

强磁性 스테인리스강 磁化鍼의 개발

홍도현*



[Abstract]

Development of Magnetized Ferromagnetic Stainless Steel Acupuncture Needle

Do Hyun Hong*

Objectives : Manufacturing and manipulation techniques of acupuncture can be interpreted as an induced electromagnetic viewpoint, as proposed in previous study. Considering from this point of view, the magnetization of needles should be essential to enhance the electromagnetic effects during the behavior of the acupuncture needling.

Methods : The current disposable needles are made of non-magnetic stainless steels, so ferromagnetic materials were searched as suitable substitutes. Meanwhile, at the practical view, stainless steels are very available for the several superior properties like as corrosion resistance, strength, etc., magnetic stainless steels were first investigated. Some types of them still preserved the ferromagnetic properties of iron, so trial needles were made with them. And then magnetization of them were followed.

Results : Among the hundreds types of stainless steels, martensitic or ferritic ones are ferromagnetic. The needles made with these ferromagnetic wires were magnetized, and polarized by magnetizer, and their magnetic properties were improved. Moreover, in addition to the superiority of the magnetism, the electrical and thermal conductivities of them were even better than those of the current austenitic stainless steels.

Conclusions : Through the developmental study based on the electromagnetic viewpoint, the magnetized and polarized acupuncture needles were completed. This means that these needles having improved magnetism can be used to improve the electromagnetic needling effects, and moreover, their superiorities in the electrical and thermal conductivities can also give another benefits in treatments of electrical or warm needling.

Key words :

Magnetized acupuncture
 needle;
 Ferromagnetic stainless
 steel;
 Induced electromagnetic
 effect;
 Polarized acupuncture
 needle

Received : 2014. 05.09.
 Revised : 2014. 05.09.
 Accepted : 2014. 05.29.
 On-line : 2014. 06.20.

* Corresponding author : 204-406, Gukhwa apt, 201, Dunsan-ro, Seo-gu, Daejeon, 302-782, Republic of Korea
 Tel : +82-10-5598-0721 E-mail : bihong11@hanmail.net

© 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.

The Acupuncture is the Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Medicine Society. (<http://www.TheAcupuncture.org>)
 Copyright © 2014 KAMMS. Korean Acupuncture & Moxibustion Medicine Society. All rights reserved.

I. 서론

鍼術은 2천여 년 전에 정립(《黃帝內經》, BC 700~AD 220)된 독특한 경락체계를 바탕으로 현재에 이르기까지 지속적인 역할을 수행하여 왔다. 이 같은 침법 체계를 합리적으로 해석해 내고자 하는 실체규명의 필요성에 따라 다각도의 기전연구가 이루어졌고, 그 결과 우리는 인체 내의 경맥과 경혈의 기능적 속성, 鍼刺 방식에 따른 반응의 양태, 자침에 따른 체내의 반응기전 등에 관하여 많은 것을 알 수 있게 되었다¹⁻⁴⁾. 특별히 미약전자기적 측면에서 인체의 경혈은 전자기적으로 특이하고 침 자극에 의해 다양한 전자기적 효과를 확인할 수 있으며 이는 통증의 제어나 증상의 개선 등을 포함한 치료효과에 긴밀하게 작용한다는 많은 연구 결과가 존재한다⁵⁻⁷⁾. 침법 체계에서 침은 명백히 치료의 주된 수단이다. 그럼에도 그간의 연구들은 대부분 경혈이나 경맥 자체의 특성 究明에 대한 것이나^{8,9)}, 수기자극 방식에 따른 자침효과 검증¹⁰⁾, 또는 특정 침치의 자극에 대한 반응연구 등^{11,12)}에 치우쳐 있었으며, 침 자체의 기능 특성에 대한 연구는 전적으로 간과한 측면이 있다. 필자는 전통침 제법상의 磁化 공정과 《黃帝內經》 보사수법의 전자기적 상응관계를 연계하여 침의 전자기적 유도인자로서의 역할 가능성에 대한 추론적 결과를 보고한 바 있으며, 또한 이와 연계한 자화침의 개발필요성을 제기한 바 있다¹³⁾. 본 논문은 이에 연계한 후속연구로서 유도전자기적 매개체로서 자화침의 개발에 관한 것이다. 연관된 연구에 있어서 경혈에 靜磁場을 부여하여 그 영향을 고려하거나^{4,15)}, pulsed magnetic field(PMF)에 의한 자극효과를 연구한 사례¹⁶⁻¹⁸⁾ 및 침습된 침체에 자장을 부여하여 그 영향을 고려한 몇몇의 실험 연구¹⁹⁻²¹⁾도 있었지만, 이상의 사례들은 기술적으로 磁化된 鍼體에 의한 침습 자극과는 다른 경우로서, 이러한 방법으로는 침체의 염전이나 제삽 등을 통한 수기 효과를 부여하지도 못하며, 이에 상응한 전자기적 효과를 유도해 내지도 못한다.

