



온침소재의 열전달특성에 관한 연구

여수정^{1,2} · 정지현² · 김영곤³ · 구성태⁴ · 이민규^{1,2} · 임사비나^{1,2}

¹경희대학교 동서의학연구소, ²경희대학교 한의과대학 경혈학교실, ³인제대학교 의용공학과, ⁴부산대학교 한의학전문대학원 경락구조의학부

Study on the Heat Transfer Characteristics of Warm Needle Materials in Korean Medicine

Sujung Yeo^{1,2}, Jee Hyun Chung², Young-kon Kim³, Sungtae Koo⁴,
Min Kyu Lee^{1,2}, Sabina Lim^{1,2}

¹Research Group of Pain and Neuroscience, WHO Collaborating Centre, East-West Medical Research Institute, Kyung Hee University, ²Department of Meridian & Acupoint, College of Oriental Medicine, Kyung Hee University, ³Department of Biomedical Engineering, Inje University, ⁴Division of Meridian and Structural Medicine, School of Korean Medicine, Pusan National University

Objectives : Warm needling is the method combining the effects of acupuncture and moxibustion. In modern clinics, warm needling is only affected by treatment time or frequency. We need to study the physical characteristics of warm needles currently used in clinics in order to develop more efficient and economical treatments. **Methods :** We collected various warm needle specimens and analyzed chemical constitutions, measured heat transfer velocity, micro Vicker's hardness and specific resistance. We studied the relationship between heat transfer velocity and micro Vicker's hardness as well as that between heat transfer velocity and specific resistance. **Results :** The heat transfer velocity of the Silver_HL was 3.3 mm/sec, of the Au alloy group was 1.3 ~ 2.6 mm/sec, and Silver_IN, Silver_ZK and SS groups was less than 0.3 mm/sec. We therefore concluded that the needle composed of Ag has the best heat transfer velocity. In the Micro Vicker's hardness test, Vicker's hardness of the Au alloy group was 159 ~ 170 Hv, of Silver_HL was 181 Hv, and of the Silver_IN, Silver_ZK, SS group was 450.8 ~ 519 Hv. In the Silver_IN, Silver_ZK and SS groups, hardness was inversely proportional to thermal conductivity. In the specific resistance test, the specific resistance of Silver_HL was the lowest, that of the Au alloy group was the second lowest, and that of the Silver_IN, Silver_ZK, SS groups were the highest. **Conclusions :** We concluded that the needle composed of Ag has the best heat transfer velocity, highest electric conductivity and thermal conductivity, therefore the needle composed of Ag is suitable for warm needling.

Key words : heat transfer, electric conductivity, thermal conductivity, warm needle

Received September 17, 2014, Revised September 19, 2014, Accepted September 21, 2014

Corresponding author: **Sabina Lim**

Research Group of Pain and Neuroscience, WHO Collaborating Centre, East-West Medical Research Institute, Kyung Hee University, 1 Hoegi-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-701, Korea

Tel: +82-2-961-0324, Fax: +82-2-961-7831, E-mail: lims@khu.ac.kr

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP)(No. 2007-0054931, NRF-2014R1A1A1004100).

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

온침요법(溫鍼療法)은 호침을 자입한 후, 침미(鍼尾)에 애용(艾絨)을 연소하여 가온하는 일종의 치료방법으로서, 자침의 기초위에 애화(艾火)의 열력을 빌어 경맥을 온통(溫通)케 해서 기혈을 선행시켜, 경락이 한체(寒滯)되고 기혈이 막힌 일련의 질병을 치료한다. 온침의 명칭은 최초로 「상한론(傷寒論)」에서 볼 수 있다¹⁾. 상한론에서 “태양병 3일에 이미 발한시키고 난 후 또 토법 혹은 하법 혹은 온침 등의 치법을 사용하여(太陽病三日 已發汗 若吐 若下 若溫鍼)”라고 한 데서 온침의 명칭이 처음 등장하였고, 이후 문헌에서 구온침(灸溫鍼), 구두침(灸頭鍼), 온구침(溫灸鍼), 온침구법(溫鍼灸法) 등의 명칭으로 표현된 것을 찾아볼 수 있다²⁾.

현재 임상에서 사용하고 있는 온침의 소재에는 금, 은, 스테인리스강이 있다. 금(金)은 원소기호 Au이며 불활성으로 공기에 접촉해도 녹슬지 않으며 모든 금속 중에서 전·연성이 가장 우수하여 손상되기 쉽고 변형되기 쉬우므로 은이나 구리, 아연을 첨가하여 강도를 높인다. 은(銀)은 원소기호 Ag이며 금속 중 가장 큰 전기전도도 및 열전도도를 갖는다. 스테인리스강(Stainless steel: SS)은 크롬을 12.5% 이상 첨가한 철합금으로 철의 최대 결점인 내식성(耐蝕性)의 부족을 개선할 목적으로 만들어진 내식용 강(鋼)의 총칭이며 산화환원 양 환경 속에서의 내식성이 우수하고 비자성이라는 것이 특징이다³⁾.

침은 생체 내에서 치료효과를 발휘하므로 침 소재에 대한 생체 안전성이 규명되어야 하는데, 생체용 금속재료가 일반적으로 갖추어야 할 조건은 첫째, 독성이나 발암성이 없고 부작용이나 인체 거부반응이 없는 인체적합성이 우수한 재료이어야 하고 둘째, 인장강도, 탄성률, 내마모성, 피로강도 등 기계적 성질이 양호해야 하며 셋째, 인체 내의 혹독한 부식 환경에서 견딜 수 있는 강력한 내부식성(耐腐蝕性)을 갖추어야 한다⁴⁾. 이를 근거로 침소재의 생체적합성에 대하여 백 등⁵⁾은 SS304, SS316 소재의 침을 재료로 화학적 조성 분석, 탄성도 측정, 인장강도 측정을 실시하여 식품의약품안전청의 의료기기기준규격 중 ‘침’ 고시(이하 ‘침’ 고시)의 기준에 부합하는 결과를 얻었으며 이⁶⁾는 SS304 소재의 침을 재료로 하여 pH 측정, 중금속 시험, 자외선 흡수 스펙트럼 측정, 세포독성 시험, 용혈성 시험을 실시하여 생물학적 안전성을 연구하였다.

온침에 사용되는 애주(艾炷)의 온도변화에 관해서 박 등⁷⁾은 애주의 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.

최 등⁸⁾은 침재질이 온침의 온도변화에 미치는 영향을 침병온구법과 성냥불에 의한 가온법으로 구분하여 연구하였다. 임⁹⁾은 일회용 침의 온침시술시 온도변화 연구에서 송^{9,10)}, 주¹¹⁾, 임¹²⁾이 사용하였던 기존의 온침 소재와 SS304 소재의 일회용침의 온도변화를 관찰하였다.

