온침의 열전달 특성에 대한 실험적 해석

양승범¹ · 박순재² · 이재건² · 정지철² · 김재효²

¹원광보건대학교 의무부사관학과, ²원광대학교 한의과대학 경혈학교실

Experimental Interpretation of Heat Transmits Pattern on Warm Needling

Seung-Bum Yang¹, Soon-Jae Park², Jae-Gun Lee², Ji-Chul Jung², Jae-Hyo Kim²

¹Department of Medical Non-Commissioned Officer, Wonkwang Health Science University,

²Department of Meridian & Acupoint, College of Korean Medicine, Wonkwang University

Objectives : Many researches have studied warm needling technique to standardize its treatment by temperature measurement and material differences in the effectiveness. The purpose of this study is to compare the temperature changes of the acupuncture needle shaft during the combustion process of the moxa stick to determine the heat transfer pattern of the warm needling. **Methods :** A moxa stick(7×8 mm) was connected to one side of the needle shaft using a stainless steel needle(ø 0.3 mm, ø 0.5 mm, ø 0.8 mm, shaft length 40 mm) with the needle handle removed. During the warm needling, temperature changes of the needle shaft were observed with an infrared camera(Flir E30) and an infrared thermometer(TESTO 845). **Results :** In the normal condition, heat transmit of needle shaft increased at spots 10 mm and 25 mm below the moxa stick. The amount of heat transmit increased with the diameter of needle shaft. However, when the heat shield was installed to exclude radiant heat from the moxa stick, heat transfer was less at 10 mm below the moxa stick and no temperature change was observed at 25 mm below the moxa stick. Heat transfer by warm needling does not reach the end of needle shaft even in ø 0.8 mm needle. **Conclusions :** It is suggested that the radiant heat of moxa stick results in the heat transmit of acupuncture needle shaft. Thus, radiant heat transmit must be considered as one of the heat transfer characteristics of the warm needling.

Key words : warm needling, heat transmit, radiant heat, convective heat, acupuncture needle

서론

온침(溫鍼)은 호침(毫鍼)을 치료부위에 자입한 한 후에 침병(鍼柄) 또는 침미(鍼尾)에 애주(艾炷) 형태의 쑥뽕을 부착하고 이를 연소시켜서 치료부위에 열자극을 가하는 치료방법이다. 특히 침을 통해 온열자극을 가하는 점에서 화침(火鍼)과 같은 범주에 속한다¹⁾.

온침은 『傷寒論』에서 처음 명명되었으며, 경락이 한체(寒滯)되

고 기혈이 비조(痺阻)한 상태의 질병을 치료하는데 활용되었다²⁾. 현대에는 온침이 진통효과³⁾와 근골격계 통증성 질환에 대한 치료 효과⁴⁾를 근거로 요통⁵⁾과 슬관절염⁶⁾에 활용될 뿐만 아니라 면역력 증진을 포함해 다양한 증상과 질환을 치료하며 응용범위가 넓어지고 있다⁷⁻⁹⁾.

일반적으로 온침에서 온열자극은 쑥뽕의 아래부터 연소시켜 발생된 연소열이 복사와 전도를 통해 침끝에 온열감이 느껴질 때까지

Received July 26, 2017, Revised August 19, 2017, Accepted September 4, 2017

Corresponding author: **Jae-Hyo Kim**

Department of Meridian & Acupoint, College of Korean Medicine, Wonkwang University, 460 Iksan-daero, Iksan 54538, Korea

Tel: +82-63-850-6446, Fax: +82-63-857-6458, E-mail: medicdog@wku.ac.kr

This paper was supported by Wonkwang University in 2016.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

시술한다¹⁾. 온열감을 극대화하기 위해 과거에는 주도 열전도작용이 좋은 은재질의 침을 사용하여 온침을 시술하였으나, 현재는 위생 및 감염예방을 위해 일회용으로 사용함에 따라 스테인레스 강(SS304) 재질의 호침을 온침으로 활용하고 있다.

