



온침 표준화를 위한 열자극 요소 연구: 침 두께 및 피부-뜸 거리를 중심으로

양승범¹ · 권오상²

¹원광보건대학교 의무부사관과, ²원광대학교 한의과대학 경혈학교실

Principal Components of Thermal Stimulation while the Warm Needling: Diameter of the Acupuncture Needle and Distance from the Skin

Seung-Bum Yang¹, O Sang Kwon²

¹Department of Medical Noncommissioned Officer, Wonkwang Health Science University,
²Department of Meridian & Acupoint, College of Korean Medicine, Wonkwang University

Objectives : Warm needling is a combined treatment technique of acupuncture and moxibustion. In this study, we aimed to find out the components related with the thermal stimulation of the warm needling and to provide basic data for the guideline of the warm needling technique in the clinic. **Methods :** In this study, we measured thermal change of 3% agarose phantom embedding K-type thermocouples in depths of 0, 1, 2, 4, 8 and 16 mm. The warm needling was performed with acupuncture needles of various specifications (0.50×30, 0.50×40, 0.30×30, 0.30×40, 0.20×30 and 0.20×40 mm). A linear regression analysis was performed to find out the major component and quantify the effectiveness of the thermal stimulation during warm needling. **Results :** As a result of the measurement of temperature change, we could observe the thermal change pattern from the surface of the phantom to the 16mm deep part of the phantom. The thermal pattern was similar among the needles of different specifications. The regression analysis pointed the distance between the moxa cautery and the skin surface as the main component for the thermal stimulation of the warm needling. **Conclusions :** The authors suggest considering the distance between moxa cautery and the skin rather than the diameter of the acupuncture needle in accordance to the result of the study.

Key words : warm needling, thermal stimulation, needle diameter, distance from heat source, acupuncture, moxibustion

서 론

온침요법은 호침을 피부에 자입한 후 침병에 애음을 뭉쳐 부착한 후 연소하여 침자극과 열자극을 동시에 가하는 한의학 치료 방법으로 풍습(風濕)으로 인한 관절질환 및 한성(寒性) 질환에 주로 응용한다¹⁾. 최근 연구 동향을 보면 진통효과²⁾, 요통 치료³⁾, 증풍

재활⁴⁾, 관절염⁵⁾ 등 근골격계 위주 통증 및 마비 증상에 유효함을 알 수 있으며, 그 외에도 신경계, 비뇨생식기계, 소화기, 순환기계, 호흡기계 질환에도 응용되고 있다⁶⁾.

근래에 들어 온침요법의 특성을 밝히고 자극 방법을 현대화하고자 온침 시술 시 체표 온도특성⁷⁾, 온침 시술 시 전달경로에 따른 열전달 특성⁸⁻¹²⁾, 온침에 사용한 애음에서 점화부위에 따른 열자극

Received August 28, 2019, Revised September 27, 2019, Accepted October 14, 2019

Corresponding author: O Sang Kwon

Department of Meridian & Acupoint, College of Korean Medicine, Wonkwang University, 460 Iksan-daero, Iksan 54538, Korea
Tel: +82-63-850-6983, Fax: +82-63-857-6458, E-mail: logos319@wku.ac.kr

© 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.

변화¹³⁾ 등에 대해 연구하여 온침 시술 시 체표면 및 침체 각 부위에서 온도변화 패턴을 확인하였고, 그 결과 현재 주로 사용하는 STS304 재질로 만든 호침의 경우에는 침 재질이 열전달에 용이하지 않아 침체를 통한 전도열 전달은 미미한 것을 확인한 바 있다⁹⁾.

지금까지 시행한 연구에서는 체표면 온도 변화와 열전달 경로를 중심으로 연구를 진행해 앞서 기술한 바와 같이 침체를 통한 열전달 보다는 대류나 복사열로 인한 열전달이 더 크다는 결론에 도달하였으나, 다양한 변인을 복합적으로 실험하여 온침 시술 시 열자극량에 영향을 주는 요소에 대한 분석이 이루어지지 않아 실제 온침 시술 시 조작법에 대한 지침을 제공하지 못하고 있다. 또한 심부에서 이루어지는 온도변화 양상에 대해서 정보를 제공하지 못하여 깊이에 따른 온도변화 정보를 입체적으로 제공하지 못하고 있는데, 이는 생체조직이나 인체를 이용한 연구 방법의 한계라고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 인체 또는 생물조직을 활용한 기존 연구에서 탈피하여 agarose gel을 이용한 입체적 온도측정 방법을 도입하여 온침의 깊이별 열자극 정보를 제공하고, 침체 지름과 침 길이 두 가지 변인에 대해 온침 시술 시 열자극량에 영향을 미치는 요소에 대해 고찰하고자 한다.

재료 및 방법

1. 온도측정용 팬텀

깊이별 온도측정이 가능한 온도측정용 팬텀을 만들기 위해 세포배양용 디쉬(60×15 mm Dish, Nunclon™ Delta, Thermo Fisher, USA)를 팬텀 제작용 틀로 사용하여 디쉬 하단 중앙에 지름이 약 1.5 mm인 구멍을 뚫고 K형 열전대를 디쉬 하단에서부터 위로 삽입한 후 글루건을 이용해 열전대를 디쉬 하단 바닥에 고정하였다. 열전대 삽입은 각각 디쉬 상단면, 즉, 노출된 팬텀 표면을 기준으로 열전대 온도측정부인 용접면이 0 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm, 깊이가 되도록 삽입하였으며, 동시에 6개 깊이에서 동시에 측정하는 것이 오차를 줄일 수 있으나, 열전대 6개를 삽입하게 되면 열전대 두께로 인해 침체중심과 열전대 측정부까지의 거리가 멀어지게 되므로 0 mm, 2 mm, 8 mm를 한 조로 하고 1 mm, 4 mm, 16 mm를 한 조로 하여 열전대 용접부가 침체에서 0.5 mm 이상 떨어지지 않도록 하는 동시에 개별 실험으로 인한 오차를 최소화도록 설계하여 팬텀 두 개를 이용해 실험을 진행하였다(Fig. 1).

디쉬와 열전대를 결합한 후에 0.9% 생리식염수에 agarose (Ultrakem LE agarose, Young Science, inc. Korea)를 넣고 가열하여 3% agarose 용액을 만들어 식기 전에 붓고 뚜껑을 덮어 상온에서 냉각하여 굳히는 방법으로 팬텀을 제작하였다. 온도측정용 팬텀은 매일 새로 제작하여 실험하였다.