자화침은 강자성 소재를 鍼線으로 한 침의 준비와 着磁 기술의 결합으로 실현이 가능한데, 현재 일회용 호침의 주류 소재인 오스테나이트계 스테인리스강은 대표적인 非磁性 소재여서 着磁이 불가능한 소재이다. 다행히 몇몇 스테인리스강종은 강자성을 保持하고 있어서 실용적 측면에서 일회용 침이 부가적으로 갖추어야 할 적절한 기계적·물리적 우수성이나 화학적·생물학적 적합성 등을 활용하기에 적합하다. 본 연구는 물성연구와 試作연구를 통해 실현한 강화된 자기적 특성을 갖는 스테인리스강 자화침의 개발과정과 결과에 대한 보고이다. 본고에서 기술하는 침에 관한 내

용은 호침만을 지칭하는 협의적 의미로 사용하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 연구

- ① 선행연구¹³⁾를 통하여 제기한 자화침의 개발 필요성에 따라 자기적 측면에서 현재의 비자성 호침을 대체할 강자성 호침의 개발을 연구 목표로 설정하였다. 다만 소재의 대상범주에서 제반 금속 소재에 대한 광범위한 조사를 하는 대신에, 실용성 측면에서 기존의 스테인리스강 소재가 가진 우수한 기계적·물리적 특성 등을 살릴 수 있도록 탐색의 범위를 스테인리스강 소재로 한정하였다.
- ② 현재 사용되는 호침소재를 포함한 스테인리스강의 강종별 조성과 일반적 특성을 자기적 관점에 주안점을 두고 문헌 및 제반 자료를 조사하였고, 더불어 기능적으로 침이 經氣의 조절수단 뿐만 아니라 전기나 열자극의 매개수단으로도 동시에 역할을 함을 고려하여 전기전도성, 열전도성 및 기타 기계적 특성을 함께 조사하였다.
- ③ 강자성 속성이 있으면서 여타의 기계적·물리적 특성 등이 침소재로 적합하다고 판단되는 페라이트계 스테인리스 강종(STS 430)을 선택하여 시제품을 제작하기로 결정하였다.

2. 시제품 제작

1) 재료

스테인리스강선은 KS 규격 범위 내에서 제조업체별로 자사별 공정 특성에 맞도록 약간씩 다른 규격으로 생산되는데, 가장 널리 유통되는 호침의 외형 규격으로 0.30 mm 직경의 페라이트계 강선을 입수하였다.

- ① 鋼種 : STS 430 Stainless steel wire(Lot No. 11401024)
직경 0.30 mm, 중량 20.8 kg 1 roll.
- ② 조성(숫자는 wt % ; 괄호 안은 KS 규격)
Cr17(16~18)-C0.05(≤0.12)-Si0.5(≤0.75)-Mn0.5(≤1.0)-P0.04(≤0.04)-S0.03(≤0.3)

③ 생산업체 : Shine Co. LTD(경남 김해시)

2) 호침의 제조

현재 국내에서 유통되는 호침은 제강업체로부터 입수한 스테인리스강선을 鍼線 재료로 하여 제침 업체에서 제작되는데, 세부적으로는 원자재의 입고, 收入 검사, 저장, 반출, 鍼柄의 준비, 침체의 절단, 세척, 코팅, 鍼柄 작업, 침침의 연마 등 여러 공정을 거쳐 만들어지며 세척 후에 단위 포장된 침은 멸균 처리를 통하여 최종적으로 사용 준비된다. 본 연구에서는 신규 소재를 사용한 시제품의 소량 생산은 업체마다 별도의 연구용 pilot 설비를 갖춘 곳이 없으므로 본 생산 설비의 생산 라인을 중지한 채 작업해야 하므로 진행 과정에서 어려움이 있었다. 그러나 (주) KMS(충남 천안시 소재)의 호의적인 협조로 본 생산 설비에서 표준적 생산 공정에 따라 소량의 호침을 제작할 수 있었다.

