑥을 충분히 건조된 상태에서 艾柱로 성형하여 사용하였다.

2) 艾柱의 成形

間接灸에 사용되는 艾柱의 크기와 제조 방법은 여러 문헌에 제시되고 있다. 최근 문헌에서는 SI 단위계로 艾柱의 형상을 제시하고 있으며, Zhu¹⁸)나 鄭¹⁹)은 艾柱는 1cm의 높이와 0.8cm의 직경의 圓錐形으로 제조한다고 하였으며, 정²⁰)은 큰 뜬쑥은 밀면의 지름 7mm, 높이 10mm 정도이고, 중간 뜬쑥은 밀면의 지름 5mm, 높이 7mm 정도이며 작은

뜬쑥은 밀면의 지름 2.5~3mm, 높이 3~4mm 라고 하였다. 또한 艾柱의 형태별 연소 특성에 관한 연구를 수행한 方 등¹¹)은 특대주(직경:15mm-높이:15mm), 대주(12mm-8mm), 중주(8mm-5mm), 소주(3mm-4mm)를 제작하여 실험을 수행하였다. 본 연구에서는 間接灸에 적합한 크기라고 판단되는 지름 8mm, 높이 10mm의 원추형 애주를 제작하여 성형률을 이용하여 성형하고 실험에 사용하였다.

3) 艾柱의 密度

艾柱를 성형할 때, 같은 크기의 형상이라 할지라도 성형에 사용된 艾絨의 질량에 따라 施灸時 다른 열적 특성을 갖는다. 박 등⁸)은 서로 다른 크기의 艾柱에 질량을 0.3g, 0.16g, 0.04g, 0.02g을 사용하여 艾柱의 연소 특성을 고찰하는 실험을 수행하였다. 각각의 경우 밀도는 340mg/cm², 531mg/cm², 477mg/cm², 2122mg/cm²이었다. 방 등¹¹)의 연구에서는 직경 10mm, 높이 10mm의 원추형 艾柱에 밀도를 1154mg/cm², 1538mg/cm², 1923mg/cm²로 하여 실험을 수행하였다. 박 등⁸)과 방 등¹¹)의 연구에서 사용된 쑥은 특정 회사의 艾灸를 다시 건조시킨 후 150~200 mesh의 체로 걸러서 제작하였기 때문에 상당히 큰 밀도의 艾柱를 제작한 것으로 보인다. 추가 처리하지 않은 의료용 艾絨을 사용하여 원추형 艾柱를 성형할 경우, 제작 가능한 밀도는 450~700mg/cm²이다.

艾柱를 성형할 때, 고밀도로 제작하면 연소열이 증대되어 보다 강한 자극을 내며 자극기가 역시 길어지는 장점이 있으나, 어느 값 이상의 艾柱는 공기의 소통이 불량해져 불완전 연소가 발생할 수 있다. 따라서 일반적인 艾絨을 사용하여 원추형 艾柱를 성형할 때, 적합한 밀도는 500~700mg/cm²이 적합하다고 보여진다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 3가지 크기의 密度로 艾柱를 成形하여 實驗에 사용하였다(Table 1).

Table 1. Mass and Density of Moxa cone

	Mass(mg)	Density(mg/cm ³)
M1	80	477
M2	100	597
M3	120	716

4) 附子

附子灸에 사용되는 附子は 두 가지로, 附子片을 얇게 썰어 穴位에 놓고 그 위에 艾柱를 올려 놓고 연소시키거나 附子餅을 만들어 附子片처럼 사용한다¹⁾. 附子餅은 附子를 細切하여 粉末을 만들고 黃酒로 조합하여 餅으로 만든다. 본 연구에서는 生附子를 사용하여 附子片을 성형하였고, 마른 附子를 갈아 燒酒를 조합하여 附子片을 성형하여 실험에 사용하였다. 본 연구에서는 附子片과 附子餅의 두께가 3mm, 4mm, 5mm인 경우에 대해 실험을 수행하고 그 결과를 비교 분석하였다.

2. 實驗裝置

1) 실험장치의 구성

실험장치는 隔餅灸 연소를 위한 장치, 데이터 획득 장치와 데이터 처리 장치로 구성되어 있다. 隔餅灸 연소 장치는 시술시 隔物이 놓여진 피부 상에서의 온도를 측정하는 방식을 모형화한 것이다. 즉, 隔物 바로 아래에 열전대를 설치하여 연소시 隔物 바닥면의 온도를 측정하였다. 隔餅灸 연소를 위한 장치에는 주변 공기의 흐름에 영향을 받지 않고 艾柱가 자연적으로 연소할 수 있도록 공기흐름 차단벽을 설치하였고, 隔餅灸 연소장치 내부에는 주변 온도의 영향을 받지 않고 일정한 온도(30℃)를 유지할 수 있도록 가열기(heater)를 하단에 설치하였다. 본 실험에서 사용한 열전대, 데이터 획득, 처리 및 저장 시스템은 다음과 같다.

2) 열전대(Thermocouple)

본 연구에서는 艾柱 연소시 발생하는 온도의 변화를 측정하기 위하여 T형 열전대(직경 1.0 mm, 저항 0.6 Ω/m)를 사용하였다. T형 열전대는 copper와 constantan(Cu 50%, Ni 50% 합금)으로 구성되어 있으며, 0~200℃ 사이의 온도를 측정하는데 적합하고, 허용오차(tolerance)는 ±0.5℃(0.4 class)로 더 넓은 온도 영역에서 사용하는 다른 형태의 열전대에 비해 오차가 작은 장점을 가지고 있다.

3) 데이터 획득 장치(Data acquisition system)

열전대에서 오는 아날로그(analog) 신호를 받아 데이터 처리장치로 보내는 역할을 하는 데이터 획득 장치로 DTATSCAN 7320(Analog measurement processor modules)을 사용하였다. 이 기기에서 처리된 신호는 RS232 포트를 사용하여 PC에 연결된다. DTATSCAN 7320의 분해능(resolution)은 16 bit이며, T형 열전대를 센서로 사용한 경우 감도(sensitivity)는 0.02℃이고 정확도(accuracy)는 0.9℃이다. 따라서 T형 열전대와 DTATSCAN 7320을 통한 총 오차는 ± 1.1℃ 이하가 된다.

