

세라믹히터의 PWM전류제어를 이용한 화침 개발

*김기홍¹, 오상록¹, 이순걸¹, 임성수¹
¹ 경희대학교 기계공학과

Development of Heat-Acupuncture with Ceramic-heater Using PWM Current Control

*Ki-Hong Kim¹, Sang-Rok Oh¹, Soon-Geul Lee¹, Sungsoo Rhim¹
¹ Department of Mechanical Engineering, Kyung Hee University

Key words : Heat-acupuncture, PWM (Pulse Width modulation), Ceramic-heater, Temperature Control

1. 서론

한의학은 천여 년 되는 오랜 시간 동안 전승되었고 그 효용성이 검증된 의술이며 학문이다. 그러나 원리 및 치료효과가 과학적으로 기술되거나 증명된 것은 많지가 않다. 이 논문에서는 한의학의 치료법중 하나인 화침법을 과학적으로 접근하고자 한다.

한의학의 치료법 중에 환부의 경과 혈에 놓는 침구법에 쑥뜸의 기능인 냉한 부위에 온기를 가해 치료하는 것이 복합된 화침요법이 있다. 화침요법은 온양장기(溫壯陽氣, 생기염창(生肌激瘡), 산한제습(散寒除濕), 거풍지양(祛風止痒), 거어제부배농(祛瘀除腐排膿), 산결소종(散結消腫), 지통완급제마목(止痛緩急除麻木), 청열사화해독(靑熱寫火解毒)에 종기에 많이 시술된다. 화침요법이란 침의 상단부에 열을 가하여 침체의 열전도에 의하여 열이 체내로 전달되면서 몸을 따뜻하게 하여 한기를 쫓아낸다. 화침요법은 열 자극으로 인하여 자율신경과 내분비계 등에 영향을 끼쳐 혈액을 통해서 일어나는 각종 생물학적 반응, 효소반응, 산화환원반응 등을 원활하게 이루어지게 함으로써 인체의 면역을 강화하고 각종 질병을 치료하게 한다.

이처럼 화침은 많은 장점을 가지고 있지만 지금까지 행해졌던 화침 시술 방법은 시술자의 기호와 쑥뜸의 양, 기하학적인 형태와 같은 시술조건에 따라 항상 달라지기 때문에 보다 정량화된 제어를 필요로 한다. 지금까지의 시술방법에는 두 가지가 있는데 예전에는 침 끝단에 쑥뜸을 놓아 열을 하단부에 전달하였고, 최근의 화침시술법에는 라이터로 끝단에 열을 가하여 열을 침 하단부위로 전달한다. 이와 같은 시술방법에는 몇 가지 문제점이 있다. 첫 번째 쑥뜸의 양에 따라 전달된 열량과 가열시간을 파악할 수가 없고, 두 번째 정교하지 못한 온도제어방식으로 인해 피부화상온도(43℃) 이상의 열이 가해지는 경우 통증을 줄 뿐만 아니라, 피부화상으로 인한 흉터를 남긴다. 이러한 문제가 있음에도 불구하고 화침의 효능 때문에 화침시술이 이행되고 있다.

이 논문에서는 위와 같은 화침의 문제점들을 해결하기 위해 침 중간 부분에 단열재로 코팅을 하여 피부의 화상을 막고, 침의 중간부분과 끝부분의 온도제어를 할 수 있는 화침을 개발하였다.

2. 실험

2-1 실험재료 및 주요 실험장비 구성

본 연구에서는 S-S 침 (stainless-steel $\phi 0.5 - 50\text{mm}$), 은침 ($Ag \phi 0.6 - 40\text{mm}$), 지르코니아(ZnO_2)로 코팅된 은침이 사용되었다 (Table 1 참조). 본 연구를 통해 개발된 화침기의 구성은 그림 1~2에 보인 바와 같으며, 개발된 화침기는 MPU, PWM Board, Power supply, 세라믹 히터, 열전대 등으로 구성되어 있다.