3) 着磁

제작된 試製 호침을 자석 제조업체((주)서울자석)에 의뢰하여 극성별로 요크 착자하되, 착자된 침침의 磁極에 따라 N침과 S침으로 구분하였다. 착자는 착자기의 내부 코일에 인가된 전류에 의해 형성된 자장공간에 자성체를 적절한 방향에 위치시켜 임의의 극성을 부여하는 방식으로 이루어 지는데, 유통되는 포장단위와 상응하도록 각각 10매씩 비닐 포장된 상태로 자화 공정을 진행하였다.

4) 표면 자력 측정

자화된 침의 극성과 표면 자화 특성을 KANETEC社의 TESLA METER TM-701 표면 자력 측정기를 사용하여 확인하였다.

III. 결 과

다음에 인용된 물성 값들은 스테인리스 핸드북²²⁾ 등을 포함한 각종 서적이나 논문 등의 문헌 자료뿐만 아니라 온라인상의 American Iron and Steel Institute(AISI)²³⁾, British Stainless Steel Association(BSSA)²⁴⁾, International Stainless Steel Forum(ISSF)²⁵⁾, 한국철강협회²⁶⁾ 자료 등을 종합적으로 참고하였다.

1. 스테인리스 강종별 물성 비교

1) 磁性

다음 표(Table 1, 2)는 스테인리스강종별 조성 및 자기적 성질을 나타낸 것으로, 현재 식약청에서 관리하는 일회용 호침 소재(STS 304, STS 316)는 오스테나이트계 스테인리스강으로 모두 비자성 소재이다²⁷⁾. 반면 페라이트계

Table 1. The Compositions and Characteristics of Several Stainless Steel Types

| | Type | Composition | ρ^* | R^\dagger | K^\ddagger | Magnetic property |
|-----|--------|--------------------|----------|-------------|--------------|-------------------|
| ASS | 304 | 18Cr-8Ni | 8.0 | 73 | 15 | Non-magnetic |
| | 316 | 18Cr-12Ni-2Mo | 8.0 | 74 | 15 | |
| | 316L | 18Cr-12Ni-2Mo-LC | 8.0 | 74 | 15 | |
| FSS | 409L | 11Cr-0.2Ti-LCN | 7.8 | 57 | 25 | Ferromagnetic |
| | 430 | 17Cr-0.05C | 7.8 | 60 | 25 | |
| | 436L | 18Cr-1Mo-0.3Ti-LCN | 7.8 | 60 | 25 | |
| MSS | 410 | 13Cr-0.04C | 7.8 | 57 | 30 | Ferromagnetic |
| | 420 | 13Cr-0.2C | 7.8 | 55 | 30 | |
| DSS | 329J3L | 22Cr-5Ni-3Mo-0.15N | 7.8 | 75 | 15 | Magnetic |
| | 329LD | 20Cr-2.5Ni-1.4Mo-N | 7.8 | 75 | 15 | |

* : density(mg/cm³).
 † : electrical resistivity($\mu\Omega$ -cm, 20 °C).
 ‡ : thermal conductivity (W/m-K, 20 °C).
 ASS : austenitic stainless steel.
 FSS : ferritic stainless steel.
 MSS : martensitic stainless steel.
 DSS : duplex stainless steel.

Table 2. Magnetic Properties of Several Stainless Steel Types

| Type | Permeability(R)* μ/μ_0 | Magnetic flux(S) [†] (10^3 G) | Magnetic flux(R) [‡] (10^3 G) | Cohesive force (A/m) | Magnetic property |
|---------------|---------------------------------|--|--|-------------------------|-------------------|
| ASS | 304 | 1.004 | — | — | Non-magnetic |
| | 316 | 1.003 | — | — | |
| MSS | 410 | 750 | 14~15 | 5.5~6.5 | Ferromagnetic |
| | 420 | 950 | 14~15 | 7.5~8.5 | |
| FSS | 430 | 1,800 | 14.5~15.5 | 7.0~8.0 | |
| Iron (99.8 %) | | 5,000 | 6.0~7.0 | 1.3 | 12 |

* : relative permeability.
 † : saturation magnetic flux.
 ‡ : residual magnetic flux.