4) 데이터 처리 장치(Data process system)

데이터 획득 장치에서 보내진 전기적 신호는 PC에 내장된 프로그램(DALITE V. 2.40, DATASCAN 7000 series 전용)에 의해 온도 값으로 환산되어 화면상에 게시되고 정해진 파일에 저장된다. 본 연구에서는 온도 값의 변화 및 시간에 따른 온도 구배를 정확히 계산하기 위하여 0.5초 간격으로 데이터를 처리하였다.

3. 實驗方法

艾柱의 연소는 주변 공기의 흐름에 따라 민감하게 영향을 받으므로 정숙한 환경 하에서 이루어져야 한다. 따라서 본 연구는 隔餅灸 연소장치가 주변 공기의 흐름을 차단하도록 제

작하여 실험하였다. 또한 주변 온도의 변화가艾柱 연소시 측정하고자 하는 온도에 영향을 미치지 않도록 하기 위하여, 隔餅灸 연소 장치에 열원 발생장치(heater)를 설치하여 연소 장치내 온도를 30℃로 유지하면서 실험을 수행하였다. 隔物이 설치된 연소판 위에 열전대를 설치하였고, 隔物 바닥면의 중심 위치에 열전대의 측정점을 설치하였다. 이 위치는艾柱 연소시에 隔物 바닥면에서 가장 고온인艾柱 단면의 중심부이다.艾柱가 착화됨과 동시에 측정 점의 온도를 일정 시간 간격(5sec)으로 데이터 획득 장치를 통해 저장되도록 하였다. 측정 시간은 예비 실험을 통해 1,000sec로 하였다.艾柱는 1,000sec 이전에 완전히 연소가 끝나며 측정점의 온도가 주변 온도와 같아진다. 같은 종류의 싹뜸에 대해 9회 반복 실험 한

후 평균값 산출하여 실험값으로 취하였다.

III. 實驗結果 및 分析

1. 附子灸의 熱的 特性

Fig. 1과 2는 원추형艾柱를 附子餅과 附子片 위에서 각각 연소시킬 때, 측정점에서 얻어진 온도의 변화를 도시한 그림이다. 이들 그림으로부터 격물인 부자의 성형조건 뿐만 아니라 附子餅이나 附子片의 두께와 원추형艾柱의 밀도에 따라서 각기 다른 온도 변화가 나타나는 것을 알 수 있다. 즉, 격물의 두께와 밀도의 변화에 의해 자극량의 강도와 성질이 변화된다.

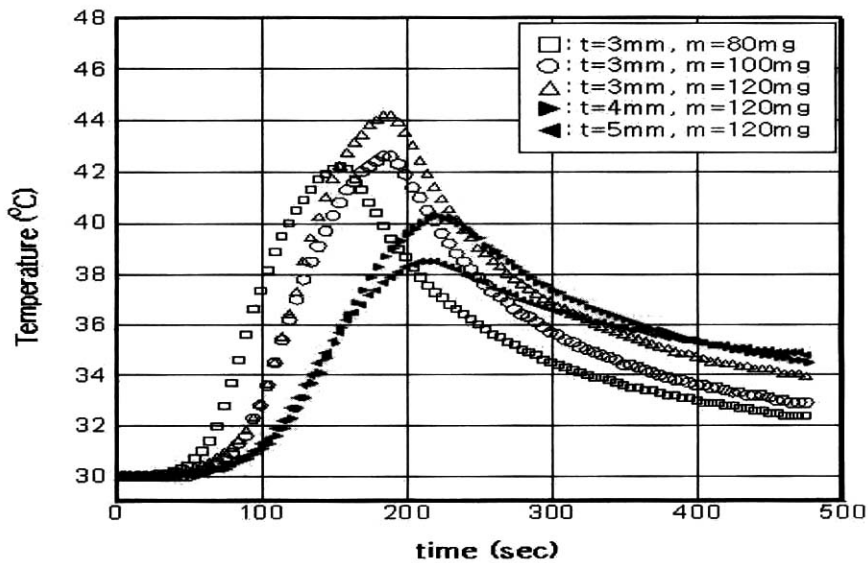


Fig. 1. Variation of temperature with respect to time in indirect moxibustion with monkshood cake

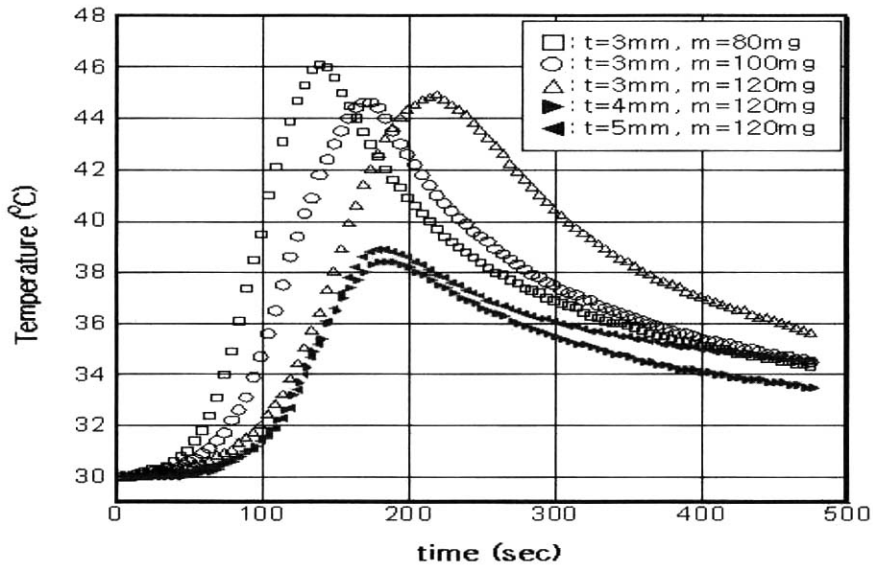


Fig. 2. Variation of temperature with respect to time in indirect moxibustion with monkshood slice

본 연구에서는 附子灸의 온열자극을 정량적으로 이해하기 위하여 박⁹⁾ 등이 제시한 연소구간 구분의 방법을 이용하여 附子灸의 열적 특성을 검토하였다. 박⁹⁾ 등은 온도 곡선을 이용하여 연소구간을 피시술체에 열이 가해지는 입열기와 방출되는 출열기로 구분하였다. 또한 시간에 따른 온도구배($dT/dt \approx \delta T/\delta t$)를 활용하여 입열기는 예열기와 가열기로, 출열기는 보온기와 냉각기로 구분하여 艾灸의 연소 특성을 설명하였다.