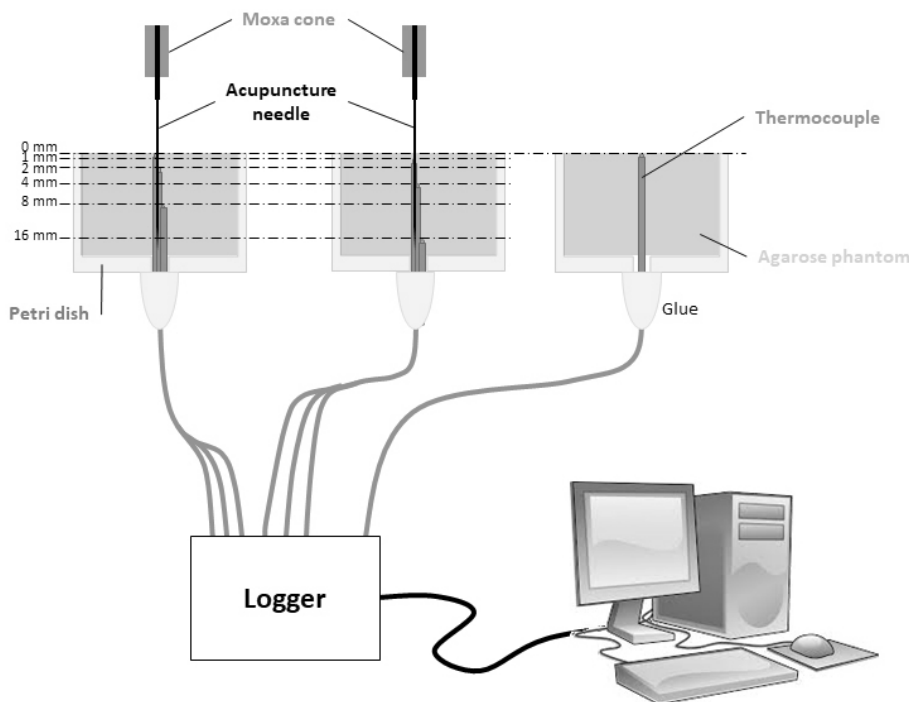


Fig. 1. Phantom and temperature measurement system.

K-type thermocouples were embedded in the agarose phantom in the depths of 0 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm and 16 mm. The thermocouples were connected to the logger to measure thermal change and the data were stored and analyzed in the computer.

2. 온도측정 시스템

온침 시술로 인해 변화하는 팬텀의 깊이별 온도 측정을 위해 8채널 온도측정장치(DaqPRO 5300, Fourtec, Israel)를 이용하여 1초 간격, 0.1°C 해상도로 온도를 측정하였다. 8개 채널 가운데 6개는 온침으로 인한 팬텀의 깊이별 (0 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm) 온도변화 측정에 사용하였고, 1개는 주변 대기 온도 변화로 인한 팬텀 온도 변화를 보정하기 위한 용도로 온침을 시술하지 않는 팬텀의 공기에 노출된 표면에서 온도변화 측정에 사용하였다(Fig. 1).

3. 온침시술 및 온도측정

온침 시술을 위해서 각 0.20 mm, 0.30 mm, 0.50 mm 두께와 30 mm, 40 mm 길이를 가지는 스테인리스 스틸 일회용 침 6종류 (0.20×30 mm, 0.20×40 mm, 0.30×30 mm, 0.30×40 mm, 0.50×30 mm, 0.50×40 mm, 동방메디컬, 대한민국)를 준비하여 실험에 사용하였다.

뜸은 온침용 절단쑥봉(15 mm, 동방메디컬, 대한민국)을 구매하여 사용하였고, 사용한 쑥봉의 무게는 평균 0.296 ± 0.0158 g 이었다.

온침 시술을 위해 위에서 설명한 침을 팬텀 바닥까지(약 18 mm) 수직으로 찌러 넣은 후 침이 움직이지 않도록 고정된 후 절단쑥봉을 삽입하여 침병 위쪽 끝과 쑥봉의 위쪽 끝이 동일한 높이가 되도록 하였다. 이때 쑥봉의 아래쪽 바닥면과 팬텀의 위쪽 표면 사이 거리는 30 mm 침을 사용하였을 때 약 19 mm, 40 mm 침을 사용했을 때 약 29 mm였다.

온침 시술은 24°C로 조화되고 있는 공간에서 수행하였으며, 팬텀 온도가 60초간 0.1°C 이상 변동이 없을 때 시작하였으며, 토치 라이터를 이용하여 쑥봉 위쪽 면을 약 3초간 가열하여 점화하였다. 점화 후 약 1800초간 온도변화를 측정하였다.

온침 연소 실험은 각 침 종류별로 5회 반복하여 측정된 값을 이용하여 분석하였다.

4. 온도분석

온도측정이 끝난 후 획득한 깊이별 온도데이터는 다음 순서에 따라 microsoft사 Excel 2016 프로그램을 이용하여 가공하고 관찰하였다.

혈류가 고려되지 않은 단순한 형태를 가진 팬텀이라는 특성 상 실제 체온과 동일한 온도 분포를 만들어내는 것은 어렵기 때문에 동일한 온도를 가진 조직이라는 가정 하에 실제 온도가 아닌 온도 변화량으로 가공하여 분석하였다. 온도변화량은 각 채널에서 획득

한 온도 데이터에서 점화 전 60초간 온도데이터의 평균값을 빼서 구하였으며, 30분이 넘는 측정시간동안 실내 온도 등에 의해 팬텀 온도가 미세하게 변화할 수도 있기 때문에 앞에서 산출한 온침 시술시 온도변화량에서 온침을 시술하지 않은 팬텀 표면에서 측정하여 계산한 온도변화량을 다시 빼주어 보정하였다.

침 규격에 따른 깊이별 온도변화 양상은 실제로는 상하 진폭이 매우 크게 나타나서 명확한 패턴을 관찰하는데 어려움이 많았다. 따라서 데이터 관찰 시점을 기준으로 전후 3초간 총 7초 구간의 평균을 구하여 스무딩하여 보다 명확하고 단순한 데이터를 도출하였다.

총 열자극량은 점화시점부터 1800초까지 구간까지 온도변화 함수를 추출해 적분하는 대신 위에서 산출한 온도변화량의 총합으로 같음하였다.

5. 통계처리

군간 총 온도자극량 비교를 위해 분산분석(ANOVA)을 Sigmaplot (Sigmaplot 14, Systat Software Inc, Germany) 프로그램을 이용하여 분석하였고, 사후검증은 Tukey방법을 사용하여 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

온침 온도자극에 영향을 주는 요소 및 영향력을 분석하기 위해 선형 회귀분석을 SPSS 프로그램(IBM SPSS statistics v24, IBM corp., USA)을 이용하여 수행하였다.

결 과

1. 침 규격별 온도 변화 패턴

침 규격별로 온도 변화 패턴을 살펴보면 0.50×30 mm 규격에서 3.18 ± 0.35 °C로 가장 온도가 많이 상승하였으며, 그 다음으로 0.30×30 mm (2.16 ± 0.37 °C), 0.20×30 mm (1.70 ± 0.33 °C), 0.50×40 mm (1.32 ± 0.14 °C), 0.20×40 mm (1.23 ± 0.08 °C) 그리고 0.30×40 mm (1.21 ± 0.06 °C) 순으로 큰 온도변화를 보였다(Fig. 2).

