

원저

상용 소형 쑥뜸의 열역학적 특성에 대한 실험적 연구

이건휘*, 이견목, 황유진**

*원광대학교 공과대학 기계공학부

**원광대학교 한의학전문대학원 제3의학과

Abstract

Experimental Study on the Thermodynamic Characteristics of Commercial Small-size Moxa Combustion

Gun-Hyee, Lee* · Geon-Mok, Lee · Yoo-Jin, Hwang**

*Department of Mechanical Engineering, Won-Kwang University

**Department of the Third medicine, Professional Graduate School of Oriental Medicine, Won-Kwang University

Objective : Moxibustion has been proved efficacious for many diseases, but isn't widespread in the clinics due to a danger of skin burning, the smoke produced while burning a moxa combustion and so on. Therefore, another type of moxa that can be resolved these troubles is required. To improve the effect of moxibustion and develop the new thermal stimulating treatment, the performance of commercial moxibustion widely used are studied systematically and found out quantitatively.

Methods : We have selected two types (small-size moxa A(sMA), small-size moxa B (sMB)) among small-size moxaes used widely in the clinic. We examined combustion time, various temperatures, temperature gradient in each period during a combustion of moxa.

Results : 1. The combustion time in the preheating period appeared somewhat longer in sMA than in sMB.

2. The combustion time in the heating period appeared longer in sMA by 26% than in sMB.

3. The average temperature in the heating period was 37.6~37.8°C in sMA and 36.2~36.8°C in sMB and the maximum temperature measured at a center of contact surface in sMA was 48.6°C, higher by over 2.8°C than that of sMB moxibustion.

※ 이 논문은 2000년도 원광대학교 교내연구비와 BK21 사업의 지원에 의해 연구되었음.

· 접수 : 11월 16일 · 수정 : 11월 19일 · 채택 : 11월 24일

· 교신저자 : 이견휘, 전북 익산시 신흥동 원광대학교 공과대학 기계공학부(Tel. 063-850-6692)

E-mail : ghlee@wonkwang.ac.kr

4. The average ascending temperature gradient in the heating period was $0.08 \sim 0.1^\circ\text{C}/\text{sec}$ in both moxaes, and the average ascending temperature gradient of heating period in sMB appeared larger. The maximum ascending temperature gradient appeared higher in sMB, and the time reaching maximum ascending temperature gradient appeared much earlier in sMA than in sMB.

5. The combustion time in the retaining period was around 100 sec in sMA and around 275 sec in sMB.

6. The average temperature in the retaining period was $42.2 \sim 46.0^\circ\text{C}$ in sMA and $39.3 \sim 41.4^\circ\text{C}$ in sMB. The minimum temperature in the retaining period was over 38.8°C in sMA but just 34.7°C in sMB.

7. The average descending temperature gradient in sMA was $-0.050 \sim -0.067^\circ\text{C}/\text{sec}$ and in sMB was $-0.030 \sim -0.037^\circ\text{C}/\text{sec}$.

8. The combustion time in the cooling period appeared longer over two times in sMA than in sMB, and the time which the cooling period (minimum temperature) finished at appeared later in sMB by 55 sec.

9. We classified the combustion process that the measured temperature rose over body heat(37°C) into the effective combustion period. The effective combustion time was 233.3 sec in sMA and 300.4 sec in sMB respectively, and was longer by about 29% in sMB. The average temperature and maximum temperature in the effective combustion time appeared higher in sMA. The time taken until the maximum temperature was reached was 225.1 sec in sMA and 244.5 sec in sMB, faster by about 20 sec in sMA.

The maximum ascending temperature gradient during the effective combustion period appeared larger about 1.4 times in sMB, but the time when the maximum ascending temperature gradient happened was faster in sMA.

Conclusion : It appears that sMB, compared with sMA, is proper if necessary to apply the long time and weak stimulus, because of the gentle stimulus during the relatively longer time. In contrast, sMA that the symmetrical combustion happened is proper if necessary to apply the short time and strong stimulus.

Key words : moxa combustion, combustion time, ascending temperature gradient, combustion temperature, effective combustion period

I. 緒論

灸法이란 艾絨 혹은 기타 물질을 체표의 혈위상에 놓고 燒炸·溫熨하여 灸火의 熱力을 肌膚에 투

입시켜 經絡의 작용을 통하여 氣血을 溫通시킴으로써 治病과 保健目的에 도달하는 일종의 外治療法이다.¹⁻²⁾

艾灸療法은 면역기능, 신경계, 내분비선, 소화기계 등 체내 여러 기관의 기능을 조절하며,³⁾ 다양한 질환에 탁월한 효능이 있는 것으로 알려져 왔지만,

임상에서 艾灸를 시술할 경우 썩의 연소시 발생하는 다량의 연기, 부산물의 악취, 피부 화상의 방지와 艾灸의 재료를 교체하기 위하여 시술자가 자리를 지켜야 하는 등의 문제점으로 인해 그 사용이 제한을 받고 있는 실정이다. 따라서 艾灸와 관련된 이러한 문제점들을 해결하고 임상적으로 艾灸療法이 원활히 활용되도록 하기 위해서는 艾灸와 동일한 효능을 가진 새로운 뜬의 개발이 요구된다.

艾灸療法은 온열적 자극과 화학적 자극으로 치료가 이루어지는 일종의 자극요법으로 자극의 내용은 艾灸의 연소 특성에 따라 결정된다.⁴⁻⁵⁾ 즉, 연소온도의 고저와 장단 및 연소시간과 같은 열역학적 특성은 연소과정에서 발생하는 화학적 유효성분의 내용과 화상과 관련된 피부 손상도 등에 일차적으로 영향을 끼치며 이차적으로 임상적 효능을 결정하는 중요한 변수로 작용된다. 金⁶⁾은 동일한 부위라도 艾灸 자극의 내용을 상이하게 할 경우 효능의 차이가 있을 뿐만 아니라 불량한 결과가 나타나기도 한다고 하였는데, 이는 자극의 특성이 치료 효능의 내용과 밀접한 관련이 있음을 시사하는 것이다. 그러므로 임상에서 뜬 시술시 적절한 자극량을 선택하고 효과적인 새로운 뜬의 개발을 위해서는 艾灸의 작용 기전과 효능을 체계적이고 객관적으로 규명하고 정량화하는 연구가 필요하다고 하겠다.

박⁴⁾ 등은 艾炷의 연소 유형이 중량에 관계없이 일정한 유형을 유지함을 보여주었으며, 온도 구배 곡선을 활용하여 연소시간이 피시술체에 열이 침투되는 입열기와 피시술체에서 열이 방출되는 출열기로 구성되고, 다시 입열기는 예열기와 가열기로 구성되어 적극적인 온열자극이 이루어지며, 출열기는 보온기와 냉각기로 구성되어 소극적인 온열자극이 이루어진다고 하였다. 임⁷⁾ 등은 강화썩 및 여러 제품화된 艾絨에 따른 열적 특성을 관찰하기 위하여 연소과정 중 화학적 유효성분이 용출되기 시작하는 열 분해온도와 열의 안정성 및 열 에너지 함량에

대한 특성, 艾絨의 구조적 특성에 대하여 보고하였다. 박^{4-5, 8-10)} 등은 또한 艾炷의 밀도와 형태에 따른 전체 및 구간별 최고온도·승온속도·연소시간·연소열량비 등에 대하여 보고하였는데, 지금까지 이루어진 연구들은 뜬썩의 연소 특성을 관찰한 것으로 임상에서 실제 시술되는 썩뜸의 연소 특성에 대한 연구는 부족한 실정이다.