Fig. 3과 Fig 4는 각각 附子餅과 附子片에서 얻어진 온도 데이터를 활용하여 시간 변동률을 계산하여 도시한 그림이다. 그림에서 온도구배의 변화가 최초로 확인되는 시점까지가 예열기이며,

이때부터 온도구배가 다시 0이 되는 시점($dT/dt = 0$)까지가 가열기이다. 가열기는 온도구배가 상승하는 상승과정 가열기와 온도구배가 최대 값을 갖는 시점부터 온도구배가 0이 되는 시점까지의 하강과정 가열기로 구분된다. 가열기가 종료되면 온도구배는 0보다 작아지며, 이 시점부터 온도구배가 최소 값을 갖는 시점까지는 보온기이며, 이후에는 냉각기로 구분된다. 애구요법에 있어서 자극 온도의 고저와 승온속도 및 연소시간 등이 중요한 인자이므로, 온열자극의 양과 질을 계량적으로 파악하기 위해서는 격물에 따른 여러 가지 열적 특성을 분석할 필요가 있으므로 이러한 연소 구간의 구분에 따른 정량적 해석은 매우 타당하다고 판단된다.

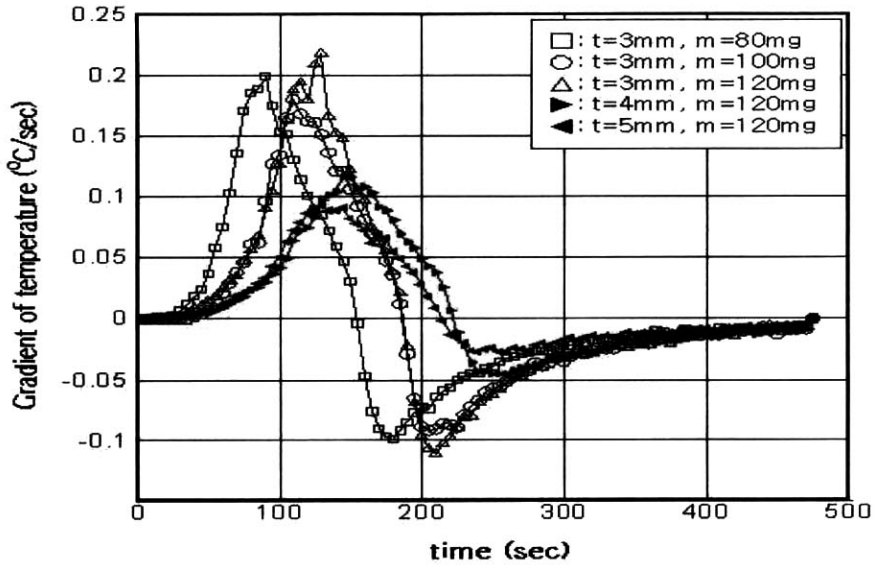


Fig. 3. Variation of temperature gradient with respect to time in indirect moxibustion with monkshood cake

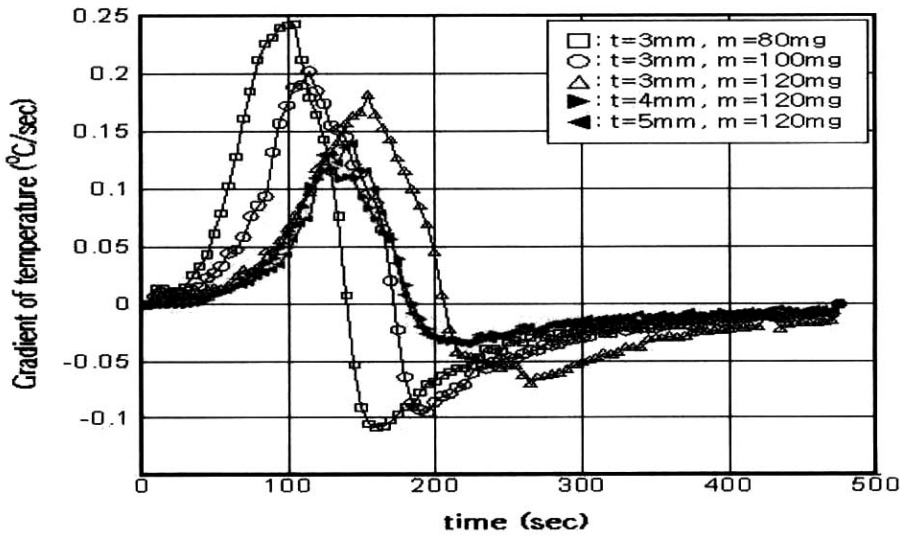


Fig. 4. Variation of temperature gradient with respect to time in indirect moxibustion with monkshood slice

1) 예열기(Preheating period)

예열기 연소시간은 艾柱의 밀도와 격물의 두께

에 따라 변화된다. 격물의 두께에 비례해서 예열기 시간이 길어지나, 두께 4, 5mm에서의 차이는

두드러지지 않는다. 艾柱의 질량이 무거울수록, 즉 밀도가 커질수록 예열기 시간이 길어지며 이는 조밀한 艾絨 분포를 갖는 큰 밀도의 艾柱에서는 연소열의 전달이 더디어지는 현상이 반영된

것이다. 附子片에 비해 附子餅에서 예열기 지속 시간이 다소 길게 나타났으며, 艾柱의 밀도가 커지거나 격물의 두께가 두꺼워지면 그 차이는 작게 나타났다(Table 2).