온도변화는 팬텀 표면에서 가장 컸으며, 심부로 내려갈수록 온도변화가 적어져서 1°C 이상 온도가 변하는 경우는 대부분 4~6 mm 깊이 이내인 것으로 관찰되었다. 침 굵기와 무관하게 팬텀 표면과 뜸 사이 거리가 가까울수록 팬텀 온도가 많이 올라가는 경향이 관찰되었으며, 침 굵기에 따른 차이 또한 뜸과 팬텀 표면 사이의 거리가 가까울 때 더 크게 나타나는 것으로 관찰되었다.

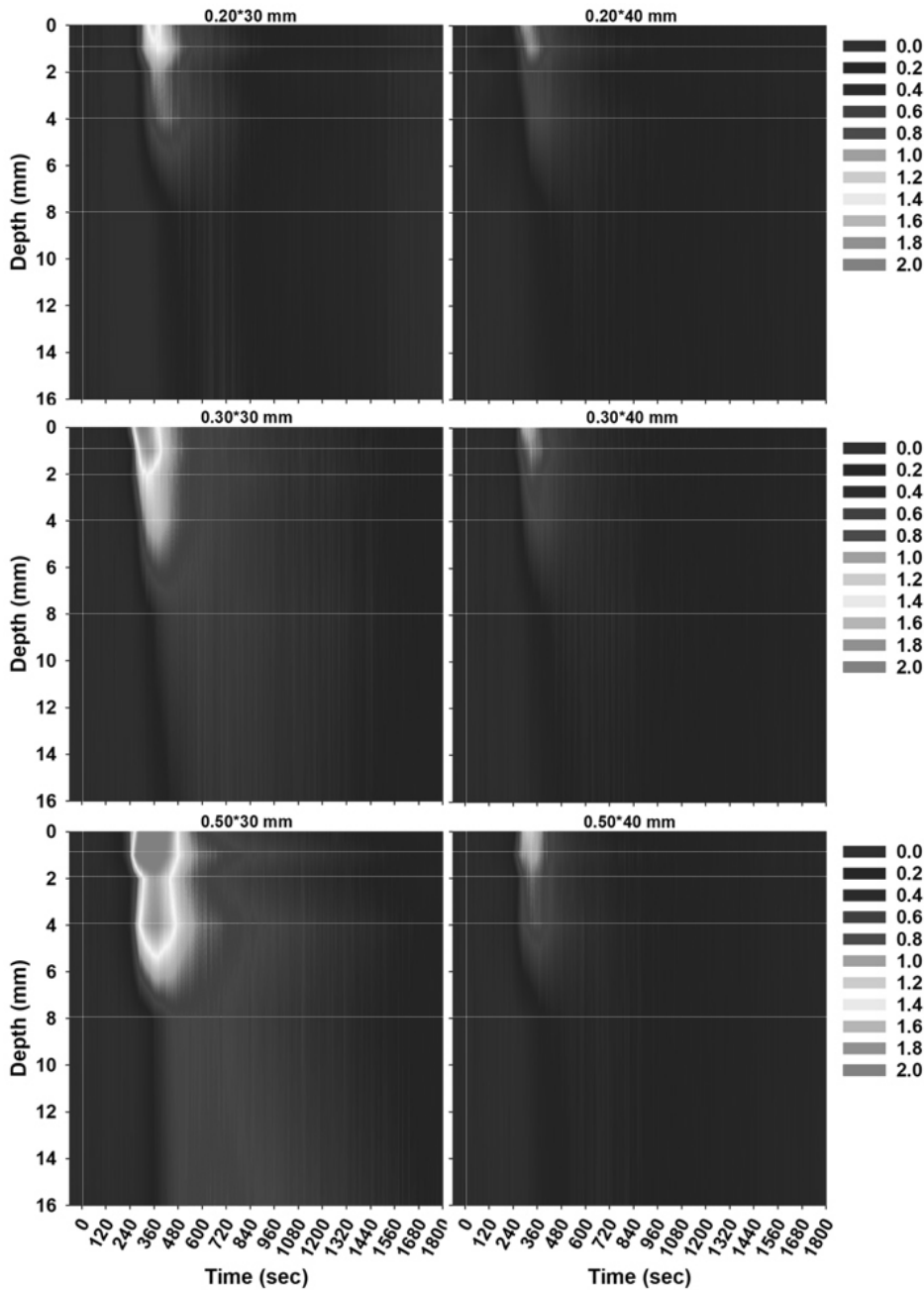


Fig. 2. Thermal changes during warm needling.

This figure indicates the thermal changes within the depth of 16 mm from the surface of the agarose phantom. The Y axis indicates depth and X axis indicates time. The needle specification of 0.50×30 mm shows the greatest thermal change, followed by 0.30×30 mm, 0.20×30 mm, 0.50×40 mm, 0.30×40 mm and 0.20×40 mm. The graph visually indicates the thermal changes within 2°C.

2. 깊이별 온도 변화 양상

최고 온도 변화량과는 다르게 깊이별 온도 변화는 침 규격과 무관하게 동일한 양상을 보였다. 0 mm와 1 mm 깊이에서는 상대적으로 급격하게 온도가 증가했다가 급격하게 온도가 감소하는 양상을 관찰할 수 있었고 2 mm 깊이와 4 mm 깊이에서는 비슷하게 급격한 온도증가를 보이지만 최고온도가 낮아 상대적으로 완만한 온도감소 양상을 보였다. 8 mm와 16 mm에서는 완만한 온도증가 및 감소를 관찰할 수 있었다. 침 규격과 무관하게 온도 곡선은 약

600~700초 구간에서 모든 깊이가 유사한 온도를 보이는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 3).

3. 침 규격별 총 열자극량

침규격별 열 자극량(Table 1, Fig. 4 위)은 0.50×30 mm 침을 사용했을 때 0 mm 깊이에서는 1018.0, 1 mm 깊이에서는 1193.6, 2 mm 깊이에서는 851.9, 4 mm 깊이에서는 1058.3, 8 mm 깊이에서는 603.8, 16 mm 깊이에서는 721.8로 가장 높은 것으로 관찰