현재 일회용 침은 대부분 스테인레스 강 재질로 제작되어 있기 때문에 온침의 온열자극이 어떤 방식으로 열전달 되는지를 명확하게 정의할 필요성이 제기된다. 의료기기관에서 사용되는 일회용 침은 일반적으로 스테인레스 강 재질은 열 전도율이 낮으며¹⁰⁾, 침 굵기가 0.3 mm 내외로 온침으로 사용할 때 침체에서는 기류변화에 의한 열손실이 크게 일어나고 있다는 문제를 갖고 있다¹¹⁾. 그리하여 침체의 열손실을 줄이고 열전달을 높이기 위한 다양한 방법이 개발되고 있는데, 한 사례의 연구¹²⁾는 침체를 내열페인트로 코팅하여 열전도를 향상시키기도 하였다. 다만, 침체의 열전도를 높이기 위한 단열코팅이 쑥봉의 연소과정에 발생한 열이 대류나 복사 형태로도 침체에 영향을 줄 가능성을 배제할 수 없다.

온침의 주요 목적이 열자극을 침의 물리적 자극과 병행하는 치료법이라는 점에서 열전달 특성과 치료기전 등이 앞으로 규명되어야 할 숙제이다. 기존의 여러 연구결과를 살펴보면, 온침의 표준화를 위한 온도 측정 연구^{13,14)}, 온침의 재질에 특성 등에서 여러 온침의 효능에 대한 고찰^{15,16)}이 이루어졌다. 또한 기존의 온침의 열전달에 대한 연구들은 애주의 크기, 밀도, 질량 등과 같은 쑥봉의 물성과 구조에 집중되었고, 열전달 과정을 일상적인 환경에서 온침의 열특성이 연구되었다¹⁷⁻¹⁹⁾. 그 때문에 쑥봉의 연소과정 중 발생하는 대류열 또는 복사열이 침체의 열전달에 영향을 줄 가능성을 배제할 수 없다. 이러한 가능성은 온침 시술과정에서 환경 요인이 온침의 열특성에 영향을 준다는 사실로 밝혀지고 있다^{11,20)}. 그리고 온침의 열전달의 효율을 높이려는 다양한 침 재료나 기술 개발에 연구가 집중되고 있는 반면, 온침에서 쑥봉의 복사열과 침체의 열전도 중에서 어느 쪽이 열전달에 더 큰 비중을 차지하는지에 대한 기초 연구가 부족한 상태이다.

본 실험연구는 스테인레스 강 재질의 일회용 호침에서 온침의 열전달 특성을 이해하기 위하여, 복사열과 대류열을 차단한 조건에서 쑥봉의 연소열이 온침의 열전달에 어떠한 영향을 미치는지를 관찰하였고, 침체의 굵기에 따른 열전달 차이를 비교 연구하였다.

실험재료 및 방법

1. 재료

1) 쑥봉: 본 실험에 사용된 쑥봉은 온침용으로 사용되는 절단쑥

봉(ϕ 7 mm, height 8 mm, Woo Jeon Acupuncture and Moxibustion Co., Korea)을 사용하였다.

2) 일회용 호침: 침체의 열전달 특징을 관찰하기 위해 스테인레스 강(SS304) 재질의 일회용 호침을 선택하였고, 침병을 절단 제거한 후 40 mm 길이의 침체만을 실험에 사용하였다. 침체 굵기에 따른 열전달 특성을 관찰하기 위하여 굵기(ϕ)가 각각 0.3 mm(Woojin acupuncture Co., Korea), 0.5 mm(HLMedical Co., Korea)과 0.8 mm(Woo Jeon Co., Korea)를 사용하였다.

2. 실험장치

1) 연소장치: 온침의 연소 특성 분석 및 온도 측정을 위해 앞면이 개방된 350 mm(폭)×150 mm(넓이)×260 mm(높이) 크기의 나무틀을 제작하였다(Fig. 1A). 나무틀 내부에서 쑥봉의 연소 공간과 침체 공간을 격리하기 위해 쑥봉의 연소공간의 전후좌우 및 아래쪽에 8 mm 두께의 열차단판을 설치하였다. 열차단판에는 1 mm 직

Fig. 1. Experimental designs for shielding radiant heat of moxa stick.