Table 2. Combustion times in the preheating period with monkshood

Thickness of insulation(mm)	Monkshood cake					Slice of monkshood				
	3			4	5	3			4	5
Mass of moxa cone(mg)	80	100	120	120	120	80	100	120	120	120
Combustion time(sec)	33.2	42.5	48.1	52.6	57.8	8.6	12.7	25.6	52.5	53.6

2) 가열기(Heating Period)

艾柱의 연소에 따라 피시술체의 자극점의 온도는 점차 상승하며, 艾柱의 연소 특성과 격물의 열전도 체제에 따라 附子灸에서의 가열기 연소시간은 다양하게 나타났다(Table. 3). 附子餅을 사용한 경우에는 艾柱의 밀도보다는 附子餅의 두께에 따라 가열기 지속시간의 변화가 두드러진다. 艾柱의 질량이 120mg인 경우 온도구배 상승구간 연소시간이 하강구간에 비해 길게 나타나며, 附子餅

의 두께가 4mm인 경우에 가열기 연소시간이 가장 길게 나타났다. 附子片의 사용한 경우는 附子餅에 비해 가열기 연소시간이 상대적으로 길며, 附子片의 두께가 3mm이고 艾柱의 질량이 120mg인 경우에 가열기 지속시간이 가장 길게 나타났다. 이 등¹⁶⁾은 본 연구와 같은 조건의 艾柱를 사용하여 隔蒜灸 연구를 수행하였다. 附子를 사용한 가열기 지속시간은 마늘을 격물로 사용한 경우에 비해 다소 길게 나타났다.

Table 3. Combustion times in the heating period with monkshood

Thickness of insulation(mm)	Monkshood cake					Slice of monkshood				
	3			4	5	3			4	5
Mass of moxa cone(mg)	80	100	120	120	120	80	100	120	120	120
Combustion time in a ascending process(sec)	55.4	67.8	78.0	94.9	86.0	122.3	101.5	129.1	76.1	73.9
Combustion time in a descending process(sec)	66.0	77.9	61.5	74.7	70.3	36.3	57.9	51.3	56.3	55.2
Combustion time(sec)	121.4	145.7	139.5	169.6	160.7	158.6	159.4	180.4	132.4	127.1
Combustion time per mass(sec/mg)	1.52	1.46	1.21	1.41	1.30	1.65	1.59	1.50	1.10	1.08

대부분 격물구에서와 같이 가열기 초기에는 온도구배가 상승하여 어느 시점에 도달하면 최고값을 가지며, 점차 하강하여 온도구배가 0에 도달하게 된다. 가열기에서 온도구배가 0에 이르는 시점은 피시술체에서 측정된 온도가 최고 온도에 도달하는 순간이다. Table. 3에서는 가열기를 온도구배 상승 시간과 온도구배 하강 시간으로 나누어 제시하였다. 질량이 작은 艾柱를 사용한 附子片에서는 온도구배 상승 시간이 온도구배 하강 시간에 비해 두 배 이상 길게 지속되었으나, 附子餅을 사용한 경우에는 그 차이가 상대적으로 작게 나타났다. 가열기에서 측정된 최고온도는 附子片이 附子餅을 사용한 경우 보다, 높게 나타났으나, 격물의 두께가 두꺼운 경우에는 두 격물 간에 차이가 줄어들었다.

針刺한 隔蒜灸에서의 최고온도¹⁶⁾와 附子片을 사용한 경우의 최고온도는 거의 유사한 값을 보여주었다. 최대 승온속도는 附子餅과 附子片에서 결과가 다소 다르게 나타났다. 附子餅에서는 격물 두께 3mm, 艾柱 질량 120mg에서 최대 승온속도가 나타난 반면, 附子片인 경우에는 격물 두께 3mm, 艾柱 질량 800mg에서 최대 승온속도가 측정되었다. 이런 현상은 주로 艾柱의 밀도와 관련되어 있다. 질량 120mg의 艾柱는 艾絨이 매우 조밀하게 압축되어 있어서, 화염의 전파가 2중으로 이루어진다. 즉, 艾柱의 밀도가 커지면 艾柱의 외곽 부근이 연소한 후, 성성해진 재 사이로 산소가 공급되어 두 번째 연소가 이루어지기 때문이다. 이런 현상은 Fig. 3에서 잘 관측할 수 있다.

Table 4. Maximum temperature and gradient of temperature in the heating period with monkshood

Thickness of insulation(mm)	Monkshood cake					Slice of monkshood				
	3			4	5	3			4	5
Mass of moxa cone(mg)	80	100	120	120	120	80	100	120	120	120
Maximum temperature(℃)	42.2	42.6	44.2	40.3	38.5	46.1	44.6	44.9	38.4	38.9
Maximum ascending temperature gradient(℃/sec)	0.199	0.180	0.218	0.116	0.091	0.243	0.202	0.181	0.118	0.130
Time at a maximum temperature gradient(sec)	154.6	188.2	187.6	222.2	214.1	103.9	114.2	154.7	128.6	127.5

3) 보온기(Retaining Period)

보온기는 측정점에서 얻어진 온도의 구배가 0보다 작아지는 시점부터 온도구배가 최저가 되는 시점까지로서, 가열기와 마찬가지로 시술시 실제적인 치료가 이루어지는 시기이다. 피시술자는 가열기 중에서 최대 열적 통증을 느끼며, 보온기에서의 열적 자극이 가열기에 못지않지만 피시술자의 피부는 열적 자극에 적응하여

통감이 완화된다. 성²¹⁾은 피부에 열자극이 주어지면 열을 유해자극으로 인지하는 c-polymodal nociceptor 수용기가 작동한다고 하였다. Polymodal 수용기의 선택적 자극에 의한 진통효과를 통해 침구요법의 치료 기전을 규명하고 이해할 수 있다²²⁾. Polymodal nociceptor가 열자극에 감응하는 온도는 40~46.5℃²³⁾이므로, Table 4와 5에서 가열기와 보온기에서 치료효과를 발생시

킬 수 있는 열자극이 가해진다. 그러나 격물의 두께가 4mm 이상이 되면 유효한 온도 이하가 측정되어, 조건에 따라 치료 효과가 발생하지 않는 경우가 있다. 따라서 격물구를 사용할 경우에는艾柱의 크기, 밀도와 격물의 두께를 고려하여야 하며, 본 연구는 제한된 조건하에서

실험이 이루어지지만 이러한 정량적 결과를 얻고자 하는데 그 목적이 있다. 얇은 격물을 사용하거나 큰艾柱를 사용하면 충분히 높은 온도를 얻을 수 있으나, 화상과 같은 부차적 문제점이 발생하므로 최적의 열적 특성을 규명하는 것이 중요하다.