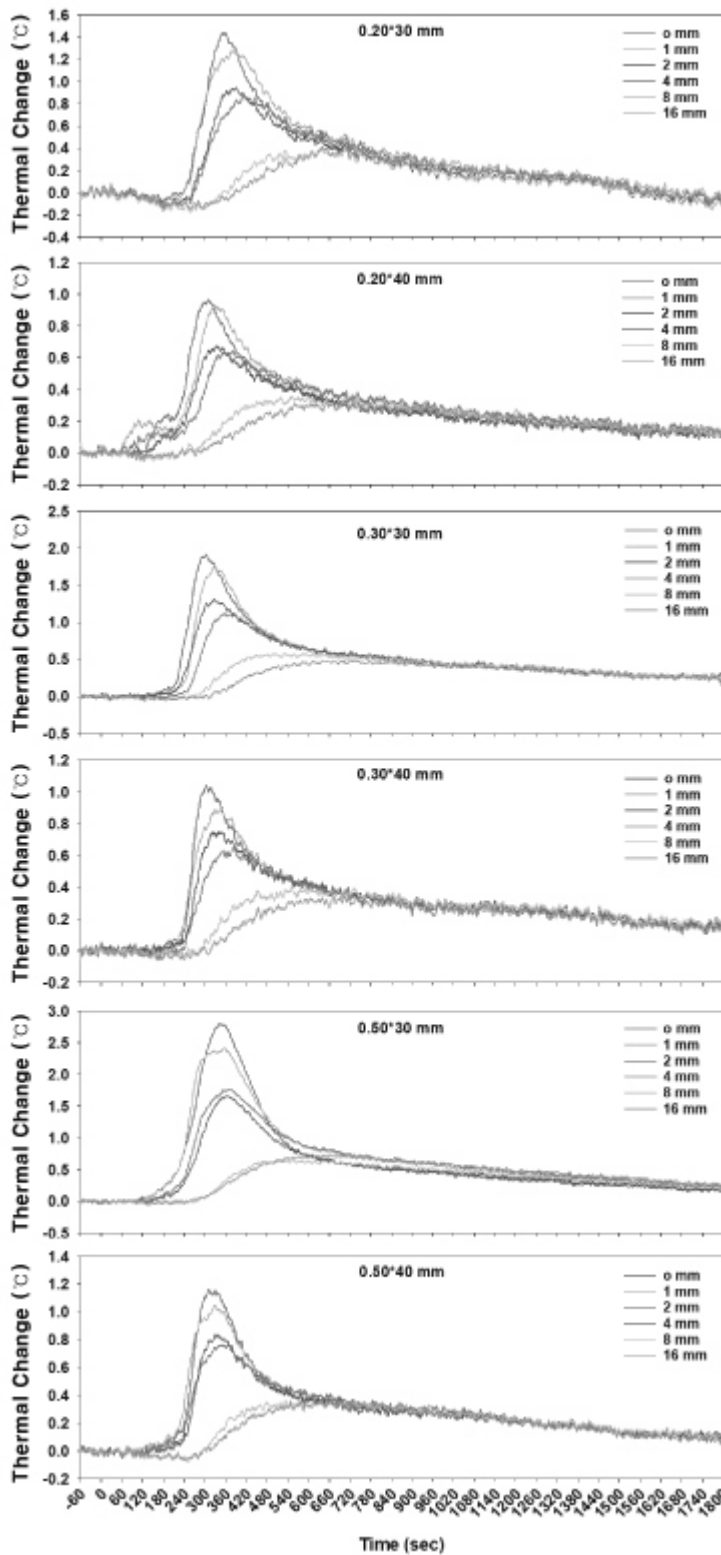


Fig. 3. Thermal change pattern in the various depths of the phantom during warm needling.

The image indicates the thermal changes at various depths with different toned lines. The thermal change shows similar patterns regardless of the specification of the acupuncture needle.

Table 1. Total thermal stimulation by the specification of the acupuncture needle at various depths

Depth (mm)	0.50×30 Mean (SD)	0.50×40 Mean (SD)	0.30×30 Mean (SD)	0.30×40 Mean (SD)	0.20×30 Mean (SD)	0.20×40 Mean (SD)
0	1018.0 (360.6)	502.7 (62.9)	903.3 (137.0)	526.8 (73.5)	706.2 (123.4)	481.2 (80.0)
1	1193.6 (193.4)	526.6 (125.9)	871.7 (419.5)	529.1 (146.0)	762.7 (237.8)	538.3 (129.5)
2	851.9 (352.7)	463.4 (60.4)	825.8 (129.5)	483.7 (87.6)	558.9 (125.9)	429.2 (89.6)
4	1058.3 (162.6)	473.0 (114.3)	750.0 (358.1)	467.9 (132.4)	604.3 (131.9)	478.9 (106.8)
8	603.8 (355.5)	342.2 (93.9)	617.0 (87.0)	383.3 (67.7)	375.3 (179.0)	343.1 (94.1)
16	721.8 (125.4)	308.9 (93.3)	507.0 (253.9)	322.9 (113.6)	396.0 (115.6)	310.5 (121.2)