온침에 사용되는 애구(艾灸)의 온도에 관한 연구는 많이 시행되어 왔으나 애구를 장착한 온침의 온도연구는 부족한 실정에서 김¹⁾은 현재 임상에서 이용되고 있는 온침에 관하여 애주의 점화부위와 침의 재질 및 애주의 밀도¹³⁾에 따른 부위별 온도 변화와 애주의 중심 최고온도, 직접구에 관하여 애주의 크기와 최고 연소 온도와 상관관계와 보사법에 따른 최고 연소 온도, 간접구의 최고 연소 온도를 측정하여 연구에서 일회용 호침과 금침을 소재로 하여 온도변화 연구를 하였다¹⁴⁾.

이처럼 임상에서 온열요법의 효과가 탁월함을 인정하여 온열요법 중 하나인 구법에 대한 열역학적 연구는 많이 시행되어 왔으나, 구법이 피부화상¹⁵⁾이나 흉터가 남거나 날 수 있다는 이유로 인하여 소극적으로 응용되고 있음을 고려할 때, 온침요법에 대한 활발한 연구가 요구되고 있다¹²⁾.

현재 임상에서 온침을 이용한 시술에서의 자극량과 질은 관습적으로 시술시간이나 빈도로만 결정되고 있으므로 시술조건의 정량화로 임상결과에 있어서의 재현성을 높일 필요가 있다. 따라서 전통적이고 경험적으로 시술되고 있는 온침요법을 현대적인 방법으로 발전시켜 보다 효율적이고 경제적인 치료방법을 개발하기 위해서는 우선적으로 현재 사용되고 있는 온침들의 물리적 특성에 대한 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 임상활용이 가능한 온침을 수집하고, 열전달속도를 측정하고, 미세경도법으로 측정된 기계적 특성과 전기전도도와 비례관계에 있는 비저항값을 측정하여 열전달 속도와 상관관계를 분석하여 임상에서 활용하는 온침 소재의 열전달특성을 연구하는 것을 목적으로 하였다.

대상 및 방법

1. 온침시편

1) 시편 준비: 본 연구에 사용된 침은 일반적으로 임상에서 온침으로 적용 가능한 금(Au)합금, 은(Ag)합금, 스테인리스강 소재의 침이다. 금합금침 3종, 은합금침 3종, 스테인리스강침 6종을 선택하

여 총 12종의 온침시편을 연구에 사용하였다(Fig. 1A). 금합금침은 행림서원의료기 제작 1종, 우전침구사 제작 2종이고, 은합금침은 행림서원의료기 제작 1종, 아이나노스 제작 1종, 제우스코리아 제작 1종이며, 스테인리스강침은 동방침구사 제작 1종, 제우스코리아 제작 1종, 우전침구사 제작 4종 등이다. 스테인리스강의 분류에 따르면 SS304계가 3종, SS316계가 1종, 기타 스테인리스강이 2종이다. 사용된 시편은 금합금의 Au alloy group과 은합금의 Ag alloy group 그리고 스테인리스강의 SS group으로 분류하였다(Table 1).

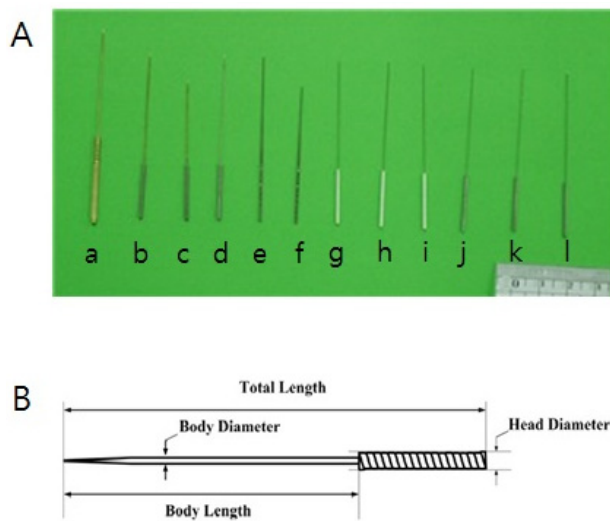


Fig. 1. Warm needle Specimens and measuring.
(A) Warm needle Specimens. a: Gold_HL, b: Gold10_WJ, c: Gold13_WJ, d: Silver_HL, e, Silver_IN, f, Silver_ZK, g, SS10_WJ, h: SS13_WJ, i: SS25_WJ, j: SS30_WJ, k: SS304_DB, l: SS316_ZK.
(B) Diagram of Measuring specimens.

Table 1. Classification of Specimens

Specimen Group and Name	Product Name
Au alloy Group	
Gold_HL	Gold (0.50x40 mm, Haenglim, Korea)
Gold10_WJ	Gold 10 (0.40x30 mm, Woojeon, Korea)
Gold13_WJ	Gold 13 (0.40x40 mm, Woojeon, Korea)
Ag alloy Group	
Silver_HL	Silver (0.40x40 mm, Haenglim, Korea)
Silver_IN	Silver nano (0.25x40 mm, Inanos, Korea)
Silver_ZK	Silver coating (0.25x40 mm, Zeus Korea, Korea)
*SS Group	
SS10_WJ	SS10 (0.40x30 mm, Woojeon, Korea)
SS13_WJ	SS13 (0.40x40 mm, Woojeon, Korea)
SS25_WJ	SS25 (0.25x40 mm, Woojeon, Korea)
SS30_WJ	SS30 (0.30x40 mm, Woojeon, Korea)
SS304_DB	SS304 (0.25x40 mm, Dongbang, Korea)
SS316_ZK	SS316 Eternity (0.25x40 mm, Zeus Korea, Korea)

*SS : stainless steel.

2. 시험 및 분석 방법

1) 온침시편의 규격측정: 12종의 시편을 각 3개씩 준비하고 Micrometer (0~25 mm, Mitutoyo, Japan)와 Digital Vernier calipers (0~150 mm, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 침 전체의 길이(Total length), 침체(Warm needle body)의 직경(Diameter)과 길이(Length), 침병(Warm needle head)의 직경을 각각 3회씩 반복하여 측정하였다(Fig. 1B).

2) 온침시편의 열전달속도 측정: 온침의 열전달 능력 관찰을 위하여 열전달 특성을 측정하였다. 열전달 특성의 측정을 위하여 열전달 측정 장치를 구성하였다. 열전달 측정 장치는 열발생부(Heat Source Part)와 시편 고정부(Needle Hold part), 그리고 온도측정부(Temperature Measurement Part)로 구성되어 있다(Fig. 2).