Table 5. Minimum temperature and gradient of temperature in the retaining period with monkshood

Thickness of insulation(mm)	Monkshood cake					Slice of monkshood				
	3			4	5	3			4	5
Mass of moxa cone(mg)	80	100	120	120	120	80	100	120	120	120
Minimum temperature(°C)	40.4	41.4	42.4	39.1	37.7	44.5	43.0	43.2	37.2	37.8
Minimum descending temperature gradient (°C/sec)	-0.099	-0.092	-0.111	-0.045	-0.027	-0.108	-0.095	-0.071	-0.035	-0.034

보온기의 지속시간은 18.2sec~59.2sec로 附子餅과 附子片, 격물의 두께와艾柱의 밀도에 따라 매우 큰 차이를 보이며, 가열기에 비해 수배 작은 것으로 나타났다. 보온기가 가열기에 비해 짧은

현상은 隔蒜灸¹⁶⁾에서의 연구와 매우 유사하다. 단위 질량당 보온기 지속시간이 가장 긴 것은 두께 3mm의 附子片과 질량 120mg의艾柱를 사용한 경우로 나타났다.

Table 6. Combustion times in the retaining period with monkshood

Thickness of insulation(mm)	Monkshood cake					Slice of monkshood				
	3			4	5	3			4	5
Mass of moxa cone(mg)	80	100	120	120	120	80	100	120	120	120
Combustion time(sec)	24.6	18.2	22.0	29.9	44.7	22.9	20.6	59.2	38.4	37.9
Combustion time per mass(sec/mg)	0.31	0.18	0.18	0.25	0.37	0.29	0.21	0.49	0.32	0.32

4) 냉각기(Cooling period)

온도구배가 최저가 되는 시점이 냉각기의 시작점으로, 피시술자는 열적 자극을 더 이상 느끼지 않는 시점이다. Fig. 3과 4에서 볼 수 있듯이 냉각기에서는 이전의 세 단계에서와는 달리 온도구

배가 매우 완만히 변화되는 시기이다.艾柱가 연소되는 시점부터 냉각기가 시작되는 시점까지의 시간은艾柱의 밀도가 클수록 길게 나타나며, 격물의 두께가 두꺼우면 길게 나타나나 두께 4, 5mm에서의 유의성은 나타나지 않았다.

Table 7. Combustion times in the cooling period with monkshood

Thickness of insulation(mm)	Monkshood cake					Slice of monkshood				
	3			4	5	3			4	5
Mass of moxa cone(mg)	80	100	120	120	120	80	100	120	120	120
Time at a start of cooling period(sec)	179.2	206.4	209.6	252.1	258.8	163.1	192.7	265.2	233.3	220.6

5) 유효연소기(Effective combustion period)

박 등⁶⁾의 연소기간 구분 방법은 艾柱의 하단에서 측정된 온도를 기준으로 설정하였기 때문에 본 연구와 같은 격물을 둔 실험에서는 실제적 의미가 다소 불명료해진다. 즉, 박 등⁶⁾은 보온기가 종료되면, 쭉뚝의 연소가 완전히 끝난 후 남아있는 열이 방출되어 주변 온도로 점차 낮아지는 시기를 냉각기로 구분하였으나, 격물을 사용하는 경

우에는 艾柱의 연소열이 격물로 전달된 후 가열된 격물에 의해 치료 기전이 계속될 수 있다. 이는 Table 5.에 제시된 보온기 종료 시점에서의 온도(보온기 최저 온도)가 隔附子灸의 실험 조건에 따라 최고 44.5℃가 측정된 것을 보아도 명료하다. 따라서 본 연구에서는 이 등²⁴⁾의 연구에서 사용한 유효연소기를 중심으로 隔附子灸의 열적 특성을 검토할 필요가 있다.

Table 8. Combustion times in the effective combustion period with monkshood

Thickness of insulation(mm)	Monkshood cake					Slice of monkshood				
	3			4	5	3			4	5
Mass of moxa cone(mg)	80	100	120	120	120	80	100	120	120	120
Time at a start of effective combustion period(sec)	98.2	125.0	121.4	166.3	172.5	87.2	112.5	147.8	155.0	153.6
Effective combustion time(sec)	128.1	142.3	172.9	148.7	106.1	270.8	205.0	252.2	80.0	98.9
Effective combustion time per mass(sec/mg)	1.60	1.42	1.44	1.24	0.86	3.39	2.05	2.10	0.67	0.82
Combustion time in the heating and retaining period(sec)	146.0	163.9	161.5	199.5	101.0	154.5	180.0	239.6	170.8	167.0

유효연소기는 인체의 평균 체온보다 높은 온도가 측정점에서 측정되는 기간으로, 본 실험 조건 하에서는 艾柱에 점화된 지 98.2~172.5sec가 지난 시점에서 유효연소기가 시작되었으며, 艾柱의 밀도가 작을수록 유효연소기의 시점이 빨라진다.

附子餅인 경우에 유효연소기의 지속시간은 艾柱의 밀도와 비례 관계가 보이나, 격물의 두께와는 반비례하는 것으로 나타났다. 附子片의 실험에서는 다소 변형된 결과가 나타났다. 附子片의 두께가 3mm인 경우에 질량 100mg의 艾柱를 연소시킬

때 유효연소기간이 나머지 두 경우에 비해 작게 나타났는데, 이는 격물의 두께와艾柱의 밀도가 유효연소기간에 미치는 영향이 서로 혼합되기 때문이라고 판단된다. 또한 附子片의 경우 두께가 4mm 이상이 되면 유효 연소기간이 급격히 짧아지므로, 격물의 두께를 충분히 고려하여 시술에 반영할 것으로 보여진다. 隔蒜灸의 결과¹⁶⁾와 비교하면,艾柱 질량 100mg, 두께 3mm의 격물을 사용한 경우 附子餅은 별 차이가 없었으나, 附子片에서는 30% 이상 길어진 것으로 나타났다. 이는 생마늘과 생부자의 열전도 특성이 다르기 때문이며, 격물의 종류에 따라 유효한 열적 자극을 얻기 위해서는, 격물의 두께와艾柱의 밀도를 보다 신중하게 선택할 필요가 있다는 것을 의미한다.

IV. 考 察

灸法은 뜸쑥을 病症에 상응한 부위에 부착, 소작시킴으로써 얻어지는 온열자극과 피부자극, 연소에서 생기는 化學物質에 의한 자극을 이용하여 病을 治療하는 一種의 刺戟療法으로 營血衛氣의 障碍로 인한 발병 질환 및 동통을 치료하는 效能을 갖고 있다^{1,25)}.