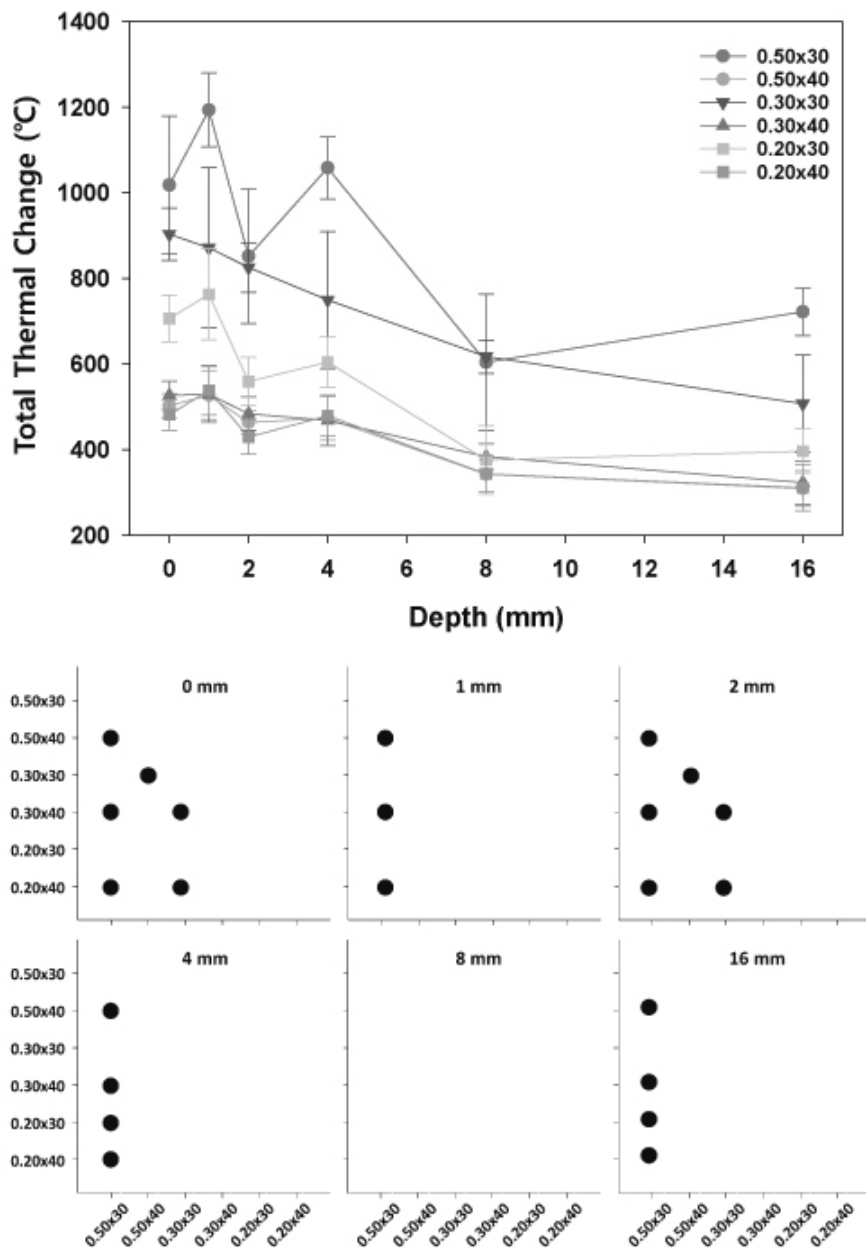


Fig. 4. Total thermal stimulation during warm needling with acupuncture needle of various specifications. The graph on top (A) indicates total thermal change calculated by summing all thermal changes and shows higher amount of thermal stimulation is applied during warm needling when we use the 30 mm length needles. The graph at the bottom (B) indicates the result of ANOVA test and it shows the significance of the difference of total thermal stimulations between the needles. The dots in the graphs in the bottom indicates statistical significance ($p < 0.05$).

되었다.

그 외에 0.50×40 mm 침을 사용했을 때 0 mm 깊이에서는 502.7, 1 mm 깊이에서는 526.6, 2 mm 깊이에서는 463.4, 4 mm 깊이에서는 473.0, 8 mm 깊이에서는 342.2, 16 mm 깊이에서는 308.9로 관찰되었고, 0.30×30 mm 침을 사용했을 때 0 mm 깊이에서는 903.3, 1 mm 깊이에서는 871.7, 2 mm 깊이에서는 825.8, 4 mm 깊이에서는 750.0, 8 mm 깊이에서는 617.0, 16 mm 깊이에서는 507.0으로 관찰되었으며, 0.30×40 mm 침을 사용했을 때 0 mm 깊이에서는 526.8, 1 mm 깊이에서는 529.1, 2 mm 깊이에서는 483.7, 4 mm 깊이에서는 467.9, 8 mm 깊이에서는 383.3, 16 mm 깊이에서는 322.9로 관찰되었다. 0.20×30 mm 침을 사용했을 때 0 mm 깊이에서는 706.2, 1 mm 깊이에서는 762.7, 2 mm 깊이에서는 558.9, 4 mm 깊이에서는 604.3, 8 mm 깊이에서는 375.3, 16 mm 깊이에서는 396.0으로 관찰되었으며, 0.20×40 mm

침을 사용했을 때 0 mm 깊이에서는 481.2, 1 mm 깊이에서는 583.3, 2 mm 깊이에서는 429.2, 4 mm 깊이에서는 478.9, 8 mm 깊이에서는 343.1, 16 mm 깊이에서는 310.5로 관찰되었다.

침 규격에 따른 열자극량 차이에 대해 ANOVA 기법을 이용해 통계적 유의성을 검토한 결과 대부분 침 굵기에서는 유의한 차이가 관찰되지 않았으나 침 길이에서는 30 mm 침과 40 mm 침 사이에 유의한 열자극량 차이가 관찰되는 경우가 많았다(Fig. 4 아래).

4. 온침 시술 시 열자극 요소 분석

온침 시술 시 열자극량을 결정하는 요소를 분석한 결과 산점도 상 침 길이에서 30 mm 침과 40 mm 침 사이에 최고온도 분포가 명확히 구분되는 반면에(Fig. 5A), 침 두께에서 0.50 mm, 0.30 mm, 0.20 mm 굵기를 가진 침을 사용했을 때 최고온도 분포가 명확히 구분되지 않는 것을 관찰할 수 있다(Fig. 5B).

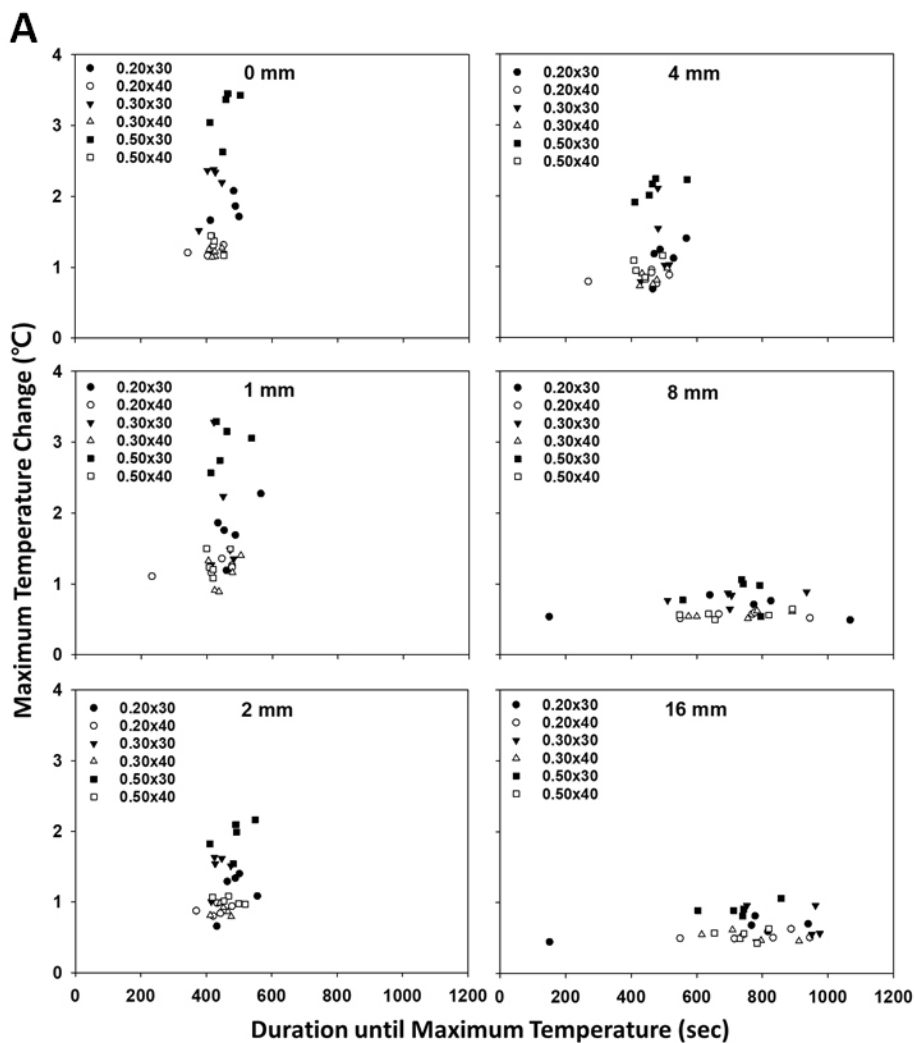


Fig. 5. Scatter plot of the maximum temperature and duration until the maximum temperature.