(A) A photograph shows experiment box and data acquisition system(left, IR thermometer; right, IR camera). (B) The drawings magnify a dotted square of the above experiment box. A and B point indicate a spot of the needle shaft for monitoring of temperature changes. The heat shield panel exists between moxa stick and needle shaft. (C) It shows normal condition of warm needling without the heat shield between moxa stick and needle shaft.

경의 구멍을 뚫어 일회용 호침의 침체가 통과할 수 있게 하였다. 그리하여 침체에 부착된 쑥봉의 연소열이 복사열과 대류열 형태로 아래쪽 침체에 전달되는 것을 최대한 차단되도록 하였다(Fig. 1B). 열차단판 아래에는 고정틀을 설치해 점도를 이용해 침끝을 고정하였다. 정상상태에서 온침의 열전달을 관찰할 때는 쑥봉과 침체 사이의 열차단판을 제거한 뒤에 다른 조건은 동일하게 실험을 진행하였다(Fig. 1C). 실험은 실내 온도($25 \pm 2^\circ\text{C}$)와 습도($55 \pm 5\%$)가 일정하게 유지되는 공간에서 진행하였다.

2) 온도 측정 및 분석: 본 실험에서는 적외선 온도측정기(testo 845)를 이용하여 온도를 측정하고, 온도측정 데이터는 프로그램(Testo Comfort Software, Testo SE & Co)을 통해 실시간으로 PC에서 수집하여 분석하였다. 적외선카메라(Flir E30)를 통해 온침 과정의 침체 주위의 열 분포 영상을 획득하였다.

3. 실험 방법

1) 일회용 호침: 쑥봉의 연소열이 일회용 호침에 일정하게 전달 되도록 하고자 침체 굵기(0.3 mm, 0.5 mm, 0.8 mm) 별로 실험에 사용하였다. 각기 다른 형태의 침병이 열전달에 다른 영향을 끼치는 것을 방지하기 위하여 일회용 호침에서 침병을 제거하고 침체(40 mm 길이)를 사용해 실험을 진행하였다.

2) 온도측정 부위: 일반적 조건에서는 쑥봉의 하단에 열차단판을 설치하지 않고 침 위쪽에 쑥봉(7×8 mm)을 삽입하고 점화한 뒤 연소과정에서 쑥봉의 하단에서 10 mm 떨어진 침체 부위(A-포인트)와 25 mm 떨어진 침체 부위(B-포인트)에서 각각 침체의 온도를

적외선 온도측정기를 통해 1초단위로 측정하였다(Fig. 1). 쑥봉의 연소과정에서 발생하는 복사열과 대류열의 영향을 차단하기 위하여 쑥봉의 전후좌우와 하단에 열차단판(두께 8 mm)을 설치하고 쑥봉의 하단의 10 mm(A-포인트)와 25 mm(B-포인트) 부위의 침체 온도를 동일하게 측정하였다.

본 실험에 사용된 쑥봉의 완전연소 시간은 평균 300초 내외이며, 최고온도 도달시간은 평균 150초 내외였다. 이에 따라 실험에서는 쑥봉의 최고 온도 도달시간인 150초까지 침체 온도 변화를 50초 간격으로 측정값을 비교하였다. 침체의 부위별로 실험을 5회 반복하여 측정하였다. 적외선 영상은 쑥봉의 연소 전과 쑥봉의 최고온도 도달 시점인 150초에 각각 촬영하여 침체 주위의 열분포 영상을 비교하였다.

4. 통계

측정 데이터는 Mean±SEM으로 나타내었다. 통계분석은 Duncan's multiple comparison post-hoc test($p < 0.05$)에 의한 Two-way ANOVA를 통하여 다집단간의 통계적 유의성을 검정하였다(SAS 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). p 값이 0.05보다 작으면 통계적으로 유의하다고 인정하였다.

Fig. 2. The temporal thermal changes of stainless-steel needle during warm needling in the normal condition.

(A) A-point is 1cm below the bottom of moxa stick connected on the top of needle shaft. (B) B-point is 0.5cm above the tip of needle shaft. Values are mean±SEM of each group. ^{\$}Significance($p < 0.05$) for time dependent changes during warm needling. ^{*}Significant difference($p < 0.05$) from $\varnothing 0.3$ mm stainless-steel(SS 0.3 mm) needle group by the two-way ANOVA with repeated measures followed by the Duncan's post-hoc test.