대체로 灸法은 艾炷灸, 艾卷灸, 溫筒灸, 天灸의 4 종류로 나눌 수 있는데, 이 중 艾炷灸가 가장 많이 사용되어 灸法의 주체가 되고 있다. 艾炷灸는 直接灸와 間接灸로 구분되어지며 隔物은 질병에 따라 다양하게 사용되어 왔다.^{1-2, 11)} 현재 임상에서 사용되는 뜬은 대부분 間接灸의 형태를 띠고 있으며 크게 대형 뜬과 소형 뜬으로 나누어 볼 수 있다. 趙¹²⁾는 역대 문헌의 고찰을 통해서 艾炷의 크기에 대한 역대의 인식은 대개 大中小로 나누어지고, 나이, 체질, 질환별로 分別하여 施灸하고 있지만 艾炷의 크기가 클수록 더욱 강한 자극을 준다는 소박한 경험만을 가지고 임상에 적용하고 있다고 하였다. 현재 임상에서 상용되고 있는 뜬 역시 특별한 규정보다는 경험적으로 크기가 다르게 제작되어진 것으로 보여진다.

이에 저자는 현재 임상에서 사용되고 있는 소형 뜬 중에서 2 종을 선택하여 구간별 연소시간, 연소 온도, 온도 구배 및 시점 등을 연구 검토하고, 유효 연소시간을 제안하여 이 연소시간에서 뜬의 연소와 관련된 열역학적 특성을 검토함으로써, 상용화된 뜬의 자극 양과 질을 정량화 하여 艾灸의 작용 기전과 효능을 객관적으로 규명하고 이해하며, 상용화된 뜬의 규격화, 표준화 등의 기준을 제시하고, 새로운 뜬 개발의 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 실험재료 및 실험장치

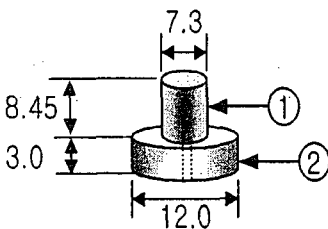
1. 실험재료

본 연구에서는 소형 뜸 2 종류를 실험재료로 사용하였는데, 이 뜸들은 間接灸의 형태이고 상용화된 뜸 중 외형상 크기가 상대적으로 작으며 10분 전후에 연소가 완전히 이루어지는 것을 기준으로 삼았다.

1) 소형 A뜸

소형 A뜸은 크게 2 부분으로 구성되어 있다. 상부는 원통형 艾絨으로 얇은 종이로 둘러 싸여 있는데, 원통의 직경은 $7.30 \pm 0.02\text{mm}$ 이고 높이는 $8.45 \pm 0.02\text{mm}$ 이며, 쑥만의 질량은 $100 \pm 2\text{mg}$ 으로 밀도는 $283\text{mg}/\text{cm}^3$ 이다. 하부는 얇은 종이를 수직장 겹친 뒤 압축해서 만든 원판형으로 되어 있으며, 상부의 쑥 부분이 연소할 때 발생하는 열을 전도 열전달(conduction heat transfer) 형태로 피부에 전달하는 역할을 한다. 종이 원판은 직경이 $12.00 \pm 0.01\text{mm}$ 이고 두께는 $3.10 \pm 0.05\text{mm}$ 이다. 또한 이 종이 원판의 중심부에는 직경 $2.50 \pm 0.02\text{mm}$ 의 구멍이 뚫려 있어서 쑥 부분 연소시 이 구멍을 통해 대류 열전달(convection heat transfer) 형태로 피부에 열이 전달된다. 따라서 이 중심부의 구멍에 연해 있는 피부의 온도가 가장 높이 상승하게 된다. 전체적으로 이 쑥뜸은 종이 원판을 간격으로 사용하는 間接灸라 할 수 있다(Fig. 1, Table I).

Figure 1 Schematic sketch of small size moxa A(sMA)



① cylindrical lump of moxa ② compressed paper disk

Table I Comparison of small size moxa

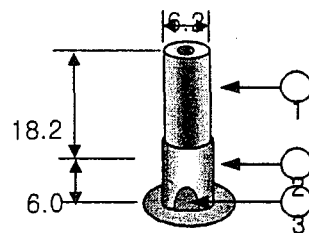
Moxa	Mass(mg)	Density (mg/cm ³)	Type of heat transfer
A	100±2	283	Conduction
B	280±8	575	Convection & Radiation

2) 소형 B뜸

소형 B뜸은 속이 빈 원통형 쑥관과 이를 지지하는 원통관으로 구성되어 있다. 원통형 쑥 부분은 미세하게 분쇄된 艾絨에 첨가물(접착 전분)을 사용하여 딱딱한 관형으로 제작되어 있으며, 외경은 $6.00 \pm 0.05\text{mm}$, 내경은 $2.00 \pm 0.02\text{mm}$ 이고 높이는 $18.20 \pm 0.05\text{mm}$ 이다. 쑥관의 질량은 $280 \pm 8\text{mg}$ 으로 밀도는 $575\text{mg}/\text{cm}^3$ 이다.

쑥관의 하단에는 두꺼운 종이로 제작된 원통 지지부가 쑥관을 감싸는 형식으로 연결되어 있다. 쑥관과 지지부는 일부 겹쳐 있으며, 쑥관의 하단부와 지지부의 하단부까지의 거리는 6mm이다. 지지부의 하단에는 반원 모양의 구멍이 뚫려 있어, 쑥관의 연소시 연통 구실을 하여 연소를 촉진시키는 역할을 한다. 이 쑥뜸은 쑥관과 지지부의 내부 구멍을 통해 대류 열전달(convection heat transfer)과 복사 열전달(radiation heat transfer)이 주로 이루어지는 구조를 가지고 있다. 전체적으로 이 쑥뜸은 공간을 간격으로 사용하는 間接灸라고 할 수 있다(Fig. 2, Table 1).

Figure 2 Schematic sketch of small size moxa B(sMB)



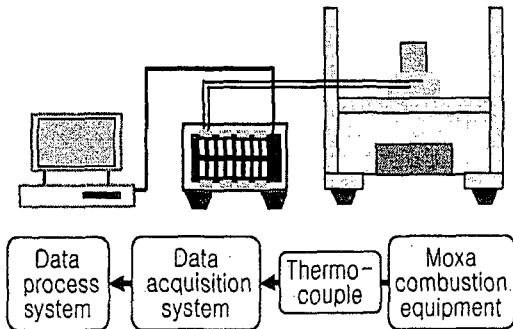
① moxa pipe ② paper supporter ③ hole for combustion

2. 실험장치

1) 실험장치의 구성

실험장치는 쑥뜸 연소를 위한 장치, 데이터 획득 장치와 데이터 처리 장치로 구성되어 있다(Fig. 3).

Figure 3 Schematic diagram of experimental apparatus



쑥뜸 연소장치는 시술시 쑥뜸이 부착된 피부 표면의 온도를 측정하는 방식을 모형화한 것으로, 쑥뜸 바닥과 쑥뜸 고정판에 열전대를 설치하여 연소시 쑥뜸 바닥면의 온도를 측정하였다. 쑥뜸 연소를 위한 장치에는 주변 공기의 흐름에 영향을 받지 않고 쑥뜸이 자연적으로 연소할 수 있도록 공기흐름 차단벽을 설치하였으며, 쑥뜸 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 쑥뜸 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 다

른 형태의 열전대에 비해 오차가 작은 장점을 가지고 있다.

3) 데이터 획득 장치(Data acquisition system)

열전대에서 오는 아날로그(analog) 신호를 받아 데이터 처리 장치로 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 16bit이며, 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, DATA-TASCAN 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 5초 간격으로 데이터를 처리하였다.

III. 실험방법 및 연소구간의 구분

1. 실험방법

쑥뜸의 연소가 주변 온도의 변화에 영향을 받지 않도록 하기 위하여 연소 장치내 온도를 30℃로 유지하면서 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 쑥뜸은 상용화된 제품 중에서 외견상 모양이 균일하고 흠이 없는 것으로 선택하였다.