Each figure indicates the distribution of each data on the maximum temperature change - latency axis. Each group was indicated in different shapes and colors. (A) Acupuncture needle of 30 mm length was indicated as black; 40 mm was indicated as white. Each spot indicates an individual data performed in this study. (B) Acupuncture needle of 0.20 mm diameter was indicated as white; acupuncture needle of 0.30 mm diameter was indicated as red; Acupuncture needle of 0.50 mm diameter was indicated as black. Each spot indicates an individual data performed in this study.

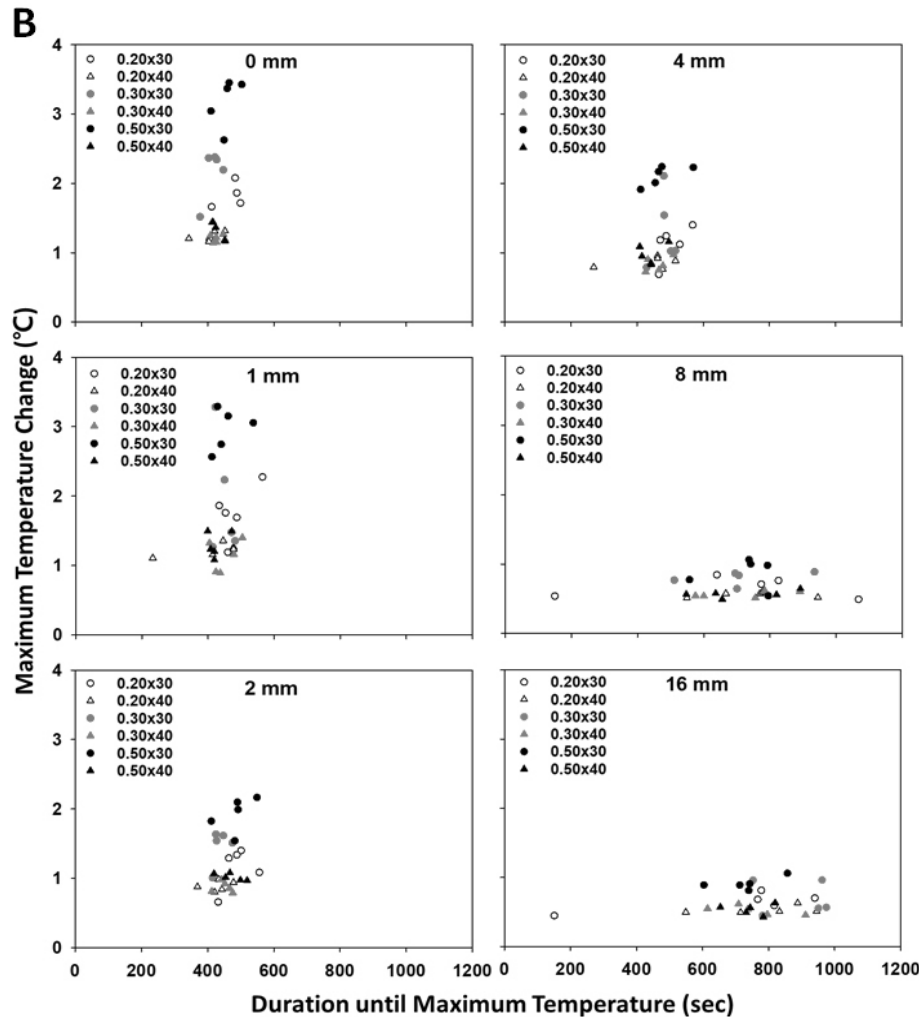


Fig. 5. Continued.

온침 시술 시 영향을 줄 수 있는 열자극 요소에 대해 보다 정량적으로 분석하기 위해 선형회귀분석을 수행한 결과(Table 2) 온침 시술 시 피부 표면과 뜸 사이 거리와 최고온도는 -0.67 에서 -0.783 사이의 상관도를 가지고 있는 것으로 산출되어 의미 있는 음의 상관성을 가지고 있음을 확인할 수 있었으나 침 두께와 최고온도는 $0.275 \sim 0.435$ 사이에서 상관성을 가져 침 두께와 최고온도는 큰 관계를 가지지 않는 것을 알 수 있었다.

최고온도 도달시간의 경우에는 침 두께와 피부-뜸 사이 거리 모두에서 상관도의 절대값이 0.4 를 넘는 경우가 없어 침 규격이 최고온도 도달시간에 큰 영향을 주지 않는 것을 확인하였다.

총 열자극량의 경우에도 피부-뜸 사이 거리는 -0.472 에서 -0.715 까지의 상관도를 보여 침 두께($0.197 \sim 0.327$)에 비해 유의하게 높은 상관도를 보여 전체 열자극량에 미치는 영향 또한 피부-뜸 사이 거리가 의미 있음을 확인하였다.

고찰

온침은 침과 뜸이 결합한 치료법으로, 침자극을 통해 먼저 기지(氣至)한 이후에 뜸의 열기를 이용하여 기혈을 순행하도록 하여 한성 질환이나 비증(癰症)과 같은 증상에 활용한다¹⁾. 복합 자극이라는 특성으로 인해 자극 형태와 자극량에 대한 관심이 많았고 90년대에 들어 박 등¹⁴⁾이 뜸 연소 시 열자극 양상에 대한 연구를 발표하고 후속연구가 진행됨에 따라 온침자극 가운데 뜸 연소로 인해 발생하는 열자극에 대한 연구를 진행하여 여 등¹¹⁾은 침 재질에 따라 열전달에 차이가 있으며, 현재 가장 많이 사용하는 스테인리스 스틸은 금, 은 또는 구리 재질에 비해 열전달 성능이 유의하게 적은 것을 확인하였고, 안 등¹⁵⁾은 이후 연구를 통해 스테인리스 스틸로 제작한 침은 침 자체로 유의한 열전달을 이루어내기 어렵다는 연구 결과를 발표하였다. 뿐만 아니라 부착한 애용 점화 위치¹³⁾, 시술

Table 2. Results of linear regression analysis

Depth	DV	Diameter	Distance
0 mm	Max. Temp.	0.401*	-0.778*
	Latency	0.152	-0.351
	t. Thermal stim.	0.256	-0.715*
1 mm	Max. Temp.	0.344*	-0.711*
	Latency	-0.049	-0.304
	t. Thermal stim.	0.259	-0.647*
2 mm	Max. Temp.	0.399*	-0.783*
	Latency	0.216	-0.268
	t. Thermal stim.	0.247	-0.632*
4 mm	Max. Temp.	0.435*	-0.67*
	Latency	-0.124	-0.382*
	t. Thermal stim.	0.327*	-0.615*
8 mm	Max. Temp.	0.204	-0.709*
	Latency	-0.164	-0.098
	t. Thermal stim.	0.197	-0.472*
16 mm	Max. Temp.	0.275*	-0.67*
	Latency	-0.291	-0.244
	t. Thermal stim.	0.326*	-0.579*

* $p < 0.05$. VIF : 1.001 at every analysis, DV : dependant variable, IV : independent variable, Max. Temp. : maximum temperature, t. Thermal stim. : total thermal stimulation.