열발생부는 일정한 입력전원을 공급받아서 출력전압을 임의대로 출력할 수 있는 전압조정용 변압기(slidacs)를 이용하여 일정한 전압을 주어 발열코일의 온도를 일정하게 유지시킨다. 시편 고정부는 시편과 2개의 열전대(Thermocouple)를 고정하기 위한 2개의 아크릴 고정부를 제작하였고 열전대간의 거리는 열발생부를 기준으로 15 mm, 25 mm 거리에 위치하였다. 열전대는 T-type를 사용하였으며 전기적인 간섭을 막기 위하여 아크릴 고정부를 제작하여 고정하였고 열발생부의 복사열을 막기 위하여 알루미늄막을 덮은 5 mm 두께의 세라믹판을 이용하여 열발생부와 고정부를 격리하였다. 온도측정부는 열전대에서 전달된 열을 온도측정기로 측정하여 data logger를 이용하여 PC에서 data 처리를 하였다. 온도의 전기적

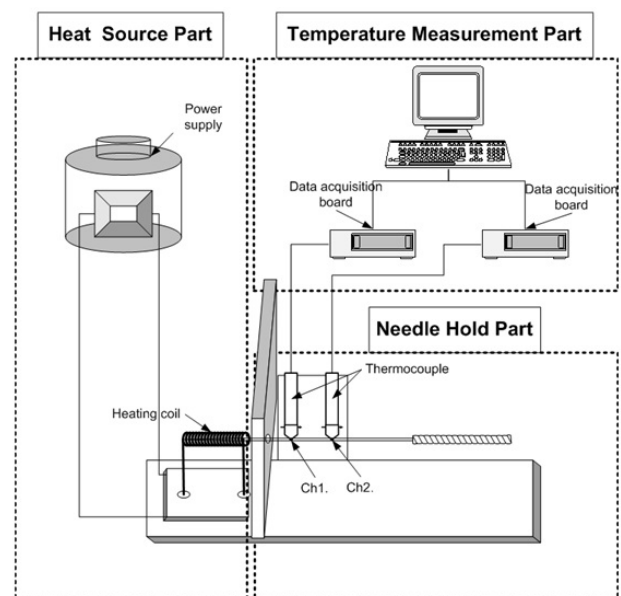


Fig. 2. Diagram of Heat measurement.

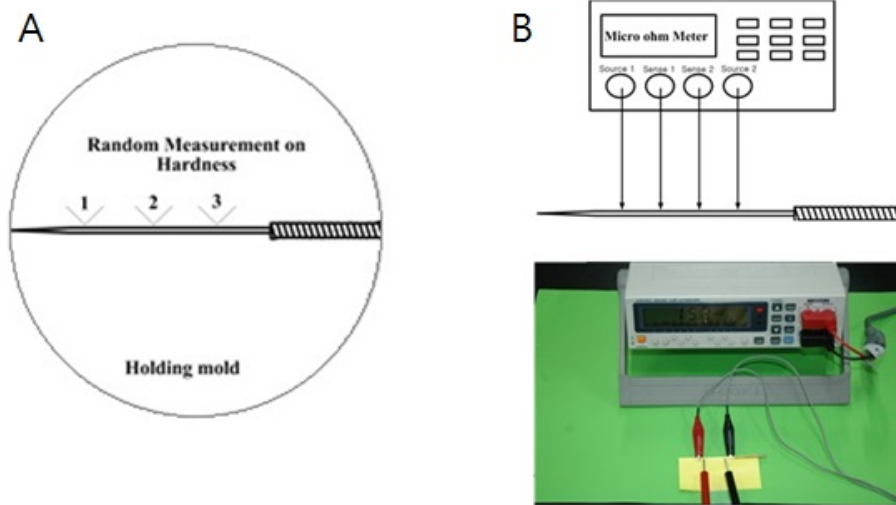


Fig. 3. (A) Micro Vicker's hardness of specimens. (B) Diagram and photograph of electric resistance measurement.

인 간섭을 막기 위하여 2개의 data logger와 PC를 온도 보정 후 이용하였다.

열전달특성 측정을 위하여 고정부에 시편을 고정하고 열전대간의 거리를 측정하여 확인한 후 열발생부의 전압조정장치의 전압을 12 V로 하여 열을 발생시키고 2개의 열전대를 통하여 온도측정부에서 5분간 온도를 측정하였다. 측정된 온도를 이용하여 열전달 특성을 관찰하였다. 이 중 Heat source로부터 15 mm지점과 25 mm 지점이 각각 26°C와 28°C에 도달하는 시간을 측정하여 열전달속도를 구했다. 열전달속도를 구하는 방법은 다음의 식(1)과 같다.

$$\text{Heat transfer Velocity}(mm/sec) = \frac{\text{Distance}(d, mm)}{\Delta \text{Time}(\Delta t, sec)} \quad \text{식(1)}$$

3) 온침시편의 경도값 측정: 온침의 기초적인 물성평가를 위하여 미세경도를 측정하였다. 미세경도는 미소비커스경도기(FM-7, FU-TORE-TECH Co., Japan)에서 하중을 100 gf로 하고 dwell time을 20 sec로 하여 경도 값을 측정하였다. 측정방법은 침의 축 방향으로 불규칙적으로 시편 당 3회씩 실시하였다(Fig. 3A).

4) 온침시편의 비저항값 측정: 열전달 특성과 상관관계에 있는 열전도도 산출을 위하여 온침시편의 전기전도도를 나타내는 비저항을 측정하였다. 비저항을 계산하는데 필요한 전기저항을 측정하기 위하여 Micro ohm meter (3540 mΩ Hi Tester, Hioki, Japan)의 4 probe를 이용하였다. 시편의 전기저항 측정거리는 시편의 평균 길이를 고려하여 임의의 길이 간격으로 5회씩 측정하였다(Fig. 3B).

온침 침체의 직경을 이용하여 단면적을 구하고, 여기에 Micro ohm meter를 통해 측정된 전기저항을 곱한 후, 이를 전기저항 측

정시의 온침 침체 길이로 나누어 온침시편의 비저항값을 도출하였다. 이를 정리하면 아래 식(2)과 같다.

$$\rho = \frac{RA}{l} \quad \text{식(2)}$$

ρ : Specific resistance (비저항)

R : measuring resistance (측정저항)

A : measuring cross section (측정단면적)

l : measuring length (측정길이)

5) 온침시편의 열전달속도와 경도값, 비저항값과의 상관관계 분석:

온침시편의 열전달속도와 경도값의 상관관계 분석을 위하여 온침시편 중 Silver_IN, Silver_ZK, SS group의 평균 경도값을 크기가 작은 순에서 큰 순으로 나열한 후 열전달속도의 변화를 평균 경도값의 상승계열분석을 통해 추세를 구하고 다항식을 도출하였다.

다음으로 온침시편의 열전달속도와 비저항값의 상관관계 분석을 위하여 온침시편의 평균 비저항값을 크기가 작은 순에서 큰 순으로 나열한 후 열전달속도의 변화를 평균 비저항값의 상승계열분석을 통해 추세를 구하고 다항식을 도출하였다.

6) 통계분석: 각 측정값의 결과치는 평균±표준편차로 기술하였다.