쑥뜸이 설치된 연소판 위에 열전대를 설치하였고,

뜸쑥 연소시에 바닥면에서 가장 고온인 쑥뜸 단면 중심부의 한 점과 외부 공기와 접해 있어서 상대적으로 온도가 가장 낮은 원주 상의 한 점에 측정점을 설치하였다. 쑥뜸이 착화됨과 동시에 측정점의 온도를 일정 시간 간격(5 sec)으로 데이터 획득 장치를 통해 저장되도록 하였다.

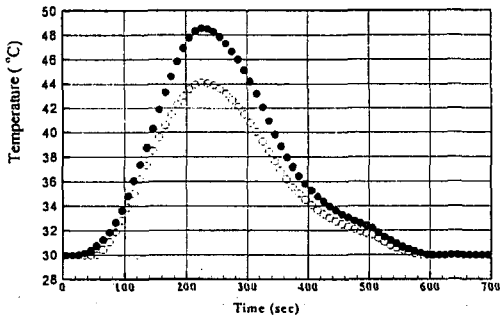
예비 실험을 통하여 연소 측정 시간을 700sec로 하였는데, 두 쑥뜸은 700sec 이전에 완전히 연소가

끝나며 측정점의 온도가 주변 온도와 같아진다. 같은 종류의 쑥뜸으로 9회 반복 실험 한 후 평균값을 산출하여 실험 값으로 취하였다.

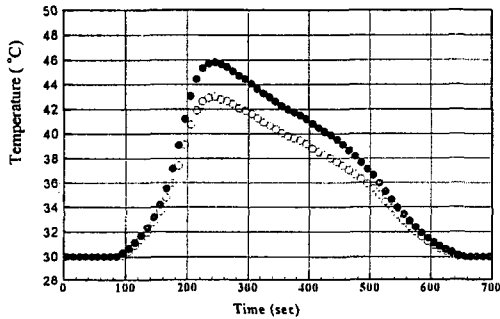
2. 연소구간의 구분

Fig. 4와 Fig. 5는 온도 변화를 도시한 그림들이다. Fig. 4의 (a)는 소형 A뜸, (b)는 소형 B뜸의 시간에 따른 온도 변화를 도시한 그림이다. Fig. 5

Figure 4 Variation of Temperature with respect to time in the moxa combustion



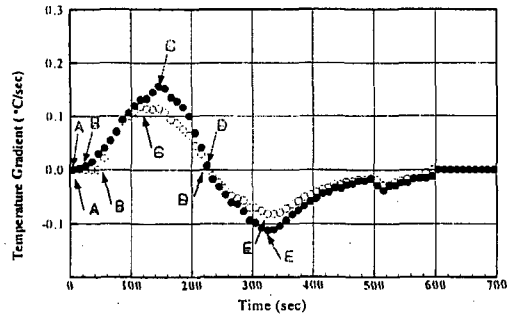
(a)



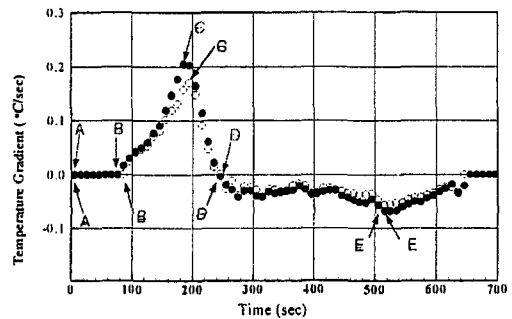
(b)

- (a) small size moxa A(sMA),
- (b) small size moxa B(sMB)
- : at a point of center(Pc) ,
- : at a point of perimeter(Pp)

Figure 5 The gradient curve of temperature in the moxa combustion



(a)



(b)

- (a) small size moxa A(sMA),
- (b) small size moxa B(sMB)
- : at a point of center(Pc) ,
- : at a point of perimeter(Pp)
- A : Ignition A~B : Preheating period
- B~D : Heating period D~E : Retaining period
- E~ : Cooling period

는 실험을 통해 얻어진 온도 변화 곡선을 시간에 대해 미분하여 도시한 그림들이다.

본 연구에서는 차⁴⁾이 제시한 방법에 따라 온도 변화 곡선과 온도 미분 곡선을 이용하여 쑥뜸의 연소구간을 구분하였다. 쑥뜸이 착화되면 측정점의 온도는 상승하며 특정 시간(tp)에 이르면 온도 상승이 멈추고 연소 최고온도에 도달한다. 연소 시작 시간부터 최고온도에 이르는 시간까지를 입열기(Heat input period, A~D)로, 이 이후의 연소시간을 출열기(heat output period, D~)로 구분하였다. 입열기는 예열기(Preheating period, A~B)와 가열기(Heating period, B~D)로 구분하였고, 출열기는 보온기(Retaining period, D~E)와 냉각기(Cooling period, E~)로 구분하였다. 또한 가열기는 온도 구배가 증가하는 상승과정 가열기(B~C)와 온도 구배가 감소하는 하강과정 가열기(C~D)로 구분하였다(Fig. 5).

본 연구에서는 각 쑥뜸에 대하여 두 지점에서 온도를 측정하였는데, 두 지점간의 온도 크기와 구배가 서로 다르다. 따라서 연소구간에 대한 구분도 다르게 되며 Fig. 5에서 볼 수 있듯이 두 지점간에 온도차가 있으므로 각각의 측정점에서 얻어진 온도를 기준으로 구분하였다.

IV. 실험 결과 및 분석

실험을 통해 얻어진 결과를 정량적으로 이해하기 위하여 차⁴⁾이 제안한 연소구간의 구분을 바탕으로 예열기, 가열기, 보온기와 냉각기로 나누어 연소시간, 연소온도, 온도 구배 및 시점 등을 제시하고 검토하였다. 또한 본 연구에서는 유효 연소시간을 제안하고 이 연소시간에서 뜸의 연소와 관련된 열역학적 특성을 검토하였다.

1. 예열기(Preheating period)

예열기는 쑥뜸이 착화된 시점부터 온도 측정점에서 쑥뜸의 연소에 의해 온도가 상승하기 직전까지의 시점을 의미한다.

소형 A뜸에서 뜸 바닥의 중심부에 비해 주변부의 예열 시간이 긴 이유는 쑥뜸 하부에 설치된 종이 원판을 통해 열이 전도되는 시간이 필요하기 때문이다. 이에 반해 소형 B뜸에서 중심부와 주변부의 예열 시간이 비슷하게 나타나는 것은 소형 B뜸의 하단부가 빈 공간으로 되어 있어 대류에 의한 열전도가 용이하기 때문이다. 소형 B뜸의 예열 시간이 소형 A뜸에 비해 상당히 길게 나타났는데, 이것은 쑥부분의 길이가 상대적으로 길어서 열전달이 다소 지연되었기 때문으로 파악된다(Table II).

Table II Combustion time in the preheating period

	small size moxa A		small size moxa B	
	Pc	Pp	Pc	Pp
combustion time(sec)	7.6	54.7	84.3	92.1

* Pc : a point of center, Pp : a point of perimeter

2. 가열기(Heating period)

가열기는 온도 측정점에서 온도가 상승하기 시작하는 시점부터 최고온도에 이르는 연소구간이다. 임상에서 쑥뜸 시술시 환자가 미세한 열자극을 받는 시점에서부터 열적 통감을 최대로 느끼는 시점까지이며, 이 시기는 보온기와 더불어 치료효과가 발생하는 기간으로 파악된다. 쑥뜸의 치료효과와 관련된 가열기의 열적 특성으로는 연소시간, 평균온도와 최고온도 등이 있다. 또한 가열기의 온도 구배의 변화는 자극요법인 쑥뜸의 치료효과와 관련된 중요한 열적 특성이므로 평균 승온속도와 최대 승온속도 및 최대 승온속도 시점에 대한 검토가 필요하다고 하겠다.