환경의 풍속¹⁶⁾ 등에 따라 열 자극량 및 형태가 달라진다는 점을 밝혀 온침 요법을 현대화하기 위한 초석을 마련하였다⁷⁾. 그러나 지금까지 진행한 연구는 대부분 당시 기술적인 한계 등으로 인하여 단편적인 연구에 그치거나 현상에 대한 결과만을 제시하여 실제 온침 시술에 지침을 주기에는 부족한 부분이 있다. 이에 본 연구에서는 기존 연구에서 더 나아가 보다 명확한 열자극 연관 요소를 규명하고자 위에 서술한 연구방법을 수립하였다.

본 연구에서는 3% agarose gel을 인체 대체물로 사용하였는데, 이를 통해 연구를 위해 생명을 희생하지 않아도 되고, 원하는 형태로 제작이 가능하며, 표면 및 심부 정확한 위치에 열전대를 위치하게 제작할 수 있으며, 연구를 위해 생명을 희생하지 않아도 된다는 장점이 있다¹⁷⁾. Agarose gel 농도를 3%로 정하게 된 것은 이전에 시행한 예비연구 결과 2% 이하에서는 강도나 내열 성능이 부족하여 뜸 시술을 했을 때 팬텀이 녹거나 형태가 변형되는 현상을 관찰할 수 있었고, 4% 이상에서는 강도는 보장되나 제작 난이도가 올라가는 경향이 있고 수분 함량이 상대적으로 줄어들어 3% agarose gel을 사용하게 되었다.

이와 같이 제작한 팬텀은 심부온도까지 시험할 수 있도록 설계하였는데, 팬텀을 제작하는 용기 크기에 따라 측정 반경 및 깊이를 자유롭게 조절할 수 있다. 본 연구에서는 0, 1, 2, 4, 8, 16 mm 깊이에서 측정하여 피하지방 및 근육 부위까지 전달되는 열을 측정할 수 있도록 하여 침을 통해 심부로 열이 전달되는지 여부 또한

확인하고자 하였다. 열화상 카메라와 열전대를 복합적으로 활용한 기존 연구 결과¹⁸⁾를 보면 열전대 자체가 열출구로 작용하여 깊이가 내려갈수록 온도가 적게 측정될 가능성이 있으나 실제 온도변화는 열전대가 있는 부분에 한정되어 있고, 단순 아카로스 팬텀의 경우 혈관을 통한 열확산을 재현하고 있지 못하기 때문에 심부에서 열전대로 인한 미미한 열 방출이 미치는 영향은 크게 생각하지 않아도 될 것으로 생각된다.

Agarose 팬텀을 이용하여 침 규격이 온침 열자극량에 미치는 영향에 대해 깊이별 온도를 측정하고, 이를 토대로 최고온도와 최고온도 도달시간, 총 열자극량을 도출하여 침 두께, 피부-뜸 사이 거리 등을 토대로 회귀분석을 통해 영향력을 분석한 결과를 종합해 보면 침 굵기보다는 뜸과 피부 사이 거리가 최고온도 및 총 열자극량에 유의한 영향을 미침을 알 수 있다. 최고온도와 총 열자극량에 미치는 피부과 뜸 사이 거리의 영향력은 조직 깊이가 깊어질수록 적어지는 경향이 있으나 16 mm에서도 상관도가 -0.579로 적지 않은 영향력을 가지고 있음을 알 수 있다.

최고온도 도달시간은 침 규격에 큰 영향을 받지 않았으며, 이는 김¹⁹⁾이 뜸을 이용해 열자극요소를 탐색하고자 한 연구에서와 같이 뜸 중량에 따라 연소시간이 증가하게 되며, 이로 인해 최고온도와 최고온도 도달시간이 증가하게 되는 것이며, 침 규격과는 무관한 결과물이라고 생각된다. 이에 대해서는 온침을 이용해서 다시 한번 검증할 필요성이 있으며, 본 연구 결과와 결합하게 된다면 온침에서 자극량 및 자극 요소에 대해서는 주요한 요소를 명확하게 밝힐 수 있을 것으로 예상된다.

다만, 열자극이 유의한 치료효과를 가지는 온도구간(40~45℃)에 이르려면 인체 체표면 온도(35~36℃) 기준으로 약 4~10℃ 정도 상승해야 하나 팬텀이 인체에 비해 비열이 낮은 것을 감안하더라도 Fig. 2에서 볼 수 있다시피 온도 상승이 1℃를 넘기는 구간이 4~6 mm 깊이를 넘어가지 않고, 최고로 온도가 상승한 경우에도 0.50×30 mm 침을 사용했을 때 약 3.18℃ 상승한 것을 보아 일반적으로 유효한 온도구간에 이르지 못한 것으로 보여 본 연구 결과에서 나온 조건으로는 유효한 열자극 구간에 집입하지 못하였다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 유효구간 온도자극량을 산출하는 것이 불가능했고 열 자극량 비교를 위해서는 온도변화량 총합을 총 열자극량으로 같음하여 사용하였다. 동일한 이유로 임상 현장 또는 실험실에서는 이와 유사한 조건으로 온침을 시술해도 효과가 있다는 보고가 있는데²⁰⁾ 이에 대해서는 침 단독 효과인지 침자극과 결합한 유효 열자극구간 이하 온도자극에서 나오는 시너지 효과인지는 알 수 없으며, 이에 대해서는 추가 연구가 필요하다고 생각한다.

민약 온침자극을 통해 유효한 온도자극구간을 충족하기 위해서는 앞서 분석 결과와 같이 침 굵기보다는 뜸과 피부 표면 거리를 좁히는 편이 유리하기 때문에 현재 조건인 19 mm보다 뜸이 피부에 가까워지거나 자극원의 에너지량을 늘리기 위해 뜸 크기가 커져야 한다. 일반적으로 물리량의 전달은 거리의 제곱에 반비례한다는 점에 기반하여 19 mm 거리와 29 mm 거리에서 최고온도 변화에 대한 추세선을 그리면 $Y=1449.9X^{-2.079}$ 라는 수식을 얻을 수 있었고 이를 통해 계산했을 때 8~10°C 온도를 올리기 위해서는 약 10.95~12.20 mm 정도 거리에서 뜸을 연소해야 한다는 계산이 나오게 되나 데이터 두 점을 기준으로 나온 수식이기 때문에 차후 이에 대해 추가적인 연구가 필요하다고 제안하는 바이다. 보다 큰 크기의 뜸을 사용하는 것 또한 방법인데, 일반적으로 뜸 크기가 커질 경우 별도로 장치를 사용하지 않는 한 애주의 구조강도가 커진 크기와 무게를 감당하지 못하여 연소 도중 붕괴하는 경우가 발생할 수 있다는 점 또한 감안하여 별도로 재 또는 연소물이 피부로 떨어지지 않도록 하는 장치를 사용하거나 충분한 강도를 가지도록 할 것을 추천한다.