Table 3. Electrical Properties of Several Stainless Steel Types

| | Electrical resistance($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)(20 °C) | Electrical conductivity(20 °C)($10^6(\Omega \cdot \text{m})^{-1}$) | |
|--------------|---|--|------|
| ASS | 304 | 72×10^{-6} | 1.39 |
| | 316 | 74×10^{-6} | 1.35 |
| MSS | 410 | 57×10^{-6} | 1.75 |
| | 420 | 55×10^{-6} | 1.82 |
| FSS | 430 | 60×10^{-6} | 1.67 |
| Iron | | 9.9×10^{-6} | 10.1 |
| Carbon steel | | 14.3×10^{-6} | 7.69 |

Table 4. Thermal Properties of Several Stainless Steel Types

| | Melting point(°C) | Specific heat (cal/g°C) | $C^*(\alpha \times 10^5)(\text{m}^2/\text{s})$ | $K^\dagger \text{W}/(\text{m.K})(20 \text{ }^\circ\text{C})$ | |
|--------------|-------------------|-------------------------|--|--|-----|
| ASS | 304 | 1,399~1,454 | 0.12 | 0.395 | 15 |
| | 316 | 1,485~1,535 | 0.12 | 0.348 | 15 |
| MSS | 410 | 1,482~1,532 | 0.11 | 0.699 | 30 |
| | 420 | 1,425~1,510 | 0.11 | 0.699 | 30 |
| FSS | 430 | 1,427~1,510 | 0.11 | 0.732 | 25 |
| Cooper | | 1,084 | 0.092 | 11.70 | 401 |
| Iron | | 1,530 | 0.11 | 2.28 | 80 |
| Carbon steel | | 1,425~1,530 | 0.12 | 1.54 | 54 |

* : thermal diffusion coefficient.
 † : thermal conductivity.

(ferritic stainless steel, FSS)나 마르텐사이트계(martensitic stainless steel, MSS)는 이와 달리 강자성 스테인리스강으로 높은 포화자속밀도(saturated flux density, Bs), 잔류자속밀도(residual flux density, Br)값을 나타내는데, 자기안정성과 관련하여 페라이트계는 硬磁性的인 마르텐사이트계에 비해 상대적으로 軟磁性的 특성이 있다²⁸⁾.

2) 전기 전도성

스테인리스강은 철이나 탄소강에 비해서는 상대적으로 낮은 전기전도성을 나타내는데, 특히 현재의 호침 소재인 오스테나이트계 스테인리스강은 페라이트계나 마르텐사이트계에 비해서 20~30 %정도 전기 전도성이 낮다(Table 3).

Table 5. Mechanical Properties of Some Stainless Steel Types

| | | Density (kg/m ³) | Yield strength (MPa) | Tensile strength (MPa) | Elongation (%) | Hardness | | Modulus of elasticity (GPa) |
|-----------------|-----|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | | Brinell (kgf/mm ²) | Rockwell B (kgf/mm ²) | |
| ASS | 304 | 8,000 | 177 | 520 | 60 | 150 | 90 | 200 |
| | 316 | 8,000 | 177 | 520 | 50 | 180 | 90 | 200 |
| MSS | 410 | 7,800 | 226 | 441 | 20~35 | 135~160 | 93 | 210 |
| | 420 | 7,800 | 206 | 520 | 15~30 | 160~190 | 97 | 234 |
| FSS | 430 | 7,800 | 206 | 451 | 30 | 160 | 88 | 200 |
| Carbon steel | | 7,870 | 285 | 340 | 20 | 163 | 84 | 200 |

3) 열 전도성

Table 4는 스테인리스강종별 용점, 비열, 열전도도, 열 확산계수이다. 이중 열의 이동과 관련한 물성인 열전도도에서 페라이트계나 마르텐사이트계 스테인리스강은 오스테나이트계에 비해 60~100 % 정도 우수하다.

4) 기타 기계적 특성

Table 5에 스테인리스강종별 기계적 특성을 나타내었다. 페라이트계나 마르텐사이트계는 작업성과 관련한 신장률이 약간 떨어지는 것을 제외하면 오스테나이트계에 비해 의미 있는 물성 차이는 보이지 않는다.