1) 가열기 연소시간

가열기는 온도 구배가 상승하는 구간과 온도 구배가 하강하는 구간으로 나누어 연소시간을 검토하였다. 소형 A뜸의 경우, 중심부에서는 상승 구간이 전 구간의 64%에 이르나, 주변부에서는 37%에 지나지 않았다. 이는 중심부에서부터 주변부로 열전달이 지연됨으로 인해 나타나는 결과로 판단된다. 가열기 전체 연소시간은 중심부가 주변부에 비해 30%정도 길게 나타났다(Table III).

Table III Combustion times in the heating period

	small size moxa A		small size moxa B	
	P _c	P _p	P _c	P _p
combustion time in a ascending process(sec)	140.2	64.5	101.7	102.4
combustion time in a descending process(sec)	79.9	108.8	57.3	50.7
combustion time(sec)	220.1	173.3	159.0	153.1
combustion time per mass(sec/mg)	2.20	1.73	0.568	0.547

* P_c : a point of center, P_p : a point of perimeter

소형 B뜸은 중심부와 주변부의 연소시간이 비슷하게 나타났으며, 상승 구간이 전체 가열기 연소시간의 64~67%에 달하는데, 이는 소형 A뜸의 중심부에서 보여주는 비율과 유사한 특성이다. 두뜸의 가열기 연소시간은 소형 A뜸이 26%정도 길게 나타났으며, 쑥 단위 질량비로 비교하면 역시 소형 A뜸이 3.5배 이상 길게 나타났다. 가열기에서는 온도가 계속 상승하는 구간이므로 가열기 연소시간이 길다는 것은 열적 자극량이 많다는 것을 의미한다고 볼 수 있다(Table III).

2) 가열기 평균온도 및 최고온도

가열기에서 쑥뜸 바닥면의 평균온도는, 소형 A뜸은 37.6~37.8℃, 소형 B뜸은 36.2~36.8℃로 소형 A뜸이 약간 높게 나타났다. 소형 A뜸의 중심부의 최고온도는 48.6℃로 소형 B뜸에 비해 2.8℃ 이

상 높게 나타나 상대적으로 열적 자극의 강도가 크다는 것을 알 수 있다(Table IV).

Table IV Temperatures in the heating period

	small size moxa A		small size moxa B	
	P _c	P _p	P _c	P _p
Average temperature(℃)	37.8	37.6	36.8	36.2
Maximum temperature(℃)	48.6	44.1	45.8	43.0

* P_c : a point of center, P_p : a point of perimeter

3) 가열기 평균 승온속도, 최고 승온속도 및 최고 승온속도 시점

뜸 시술 중에 환자가 느끼는 열감은 온도 상승에 비례하여 증가하지만, 자극의 정도는 가열기의 승온속도와 밀접한 관련이 있다. 즉, 자극의 양은 연소시간의 장단과 온도의 고저에 영향을 받으며, 자극의 질은 승온속도의 고저에 따라 달라진다고 볼 수 있다. 따라서, 쑥뜸과 관련된 자극의 질을 정량적으로 파악하기 위해 가열기의 평균 승온속도와 최고 승온속도를 검토하였다.

검토한 두 쑥뜸의 평균 승온속도는 0.08~0.1℃/sec이며, 소형 B뜸의 값이 더 크게 나타났다. 최고 승온속도 역시 소형 B뜸의 값이 더 크게 나타났으며, 주변부에 비해 중심부에서 상대적으로 크게 나타났다(Table V).

Table V Temperature gradients and time in the heating period

	small size moxa A		small size moxa B	
	P _c	P _p	P _c	P _p
Average ascending temperature gradient (℃/sec)	0.0792	0.0816	0.0970	0.0865
Maximum ascending temperature gradient (℃/sec)	0.160	0.118	0.212	0.171
Time at a maximum ascending temperature gradient(sec)	147.8	119.2	186.0	194.5

* P_c : a point of center, P_p : a point of perimeter

승온속도가 빠르다는 것은 환자가 느끼는 열적

통감이 빠르게 증가한다는 것을 의미하며, 본 연구를 통해 얻어진 수치만으로는 어느 정도의 승온속도가 적절한지는 알 수 없다. 따라서 본 연구를 통해서 현재 임상에서 널리 사용되고 있는 소형뜸의 승온속도만을 정량적으로 이해하는데 그칠 수밖에 없다. 최고 승온속도가 보여지는 시점은 소형 A뜸에서 소형 B뜸에 비해 상당히 이른 시간에 나타났다.

3. 보온기(Retaining period)

보온기는 최고온도에 도달한 시점부터 온도 구배가 최저치에 이르는 시점까지의 연소구간이다. 임상에서 뜸 시술시 환자가 최대 열적 통감을 느끼는 시점에서부터 점차 완화되는 열적 자극을 받는 구간으로, 가열기와 더불어 실제적인 치료효과가 이루어지는 구간으로 파악된다. 쑥뜸의 치료효과와 관련된 보온기의 열적 특성으로는 연소시간, 평균온도와 최저온도 등이 있다. 가열기와 마찬가지로, 온도 구배의 변화가 자극요법인 쑥뜸의 치료효과와 관련된 중요한 열적 특성이므로 보온기의 평균 감온속도와 최저 감온속도 및 최저 감온속도 시점에 대한 검토가 필요하다고 하겠다.

1) 보온기 연소시간

보온기의 연소시간은 소형 A뜸이 100초 내외이고, 소형 B뜸은 275초 내외로 소형 B뜸의 보온기간이 훨씬 길게 나타났다. 소형 A뜸은 온도의 상승과 하강이 대칭인 형태로 연소가 발생하지만, 소형 B뜸은 상대적으로 빠르게 온도가 상승하고 매우 완만하게 하강하는 형태로 연소가 발생한다(Fig. 4, Fig. 5). 따라서 소형 A뜸의 보온기간은 가열기간의 52%정도인데 비해 소형 B뜸은 177%로 두 뜸이 서로 상반된 특성을 가진다는 것을 보여주고 있다(Table VI).

Table VI Combustion times in the retaining period

	small size moxa A		small size moxa B	
	P _C	P _P	P _C	P _P
combustion time(sec)	99.9	106.2	273.8	279.3
combustion time per mass(sec/mg)	1.00	1.06	0.978	0.998

* P_C : a point of center, P_P : a point of perimeter

일반적으로 피부는 열적 자극에 대해서 온도가 상승하는 기간에는 통증을 느끼지만, 더 이상 온도가 상승하지 않으면 같은 온도에 대해서도 적응되어 통증을 느끼지 않게 되며 오히려 온화한 느낌을 받게 된다. 따라서 가열기와 보온기의 연소시간을 기준으로 검토해 보면, 소형 A뜸에 비해 소형 B뜸은 급격한 열적 자극을 가한 후, 상대적으로 긴 시간동안 온화한 자극을 주는 형식으로 되어있다. 또한 쑥 단위 질량당 보온기의 연소시간은 두 뜸 모두 1초 내외이다.

2) 보온기 평균온도 및 최저온도

소형 A뜸의 보온기는 상대적으로 일찍 종료되므로 보온기가 끝나는 시점의 온도(보온기 최저온도)는 38.8℃ 이상이나, 보온기가 길게 지속되는 소형 B뜸의 경우에는 35℃ 이하이다. 보온기 동안 평균 온도 역시 소형 A뜸에서 온도가 약 2~4℃ 이상 높은 것으로 나타났다. 소형 B뜸의 경우 보온기 종료시 온도가 34.7~35.7℃이며, 이 온도는 체온보다 낮은 온도로, 보온기의 내내 치료효과가 지속되는 지에 대해 의문이 간다(Table VII).