본 연구에서는 침 규격에 따른 온침 시술 시 열자극 요소에 대해 탐색하여 침 길이(뜸과 피부 표면 사이 거리)가 중요한 요소이며, 침 굵기는 영향이 크지 않음을 확인하였다. 다만, 온침 시술에 있어서 침과 관련된 요소만으로 한정하였기 때문에 애주의 무게, 품질과 같은 뜸 요소와 환경요소 등에 대한 보다 다양한 요소를 시험하지는 못하여서 이러한 요소를 포함하였을 때 온침 시술 관련 요소의 영향력이 어떠한지에 대해서는 본 연구에 기반하여 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 보이며, 또한 본 연구에서 사용한 조건에서는 임상적으로 의미 있는 온도구간에 이르지 못하였기 때문에 계산을 통해 유효 거리를 계산하였으나 향후 추가 연구를 통해 이와 같은 예측에 대해 실험적으로 확인하여 명확한 온침 시술 가이드라인을 제공할 수 있기를 기대한다.

결 론

온침 시술 시 열자극량에 영향을 주는 요소를 찾아 효과적인 온침시술 가이드라인 제정에 기초자료를 제공하고자 진행한 본 연구 결과 온침 시술에 있어 침 두께보다는 뜸과 피부 사이 거리가 중요한 요소로 작용하였음을 알 수 있었으며, 따라서 과도하게 두꺼운 침을 쓰는 것보다 짧은 침을 사용하여 피부와 뜸 사이 거리를 가깝게 하는 편이 열자극량을 증가하는데 도움이 된다고 할 수 있다.

Acknowledgement

이번 실험에 대한 아이디어 구축에 도움을 주신 원광대학교 김재효 교수님과 실험을 도와준 원광대학교 한의과대학 본과 1학년 유정훈 학생에게 감사의 마음을 전합니다.

Funding

This study was funded by Wonkwang University (2019-05-07-210).

The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Data availability

The authors can provide upon reasonable request.

Conflicts of interest

저자들은 아무런 이해 상충이 없음을 밝힌다.

References

1. Song HS, Kang MS, Park DS, Choi DY, Lee JD, Kim YS, et al. Acupuncture and moxibustion medicine. Paju: Jipmoondang; 2012 : 138-9.
2. Kim H, Shim I, Yi SH, Lee H, Lim H-S, Hahm D-H. Warm needle acupuncture at Pungsi (GB31) has an enhanced analgesic effect on formalin-induced pain in rats. Brain research bulletin. 2009 ; 78(4-5) : 164-9. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2008.10.006>.
3. Li X, Han Y, Cui J, Yuan P, Di Z, Li L. Efficacy of warm needle moxibustion on lumbar disc herniation: a meta-analysis. Journal of evidence-based complementary & alternative medicine. 2016 ; 21(4) : 311-9. <https://doi.org/10.1177/2156587215605419>.

4. Chen Z. Observation on therapeutic effect of warm needle moxibustion on chronic non-bacterial prostatitis. *Zhongguo zhen jiu Chinese acupuncture & moxibustion*. 2009 ; 29(4) : 275-8.
5. Luo Jr D, Liu Jr Y, Wu Jr Y, Ma Jr R, Wang Jr L, Gu Jr R, et al. Warm needle acupuncture in primary osteoporosis management: a systematic review and meta-analysis. *Acupuncture in Medicine*. 2018 ; 36(4) : 215-21. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2016-011227>.
6. 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.
7. Kim JW, Lee HJ, Ahn CB, Yi SH. Study of the thermal properties of warm needle and the development of warm needle apparatus. *Journal of Acupuncture Research*. 2011 ; 28(1) : 15-28.
8. Huang VC, Sheu TW. Heat transfer involved in a warm (moxa-heated) needle treatment. *Acupuncture & electro-therapeutics research*. 2008 ; 33(3-4) : 169-78. <https://doi.org/10.3727/036012908803861140>.
9. 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. <https://doi.org/10.14406/acu.2013.30.3.178>.
10. Zhao Y, Qin Y, Zheng J, An G, Cheng K, Zhao L, et al. Discussion on the temperature characteristic of silver needle in the human body during the warm needling. *Zhongguo zhen jiu= Chinese acupuncture & moxibustion*. 2012 ; 32(9) : 803-6.
11. Yeo S, Chung JH, Kim Y-K, Koo S, Lee MK, Lim S. Study on the Heat Transfer Characteristics of Warm Needle Materials in Korean Medicine. *Korean Journal of Acupuncture*. 2014 ; 31(3) : 125-35. <https://doi.org/10.14406/acu.2014.024>.
12. Yang SB, Park SJ, Lee JG, Jung JC, Kim JH. Experimental Interpretation of Heat Transmits Pattern on Warm Needling. *Korean Journal of Acupuncture*. 2017 ; 34(3) : 109-15. <https://doi.org/10.14406/acu.2017.014>.
13. Kim YH, Lee SH, Yeo SJ, Choi IH, Kim YK, Lim SBN. Study on ignition position-related changes in warm needle temperature. *Korean Journal of Acupuncture*. 2008 ; 25(1) : 247-57.
14. Park YB, Kang SK, Kim CH, Koh HK, Oh HS, Huh W. An Experimental Study on the Characteristics of Moxa Combustion in the Moxa Materials. *The Journal of Korean Medicine*. 1996 ; 17(1) : 222-33.
15. 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.
16. Kim JWR, 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.
17. Kwon O, Lee SH, Cho SJ, Choi KH, Choi SM, Ryu YH. Investigation of the Temperature Change and Quantity of Heat Stimulus of the Commercial Indirect Moxibustion. *Journal of Acupuncture Research*. 2011 ; 28(6) : 139-47.
18. Cho JY, Kim JK. Visualization of Temperature Distribution Deep Inside the Agar Gel Tissue Phantom Heated Using Moxibustion and 1064 nm Infrared Laser. *Journal of The Korean Society of Visualization*. 2010 ; 8(4) : 54-9. <https://doi.org/10.5407/JKSV.2010.8.4.054>.
19. 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. *Korean Journal of Acupuncture*. 2009 ; 26(2) : 75-89.
20. Kim YJ. Moxa Cone Determines Heat Stimulus Intensity of Moxibustion. Wonkwang University. 2012.