2. 자화침

1) 시제품

(1) 착자 전
0.30 mm(∅)×40 mm(L) 규격으로 試作된 FSS 호침을 기존의 유통 침(동일규격-D사)과 비교하였다(Fig. 1).

(2) 착자 후
침침이 각각 N, S극을 선택적으로 부여된 자화침을 얻을 수 있었다(Fig. 2).

A. Current ASS needles (STC 304)



ASS : austenitic stainless steel.

B. Ferromagnetic FSS needle (STC 430)



FSS : ferritic stainless steel.

Fig. 1. The appearance of the current STS 304 needles and newly produced STS 430 ones



A. N polar needle



B. S polar needle



C. Polar needle magnet attached

Fig. 2. The magnetized acupuncture needles assigned to the different polarity

Table 6. Surface Magnetic Flux of Magnetized Acupuncture Needles

| | STS 304 | STS 430 (N needle) | | STS 430 (S needle) | |
|---------------------|----------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| | (non-magnetic) | Before treated | Magnetized | Before treated | Magnetized |
| Surface flux(gauss) | N 0.5 | N 0.5 | N 50~N 25 | N 0.5 | S 20~S 45 |

2) 자력 측정 결과

N극 또는 S극으로 착자된 磁化鍼의 표면 자력을 측정된 결과, 침침의 둘레 방향으로 균일하지는 않지만, 착자 전에 비해 현저한 자력의 향상을 확인 할 수 있었다(Table 6).

IV. 고찰

다른 기술적 도구들이 주변 여건의 변화에 따라 소재나 기능 등이 달라져 왔듯이, 침 또한 의학적 상황이나 기술적 진보 등에 따라 그 재질이나 소재의 다양성 등에서 많은 변화를 통해 현재에 응용되고 있다. 그러나 돌이켜 보면 현재의 술사들은 전통침의 기능적 역할에 대한 진지한 고민 없이 비본질적인 기술적 진보만을 반영한 채 녹이 슬지 않고 강하고 단단한 현재의 소재를 무비판적으로 받아들여 사용해오고 있었음을 인정해야 한다. 침을 주된 치료 수단으로 활용하는 우리는 이제 몇몇 군소 제조업체에서 공급하는 無味한 침의 수동적인 사용태도에서 벗어나 침의 기능적 역할에 대해 적극적으로 고민하고, 또한 그 역할에 따른 최적화된 침의 개발에 노력을 경주해야 될 때라고 생각하였으며, 이런 관점에서 본 연구에서는 磁氣能의 부여를 가장 중요한 기능 요소로, 열 및 전기적인 전도성의 향상을 부가적인 기능 요소로 판단하였다.

우선 자기적 성능의 향상과 관련하여, 본 연구의 주제인 자화침의 개발은 유도전자기적 경기조절 효과를 발현하기 위한 기본 전제에 해당하는 것으로, 이렇게 자화된 침은 실제 임상에서 향상된 침 효과를 발현할 수 있을 때 가장 우선적인 의미가 있을 것이다. 유도전자기효과를 경락 경혈의 특성 중 하나로 모델링하여 연구 설계한 Pan JG²⁹⁾이나, 자침의 기능을 전자기유도에 의한 신호거동의 제어, 혈액의 재분포, 면역반응 유도등의 복합작용으로 가정한 Chang Shyang³⁰⁾의 견해는 이런 측면에서 본 연구의 취지와 일맥상통한 의미를 담고 있다.

주지하듯이 자화는 자성체에 자석을 접촉시키거나 전기적 흐름을 부여하는 방식 등 다양한 방법으로 이루어 낼 수 있다. 따라서 현재의 호침이 자성체이기만 하면 여기에 자화공정의 추가만으로 손쉽게 자화침의 실현이 가능하다.