Table VII Temperatures in the retaining period

	small size moxa A		small size moxa B	
	P _C	P _P	P _C	P _P
Average temperature(℃)	46.0	42.2	41.4	39.3
Minimum temperature(℃)	41.5	38.8	35.7	34.7

* P_C : a point of center, P_P : a point of perimeter

3) 보온기 평균 감온속도, 최저 감온속도 및 최

저 감온속도 시점

앞에서 설명한 온도 하강시간과 하강온도의 크기를 정량적으로 제시하는 방법으로 본 연구에서는 감온속도를 계산하였다. 소형 A뜸의 평균 감온속도는 $-0.050 \sim -0.067$ $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 로 가열기의 평균 승온속도에 비해 약 72%이다. 소형 B뜸은 $-0.030 \sim -0.037$ $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 로 가열기의 평균 승온속도에 비해 약 36%로 완만한 온도의 하강을 보여준다(Table VIII). 앞서 설명한 바와 같이 자극의 질적인 측면에서 감온속도를 정량적으로 검토할 수는 있으나, 어느 정도의 값이 적절한지를 단정해서 말할 수는 없다. 다만 선택한 두 뜸이 현재 널리 사용되는 뜸이므로 임상 치료 경험을 축적함으로써 이들 값에 대한 정당한 평가가 가능할 것으로 사료된다.

Table VIII Temperature gradients and time in the retaining period

	small size moxa A		small size moxa B	
	P _C	P _P	P _C	P _P
Average descending temperature gradient ($^{\circ}\text{C}/\text{sec}$)	-0.067	-0.049	-0.036	-0.030
Minimum descending temperature gradient ($^{\circ}\text{C}/\text{sec}$)	-0.114	-0.083	-0.069	-0.057
Time in a minimum descending temperature gradient (sec)	327.6	334.2	517.1	524.5

* P_C : a point of center, P_P : a point of perimeter

4. 냉각기(Cooling period)

냉각기는 쑥뜸의 연소가 끝난 후 남아있는 열이 점차 외기로 방출되어 주변 온도와 같아지는 시점까지의 구간으로, 치료효과가 발생하지 않지만 쑥뜸의 열적 특성을 알아보기 위해 냉각기 연소시간과 냉각기가 끝나는 시점을 검토하였다. 소형 A뜸의 냉각기 연소시간이 소형 B뜸에 비해 두 배 이상 길게 나타났는데, 이것은 소형 A뜸의 하단에 설치된 원형 종이판에 저장된 열이 천천히 외기로 방출되기 때문이다. 또한, 냉각기가 끝나는 시점은 소형 B뜸이 다소 길게 나타났으며 그 차이는 약 55sec이

다(Table IX).

Table IX Combustion time in the cooling period

	small size moxa A		small size moxa B	
	P _C	P _P	P _C	P _P
Combustion time(sec)	267.4	250.8	122.9	115.5
Time at an end of cooling period(sec)	595	585	645	640

* P_C : a point of center, P_P : a point of perimeter

5. 유효 연소기(Effective combustion period)

쑥뜸은 열적 자극요법이므로 쑥뜸이 연소함에 따라 발생한 열이 피부 내로 전달되기 위해서는 쑥뜸이 놓여진 피부의 온도가 신체 온도 이상으로 상승되었을 때 의미가 있다고 보아야 타당할 것이다. 따라서 본 연구에서는 측정점의 온도가 37°C 이상이 되는 연소구간을 유효 연소기(effective combustion period)로 구분하고, 이 시기의 열적 특성을 검토하였다.

쑥뜸의 연소로 인해 체온 이상으로 온도가 상승된 표피로 인하여 몸 속으로 열이 전달되고, 이에 대응하여 열적 자극이 이루어지는 기계적 구조는 주로 열전도(heat conduction)로 이루어진다. 열전도에 의해 전달되는 전열량(heat flux)은 다음 식으로 표현된다.

(1)

$$Q = -k \frac{dT}{dx} \Delta t A$$

Q : heat flux(cal)

k : thermal conductivity (cal/cm · sec · $^{\circ}\text{C}$)

$\frac{dT}{dx}$: temperature gradient($^{\circ}\text{C} / m$)

Δt : heating time(sec)

A : area(cm^2)

피부의 열전도계수(k)는 $7.0 \sim 9.0 \times 10^{-4}$ cal/cm · sec · $^{\circ}\text{C}$ 로 알려져 있으며, 지방조직은 $5.0 \sim 9.0 \times 10^{-4}$ cal/cm · sec · $^{\circ}\text{C}$, 근육

층은 $12.7 \times 10^{-4} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ 이다.¹³⁾ 피부의 두께(x)는 신체의 부위에 따라 차이가 나며, 일반적으로 표피는 0.05~1.5mm, 진피는 0.3~3.0mm이며, 평균 두께는 손바닥과 발바닥이 약 4mm, 목 부분이 약 3mm이고 나머지 부위는 1~2mm이다.¹⁴⁻¹⁵⁾

식(1)을 이용하여 열전도 계수를 상수로 보면, 단위 깊이당 전열량은 온도차와 가열 시간에 비례한다고 볼 수 있다. 즉,

$$Q \propto (T_M - T_B) \cdot \Delta t_{eff} \cdot A_{eff} \quad (2)$$

T_M : measurement temperature($^\circ\text{C}$)
 T_B : temperature of body(37 $^\circ\text{C}$)
 Δt_{eff} : effective heating time(sec)
 A_{eff} : effective heating area(cm^2)

본 실험에 사용된 두 가지 쑥뜸의 바닥 단면이 원형이므로, 가장 높은 온도로 상승할 것으로 판단되는 바닥 단면의 중심점과 주변으로 열이 전달되어 온도가 가장 낮을 것으로 판단되는 원주 상의 한 점에서 측정하였다. 두 점의 온도가 선형적으로 변화된다고 가정하면 바닥 단면상의 평균 온도는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\overline{T_M}(t) = \frac{\int_A T_M(t) dA}{\int_A dA} \quad (3)$$

$\overline{T_M}(t)$: mean temperature on a bottom of moxa($^\circ\text{C}$)
 $\int_A dA$: Area of bottom of moxa (cm^2)

따라서 뜸쑥 연소에 따른 유효 전열량(effective heat flux)을 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$Q_{eff} = \overline{T_M}(t) \cdot \Delta t_{eff} \cdot A_{eff} \quad (4)$$

소형 A뜸 : $A_{eff} = 0.785 \text{ cm}^2$
 소형 B뜸 : $A_{eff} = 0.283 \text{ cm}^2$

쑥뜸과 접하는 피부면에서 단면 평균온도(식 3)을 기준으로 측정한 유효 연소시간은 각각 233.3 sec와 300.4 sec로 소형 B뜸이 약 29% 길다. 짧은 자극이 필요한 경우는 소형 A뜸이, 긴 자극이 필요한 경우에는 소형 B뜸이 더 적합한 쑥뜸이라 판단된다. 쑥 단위 질량당으로는 소형 A뜸이 2.18 배 정도 길어, 유효 연소시간을 기준으로 보면 소형 A뜸이 더욱 경제적으로 제작되었음을 알 수 있다 (Table X).

유효 연소기간 동안 단면 평균온도의 시간 평균 온도는 소형 A뜸이 1.3 $^\circ\text{C}$ 높게 나타났으며, 최고온도 역시 소형 A뜸이 1.7 $^\circ\text{C}$ 높게 나타났다. 뜸 시술 시 시술부위 피부의 온도가 높은 경우가 자극의 강도는 세지만 어느 정도가 타당한지에 대해서는 알려져 있지 않고, 또한 환자의 감수성에 따라 수용할 수 있는 온도가 다르기 때문에 온도만으로 쑥뜸의 우열을 판별할 수는 없다. 최고 온도가 나타나는 시점은 소형 A뜸이 약 20sec 빠르다(Table X).