결 과

1. 온침시편의 규격 측정결과

12종의 시편의 규격을 측정하여 Table 2의 결과를 얻었다.

Table 2. Classification of Specimens

Unit(mm)

Specimen	Total length	Body length	Head diameter	Body diameter	
Au alloy group	Gold_HL	70.91±0.41	39.70±0.61	2.08±0.01	0.49±0.01
	Gold10_WJ	50.01±0.34	30.14±0.22	1.34±0.00	0.39±0.00
	Gold13_WJ	60.04±0.51	40.05±0.44	1.34±0.01	0.39±0.01
Ag alloy group	Silver_HL	59.68±0.16	39.55±0.01	1.47±0.00	0.39±0.00
	Silver_IN	59.66±0.38	39.54±0.30	1.18±0.00	0.24±0.00
	Silver_ZK	60.39±0.03	40.18±0.11	1.20±0.01	0.24±0.00
SS group	SS10_WJ	50.25±0.12	30.00±0.18	0.98±0.01	0.41±0.01
	SS13_WJ	60.04±0.51	39.70±0.44	0.99±0.01	0.41±0.01
	SS25_WJ	59.47±0.16	39.71±0.23	1.20±0.01	0.24±0.00
	SS30_WJ	59.80±0.10	39.89±0.04	1.21±0.00	0.28±0.00
	SS304_DB	59.73±0.08	39.30±0.04	1.19±0.01	0.24±0.00
	SS316_ZK	60.41±0.07	40.09±0.14	1.20±0.00	0.23±0.01

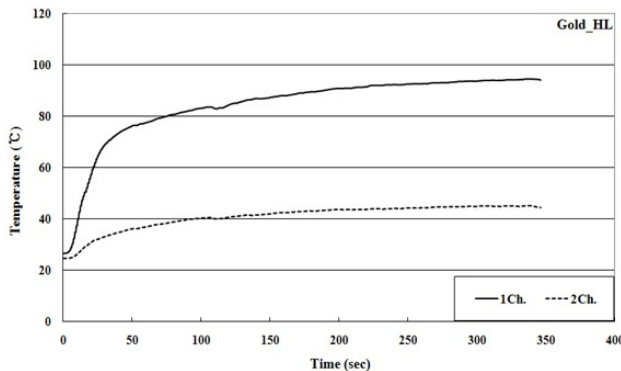


Fig. 4. The graph of heat transfer to Gold_HL.
Ch 1 : point of 15 mm from the heat source, Ch 2 : point of 25 mm from the heat source.

2. 온침시편의 열전달속도 측정결과

열원에 의한 열전달 특성을 관찰하여 선그래프를 얻을 수 있었다(Fig. 4). 이 그래프를 이용하여 Heat source에 의한 온침시편에서의 온도변화를 관찰할 수 있었다.

각 시편들의 열전달 특성 그래프를 이용하여 Heat source로부터 15 mm지점과 25 mm지점이 각각 26°C와 28°C에 도달하는 시간과 지점별 최대 전달온도를 측정하였다. 지점별 열전달 과정을 관찰한 결과 Silver_HL과 Au alloy group이 다른 시편들에 비하여 두 지점 간 측정온도 차이가 높으며 최대 전달온도가 높은 것을 관찰할 수 있었다(Table 3).

열전달속도는 식(1)을 통해 구할 수 있는데, 거리가 일정하므로 Heat source에서부터 15 mm 지점을 지나 25 mm 지점 까지 도달하는 온도의 속도는 그림과 같이 분석할 수 있다. Silver_HL은 3.3 mm/sec의 열전달 속도를 나타냈고 Au alloy group이 1.3~2.6 mm/sec의 속도를 보였으며 Silver_IN, Silver_ZK와 SS group은

0.3 mm/sec 이하의 속도를 보이고 있다(Fig. 5).

3. 온침시편의 경도값 측정결과

온침의 물성적인 평가를 위하여 기계적 강도인 경도를 비커스 미세경도기를 이용하여 측정하였다. 경도값 측정 결과 Au alloy group의 Gold_HL와 Gold13_WJ는 평균 159 Hv를 보였으며 Gold10_WJ는 170 Hv를 보였다. Ag alloy group의 Silver_HL은 181 Hv로 측정되었으나, Silver_IN와 Silver_ZK는 각각 516 Hv, 519 Hv로 스테인리스강 조성에 따른 결과를 나타냈다. SS group에서는 SS10_WJ, SS13_WJ, SS25_WJ, SS30_WJ, SS304_DB, SS316_ZK에서 각각 450.8 Hv, 495.3 Hv, 497.7 Hv, 532.0 Hv, 530.5 Hv, 500.3 Hv가 측정되었다(Table 4, Fig. 6).

4. 온침시편의 비저항값 측정결과

온침 시편의 열전달 특성을 분석하기 위하여 상관관계의 비저항값 측정을 이용한 전기전도도를 관찰하였다. 비저항값 측정결과 Au alloy Group의 Gold_HL, Gold10_WJ 그리고 Gold13_WJ은 $0.598 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$, $0.604 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$ 과 $0.577 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$ 로 측정되었으며 Ag alloy Group의 Silver_HL는 $0.137 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$ 로 측정되었다. 스테인리스강의 조성을 가지는 Silver_IN와 Silver_ZK는 $3.211 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$, $3.777 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$ 가 측정되었으며, SS Group의 SS10_WJ, SS13_WJ, SS25_WJ, SS30_WJ, SS304_DB, SS316_ZK은 $3.147 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$ 에서 $5.317 \times 10^{-3} \Omega\text{mm}$ 사이의 비저항이 측정되었다(Table 5, Fig. 7).

이와 같은 비저항값 측정결과에 의하여 전기전도도는 Silver_HL이 가장 우수하며 다음으로 Au alloy Group이 우수하고 SS Group은 전기전도도가 가장 낮은 것으로 관찰된다.