艾灸療法은 有關한 부위나 穴位에 艾絨을 연소시킬 때 발생하는 온열자극과 연소시 삼출되는 津液의 化學的 刺戟을 이용하여 經絡을 자극시키고, 氣血을 소통시킴으로써 諸病을 치료하고 예방하는 일종의 온열자극요법으로 다양한 질환의 치료와 예방에 효능이 있다²⁶⁾.

灸法의 效能에 대하여 <靈樞·刺節眞邪篇>³⁾에 “脈中之血 凝而留止 弗之火調 弗能取之”, <靈樞·禁服篇>³⁾에는 “陷下者 脈血結于中 中有蓄血 血寒 故宜灸之”라 한 것은 血寒하여 血이 運行不暢되고 留滯凝澁한 경우에 艾葉으로써 溫經散

寒하여 血脈을 流通시키는 作用을 한다는 것이다. <醫學入門>에서는 “藥之不及, 鍼之不利, 必須灸之”라 하여 灸의 중요한 作用을 한 층 더 깊게 說明하고 있다²⁵⁾. 이와 같이 灸治療法은 韓醫學의 중요한 治療手段의 하나인 것이다. 張²⁸⁾은 灸가 “散寒邪, 除陰毒, 開鬱破滯, 助氣回陽”한다고 하여 艾灸를 주로 虛證이나 寒證에 응용하며 陽氣를 북돋아 回陽하는 作用이 있음을 말한 것이지만 明代의 李梴⁵⁾은 “虛者灸之使火氣以助元陽 實者灸之使實邪隨火氣以發散 寒者灸之使其氣之復溫 熱者灸之引鬱熱之氣外發火就之義”라 하여 寒·熱·虛·實證 모두에 艾灸를 廣範圍하게 應用할 수도 있다고 하였다.

初期의 灸法은 주로 艾灸에 의한 治療法이었으나, 시간이 지남에 따라 다양한 종류의 방법이 개발되어 諸病에 따라 널리 사용되어 왔다. 보통 灸法은 艾灸法과 其他灸法으로 區分되며 이는 熱刺戟을 얻는 物質이 艾絨이면 艾灸法으로 分類된다²⁹⁾. 艾灸法에는 艾絨의 成形 方法에 따라 艾柱灸와 艾卷灸로 다시 分類된다. 艾柱灸는 皮膚에 艾柱를 接觸시키는 方法에 따라, 皮膚에 직접 接觸시키는 直接灸와 間接灸로 다시 分類된다²⁹⁾. 間接灸는 皮膚과 艾柱間에 설치하는 隔物에 따라 分類되며, 대표적인 間接灸는, 隔蒜灸, 隔薑灸, 隔鹽灸, 隔餅灸, 黃蠟灸, 硫黃灸, 黃土灸 등이다. 隔餅灸는 餅을 만드는 材料에 따라 다시 附子灸, 隔豆豉灸, 隔胡椒灸로 나누어진다. 間接灸는 皮膚과 艾柱 사이에 놓이는 隔物에 따라 그 效能이 달라지므로 隔物灸라고도 부른다²⁹⁾.

艾柱에 의한 直接灸法은 灸量의 大小와 生體의 反應에 따라 化膿灸와 非化膿灸로 분류되며, 현대에 와서는, 施灸時 느껴지는 격렬한 통증과 施灸後 남는 상처로 인해 제한적으로 使用되고 있다. 이에 반해 間接灸는 灸痕이 남지 않고 施灸時에도 患者가 忍耐할 수 있을 정도의 열자극을 가하기 때문에 비교적 널리 사용되고 있다. 그러나 다양한 隔物灸가 문헌에 남아 있지만, 이에 대한

현대적 해석이나 제작상의 불편함 때문에 주로 艾柱와 皮膚사이에 빈 공간을 두는 間接灸가 많이 사용되는 실정이다. 엄밀한 의미에서 이 間接灸는 溫筒灸에 해당하며, 이는 艾柱를 사용하는 間接灸와는 區別되는 灸法이다²⁹⁾.

附子灸와 胡椒灸는 隔蒜灸나 隔鹽灸 등과 더불어 대표적인 격물구이다. 본 연구에서는 기존 문헌을 바탕으로 附子餅 및 附子片을 제작하여 附子灸의 열적 특성을 계량적으로 파악하고자 하였다. 문헌에 따르면 附子餅은 附子를 미세하게 細切하여 粉末로 만들어 黃酒로 조합하여 餅으로 만든다고 하였다. 보다 엄격한 附子餅의 제작 과정을 문헌을 통해 얻을 수 없어서, 바짝 마른 附子를 쇠분기로 갈아 분말을 얻어 사용하였으며 黃酒의 구체적인 기준 역시 제시하기 어려워 구하기 쉽고 성분이 단순한 蒸溜酒를 용액으로 附子餅을 제작하였다. 또한 附子 분말가루와 증류주의 혼합시 혼합 비율은 가장 간단한 1:1 질량 비로 하여, 다소 질퍽한 附子餅을 제작하여 실험에 사용하였다.

附子片의 제작시 열적 특성에 가장 영향을 미치는 사항은 생부자의 수분 함유량이므로, 축축한 상태의 생부자를 재료로 사용하여 附子片을 제작하되 실험 횟수를 충분히 늘려 연소 실험을 수행하고, 얻어진 결과를 바탕으로 유의성이 있다고 해석되는 9회 실험 결과를 평균한 결과를 기준으로 추정하였다.

이상에서 설명한 본 연구에서의 附子餅 및 附子片이 최적의 기준으로 설계된 것이라고 말할 수는 없다. 단지 본 실험에 사용된 기준이 이후 연구의 바탕이 되었으면 한다. 실험재료 및 방법에서 설명한 3가지 밀도를 갖는 정형화된 艾柱를 제작하여 격물에서 연소시켜 실험을 수행하였으며, 격물의 두께에 따른 격물구의 열적 특성을 파악하기 위해 격물의 두께도 3, 4, 5mm의 3 종류를 사용하였다.