Table 1. Materials of Characteristic

구분	재질	열전도율 ($W/m \cdot K$)	열용량 ($J/g \cdot K$)
침	stainless-steel ($\phi 0.5$)	16.2	0.5
	Silver($\phi 0.6$)	419	0.234
코팅	Zirconia($100\mu\text{m}$)	1.675	0.5

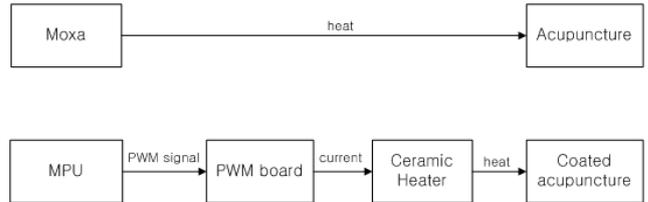


Fig 1. 기존의 화침 시스템(上)과 개발된 화침의 시스템(下)

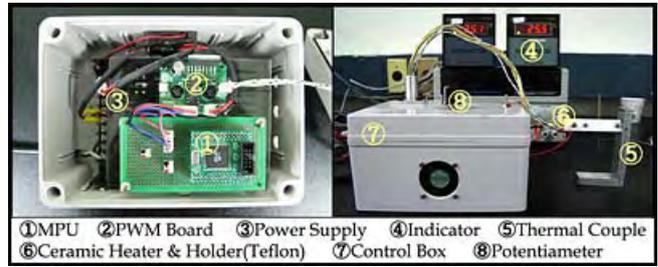


Fig 2. 화침 실험장비 구성

2-2. 온도측정 및 실험조건

온도는 어려운 계측부분 중에 하나다. 온도측정방법에는 열전대나 온도계, 수은온도계를 이용한 접촉식 측정방법과 열화상카메라나 적외선카메라처럼 과장을 측정하는 비접촉식 측정방법이 있다. 접촉식 측정방법은 접촉점의 두 극의 기전력 차이로 측정하기 때문에 열 반응이 빠른 반면 열 특성이 다른 계측대상과 접촉을 하기 때문에 열손실이 있다. 비접촉식 측정방법은 복사에너지로 측정을 하여 비교적 정확한 온도를 나타내지만 방사율에 따라 온도가 달라져 물체의 방사율을 알고 있어야 한다. 또한 영상처리를 거치는 비접촉식은 접촉식에 비하여 열 응답이 떨어져 실시간을 요하게 되는 실험에서는 오차의 원인이 되며 빛을 반사하는 물체를 측정할 시 반사되어 들어오는 빛으로 인한 오차가 발생한다. 또한 과장으로 인한 측정이기 때문에 초점을 맞춰줘야 하는 어려움이 있다.

본 논문에서는 얇고 가는 침을 측정해야하기 때문에 많은 어려움이 있었다. 처음에는 비접촉식 측정방법인 열화상카메라를 사용하였지만 침이 측정가능초점보다 더 작아서 침 이외의 부분까지 측정이 되어 정확한 온도측정이 되지 않고 모의인체실험(고기 실험)을 할 때에는 측정불가능하고 침의 표면이 매끈하기 때문에 다른 과장을 반사를 하여 정확한 온도인지 보정할 방법이 없었다. 그래서 본 연구에서는 접촉식인 열전대를 사용하여 침의 온도를 측정하였다.

앞에서 언급하였듯이 열전대로 인한 열손실을 줄이기 위하여 침보다 가는 열전대를 선택하여 침에 별도의 접촉체 없이 실험틀을 만들어 침과 접촉시켰다. 그 후 열전대로 인한 손실을 계산하기 위하여 실험을 하였다.