결 과

1. 정상적인 조건에서 온침의 열전달 특징

침병을 절단 제거한 침체의 한쪽 끝에 쑥봉을 삽입하고 점화 연소시킨 후 50초 마다 쑥봉 하단에서 10 mm(A-포인트)와 25 mm(B-포인트) 부위의 침체에서 온도 변화를 관찰하였다.

침체의 A-포인트는 침 굵기가 0.3 mm에서는 $0.5 \pm 0.1 \sim 2.4 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 가 증가하였으며, 0.5 mm에서는 $0.6 \pm 0.1 \sim 3.6 \pm 0.7^\circ\text{C}$ 가 증가하였고, 0.8 mm 굵기에서는 $1.4 \pm 0.2 \sim 11.8 \pm 2.6^\circ\text{C}$ 가 증가하였다(Fig. 2A). 침체의 B-포인트는 침 굵기가 0.3 mm에서는

$0.2 \pm 0.1 \sim 1.4 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 가 증가하였으며, 0.5 mm에서는 $0.2 \sim 1.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 가 증가하였고, 0.8 mm 굵기에서는 $0.3 \pm 0.1 \sim 2.5 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 가 증가하였다(Fig. 2B).

정상상태에서 A-포인트와 B-포인트간의 온도차이를 시간에 따라 비교하여 보면, 0.3 mm 굵기 침체에서는 시간에 따라 각각 0.3°C , 0.76°C ($p < 0.05$), 1.04°C ($p < 0.001$) 차이를 보였고, 0.5 mm에서는 0.36°C , 1.22°C ($p < 0.05$), 2.6°C ($p < 0.001$) 차이를 보였으며, 0.8 mm에서는 1.14°C , 3.1°C , 9.34°C ($p < 0.001$)의 온도 차이를 보여주었다(Fig. 2). 이는 침이 굵을수록 쑥봉의 연소에 따른 침체의 온도가 크게 증가하지만, 침체의 A-포인트에 가열된 열이 B-포인트로 전달되는 과정에서 열손실이 크기 때문에 쑥봉에서 멀어질수록 침체의 온도변화는 크지 않았다.

쑥봉의 연소과정 전후에 침체주위의 적외선영상을 비교하여 보면, 쑥봉의 연소열이 침체에 전달되고, 아울러 침끝이 삽입된 점토 표층에서도 열 영상이 관찰되었다(Fig. 3). 특히 침체가 굵을수록 침체와 점토 표층의 열 영상이 뚜렷하게 증가하였다.

Fig. 3. The Representative temporal thermal changes at stainless-steel(SS) needle shaft during warm needling in the normal condition.

Temperature ranges of the IR imaging is set by 22°C (blue color) $\sim 40^\circ\text{C}$ (white color). The above pictures show time before warm needling and the bottom pictures show 150 sec after warm needling.

2. 복사열 및 대류열 차폐 조건에서 온침의 열전달 특징

쑥봉의 연소과정에서 발생하는 열이 복사나 대류의 형태로 침체에 전달되지 않게 하기 위하여 Fig. 1처럼 쑥봉의 연소 공간과 침체 공간을 격리하는 열차단판을 설치하였다. 그리고 열차단판 위쪽의 침에 부착된 쑥봉이 연소되는 과정에서 열차단판 아래쪽에 위치한 10 mm(A-포인트)와 25 mm(B-포인트) 부위의 침체에서 온도변화를 관찰하였다.

Fig. 4. The temporal thermal changes of stainless-steel needle during warm needling in the radiant heat shielded condition.

A-point is 1 cm below the bottom of moxa stick connected on the top of needle shaft. (B) B-point is 0.5 cm above the tip of needle shaft. Values are mean $\pm$ SEM of each group. \$Significant difference ($p < 0.05$) for time dependent changes before warm needling. *Significant difference ($p < 0.05$) from $\varnothing 0.3$ mm stainless-steel(SS 0.3 mm) needle group by the two-way ANOVA with repeated measures followed by the Duncan's post-hoc test.