Table X Thermodynamic characteristics in the effective combustion period

	small size moxa A	small size moxa B
Combustion time(sec)	233.3	300.4
Combustion time per mass(sec/mg)	2.33	1.07
Average temperature($^\circ\text{C}$)	42.2	40.9
Maximum temperature($^\circ\text{C}$)	45.6	43.9
Time at maximum temperature(sec)	225.1	244.5
Maximum ascending gradient of temperature($^\circ\text{C}/\text{sec}$)	0.129	0.185
Time at Maximum ascending gradient of temperature(sec)	147.7	193.5
Effective heat flux($^\circ\text{C} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^2$)	7790	3480
Effective heat flux per mass($^\circ\text{C} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^2 / \text{mg}$)	77.9	12.4

유효 연소시간에서 최대 승온속도는 소형 B뜸이 약 1.4배 크게 나타났으며, 이는 앞에서 논의한 결과와 같다. 그러나 최대 승온속도가 나타나는 시점은 소형 A뜸이 빠르는데, 이것은 소형 A뜸의 온도 구배가 일정한 반면 소형 B뜸은 어느 순간 급격한 온도 구배를 보이기 때문이다. 앞서 제시한 식(4)를 이용하여 계산한 유효 전열량은 소형 A뜸이 2.2배 이상 큰 결과를 보여 준다. 소형 A뜸이 유효 연소시간이 짧음에도 불구하고, 유효 전열량이 매우 크게 나타나는 이유는 보다 높은 온도를 유지하고 피부로 전열되는 면적이 크기 때문이다. 쑥 단위 질량당 유효 전열량은 소형 A뜸이 6.3배 이상 크게 나타났다.

V. 고찰

灸法이란 艾絨 혹은 기타 물질을 체표의 혈위상에 놓고 燒灼·溫熨하여 灸火의 熱力을 肌膚에 투입시켜 經絡의 작용을 통하여 氣血을 溫通시킴으로써 治病과 保健目的에 도달하는 일종의 外治療法으로, 刺鍼으로 효과가 적은 일부 병증을 치료할 수 있으며 鍼과 灸를 종합해서 응용하면 치료효과를 한층 높일 수 있다.¹⁻²⁾

灸灸治療의 연원은 <素問> 異法方宜論¹⁶⁾의 “北方者 天地所閉藏之域也 其地高陵居 風寒水冽 其民樂野處而乳食 藏寒生滿病 其治宜灸炳 故灸炳者 亦從北方來.”에 라고 하여 灸法의 유래가 북방인들의 생활습관 및 발병 특징과 밀접한 관계가 있음을 설명하고 있다.¹⁷⁾

艾葉은 국화과에 속한 多年生 本草인 약쑥의 葉으로서 주로 봄에 채취하며 晒乾한다. 葉에는 보통 약 0.02%의 정유를 함유하였는데 그 주성분은 Cineol 50%이고, 그밖에 Thujone C₁₃H₁₆O, Sesquiterpen, Sesquiterpen alcohol, Adenine 0.02%, Choline 0.11%, Vitamin A, B, C, D 등을 함

유하고 있다. 전국 산지에서 야생하고 있는 본초로서 특히 강화도 해변 艾葉이 艾灸에 가장 적합한 것으로 알려져 있다.¹⁸⁾

艾葉의 성질이 溫暖하기 때문에 陽氣를 振扶할 수 있고, 또한 氣味가 辛熱하기 때문에 諸經을 通行하고 氣血을 調理하며 辛은 散寒을 주관하고 苦는 燥濕을 주관하며, 이 밖에도 연소할 때의 화력이 온화하고 피부와 근육의 심처에 직접 투달할 수 있기 때문에 뜸의 재료로 삼았다.¹¹⁾

<靈樞> 刺節眞邪篇¹⁹⁾에 “脈中之血 凝而留止 弗之火調 弗能取之”, 禁服篇¹⁹⁾에는 “陷下者 脈血結於中 中有著血 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 작용을 하며, 傷寒論²⁰⁾에서도 ‘少陰病吐利 手足不逆冷 反發熱者 不死 脈不止者 灸少陰七壯’, ‘少陰病 下利 脈微澁 嘔而汗出 必數更衣反 少者 當溫其上 灸之’라 한 傷寒證은 모두 熱性病의 과정에서 陽氣가 虛脫된 심한 증상인데 이들의 치료 방법으로서 艾灸를 제시하였다.¹⁷⁾ 이상에서 보면 艾灸를 주로 虛證이나 寒證에 응용하였는데, 明代의 李樞²¹⁾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 광범위하게 응용할 수도 있다고 하였다. 또한, 艾灸에는 질병의 예방과 보건 작용이 있다.^{3,11,17)}

艾灸는 체내 여러 기관의 기능을 조절하며,^{3, 17, 22-23)} 다양한 질환에 탁월한 효능이 있는 것으로 알려져 왔으나, 서론에서 설명한 바와 같이 艾灸 시술시 초래되는 몇 가지 단점으로 인해 임상에서 널리 활용되지 못하고 있다.

따라서 艾灸와 관련된 이러한 문제점들을 해결하고 임상적으로 艾灸療法이 원활히 활용되도록 하기 위해서는 艾灸의 효능과 동일한 형태를 지닌 새로운 뜸의 개발이 요구된다. 현대화된 새로운 뜸의 일

차적인 대안 방법이 艾絨 대신 전기를 사용하는 뜬이라 판단되고 이 새로운 뜬에 대한 논의가 점차 증대되고 있는 실정이다.

기존의 전기뜸에 관한 언급으로, 成²²⁾은 뜬쑥과 같은 치료효과를 목적으로 고안된 특수구로 전열요법이 있는데, 시술 중의 온도조절이 자유롭고 시술 후 흉터를 남기지 않는 장점이 있지만 뜬쑥과 같은 치료효과가 인정되지 않고 있기 때문에 거의 실용화되지 못하고 있다고 하였고, 崔²⁴⁾는 溫灸에 전열을 이용하는 전기기도 있다고 하였다. 또한, 金¹⁾ 등과 鍼灸學(下)²⁾에서는 열원으로서 艾灸 대신에 전기의 열자극을 이용하는 것을 전기구라 하는데, 특제의 기구가 필요하기 때문에 현재 임상에서 광범위하게는 응용되지 못하고 있다고 하였으며, 정³⁾은 전열뜸은 니크롬선을 감아서 만든 틀을 이용하여 뜨는 뜬으로, 전열뜸틀에는 필요한 온도를 조절하도록 편리하게 장치를 하였다고 하였다.

기존의 문헌들을 살펴보면 전기뜸은 열원으로서 艾絨 대신 전기를 이용하는 온열기구로, 온도조절이 자유롭고 흉터를 남기지 않는 등의 장점이 있으나, 뜬쑥과 같은 치료효과가 인정되고 있지 않으며, 특제 기구가 필요하기 때문에 널리 응용되지 못하고 있다고 하였는데, 전기뜸이 뜬쑥과 같은 치료효과가 인정되지 않았다고 하는 부분에 대한 상세한 설명을 찾아볼 수 없었다. 또한 특제 기구에 대한 설명과 임상적 효능의 검토에 관한 설명이 충분치 않다. 이는 기존 뜬에 대한 열역학적 연구가 부족한 상태에서 제작되어 실제적으로 치료효과를 낼 수 있는 자극의 조건이 전기뜸에서 충분히 구현되지 않았기 때문으로 사료된다.

艾灸는 일종의 자극요법이다. 일반적으로 자극요법은 대개 자극 양과 질 및 환자의 감수성에 의해 그 효능이 결정되며 이들 상호간의 적절한 조화가 필요하다. 하지만, 환자의 감수성 문제를 배제하고 객관적인 자극의 질과 양만을 생각해 보면, 적절한

자극형태, 자극의 질, 자극의 양의 선택은 艾灸의 주치 범위를 확대시키는데 중요한 의의를 지닌다고 볼 수 있다. 艾灸 자극의 양과 질은 艾灸의 연소특성에 따라서 결정된다.²⁵⁾ 따라서 艾灸療法の 효용성을 높이고 효과적인 새로운 뜬의 개발을 위해서는 艾灸의 작용 기전과 효능에 대한 과학적인 이해와 정량화가 필요하다고 하겠다.