모의인체실험에서는 사람의 근육조직과 흡사한 소 등심을 사용하여 실험을 하였다. 모의인체실험은 등심을 사각 틀 안에 넣은 후 침을 15mm 깊이로 꽂고 열전대를 접촉 시키고 실험을 하였다. 또한 중요한 요소인 실내온도는 24도에서 26도로 유지하

였고 고기의 온도는 주위의 물을 가열하여 체온과 비슷한 35도에서 37도 사이로 유지하도록 하였다. 침병 하단에서 3mm이내를 중단부 혹은 끝단이라 정하고 침병하단에서 15mm 지점(외피와 접촉하는 부분)을 중단부 혹은 코팅부라 정하고 실험을 행하였다.

2-4 화침의 열 특성 실험

2-4-1. 공기 중에서의 은침의 단열실험

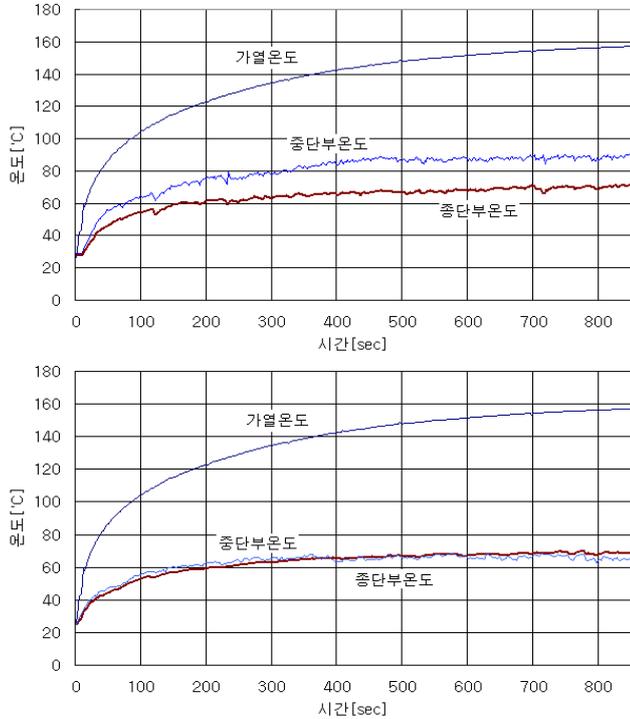


Fig. 3 코팅되지 않은 은침(上)과 코팅된 은침(下)의 열 특성 비교

2-4-2. 모의인체실험에서의 기존화침과 개발된 화침실험

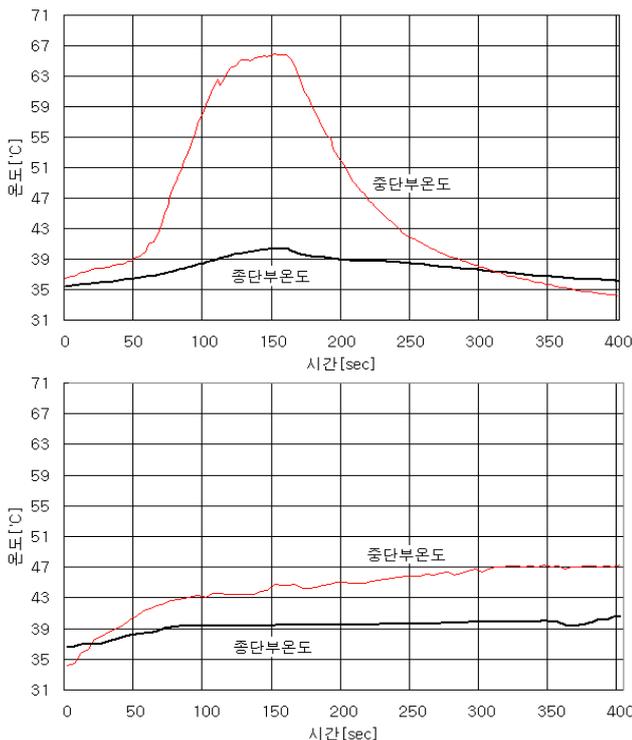


Fig. 4 기존의 화침(上)과 코팅된 침(下)의 열 특성 비교

2-4-3. 개발된 침의 제어

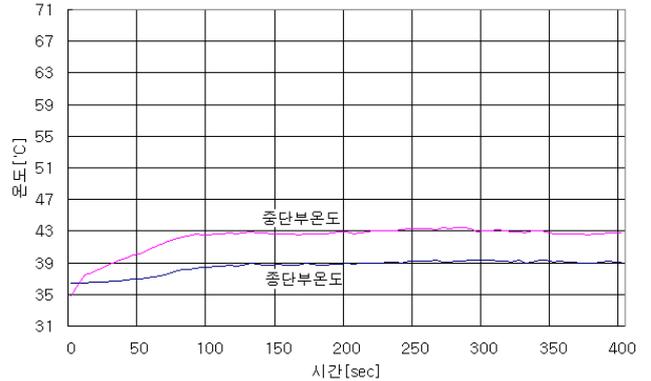


Fig. 5 제어된 화침의 온도 그래프

3. 결론

공기 중의 은침단열실험은 Fig 3. 에 보인바와 같이 지르코니아로 얇게 코팅한 침은 코팅하지 않은 침에 비해서 중단부의 온도와 중단부의 온도의 차이가 적게 났다. 심지어 오랜 시간이 지난 후에는 중단부의 온도가 중단부의 온도보다 높아지는 것을 확인할 수 있어 코팅을 함으로써 단열의 효과가 확실히 나타나 화침 효율을 높였다.

인체모의실험결과에서는 Fig 4.에 보인바와 같이 기존의 화침 실험은 쭉뚝에 점화를 시킨 후 쭉뚝의 기하학적 구조에 따라 지속시간과 전달되는 열량이 다르다. Fig 4.에서 기존의 화침법은 끝점의 온도가 최고 약 40°C 까지 상승하지만 표피와 접촉하는 중단부의 온도는 통증을 느끼는 온도(43°C)를 130초 이상 초과한다.