그러나 아쉽게도 현재 식약청에서 관리하는 일회용 호침 소재는 오스테나이트계 스테인리스강(STS 304, STS 316)으로 이는 전형적인 비자성 소재(오히려 비자성성을 장점 중 하나로 내세우는 소재)이다. 따라서 자화침의 실현을 위해서는 자성이 우수한 새로운 소재의 탐색이 필요하였는데, 여기에는 법규 제도 측면이나 침체 자체의 여러 가지 요구특성 등을 포함한 실용적인 면에서의 광범위한 고려가 선행되어야 한다. 따라서 우선적으로 스테인리스강 소재로 한정하여 종별 물리적 특성(자기적 특성을 중심으로)을 확인하였는데, 그것은 스테인리스강은 보통강에 비해 수천 배 이상의 내식성이 있고, 내마모성, 강도, 내산화성, 내열성 등이 매우 우수한 소재로 침 재료로 적합한 소재이기 때문이다.

Fig. 3은 스테인리스강 대표소재 몇몇 종의 자기이력곡선이다²⁸⁾. 마르텐사이트계나 페라이트계 자성소재는 오스테나이트계에 비해 1,000배 내외의 상대 자화 용이성(relative permeability)을 나타내고 포화자력이 1.5 T 이상이며 잔류자력도 각각 0.5, 0.8 T에 이를 정도로 강자성적 속성이 있다. 두 소재의 비교에서는 페라이트계는 마르텐사이트계에 비하여 쉽게 자화되고 항자력(coercive force, Hc)이 작아 자화 안정성이 떨어지며 상대적으로 연자성적인 특성을 보인다. 페라이트계의 항자력은 상대적으로 크지 않지만 잔류자력에 영향을 미칠 정도의 외부 자기적 영향 하에 직접 노출되지만 않는다면 사용상 문제가 되

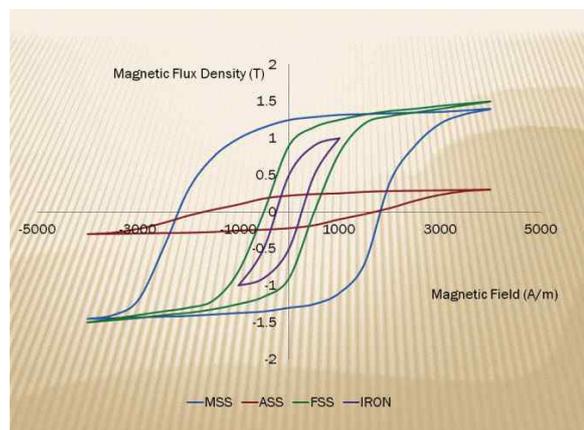


Fig. 3. Hysteresis curves of several stainless steel types

지는 않을 것이다. 그보다는 오히려 필요에 따라 영구자석을 사용하여 쉽게 자화하여 사용할 수 있음이 장점이라고 판단된다.

본 연구의 기술 내용인 침체에 대한 자성의 부여(착자)는 다음과 같은 두 가지 기술적 장점을 포함하고 있다. 하나는 필요에 따라 N침과 S침의 선택적 부여가 가능하다는 점이며, 다른 하나는 포화잔류자력의 범위 내에서 적절한 잔류자력의 부여가 가능하다는 점이다. 이는 추후 보완된 연구를 통하여 최적의 극성과 잔류자력을 부여한 침을 임상에서 쉽게 활용할 기술적 바탕이 될 수 있다. 한편 조직상으로 오스나이트계와 페라이트계가 절반 정도씩 배합된 이상계(듀플렉스)도 일정한 자성 특성이 있지만 오스테나이트계가 혼재된 조직 특성상 페라이트계나 마르텐사이트계에 비해 자성이 떨어진다.

한편, 현재의 일회용 호침은 補瀉를 통한 경기조절수단 뿐만 아니라, 기능적으로 온열 자극의 매개(뜸, 화침)나 전기 자극의 전달 수단(전침)으로도 동시에 역할하고 있다. 따라서 전기적 및 열적 전도성은 중시해야 할 주요한 기능요소들이다.

먼저 전기전도성과 관련하여 현재의 호침은 전침장치에 연결되어 비만, 통증 등 다양한 질환이나 증상에 통전의 매개로 이용되고 있다. 전기전도도(electrical conductivity)는 比抵抗의 역수로 표현되는데 이는 전류를 잘 통과시키는 정도를 말하며 일반적으로 열전도도와 비례한다. 그럼에도 불구하고 정작 그 자극의 전달체인 침에 대한 전도특성을 고려한 연구사례는 찾아볼 수 없다. Fig. 4는 몇몇 스테인리스강에 대한 강종별 전기저항의 비교곡선이다. 마르텐사이트계나 페라이트계 소재는 오스테나이트계 소재에 비해 상온에서 각각 25%, 30% 이상의 우수한 전기전도도 값을 나타낸다. 이는 磁體의 전기 저항에 의한 열 손실을 줄여

필요한 전기적인 신호 자극을 더욱 효율적으로 인체의 내부로 전달할 수 있음을 의미한다.