A-포인트의 온도변화는 0.3 mm 굵기의 침체에서 쑥봉 연소 후 50초, 100초, 150초 간격으로 $-0.1 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, $0.1 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, $0.3 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 로 뚜렷한 온도변화가 관찰되지 않았다. 0.5 mm 굵기의 침체에는 $0.1 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, $1.6 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 의 온도변화가 관찰되었다. 0.8 mm 굵기의 침체에서는 $0.2 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, $1.3 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$, $3.4 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ 의 온도변화가 관찰되었다(Fig. 4A). B-포인트의 온도변화는 0.3 mm 굵기의 침체에서는 $-0.2 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 로 쑥봉의 연소에 따른 온도 상승이 관찰되지 않았다. 0.5 mm 굵기에서 $-0.2 \sim -0.1^{\circ}\text{C}$ 로 쑥봉의 연소열이 침체의 온도변화에 영향을 주지 않았다. 0.8 mm 굵기에서는 100초에 $0.3 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 150초에 $0.8 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 의 온도 상승이 관찰되었다(Fig. 4B).

복사열 및 대류열이 차단된 조건에서 A-포인트와 B-포인트간의 온도차이를 시간에 따라 비교하여 보면, 0.3 mm 굵기 침체에서는 시간에 따라 각각 0.1°C , 0.28°C , 0.5°C ($p < 0.05$) 차이를 보였다. 0.5 mm 굵기에서 시간에 따라 각각 0.24°C , 0.74°C ($p < 0.01$), 1.64°C ($p < 0.001$) 차이를 나타냈으며, 0.8 mm에서는 0.22°C , 0.98°C , 2.66°C ($p < 0.001$)의 온도 차이를 보여주었다(Fig. 4). 이는 정상적인 조건의 온침과 비교하면 전체적으로 침체가 가열되지 않으며, 침체를 통한 연소열이 거의 전달되지 않기 때문에 A-포인트와 B-포인트 사이의 온도 차이도 줄어들었다.

열차단판이 설치된 조건에서 쑥봉의 연소 전후의 침체의 온도를 적외선 영상으로 살펴본 결과에서도 침체의 굵기에 따라 열상이 관찰되고 있으나, 그 변화가 정상조건에 비하여 매우 미약하였으며 침끝이 삽입된 점토표면에서는 전혀 열상이 관찰되지 않았다(Fig. 5).

Fig. 5. The Representative temporal thermal changes at stainless-steel(SS) needle shaft during warm needling in the radiant heat shield condition.

Temperature ranges of the IR imaging is set by 22°C (blue color)~ 40°C (white color). The above pictures show time before warm needling and the bottom pictures show 150 sec after warm needling.

고 찰

본 연구에서는 온침을 통한 열자극이 침체를 통한 직접적인 열 전달 보다는 복사열이나 대류열과 같은 간접적인 열전달이 큰 영향을 미치고 있음을 관찰하였다. 역사적으로 침자극(鍼)과 뜸자극(灸)은 각각의 방식으로 존재하거나 새롭게 결합하여 다양한 치료법으로 발전하였다. 그 중 온침은 화침(火鍼)과 함께 혼용되는 개념으로 사용되다가 점차 고유한 치료법으로 정착하며 중국 명나라 시대에 이르러 『鍼灸大成』에서 번침(燔鍼), 화침(火鍼), 온침(溫鍼)으로 명확히 구분하며, “온침은 초인(楚人)들이 하는 침법으로 침에 약쑥을 씌우고 뜸을 하는 것인데 혈기(血行)를 왕성하게 함과 동시에 질병을 없애는 데도 대단히 효과가 좋다”라고 설명하고 있다.