Table 3. Heat Transfer Time of Specimens

Specimen No.	Heat Transfer Time from Heat source to Ch 1.(sec)		Heat Transfer Time from Heat source to Ch 2.(sec)		Maximum Temperature(°C)		
	26°C	28°C	26°C	28°C	*Ch 1.	Ch 2.	
Gold_HL	1	0.0	4.5	8.5	12.5	95	45
	2	0.0	4.5	0.0	13.0	94	45
	3	0.0	5.0	0.0	12.5	93	44
Gold10_WJ	1	0.5	5.5	9.0	16.5	89	42
	2	0.0	6.5	5.0	13.0	91	45
	3	0.0	7.0	1.0	15.0	77	38
Gold13_WJ	1	0.0	7.0	0.0	12.5	93	43
	2	0.0	5.0	0.0	10.5	91	43
	3	0.0	6.5	0.0	11.5	88	42
Silver_HL	1	0.0	65.0	6.0	10.0	100	58
	2	0.0	4.0	0.0	7.0	99	56
	3	0.0	28.0	0.0	5.5	95	53
Silver_IN	1	0.0	12.5	37.0	188.0	54	28
	2	0.0	28.0	0.0	155.5	57	29
	3	0.0	6.5	49.5	177.0	58	29
Silver_ZK	1	0.0	11.5	0.0	94.0	61	29
	2	0.0	6.0	0.0	84.0	61	30
	3	0.0	4.0	0.0	92.5	62	30
SS10_WJ	1	0.0	13.5	0.0	45.0	62	30
	2	0.0	13.0	0.0	54.0	66	31
	3	0.0	9.5	0.0	59.0	64	31
SS13_WJ	1	0.0	11.5	0.0	71.5	68	30
	2	0.5	15.5	11.5	126.0	63	30
	3	0.0	11.0	0.0	95.0	64	30
SS25_WJ	1	0.0	16.5	0.0	120.0	57	29
	2	0.0	11.5	0.0	114.5	55	29
	3	0.0	13.0	0.0	76.0	57	30
SS30_WJ	1	0.0	16.0	0.0	83.0	56	29
	2	0.0	11.0	0.0	130.5	56	29
	3	0.0	12.5	0.0	105.0	56	29
SS304_DB	1	0.0	12.0	68.0	191.0	59	29
	2	0.0	12.0	88.5	238.0	58	28
	3	0.0	12.0	65.5	231.0	59	29
SS316_ZK	1	0.0	18.0	0.0	95.5	57	30
	2	0.0	15.0	0.0	103.5	56	30
	3	0.0	13.5	0.0	91.5	60	30

*Ch 1.(15 mm), Ch 2. (25 mm) : Distance from Heat source.

5. 온침시편 중 Silver_IN, Silver_ZK, SS group의 열전달속도와 경도값과의 상관관계 분석

온침시편 중 스테인리스강의 조성을 가지는 Silver_IN, Silver_ZK와 SS group의 열전달속도의 변화를 평균 경도값의 상승계열분석을 통해 추세를 구하고 관계식을 도출한 결과 $y = -0.081 \ln(x) + 0.2324$, $R^2 = 0.4131$ 이었으며 이를 나타내는 그래프는 다음과 같다(Fig. 8).

6. 온침시편의 열전달속도와 비저항값과의 상관관계 분석

온침시편의 열전달속도의 변화를 평균 비저항값의 상승계열분

석을 통해 추세를 구하고 관계식을 도출한 결과 $y = -1.373 \ln(x) + 3.095$, $R^2 = 0.8503$ 이었으며 이를 나타내는 그래프는 다음과 같다(Fig. 9).

고찰

「상한론(傷寒論)」에서 최초로 온침의 명칭이 등장한 이래로, 이후 문헌에서 구온침(灸溫鍼), 구두침(灸頭鍼), 온구침(溫灸鍼), 온침구법(溫鍼灸法) 등의 명칭으로 표현되며 상용되어 왔다¹⁾. 온침의 조

Table 4. Micro Vicker's Hardness of Specimens

Specimen No	Micro Vicker's hardness(HV)				
	1st	2nd	3rd	Average±S.D	
Gold_HL	1	169.2	132.9	147.9	159.0±1.0
	2	160.8	160.4	168.2	
	3	143.4	185.1	162.8	
	Average	157.8	159.5	159.6	
Gold10_WJ	1	159.9	154.8	193.5	170.9±11.9
	2	145.9	152.6	178.8	
	3	201.3	172.8	178.8	
	Average	169.0	160.1	183.7	
Gold13_WJ	1	145.9	138.8	149.6	159.0±8.7
	2	106.8	159.4	190.4	
	3	194.2	194.2	151.8	
	Average	149.0	164.1	163.9	
Silver_HL	1	184.5	164.7	163.2	181.3±4.1
	2	179.9	198.6	209.5	
	3	166.7	181.6	182.8	
	Average	177.0	181.6	185.2	
Silver_IN	1	487.6	619.5	547.7	516.5±32.7
	2	458.9	485.1	452.2	
	3	521.8	553.7	521.8	
	Average	489.4	552.8	507.2	
Silver_ZK	1	608.9	536.0	556.7	519.6±11.3
	2	524.6	485.1	492.7	
	3	461.2	533.1	477.8	
	Average	531.6	518.1	509.1	
SS10_WJ	1	465.9	521.8	556.7	450.8±51.9
	2	352.0	424.5	477.8	
	3	363.0	538.9	356.7	
	Average	393.6	495.1	463.7	
SS13_WJ	1	591.9	585.2	485.1	495.3±30.1
	2	500.4	485.1	473.0	
	3	422.5	487.6	426.5	
	Average	504.9	519.3	461.5	
SS25_WJ	1	492.7	541.8	477.8	497.7±7.7
	2	541.8	463.6	463.6	
	3	480.2	490.1	527.4	
	Average	504.9	498.5	489.6	
SS30_WJ	1	527.4	510.9	513.6	536.0
	2	637.9	533.1	533.1	
	3	503.0	492.7	536.0	

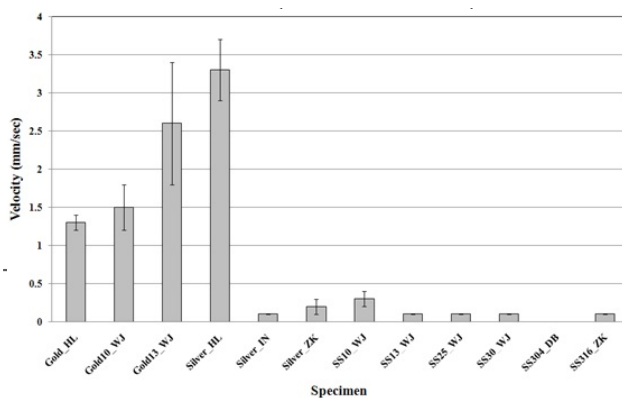


Fig. 5. Heat transfer velocity. Values are expressed Mean±SD.

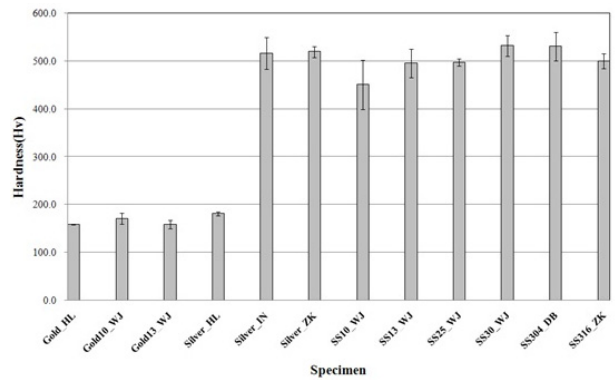


Fig. 6. Micro Vicker's hardness of specimens. Values are expressed Mean±SD.