본 연구에서는 상용 소형 뜬 중 2종을 선택하여 열역학적 특성을 실험 관찰하였다. 뜬의 크기에 대하여 <千金要方>²⁶⁾에서는 “黃帝曰 灸不三分是爲徒寬 炷務大也 小弱炷乃小作之 以意商量.... 凡新生兒七日以上 周年以還不過七壯 炷如雀屎大..”라 하였고, 또한 艾炷를 만들때 蠶豆만한 크기로 만든 大炷는 間接灸에 쓰이고, 大豆 혹은 棗核만한 것은 中艾이고 麥粒만한 것은 小炷로써 直接灸에 쓰인다고 하였다.²⁾ 이처럼 역대의가들의 艾炷의 크기에 대한 인식은 대개 大中小로 나누어지고, 나이, 체질, 병정, 질환별로 分別하여 施灸하고 있지만 艾炷의 크기가 클수록 더욱 강한 자극을 준다는 경험만을 토대로 임상에 적용하고 있다고 하였다. 그러나, 현재 임상에서 常用되고 있는 뜬 역시 특별한 규정보다는 경험에 따라 크기가 다르게 제작되어진 것으로 보여진다.

박⁴⁾등은 艾炷의 연소실험을 통해 연소구간을 4구간으로 나눌 수 있다고 하였다. 이 구간에 따르면, 연소의 4구간 중 가열기는 급격한 열자극을 느끼게 되어 온열자극의 실질적인 역할을 담당하는 구간이고, 보온기는 艾炷의 연소 후 방출되는 열이 재에 의해 억제되어 완만한 온열자극의 실질적 역할을 담당하는 구간으로, 이 두 구간이 유효한 치료효과가 발생하는 기간으로 파악된다.

소형 A뜸의 가열기 연소시간은 전체 연소시간의 약 30~37%이고 소형 B뜸은 약 24~25%로, 온도가 계속 증가되어 적극적인 열자극이 이루어지는 가열기 연소시간이 길다는 것은 열적 자극의 양이

많다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 보온기 연소시간을 보면 소형 A뜸은 전체의 약 17~18%이고 소형 B뜸은 약 43~44%로 소형 B뜸의 보온기 연소시간이 전체 연소시간에서 훨씬 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

소형 A뜸은 대칭적인 형태로 연소가 일어나지만, 소형 B뜸은 상대적으로 빠르게 온도가 상승하고 매우 완만하게 하강하는 형태로 연소가 발생하므로, 소형 A뜸의 보온기시간은 가열기시간의 52% 정도인데 비해, 소형 B뜸은 177%로 두 뜸의 특성이 상반됨을 알 수 있다.

따라서 가열기와 보온기의 연소시간을 기준으로 검토해보면 소형 B뜸은 소형 A뜸에 비해 급격한 열자극을 가한 후 상대적으로 긴 시간동안 완만한 자극을 주는 형식으로 되어 있다.

가열기에서 썩뜸 바닥면의 평균온도는, 소형 A뜸은 약 37℃, 소형 B뜸은 약 36℃로 A뜸이 약간 높게 나타났으며, A뜸의 중심부 최고온도는 48.6℃로 B뜸에 비해 2.8℃이상 높게 나타나 상대적으로 열적 자극의 강도가 크다는 것을 알 수 있다. 보온기의 평균온도는 소형 A뜸에서 42.2~46.0℃, 소형 B뜸에서 39.3~41.4℃로 소형 A뜸에서 높게 나타났다.

전체 연소구간 중에서 가열기에 해당하는 부분의 비율이 크고, 뜸의 치료효과가 발생하는 기간으로 생각되는 가열기와 보온기에서 높은 평균온도 및 최고온도를 나타내는 소형 A뜸이 소형 B뜸에 비해 열적 자극량이 많다고 볼 수 있다.

자극의 질을 정량적으로 파악하기 위해 가열기 평균 승온속도와 최고 승온속도를 검토하였는데, 두 썩뜸의 평균 승온속도는 0.08~0.1℃/sec이며, 소형 B뜸의 값이 다소 크게 나타났다. 최고 승온속도 역시 소형 B뜸의 값이 더 크게 나타났으며, 주변부에 비해 중심부에서 상대적으로 크게 나타났다. 승온속도가 빠르다는 것은 환자가 느끼는 열적 통감

이 빠르게 증가한다는 것을 의미한다. 소형 B뜸의 평균 감온속도는 가열기의 평균 승온속도의 약 72%이고, 소형 B뜸은 가열기의 평균 승온속도의 약 36%로 완만한 온도의 하강을 보여준다.

자극의 질을 정량적으로 파악하기 위해 가열기 평균 승온속도와 최고 승온속도, 감온속도를 검토할 수는 있으나, 어느 정도의 값이 적절한지를 단정적으로 말할 수는 없고, 상용 소형 뜸을 정량적으로 이해하는 수준에서 그칠 수 밖에 없다. 다만, 본 연구에서 선택한 두 뜸이 현재 널리 사용되는 뜸이므로 치료 경험을 축적함으로써 이들 값에 대한 정당한 평가와 표준화가 가능할 것으로 사료된다.

앞에서 설명한 연소구간의 구분은 연소시간에 따른 온도 구배를 중심으로 이루어졌다. 그러나 썩뜸은 열적 자극요법이므로 썩뜸이 연소함에 따라 발생한 열이 피부 내로 전달되기 위해서는 썩뜸이 놓여진 피부의 온도가 신체 온도 이상으로 상승되었을 때에 의미가 있다고 보아야 타당할 것이다. 따라서 본 연구에서는 측정점의 온도가 37℃ 이상이 되는 연소구간을 유효 연소기(effective combustion period)로 구분하고, 이 시기의 열적 특성을 검토하였다.

썩뜸과 접하는 피부면에서 단면 평균온도를 기준으로 측정한 유효연소시간은 소형 B뜸이 약 29% 길다. 그러나, 유효 연소기간 동안 평균온도는 소형 A뜸이 1.3℃ 높게 나타났으며, 최고온도 역시 소형 A뜸이 1.7℃ 높게 나타났다. 뜸 시술시 시술 부위 피부의 온도가 높은 경우가 자극의 강도는 세지만 어느 정도가 타당한지에 대해서는 알려져 있지 않다. 또한 환자의 감수성에 따라 수용할 수 있는 온도가 다르기 때문에 온도만으로 썩뜸의 자극 등급을 판별할 수는 없다. 최대 승온속도는 소형 B뜸이 약 1.4배 크게 나타났지만, 최대 승온속도가 나타나는 시점은 소형 A뜸이 빠르는데, 이것은 소형 A뜸의 온도 구배가 일정한 반면 소형 B뜸은 어느 순간 급

격한 온도 구배를 보이기 때문이다. 유효 전열량은 소형 A뜸이 2.2배 이상 큰 결과를 보여 준다. 소형 A뜸이 유효 연소시간이 짧음에도 불구하고, 유효 전열량이 매우 크게 나타나는 이유는 소형 B뜸에 비해 더 높은 온도를 유지하고, 피부로 전열하는 면적이 크기 때문이다. 유효 연소시간과 유효 전열량으로 자극량을 판단해 보면, 단시간의 강자극에는 소형 A뜸이 적합하고, 장시간의 약자극에는 소형 B뜸이 적합할 것으로 판단된다.

본 연구는 상용 소형 뜸의 연소 특성을 통해 艾灸療法의 온열 자극적 측면을 관찰 검토한 것으로, 艾灸療法의 과학적 접근을 위해서는 뜸 시술시 발생하는 연기와 진액의 분석을 통한 화학적 기전에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 아울러 임상적 검증을 통한 쑥뜸 자극의 표준화와 쑥뜸 시술시 여러 정황에 따라 선택되어지는 쑥뜸의 규격에 대한 현대적 해석이 요구된다.