온침자극은 자침부위에 열자극을 병행하는 치료법으로 침손잡이 부위인 침병(鍼柄)에 놓여진 쑥봉의 연소열이 침체를 통해 침끝과 자침부위에 전달된다는 것이 일반적인 해석이다. 그러나 열자극이 침을 통해 자침부위에 어떻게 이뤄지는가에 대해서는 구체적이며 명확한 해석은 없다. 과거의 온침에 사용한 침은 대개 철(Fe), 동(Cu), 은(Ag), 금(Au) 재질로 비교적 열전도율이 높은 금속이었지만¹⁵⁾, 최근에 사용하는 침은 대다수가 스테인레스 강(SS304) 재질로 열전도율이 낮은 금속을 사용하고 있다. 이와 관련해 최근 연구에서는 열전도율이 떨어지는 스테인레스 강 침체를 단열재로 코팅하여 온침 과정의 열전도를 향상시키는 기술에 제시되었다¹²⁾. 그러나 이러한 침 재질의 열전도율 특성을 고려할 때, 전통적인 온침자극의 열전달 방식에 대한 해석을 보완할 필요가 제기된다.

한편 온침의 열 자극 형태에서 침을 통해 전달된 열에너지가 조직 내에서 어떻게 분포하는가에 대해서는 미흡하다는 점에서 Kim과 Lee¹⁴⁾는 생체열 전달 모델을 통해 온침의 열에너지분포를 분석하였다. 그 결과는 온침의 열 자극을 침을 통한 열전도로 정의하며, 온침은 피부와 피부-피하지방 경계면 수준까지는 효율적으로 가열하며 피하지방 이하 조직에 대해서는 임상적으로 효과가 있을 만큼의 가열하기 어렵다는 시뮬레이션 결과를 제시하였다.

본 연구에서는 온침에서 열이 전달되는 방식이 침체를 통해 직접적으로 이뤄지는지를 관찰하였다. 이를 위해 침병을 절단 제거한 침체의 한쪽 끝에 쑥봉을 삽입하고 점화 연소시킨 후 쑥봉 하단에서 10 mm(A-포인트)와 25 mm(B-포인트) 부위의 침체에서 온도변화를 관찰하였다. 정상적인 온침 조건에서 쑥봉의 연소열이 침체의 온도를 상승시켰으며, 침체에서 온도 상승 변화는 거리에 반비례하였다. 또한 침 굵기에 비례하여 가열된 침체의 열전달 특성이 뚜렷하게 관찰되었다(Fig. 2). 정상적인 온침 조건에서 침체의 온도 전달과 함께 침끝이 부착된 표면에서 온도 상승이 적외선 영상을

통해 관찰되었다(Fig. 3).

반면, 복사열 및 대류열이 차단된 조건에서 온침은 쑥봉의 연소열이 침체를 통해 전달되는 정도가 크게 감소하여 0.3 mm 굵기의 일회용 호침에서는 거의 열전달이 일어나지 않았다(Fig. 4). 비록 침체가 굵을수록 침체에서 열전달 발생하는 모습을 확인할 수 있었지만, 정상적인 조건에 비해 열전달이 크게 감소한 양상을 보였다. 아울러 열차단판이 설치된 조건에서 쑥봉의 연소 전후의 침체의 온도를 적외선 영상으로 살펴본 결과에서 침끝이 부착된 표면에서 온침에 따른 열현상이 전혀 나타나지 않았다(Fig. 5). 다만, 본 실험에서는 0.3 mm, 0.5 mm, 0.8 mm의 굵기 별로 차이를 관찰하는 과정에서 서로 다른 제조업체의 SS304 재질의 스테인레스강 일회용 호침이 사용되었다. 이로 인해 침체의 열전달 차이가 침체 굵기 뿐만 아니라 업체별 제조과정에 따른 침 재질의 차이가 영향을 끼쳤을 가능성을 배제할 수 없을 것이다. 그러나 실험결과 중 중요한 것은 복사열 및 대류열이 차단된 조건에서는 침체의 열전달이 굵기와 관계 없이 차단되었기 때문에 제조사에 따른 침 재질 영향은 배제할 수 있다. 결과적으로, 스테인레스강 일회용 호침의 온침에서 열전달은 침체를 통한 직접적인 자극보다는 복사열 및 대류열과 같은 열전달에 더 큰 영향을 받는 것으로 해석할 수 있다.