반면 코팅된 침을 세라믹 히터의 PWM 전류제어 한 화침법은 기존의 화침기술 만큼의 중단부에 열을 전달하지만 피부의 온도가 통증을 느끼는 온도미만이 되면서 통증이 적은 화침기술을 행할 수가 있다. 또한 기존 화침법과는 달리 표피에 화상을 입히지 않고 열의 상승시간과 지속시간을 정밀하게 조절할 수가 있어서 다양한 열 파형을 만들 수가 있다.(Fig. 5 참조)

참고문헌

- [1] 양승열, 이호재 외: "쭉뚝의 연소특성과 전기쭉뚝기 시스템 개발에 관한 연구", Journal of the industrial Technology Institute Volume 13, pp.28 - pp. 39, 1994
- [2] 이승현: "일회용 침의 은침기술 시 온도변화 및 생물학적 안전성 연구", 경희대학교 대학원 한방응용의학과, 2006
- [3] 방두열 외: "PWM 전류제어와 펄터 소자를 이용한 알루미늄 판의 온도제어", 한국정밀공학회 2005년도 추계학술대회는문집 pp.897 pp.900, 2005
- [4] 이진휘 외: "상용 소형 쭉뚝의 열역학적 특성에 대한 실험적 연구", 대한침구학회지 제18권 제 6호, pp. 171 pp. 187, 2001
- [5] 조경래, 김영곤 외: "자성천이형 발열체를 이용한 돼지 간조직 내에서의 온도분포", 제 24회 대한의용생체공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 135 - pp. 136, 2001
- [6] 김천체, 한의수 외: "가열온도, 가열시간, 단백질 농도가 혈장단백질과 근원섬유단백질 혼합물의 gel 특성 및 열안정성에 미치는 영향", KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL Vol. 25, No. 3, pp. 295 - pp. 298, 1993
- [7] 이진묵, 이진휘 외: "온도 측정을 통한 상용 쭉뚝의 자극효과에 대한 실험적 연구", 대한침구학회지 제 19권 제 3호, pp. 64 - pp. 76, 2002.06