다음으로 열전도성의 향상과 관련하여, 열전도도(thermal conductivity)는 어떤 재료가 열을 전달할 수 있는 능력을 나타내는데 고체 내에서는 격자진동과 자유전자에 의하여 전달된다. 침과 뜸을 결합한 치료법 중에서 뜸을 침체에 부착하여 열전달을 도모하는 방식인 溫鍼이나 침체를 직접 가열하는 방식인 火鍼은 침체의 열전도특성인 온열 작용에서 매우 중요한데, 경혈에 삽입된 침을 통한 인체로의 열전달은 뜸이나 기타의 열원에 의한 전도와 고주파 열침과 같이 침체의 전기저항에 따른 발열을 이용하는 방식 등으로 임상에 활용되고 있다. 침을 통한 열전도는 침의 재질이나 길이, 굵기 및 뜸의 크기 등이 주요한 변수가 되며, 침체의 재질과 관련하여서는 일회용 호침의 점화 부위에 따른 온도분포 연구³¹⁾나 스테인리스강 소재를 포함한 금·은침에 대한 비저항, 열전달 속도 등을 측정하여 보고³²⁾한 연구 등에서 확인한 바와 같이 비저항 값이 낮을수록 열전달속도나 열전도도가 높아진다. Fig. 5는 페라이트계(STS 430)나 마르텐사이트계(STS 410, 420)소재가 기존 침소재인 오스테나이트계(STS 304, 316)에 비해 각각 60%, 100% 이상 우수한 열전도 특성이 있음을 보여준다. 이는 이들 소재로 만들어진 침을 통해 동일한 열원으로 쉽게 체내로 온도전달이 가능하다는 뜻으로, 전기전도와 마찬가지로 특정의 에너지를 침체로 유실하지 않은 채 의도한 穴處에 더욱 효과적으로 전달할 수 있음을 의미한다. 그리고 여타의 물성 측면에서도 본 연구의 호침 소재로 사용된 페라이트계(STS 430) 강선은 연신율에서만 상대적으로 약간 낮은 값을 보일 뿐 기계적 성질에서는 기존 침 소재(STS 304, 316)에 비해 강도, 경도나 탄성계수 등에서 큰 차이가 없다. 다만 니켈이 거의 포함되지 않은 조성 특성상, 가혹