VI. 결론

艾灸의 작용 기전과 효능을 체계적이고 객관적으로 규명하고 임상에서 艾灸療法의 효율성을 높이며 효과적인 새로운 뜸 개발의 기초 자료로 삼고자, 상용화된 소형 뜸 중 2종을 선택하여 구간별 연소시간, 연소온도, 온도 구배 및 시점 등을 연구 검토하고, 유효 연소시간을 제안하여 이 기간에서 뜸의 연소와 관련된 열역학적 특성을 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 예열기 연소시간은 소형 A뜸에 비해 소형 B뜸에서 길게 나타났다. 소형 A뜸에서는 주변부의 예열시간이 중심부에 비해 길었으며, 소형 B뜸에서는 주변부와 중심부의 예열시간이 비슷하게 나타났다.

2. 가열기 연소시간은 소형 B뜸에 비해 소형 A뜸이 26%정도 길게 나타났다. 소형 A뜸의 상승구간은 중심부에서는 전 구간의 64%, 주변부에서는 37%로 나타났으며, 소형 B뜸은 중심부와 주변부의 연소시간이 비슷하게 나타나 전체 가열기 연소시간의 64~67%로 나타났다.

3. 가열기 평균온도는 소형 A뜸은 37.6~37.8℃, 소형 B뜸은 36.2~36.8℃이고, 소형 A뜸의 중심부 최고온도는 48.6℃로 소형 B뜸에 비해 2.8℃이상 높게 나타났다.

4. 가열기 평균 승온속도는 소형 A뜸과 소형 B뜸에서 0.08~0.1℃/sec이며, 소형 B뜸의 값이 다소 크게 나타났다. 최고 승온속도는 소형 B뜸의 값이 더 크게 나타났으며, 최고 승온속도가 보여지는 시점은 소형 A뜸에서 소형 B뜸에 비해 상당히 이른 시간에 나타났다.

5. 보온기 연소시간은 소형 A뜸이 100초 내외이고 소형 B뜸은 275초 내외로, 소형 A뜸의 보온기는 가열기의 52%정도인데 비해 소형 B뜸은 177%로 서로 상반된 특성을 보였다.

6. 보온기 평균온도는 소형 A뜸이 42.2~46.0℃이고 소형 B뜸은 41.4~39.3℃이다. 소형 A뜸의 보온기 종료시점 온도는 38.8℃이상이나 소형 B뜸은 34.7℃이다.

7. 소형 A뜸의 보온기 평균 감온속도는 -0.050~-0.067℃/sec로 가열기의 평균 승온속도에 비해 약 72%이고, 소형 B뜸은 -0.030~-0.037℃/sec로 가열기의 평균 승온속도에 비해 약 36%로 완만한 온도의 하강을 보여준다.

8. 냉각기 연소시간은 소형 A뜸이 소형 B뜸에 비해 두 배 이상 길게 나타났고, 냉각기가 끝나는 시점은 소형 B뜸이 길게 나타났으며 그 차이는 55 초이다.

9. 연소온도가 체온(37℃) 이상으로 올라가는 연소구간을 유효 연소기라 구분하였다. 썩뜸과 접하는 피부면에서 단면 평균온도를 기준으로 측정한 유효 연소시간은 소형 A뜸과 소형 B뜸에서 각각 233.3 sec와 300.4 sec로 소형 B뜸이 약 29% 길다. 유효 연소기간 평균온도와 최고온도는 소형 A뜸이 더 높게 나타났다. 최고온도 발현 시점은 소형 A뜸이 225.1sec, 소형 B뜸이 244.5sec로 소형 A뜸에서 약 20sec 빠르다. 유효 연소기간에서 최대 승온속도는 소형 B뜸이 약 1.4배 크게 나타났지만, 최대 승온속도 발현 시점은 소형 A뜸이 빠르다. 유효 전 열량은 소형 A뜸이 2.2배 이상 큰 결과를 보여 준다.

이상의 결과를 요약해 보면, 소형 B뜸은 소형 A뜸에 비해 급격한 열자극을 가한 후 상대적으로 긴 시간 동안 완만한 자극을 주는 형식으로 되어 있어 장시간의 약자극에 적합하고, 대칭적인 형태의 연소가 일어나는 소형 A뜸은 단시간의 강자극에 적합한 것으로 나타났다.

본 연구는 기존의 뜸썩을 재료로 연소 특성을 관찰, 검토한 연구와는 달리 임상적 효과가 있다는 전제하에 현재 시판 중인 썩뜸의 열역학적 특성에 대하여 실험한 것으로, 썩뜸 자극 내용에 대한 정량화와 효율적인 뜸 치료 방법의 선택, 새로운 형태의 뜸으로 제안되고 있는 전기뜸 개발의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

VII. 참고문헌

1. 金賢濟, 崔容泰, 林鍾國, 李潤浩. 最新鍼灸學. 서울:成輔社. 1991:414-415, 418-423.
2. 全國韓醫科大學 鍼灸·經穴學教室 編著. 鍼灸學(下). 서울:集文堂. 1991:1051-1057.
3. 과학·백과사전 종합출판사 편(정위택). 뜸으로 병을 고치는 책. 1993:25, 30-43.
4. 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;14(1):169-178.
5. 朴英培, 姜成吉, 許雄. 艾灸의 燃燒 特性에 關한 實驗的 研究(II) - 艾柱의 密度를 中心으로. 慶熙韓醫大論文集. 1994;17(1):191-199.
6. 金庚植, 林鍾國. 艾灸의 용량이 血清 中 酵素 活性에 미치는 影響. 東洋醫學. 1980; 6:20-26.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 朴英培, 姜成吉, 金昌煥, 高炯均, 吳煥燮, 許雄. 艾灸의 形態別 燃燒特性에 對한 研究 - 燃燒溫度의 類型을 中心으로. 大韓韓醫學會誌. 1995;16(1):370-378.
11. 程莘衣. 中國鍼灸學. 서울:陰陽脈診出版社. 1997:482-483, 486-487.
12. 趙命來. 艾柱의 刺戟量에 關한 文獻的 考察 - 多寡와 大小를 中心으로 -. 大田大學校 韓

- 醫學研究所 論文集. 1997;5(2):333-341.
13. Ducharme MB, Tikuisis P. In vivo thermal conductivity of the human forearm tissue. *J Appl Physiol.* 1991;70(6):2682-2690.
 14. 윤여성. 新皮膚管理學. 서울:圖書出版 가림. 1995:87-100.
 15. Thomas P. . *Clinical Dermatology.* Missouri : The C. V. Mosby Company. 1985:11.
 16. 李鍾馨, 金達鎬. 補注注解 黃帝內經素問(上). 서울:圖書出版 醫聖堂. 2001:272-273.
 17. 林鍾國. 鍼灸治療學. 서울:集文堂. 1986:233, 235.
 18. 李尙仁 外. 本草學. 서울:學林社. 1986:409-410.
 19. 楊維傑. 黃帝內經靈樞譯解. 臺聯國風出版社印 (修訂第六版). 中華民國 65年:364, 543.
 20. 蔡仁植. 傷寒論譯註. 서울:高文社 1991:207, 230.
 21. 李槌. 編註 醫學入門. 서울:大星文化社. 1981:528.
 22. 成樂箕. 現代鍼灸學. 서울:杏林出版. 1987:55-56, 58.
 23. 李容圭. 韓國鍼灸臨床錄. 서울:杏林出版社. 1979:39-42.
 24. 崔周若. 鍼灸臨床實際. 서울:杏林書院. 1974:33.
 25. 朴英培, 姜成吉, 金昌煥, 高炯均, 吳煥燮, 許雄. 材料에 따른 뜸의 燃燒特性에 관한 研究. 大韓韓醫學會誌. 1996;17(1):222-233.
 26. 孫思邈. 千金要方. 北京:人民衛生出版社影印. 1982:518-519.