작방법은 질병의 수요에 따라 혈위를 선택하여 자침수법(刺鍼手法)을 거친 다음 적당한 심도(深度)에다 유침(留鍼)하고 침미(鍼尾)와 침병부(鍼柄部)에 땅콩 혹은 대추씨만한 뜸썩을 주물러 붙이고 불을 붙인다. 뜸썩의 열능이 침체(鍼體)의 전도를 통과하여 치료작용을 일으킨다¹⁾. 온침의 적용범위는 風濕疾患(류머티즘 疾患), 한성(寒性) 경향이 강한 질병을 위주로 한다. 예컨대, 관절의 산통(酸痛), 사지(四肢)의 냉감(冷感)·마비(痲痺)나 형태의 허한(虛寒), 변당(便糖), 복창(腹脹) 등 중에 응용된다²⁾.

온침의 열전달 프로세스의 방식인 전도¹³⁾는 침의 열전달특성에 따라 달라질 수 있는데, 본 연구에서는 열전달속도 측정을 통해 온침시편의 열전달특성을 관찰하였으며 이와 함께 온침시편의 경도와 비저항을 측정하여 열전달속도와의 상관관계를 분석하였다.

온침시편의 열전달 특성을 관찰하기 위하여 두 지점 간 전달되는 온도를 관찰하여 열전달속도를 관찰하였다. 그 결과 Silver_HL의 열전달속도가 가장 높은 것으로 관찰 되었고 그 다음으로 Au alloy group의 속도가 높은 것으로 나타났다. 그리고 Silver_IN, Silver_ZK와 SS group은 낮은 열전달속도를 나타냈다. 이 결과로 온침의 열전달특성에 있어 온침시편의 소재인 금속의 고유특성인 열전도율(Thermal conductivity)이 관계되는 것을 알 수 있었다. 열전도율은 순수 Ag, 순수 Au, SS 순서로 높게 보고 되는데 이는 온침시편의 열전달속도의 순서와도 같다.

열전달속도를 관찰한 결과 Silver_HL과 Au alloy group에서 높은 열전달속도를 가지며 Silver_IN, Silver_ZK, SS group에서는 낮은 속도를 나타내는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 경향은 온도구간(26°C→28°C)내의 열전달속도로서, 이 구간이 Fig. 4의 그래프에서 기울기가 가장 큰, 순간최대발열량을 나타내는 구간이므로 본 실험에서 측정구간으로 선택하였다. 그러나 이 구간은 온침시편의 온도가 실험실조건 24°C에서 26°C까지 상승할 때까지의 시간을

Table 5. Specific Resistance of Specimens

Specimen No.	Specific resistance($\times 10^{-3} \Omega\text{mm}$)					Average \pm S.D	
	1st	2nd	3rd	4th	5th		
Gold_HL	1	0.60	0.63	0.60	0.61	0.63	
	2	0.60	0.59	0.60	0.59	0.57	
	3	0.59	0.60	0.59	0.60	0.57	
	Average	0.60	0.61	0.60	0.60	0.59	
Gold10_WJ	1	0.60	0.61	0.58	0.62	0.62	
	2	0.61	0.62	0.59	0.58	0.62	
	3	0.60	0.59	0.59	0.61	0.62	
	Average	0.60	0.61	0.59	0.60	0.62	
Gold13_WJ	1	0.59	0.56	0.56	0.58	0.60	
	2	0.37	0.60	0.62	0.61	0.58	
	3	0.60	0.58	0.57	0.61	0.63	
	Average	0.52	0.58	0.58	0.60	0.60	
Silver_HL	1	0.13	0.14	0.14	0.14	0.13	
	2	0.13	0.14	0.13	0.14	0.13	
	3	0.14	0.15	0.13	0.15	0.13	
	Average	0.13	0.14	0.14	0.14	0.13	
Silver_IN	1	3.26	3.16	3.41	3.34	3.44	
	2	3.15	3.16	3.13	3.18	2.98	
	3	3.05	3.28	3.19	3.26	3.17	
	Average	3.16	3.20	3.24	3.26	3.20	
Silver_ZK	1	3.84	3.69	4.03	3.76	3.96	
	2	3.62	3.67	3.75	3.78	3.71	
	3	3.51	3.90	3.82	3.89	3.73	
	Average	3.66	3.75	3.87	3.81	3.80	
SS10_WJ	1	3.66	5.56	4.80	4.06	5.79	
	2	3.71	7.57	5.53	4.15	6.57	
	3	3.86	6.86	6.37	4.22	7.06	
	Average	3.74	6.66	5.57	4.14	6.47	
SS13_WJ	1	2.97	6.24	6.06	4.49	6.87	
	2	3.50	6.41	6.99	3.98	6.82	
	3	4.53	5.39	5.36	6.23	5.33	
	Average	3.67	6.01	6.14	4.90	6.34	
SS25_WJ	1	3.28	3.11	3.30	3.36	3.27	
	2	3.13	3.05	3.16	3.11	3.11	
	3	3.12	3.35	3.19	3.10	3.33	
	Average	3.18	3.17	3.21	3.19	3.24	
SS30_WJ	1	3.21	3.32	3.28	3.21	3.17	
	2	3.12	3.14	3.21	3.25	3.26	
	3	3.10	3.15	3.13	3.12	3.30	
	Average	3.14	3.20	3.21	3.20	3.24	
SS304_DB	1	3.11	3.05	3.23	3.19	3.06	
	2	3.16	3.20	3.31	3.22	3.23	
	3	3.26	3.18	3.28	2.92	2.84	
	Average	3.18	3.14	3.27	3.11	3.04	
SS316_ZK	1	3.56	3.88	3.98	3.90	4.01	
	2	3.50	3.82	3.89	3.90	4.09	
	3	4.07	3.90	3.93	3.83	3.99	
	Average	3.71	3.87	3.93	3.88	4.03	

배제하고 산출한 것이므로 초기 실온에서부터 설정온도까지의 열 전달속도를 추가로 산출하면 보다 정밀한 속도를 산출할 수 있을 것으로 사료된다. 그리고 26°C→28°C 구간을 지나 온도가 sa-

turation(포화)되는 부분까지의 열전달속도를 측정하면 더 의미있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

온침시편의 경도측정 결과 Au alloy group과 Silver_HL의 경도

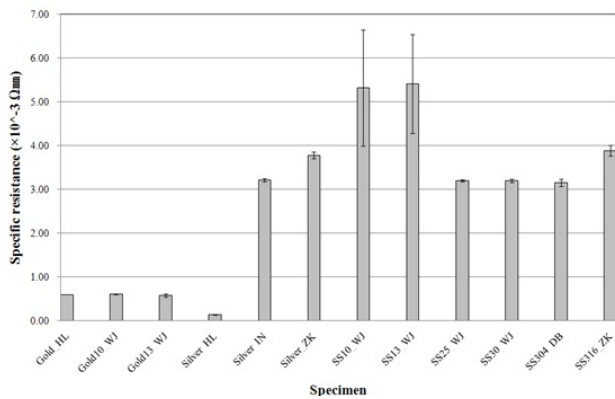


Fig. 7. Specific Resistance of specimens. Values are expressed Mean±SD.