예열기는 艾柱의 밀도와 격물의 두께에 비례하

여 길어지는 일반적인 경향을 보여주었으며, 3mm 두께의 附子片을 사용하는 경우에 상대적으로 짧은 예열기(8.6~25.6sec)가 나타났다(Table 2). 이는 격물의 재료 보다는 제조과정의 타 물질 특히 액체와의 혼합에 의한 영향이라고 판단되었다.

가열기는 측정점에서 온도가 변화되는 시점부터 최고 온도가 측정되는 시점까지의 연소구간으로 온도 변화에 따라 온도구배 상승구간과 온도구배 하강구간으로 구분할 수 있다. 온도구배 상승구간은 비록 온도가 낮은 상태이나 열적 강도가 강한 구간이며, 이와 반대로 온도구배 하강구간은 온도가 보다 높은 구간이나 열적 강도를 기준으로 보면 완화되는 구간이므로 자극의 정성적 측면에서 중요한 艾灸의 중요한 열적 특성이다. 附子餅에서는 두 구간의 지속시간이 비슷하거나 실험 조건에 따라 온도구배 상승구간 또는 온도구배 하강구간이 약간 길게 측정되었다(Table 3). 附子片에서는 모든 실험조건에서 온도구배 상승구간이 길게 나타났으며, 조건에 따라 3배 이상 길게 나타나기도 하였다(Table 3). 따라서 다른 두 격물구에 비해 附子片灸의 施灸時 초기에 강한 자극이 가해지는 것으로 판단된다.

온도구배의 변화 이외에도 승온속도 역시 자극의 질을 결정하는 중요한 열적 특성이다. 실험한 격물구에서 격물의 두께에 따른 최고 승온속도의 변화가 두드러졌으며, 이는 격물에 의한 전열 감속이 주된 요인이라고 생각된다. 두께 3mm의 격물을 기준으로 각 격물간의 실험 결과를 비교하면, 附子片(0.181~0.243°C/sec), 附子餅(0.180~0.218°C/sec) 순으로 최고 승온속도가 측정되었다(Table 4). 이 결과 역시 附子片이 비교적 강한 자극을 가하는 격물구임을 보여주는 결과이다.

艾柱 연소시 측정점에서 얻어지는 최고온도는 가열기 종료시점이며, 이 최고온도는 애구의 열적 자극의 유효한 범위(42~46°C) 내에 있는지를 알 수 있게 해주는 열적 특성인 동시에 피시술체에 화상이 가해질 수 있는 위험성이 있는 지를 보여

주는 수치이기도 한다. 격물구는 격물의 열전도(conductivity)이 주된 열전달 요소이므로, 격물의 열전도에 따라 측정된 온도가 변화된다. 격물의 두께는 열전도의 감속과 비례하므로 두께가 두꺼운 격물에서 최고온도가 낮게 측정되는 것은 당연하다. 격물은 화상을 방지하는 기능 이외에도 격물의 생화학적 반응이 병증과 치료에 유관하므로 매우 중요하며, 따라서 질병에 따라 다양한 격물을 사용하도록 되어 있다. 그러나 본 연구에서는 격물의 기계적 기능에 주안점을 두고 고찰하고자 하기 때문에 격물의 두께에 따라 가해지는 열적 자극의 정량적인 측면이 주 연구 대상이다.

본 연구의 실험 조건하에서 얻어진 결과는 두께가 3mm이하에서 유효한 최고 온도가 얻어지는 것을 보여주었으며,艾柱의 밀도 역시 적절한 크기가 존재함을 보여주었다. 附子片의 실험에서 얻어진 최고온도가 附子餅에 비해 높은 것으로 측정되었으며, 附子餅에서는艾柱의 질량이 100mg 이상이어야 함을 보여주었다. 온도구배의 결과 그림(Fig. 1, 2, 3, 4)들은 질량이 120mg의艾柱를 사용할 때, 2중 극대의 온도구배가 가열기에 나타남을 보여주었는데 이는 매우 조밀한艾柱를 사용할 경우에는 겉쪽의艾絨이 연소한 후, 안쪽의艾絨으로 산소가 공급되기 때문이다. 이러한 2단계 연소 과정을 거치는 조밀한 밀도의 丙柱가 치료에 어떠한 영향을 미치는 지에 관한 아무런 연구 보고가 없기 때문에 본 연구에서는 2중 연소과정이 발생함을 보여주는 것으로 만족할 수밖에 없다.

보온기는 가열기와 더불어 주된 열적 자극 기간이며, 가열기 종료 후부터 최저 온도구배가 시작되는 시점까지의 기간이다. 본 실험 결과는 보온기가 가열기에 비해 매우 짧은 것으로 나타났고, 이런 결과는 격물의 종류와 두께,艾柱의 밀도와 무관하였다. 보온기의 종료시점에서의 온도는 실험 조건에 따라 다르지만, 두께 3mm인 격물인 경우에는 40.4~44.5℃로 유효한 자극이 가해지는 것으로 판단된다(Table 5). 또한 두께 3mm인

격물인 경우에는 최저 승온속도의 절대 값은 0.071℃/sec로 최고 승온속도 절대 값의 반 정도에 지나지 않았다(Table 6). 이는 격물의 보온성에 따른 전형적인 비정상 열전도(unsteady heat conduction) 현상이다.

냉각기는艾柱의 밀도가 작을수록, 격물의 두께가 얇을수록 이른 시간에 나타나며, 격물의 종류에 따른 영향은 일관성은 없다(Table 7).

유효연소기간은 측정점에서 얻어진 온도가 체온보다 높은 구간으로, 보온기 종료시점의 온도가 유효한 자극을 가할 수 있기 때문에, 자극의 양적인 측면에서 검토할 필요가 있다.

격물의 종류에 따라 다소간의 차이는 있으나, 격물의 두께가 3 mm인 경우에는艾柱의 밀도가 클수록 유효연소기간이 길게 나타났으며, 이는艾柱의 밀도가 커지면 총 연소열 역시 증가하기 때문이다. 격물의 두께는 격물의 보온성 크기를 변화시키기 때문에 유효연소기간이 짧아진다. 두께가 3 mm인 격물에서 附子片灸에서 유효연소시간이 附子餅에 비해 매우 길게 나타났으며, 이는 附子片의 수분 조성이 다른 주 격물구와 현격히 다르기 때문이다(Table 8).