생체 열전달 모델(bioheat transfer model)을 이용한 온침 시술 시 생체 조직 내 열분포 분석 결과를 보면, 스테인레스 강 재질의 침체를 통한 열전도를 전제로 뜸의 연소 온도를 400°C~600°C로 설정하였을 때 피부 표면에서 침과 조직의 접점 온도를 각각 43°C~50°C라고 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다¹⁴⁾. 연구는 침과 조직의 비열, 밀도, 열전도도와 같은 열 특성과 조직 온도에 따른 대사와 혈류의 변화를 고려하여 수학, 물리학적 분석으로 온침 시술 시 뜸에서 발생한 열에너지가 침을 통해 전도된 후 조직 내에 분포하는 형태를 분석하였다. 그러나 우리의 실험결과와 비교하면 정상적인 조건과 달리 복사열과 대류열이 차단된 조건에서는 이 같은 온도상승이 관찰되지 않았다는 점에서 생체 열전달 모델을 이용한 온침의 시뮬레이션이 실제 온침의 열전달 특징을 충분히 반영하지 못한다고 판단된다. 더욱이 연구결과를 비교하여 볼 때 온침을 단순히 침체의 열전도로만 해석하는 것은 적절하지 않다고 생각한다. 이와 같이 기존에 온침의 열전달 특성에 대한 다양한 연구결과들은 침의 재질에 대한 열전달 특징을 해석하는데 집중하였으며, 침체를 통한 열전달 효율을 높이기 위한 다양한 기술과 방법을 제시하고 있다¹⁶⁾.

본 연구를 통해 온침은 침체를 통한 열전도 방식의 열전달 뿐만 아니라 복사열이나 대류열에 의한 열전달도 중요하다는 점을 관찰하였다. 본 연구에서 복사열 및 대류열에 대한 직접적인 측정 결과

를 제시하지 못하였지만, 기존 연구에서 Yeo는¹³⁾ 금침과 스테인레스침을 이용해 온침시 부위별 온도를 측정을 통해 침체로부터 1.5 cm 떨어진 부위의 복사열을 측정하여 침체와 비슷한 수준의 온도상승을 관찰하였다. 이를 고려할 때 본 연구에서 쑥봉의 열차단으로 인해 온침의 열전달을 감소시킨 것은 온침의 열전달에 복사열과 대류열이 큰 영향을 주는 것으로 사료된다. 향후 추가적으로 복사열 및 대류열을 관찰함으로써 온침에서 열자극의 물리적 속성과 치료효과에 대한 열자극 원리를 더욱 객관적으로 이해할 수 있을 것이다.

결론

본 연구는 스테인레스 강 재질의 일회용 호침에서 온침의 열전달 특성을 이해하기 위하여, 복사열 및 대류열이 차단된 조건에서 침체 굵기에 따른 열전달 현상을 관찰하여 다음과 같은 특징과 결과를 얻었다.

정상적 조건에서 온침은 쑥봉의 연소열이 침체의 침끝 부위까지 온도를 뚜렷하게 상승시켰다. 침체의 열전달과 온도 상승은 침 굵기에 비례하여 증가하였으며, 침끝이 삽입된 점토층 표면까지 쑥봉의 연소열이 전달되었다.

복사열 및 대류열이 차단된 조건에서 온침은 쑥봉의 연소열이 침체를 통해 침끝 부위까지 전달되지 못하였고, 정상적 조건에 비해 침체의 온도 상승이 줄어들었다. 또한 침끝이 삽입된 점토층 표면에 쑥봉의 연소열이 전달되지 않았다.

이상의 연구결과를 종합하여 보면, 스테인레스 강 재질의 일회용 호침을 사용한 온침에서 열전달 특징은 쑥봉의 연소열이 침체를 통해 직접 전달되기 보다는 복사열이나 대류열이 열전달에 큰 영향을 주는 것을 확인하였다. 향후 온침에서 열자극의 물리적 속성을 설명하기 위해 복사열 및 대류열을 포함한 추가적인 해석이 필요하리라 사료된다.

감사의 글

This paper was supported by Wonkwang University in 2016.