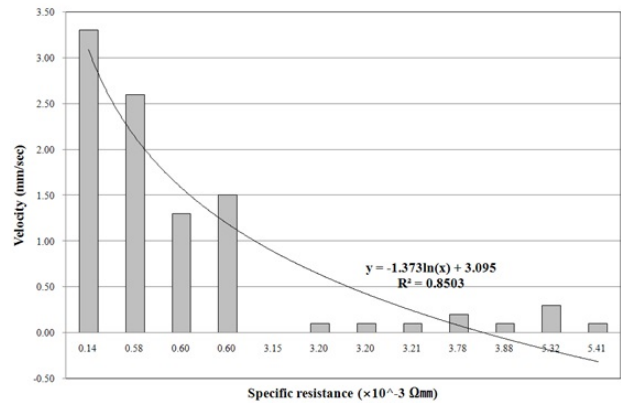


Fig. 9. Graph of Heat transfer velocity-Specific Resistance.

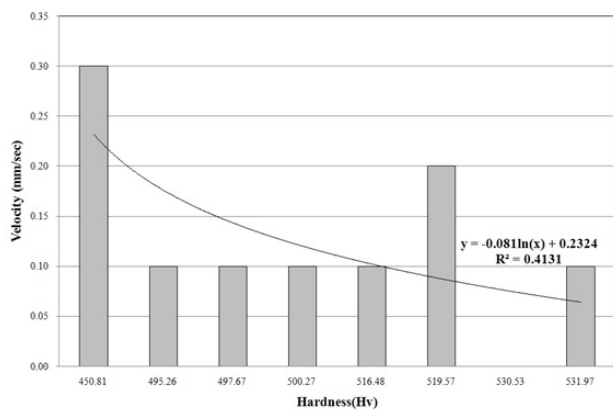


Fig. 8. Graph of Heat transfer velocity-Vicker's Hardness.

가 낮은 것으로 측정되었으며 Silver_IN, Silver_ZK, SS group의 경도는 높은 것으로 측정되었다. 한편 열전달속도 측정실험에서는 Silver_HL의 속도가 가장 높고, 그 다음으로 Au alloy group이며 Silver_IN, Silver_ZK, SS group의 속도가 가장 낮게 나타났다. 온침시편의 소재별로 경도와 열전달속도와의 상관관계를 분석하는 과정에서 Au alloy group과 Ag alloy group 중의 Silver_HL은 샘플수의 부족으로 상관관계를 분석하기에 어렵다고 사료되었으므로 배제하였고, 나머지 스테인리스강의 조성을 가지는 Silver_IN, Silver_ZK와 SS group의 8개 시편을 대상으로 분석한 결과 같은 조성을 가지는 본 시편들에서는 경도값이 낮을수록 열전달속도가 높아진다고 볼 수 있는데, 이를 나타낸 그래프는 Fig. 8와 같다. 이는 스테인리스강의 경우 철(Fe)을 주성분으로 하여 경도를 강화하기 위해 들어가는 크롬(Cr)과 니켈(Ni)이 자유전자의 이동을 방해하여 전기전도도와 열전도도를 낮게 하기 때문으로 사료된다. 향후 금침과 은침의 시편을 더 다양하게 확보하여 상관관계를 분석하

면 보다 의미있는 결과를 도출해낼 수 있을 것으로 사료된다.

온침시편의 비저항값을 측정한 결과 Silver_HL에서 가장 낮은 비저항값이 산출되었으며 그 다음으로 Au alloy group의 비저항값이 낮았고 Silver_IN, Silver_ZK, SS group이 가장 높은 비저항값을 나타냈다. 한편 열전달속도 측정에서는 Silver_HL의 열전달속도가 가장 높았고 그 다음이 Au alloy group이었으며 Silver_IN, Silver_ZK, SS group이 가장 낮은 속도를 나타냈다. 따라서 온침시편에서의 비저항값이 낮을수록 열전달속도는 높아진다고 볼 수 있으며 이들 상관관계를 나타낸 그래프는 Fig. 9와 같다. 그런데 비저항값은 식(2)에 의하면 저항값과도 비례하므로 향후 온침시편의 열전달력을 시험하고자 할 때에 저항값의 측정만으로 간단히 열전달능력을 예상할 수 있다는 장점이 있다고 사료된다.

임¹²⁾은 임상에서 뜸의 효과가 탁월함을 인정하면서도 피부화상¹⁵⁾이나 흉터가 남거나 날 수 있다는 이유로 인하여 소극적으로 응용되고 있음을 고려할 때, 경맥을 온통(溫通)케 함으로써 경락이 한체(寒滯)되고 기혈이 막힌 질병에 활용할 수 있는 온침요법에 대한 활발한 연구가 요구된다고 하였으므로, 온침을 이용하여 구벌의 온열효과를 낼 수 있는 방안을 연구해 볼 필요가 있다. 박¹⁶⁾은 구벌에서 온도변화는 예열기-가열기-보온기-냉각기로 구분되는데 이중 가열기는 급속한 열자극을 느끼게 되어 온열효과의 실질적인 역할을 담당한다고 하였다. 이에 따라 가열기를 중심으로 직접구, 간접구의 온도를 조사한 결과, 직접구는 100°C이하부터 300°C이상까지, 간접구는 대부분 35~52°C 사이로 나타났으며 조건에 따라 300°C를 기록한 것도 있었는데^{1,13-15,17-23)}, 결과에 미치는 변수는 격물의 종류, 애주의 수분함량, 건조시간, 보사법¹⁴⁾, 애주의 밀도, 격물의 두께¹⁹⁾, 격물에 자침(구멍)유무²⁰⁾ 등 여러 가지가 있다. 박^{24,25)}의 연구에 의하면 일반적으로 애주의 외형이 증가할수록 가열기와 보온기 시간이 지연되고 최고온도는 증가하는 경향이 관찰

되었고, 애주의 밀도가 낮을수록 최고온도와 평균온도는 높고, 최고 상승속도와 평균 상승속도는 빠른 경향성이 있음을 관찰하였다. 이러한 연구결과를 종합하여 간접구 시술시 유용한 자극온도를 42~45°C 정도로 제시하고 있으므로²⁰⁾ 이를 온침시편에 적용해보면 Au alloy group의 Ch2의 경우에 해당한다. 즉 간접구를 대용할 만한 온침소재는 금침으로 피부의 열원과의 거리를 25 mm로 유지시키는 경우에 해당한다고 할 수 있다. Silver_HL의 경우에는 Ch2의 온도도 50°C 이상이었으므로 간접구의 효과를 내려면 25 mm보다도 열원과 피부 사이의 거리가 길어야 하는데 임상적으로 침체의 길이와 애주의 크기 등을 고려해 볼 때 Silver_HL은 간접구로서는 적당하지 않다고 사료된다. 또한 직접구에 관한 연구결과에서 대부분의 결과가 100°C 이상이 나왔고 Silver_HL 시편에서 100°C가 측정되었으므로 직접구를 대용할 만한 온침은 Silver_HL이라 사료된다.