본 실험 조건에서 가열기와 보온기의 총 지속 시간과 유효연소기간 간의 유의성이 보이지 않았다. 따라서 자극의 질을 파악하기 위해서는 박동⁶⁾의 연소구간 구분법이 타당하나, 자극의 양적인 측면에서는 유효연소기의 구분과 유효연소기간의 열적 특성을 검토하는 방법이 격물구의 치료 효과를 검증하는 보다 적합한 해석법이라고 판단된다.

V. 結 論

격물구의 작용기전과 효능을 정확하게 파악하

기 위해서는艾柱의 연소에 다른 열적 특성을 정량적으로 조사할 필요가 있다. 본 연구에서는 대표적인 격물구인 附子灸를 대상으로 기존 문헌을 바탕으로 附子餅과 附子片을 제작하고 정형화된艾柱를 연소시켜 열역학적 특성을 검토하였으며, 본 실험 조건하에서 각 격물구의 정량적 기준을 제시하면 다음과 같다.

1. 附子餅灸

두께 3mm 또는 그 이하의 附子餅을 사용하고,艾柱는 밀도가 약 720mg/cm³이며 높이는 10mm이고 밑면의 직경을 8mm로 하면 유효연소기간은 173sec, 최고온도는 44℃, 최고승온속도는 0.22℃/sec의 열적 특성을 갖는 附子餅灸를 설계할 수 있다.

2. 附子片灸

附子片의 두께는 3mm이고, 높이 10mm이고 밑면의 직경이 8mm인 원추형艾柱의 밀도가 480~720 mg/cm³인 경우, 유효연소기간은 205~271sec, 최고온도는 44.6~46.1℃이고 최고승온속도는 0.18~0.24℃/sec의 열적 특성을 갖는 附子片灸를 설계할 수 있다.

VI. 參考文獻

1. 成樂箕 現代鍼灸學. 서울 : 杏林出版 1987.
2. 金定濟 監修. 金賢濟, 崔容泰, 林鍾國, 李閔浩 編譯. 最新鍼灸學. 서울 : 成輔社 1979.
3. 楊維傑 黃帝內經靈樞經釋. 臺聯國風出版社(修訂第六版). 中華民國 65年 : 364, 543.
4. 蔡仁植 傷寒論譯全. 서울 : 高文社. 1991 : 207-213, 230, 245.
5. 李槿 編主. 醫學入門(內集 1券). 서울 : 大星文化社 1981 : 528.
6. 葛洪, 肘後備急方. 北京 : 人民衛生出版社 1985 : 95.
7. 劉冠軍 中國灸療集要. 南昌 : 江西科學技術出版社 1991 : 377-378.
8. 朴英培, 姜成吉, 金甲成, 安昌範, 吳煥燮, 許雄 艾灸의 燃燒 特性에 關한 實驗的 研究(I)-燃燒 溫度의 類型을 中心으로-. 大韓韓醫學會誌. 1993 ; 4(1) : 169-178.
9. 朴英培, 姜成吉, 高炯均, 吳煥燮 艾灸의 燃燒 時間에 對한 實驗的 研究-區間別 發現時點을 中心으로. 大韓韓醫學會誌. 1994 ; 15(2) : 241-252.
10. 林聖澤, 金慶鎬, 金甲成. 艾灸의 物理的 特性에 關한 研究. 大韓鍼灸學會誌. 1994 ; 11(1) : 327-336.
11. 方桃香, 朴英培, 姜成吉. 艾灸의 區間別 燃燒時間에 關한 實驗的 研究. 大韓鍼灸學會誌. 1995 ; 12(1) : 243-251.
12. 朴英培, 姜成吉, 金昌煥, 高炯均, 吳煥燮, 許雄 材料에 따른 艾灸의 燃燒特性에 關한 研究. 大韓韓醫學會誌. 1996 ; 17(1) : 222-233.
13. 李建穆 外. 온도측정을 통한 상용 쑥뜸의 자극효과에 대한 실험적 연구-연소시간 및 연소온도를 중심으로. 大韓鍼灸學會誌. 2002 ; 19(2) : 114-127.
14. 李建穆 外. 온도측정을 통한 상용 쑥뜸의 자극효과에 대한 실험적 연구-승온속도 및 유효자극기를 중심으로. 大韓鍼灸學會誌. 2002 ; 19(3) : 64-76.
15. 艾灸의 容量이 血清重酸素에 미치는 研究. 圓光大. 學位論叢. 1980.
16. 이건목, 이건휘, 조남근, 박소영. 마늘뜸이 연소 특성에 미치는 연구. 大韓鍼灸學會誌. 2002 ; 21(4) : 31-52.
17. 辛民教 臨床本草學. 서울 : 永林社 1997 : 298-304, 317.

18. David P. Q. Zhu. The Role of Moxibustion in Traditional Chinese Acupuncture. *American Journal of Acupuncture*. 1984 ; 12(2).
19. 鄭曉山 編著. 鍼灸集錦. 醫學聖堂. 1994.
20. 정위택. 뜸으로 병을 고치는 책. 서울 : 과학·백과사전 종합출판사편. 1993.
21. 成虎慶, 金基煥. 生理學. 서울 : 醫學文化事. 1997 : 552-563.
22. Kenji Kawakita. Polymodal Hypothesis on the Peripheral Mechanism of Acupuncture and Moxibustion. *American Journal of Acupuncture*. 1993 ; 21(4) : 331-338.
23. Sylviane Croze et al. The Thermal sensitivity of the polymodal nociceptors in the Monkey. 1974 ; 263 : 539-562.
24. 李建穆 外. 상용 소형 쑥뜸의 열역학적 특성에 대한 실험적 연구. *大韓鍼灸學會誌* 2001 ; 18(6) : 171-187.
25. 李容圭. 韓國鍼灸臨床錄. 서울 : 杏林出版社. 1979 : 39-42.
26. 林種國. 艾灸의 生體反應에 關한 文獻的 考察. *東洋醫學*. 1976 ; 2(3) : 36-40.
27. 奚永江 主編. 鍼灸法學. 上海 : 上海科學技術出版社. 1985 : 50.
28. 김현제, 최용태, 임종국, 이윤호 편역. 최신침구학. 서울 : 成輔社. 1979 : 416.
29. 李建穆 外. 隔薑灸의 연소 특성에 關한 실험적 연구. 2004 ; 21(3) : 193-214.