References

1. Korean Acupuncture & Moxibustion Medicine Society. Acupuncture Medicine. Seoul: Hanmibook Co. 2016.
2. Kim YH, Lee SH, Yeo SJ, Choi IH, Kim YK, Lim S. Study on Ignition Position-related changes in Warm Needle Temperature. Korean J of Acupuncture. 2008 ; 25(1) : 247-57.
3. Kim H, Shim I, Yi SH, Lee HJ, Lim HS, Hahn DH. Warm needle acupuncture at Pungsi(GB31) has an enhanced analgesic effect on formalin-induced pain in rats. Brain Research Bulletin. 2009; 78: 164-9.
4. Chung J, Choi D, Woo H, Kang S. Review of Clinical Trials on Warming Acupuncture for Musculoskeletal Pain Diseases -A Systematic Review-. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion. 2009 ; 26(4) : 11-8.
5. Lee JH, Jeon HJ, Lee KM, Lee BH, Jung TY, Kim JS, Limm SC. The case report of warming acupuncture effect on lumbago. The Journal of East-West Medicine. 2009 ; 34(2) : 45-58.
6. Jang JY, Kwon OS, Kim YS, Kim JH, Kim YR, Ahn SH, et al. Effects of Warm Needling on the Acute Knee Arthritis Induced by Carrageenan in Rats. Journal of Meridian & Acupoint. 2009 ; 26(2) : 75-89.
7. Hwang JP, Park JW, Heo DS, Yoon IJ, Oh MS. Review of the Chinese Traditional Medicine Journal for Application of Warming Acupuncture Published after 1991. Journal of Oriental Rehabilitation Medicine. 2007 ; 17(3) : 105-18.
8. Qiu L, Zhang M, Zhang J, Gao LN, Chen DW, Liu J, et al. Chondromalacia patellae treated by warming needle and rehabilitation training. J Tradit Chin Med. 2009 ; 29(2) : 90-4.
9. Choo TC, YT Choe. Effect of on-chim on depression of immune response induced by exposed to cold stress in mice. Kyung Hee University Oriental Medicine Journal. 1992 ; 15 : 297-312.
10. Lim S, Lee, SH, Yi SH, Son YS, Choi SM, Kim YK. The biological safety of stainless steel needles used in warm-needling. eCAM. 2010 ; 7(2) : 259-64.
11. Kim JW, Lee HJ, Yi SH. Study of air flow effects on heat characteristics of warm needle acupuncture. Korean Journal of Acupuncture. 2010 ; 27(4) : 35-47.
12. Kim NJ, Choi WC, Kim GW, Jeon HJ, Bang S, Lee BH, et al. Study on warm needle transferring heat efficiently. The Journal of Jeahan Oriental Medical Academy. 2015 ; 13(1) : 25-31.
13. Yeo S. The Study on Temperature Measurement of Warm Needling Using Stainless Steel Needle and Gold Needle. Korean Journal of Acupuncture. 2013 ; 30(3) : 178-84.
14. Kim J, Lee JS. Thermal Distribution in Living Tissue during Warm Needling Therapy. Journal of Korean Medicine Rehabilitation 2014 ; 24(3) : 111-9.
15. Choi GM, Eom TS. Effect of the quality of acupuncture on variation of temperature in the warm needle. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 1992 ; 9(1) : 143-51.
16. Kim J, Lee H, Ahn C, Yi S. Study of the thermal properties of warm needle and the development of warm needle apparatus. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion. 2011 ; 28(1) : 16-28.
17. Park Y, Kang S, Kim C, Koh H, Oh H, Huh W. An Experimental Study on the Characteristics of Moxa Combustion in the Moxa Cone size : On the Pattern of Combustion temperature. J Korean Oriental Medicine. 1995 ; 16(1) : 370-8.
18. Kim YH, Lee SH, Yeo SJ, Choi IH, Kim YK, Lim S. Study on Moxa density-related Changes in Warm Needle Temperature. J Korean Oriental Medicine.. 2008 ; 29(3) : 11-20.
19. Ahn SH, Hong D, Kwon OS, Kim YL, Kim JH, Sohn IC. A Characteristics on Temperature Change of Warm Needle's Body Depended on Moxa-Corn Weights. Korean Journal of Acupuncture. 2010 ; 27(2) : 71-8.
20. Yi SH. Thermal properties of direct and indirect moxibustion. J Acupuncture Meridian Study. 2009 ; 2(4) : 273-9.