그러나 온침을 직접구, 간접구로 대용할 때 온열효과는 대체할 수 있으나 구법의 두 가지 효능 중의 하나인 진액의 용출로 인한 화학적 자극효과²⁰⁾는 대체할 수 없다는 한계점이 있다.

결 론

온침소재의 열전달 특성 연구를 위한 성분분석실험, 열전달속도 측정실험, 경도값 측정실험, 비저항값 측정실험 결과 열전달력은 Silver_HL, Au alloy group의 순서로 우수한 것으로 관찰되었고, 소재별로 경도값 측정 결과 스테인리스 조성의 시편군에서 온침시편의 경도가 낮을수록 열전달속도가 높은 것으로 나타났다. 그리고 비저항값의 측정 결과 비저항값이 낮을수록 전기전도도와 열전도도가 높으므로 Ag 소재의 온침이 전기전도도가 가장 우수하며 열전도도도 높은 것으로 나타났다. 이상을 보면 Ag를 주성분으로 하는 온침소재가 비저항값이 낮고 전기전도도, 열전도도가 높아 열전달력이 가장 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No. 2007-0054931, NRF-2014R1A1A10-04100).

References

1. Kim YH, Lee SH, Yeo SJ, Choi IH, Kim YK, Lim S. Study on Ignition Position-related changes in Warm Needle Temperature. Korean Journal of Acupuncture. 2008 ; 25(1) : 247-57.
2. 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.
3. An editorial department of Dea-gwang publication. Material encyclopedia. Jeonju: Dea-gwang publication. 2001 : 231, 380, 461.
4. Keum DU, Ye BJ. Current Development of Metallic Biomaterials. Journal of Korea Foundry Society. 1992 ; 12(1) : 21-4.
5. Baek YH, Chung IT, Lee SH, Lee JD, Choi DY. A study for biocompatibility of acupuncture's metal material - Focused on chemical composition and mechanical character -. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2004 ; 21(4) : 159-76.
6. Lim S, Lee S, Yi SH, Son YS, Choi SM, Kim YK. The Biological Safety of Stainless Steel Needles Used in Warm-needling. Evidence Based Complementary & Alternative Medicine. 2010 ; 7(2) : 259-64.
7. Park YB, Kang SK, Kim KS, Ahn CB, Oh HS, Huh W. An experimental study on the characteristics of moxa combination (I) - On the pattern of combustion temperature-. Journal of Korean Oriental Medicine. 1993 ; 14(1) : 169-78.
8. Choi GM, Eom TS. Effect of the quality of Acupuncture on Variation of temperature in the Warming needle. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 1992 ; 9(1) : 143-51.
9. Song YH, Kim JK, Choe YT. Effect of on-chim on depression of immune response induced by methotrexate in mice. Kyung Hee University Oriental Medicine Journal. 1989 ; 12 : 301-13.
10. Song YH, Choe YT. Effects of on-chim, laser acupuncture and acupuncture on the depression of the immune response induced cold stress in mice. Kyung Hee University Oriental Medicine Journal. 1992 ; 15(4) : 69-89.
11. 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.
12. Lim S. Effects of On-Chim on immune response induced by irradiation. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 1995 ; 15(2) : 191-206.
 13. Kim YH, Lee SH, Yeo SJ, Choi IH, Kim YK, Lim S. Study on Moxa density-related Changes in Warm Needle Temperature. Journal of Korean Oriental Medicine. 2008 ; 29(3) : 11-20.
 14. Kim YH, Lee SH, Yeo SJ, Choi IH, Kim YK, Lim S. The Study on Temperature Measurement for the Standardization of Moxibustion. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2008 ; 25(5) : 129-38.
 15. Lee GH, Lee GM, Hwang YJ. Experimental Study on the Thermodynamic Characteristics of Commercial Small-size Moxa Combustion. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2001 ; 18(6) : 171-87.
 16. Park YB, Kang SK, Koh HK, Oh HS. An Experimental Study of Moxa-Combustion Time by the Density of Moxa Material -On the point of time in the combustion stage-. Journal of Korean Oriental Medicine. 1994 ; 15(2) : 241-52.
 17. Frank P. Incropera, David P. Dewitt. Introduction to heat transfer. 4th ed. WILEY. Scitechmedia. 2003. p.2
 18. Cho MR, Park YB. The Experimental Study on the Characteristics of the Moxa - Combustion during the Retaining Period in the Kinds of Sliced Herbal Materials. Journal Of The Korea Institute Of Oriental Medical Diagnostics. 1999 ; 3(2) : 65-80.
 19. Lee GM, Lee GH, Moon SJ, Hwang BC, Guk US, Jang JY, et al. Experimental Study on the Characteristics of Combustion in the Indirect Moxibustion with Ginger. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2004 ; 21(3) : 193-214.
 20. Lee GM, Lee GH, Cho NG, Park SY. Experimental Study on the Characteristics of Combustion in Indirect Moxibustion with Garlic. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2004 ; 21(4) : 31-51.
 21. Park YB, Huh W. A Study of the Patterns of Combustion Temperature by Tonification and Sedation Method on the Heat - resisting Board. Journal Of The Korea Institute Of Oriental Medical Diagnostics. 1999 ; 3(2) : 81-93.
 22. Cho MR, Lee JD, Park DS, Kang SK, Kim CH, Lee YH, et al. The Experimental Study on the Characteristics of the Moxa - Combustion in the Kinds of Sliced Herbal Materials. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 1999 ; 16(4) : 345-63.
 23. Lee GM, Lee GH, Seo EM. The Experimental Study of Various Halts on the Characteristics of Heat Transfer in Indirect Moxibustion with Salt. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2004 ; 21(1) : 119-35.
 24. Park YB. On the Density of Moxa Material = An Experimental Study on the Characteristics of Moxa Combustion(II). Journal of Hyun-Gok academic society. 1996 ; 1(1) : 103-13.
 25. Park YB, Kang SK, Kim CH, Koh HK, Oh HS, Huh W. An Experimental Study on the Characteristics of Moxa Combustion in the Moxa Cone size - On the Pattern of Combustion temperature -. Journal of Korean Oriental Medicine. 1995 ; 16(1) : 370-8.
 26. Lee GM, Lee KS, Lee SH, Chang JD, Seo EM, Choi JS, Kim YJ. The study of standardization plan and usefulness of Moxa Combustion. Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2003 ; 20(6) : 69.