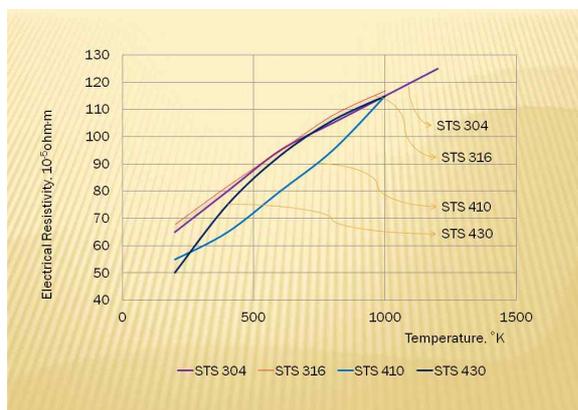


Fig. 4. Electrical resistances of several stainless steel types

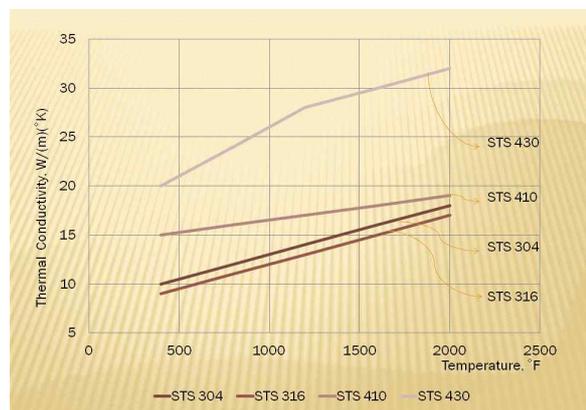


Fig. 5. Thermal conductivities of several stainless steel types

한 조건에서 내부식성이 약간 저하될 가능성이 있다. 그러나 호침은 가혹한 조건에서 장시간 노출되는 환경에서 사용되는 것이 아니므로 실제 사용상에서 큰 문제가 되지는 않을 것으로 판단된다. 물론 식약청의 멸균침 규격이나 관리 범위에 적합한 부식(전기적·화학적)이나 여타의 생체 안정성 등에 대한 검증은 추가적으로 연구가 필요할 것으로 생각된다. 한편 인체 적합성 측면에서 마르텐사이트계나 페라이트계 스테인리스강 호침은 전기화학적 부식과정에서 그동안 금속 침착에 따른 알레르기 유발물질^{33,34)}로 지속적으로 제기되어온 오스테나이트계 스테인리스강 호침(Ni이 8~12 wt% 함유)의 니켈 금속 문제가 없는 점은 오히려 장점이 될 수 있을 것이다.

이상의 탐색 및 개발연구를 통하여 필자는 기존침의 磁氣能의 한계를 극복하고, 열전도 및 전기전도 특성에서도 현재의 침보다 우수한 호침의 개발을 실현하였고, 이는 임의(N 또는 S)의 극성과 임의(의도한 양만큼)의 자력이 부여된 호침의 실현이 기술적으로 가능함을 의미한다는 점을 기술하였다.

그러나 이번 자화침의 개발이 강자성 소재의 탐색과 착자리는 단순 조합으로만 인식되어서는 안 될 것이다. 그것은 고전 침법상 침의 기능적 역할에 대한 연구와 이를 통한 자화침의 필요성이 전제되지 않고서는 이러한 기술적 조합은 별 의미가 없을 것이다. 만약 다양한 검증연구를 통하여 자화침이 유의성 있는 효과의 발현으로 이어질 수 있다면 이는 그 자체로 의미 있는 의학적 성과가 될 뿐만 아니라, 나아가 침법과 침술의 도약을 위한 중요한 단초가 될 것이라고 생각한다.

본 개발 연구에서 개인적인 연구의 한계로 인하여 연구의 범위나 장비 활용 등에서 여러 제약이 있었던 점은 다소나마 아쉬운 부분으로 남아 있으나, 침의 기능적 역할범위와 관련하여 현대의 침이 본 연구에서 언급한 자기적 전기전도나 열전도적 역할뿐만 아니라 자극 의학적 관점 속에서 종합적으로 규정되고, 해석되고, 설계되고, 체계화되는 다양한 연구를 기대해본다. 이러한 노력이야말로 침의 종류를 달리하여 九鍼으로 활용했던 고인들의 뜻을 이어 새로운 九鍼의 시대를 열어가는, 이른바 전통적 침법에 대한 올바른 현대적 승계라 할 것이다. 향후 자기자극에 의한 신호의 전달과정 및 이에 따른 인체의 반응, 치료효과에 대한 검증 등에 대한 상세한 검증연구와 더불어, 침 자체의 기계적 요구 물성의 구비, 물리적·화학적·생물학적 안정성, 생체 적합성에 대한 검증을 통하여 그 실제적 응용이 가능하기를 기대한다.

V. 결 론

선행연구의 결과를 토대로 제기한 자화침의 개발 필요성에 따라, 현재의 비자성 호침 소재의 磁性的 한계를 극복할 수 있는 磁化鍼의 개발을 도모하였다. 이는 자화능을 갖는 소재의 탐색과 着磁의 기술적 과정으로 이루어졌다.

1. 침체의 자화는 자성체의 착자를 통해 실현이 가능한데 탐색결과 현재 침체로 사용되는 오스테나이트계와는 달리 페라이트계, 마르텐사이트계 스테인리스강은 강자성 속성이 있다.
2. 이들 강자성 소재 중 한 종(STS 430)을 선택하여 침을 試作, 착자한 결과 침체에 임의(N극 또는 S극)의 극성을 부여한 자화침 실현이 가능하였다.
3. 더욱이 자화침 소재로 적합한 페라이트계, 마르텐사이트계 스테인리스강 소재는 전기전도성이나 열전도성 측면에 서도 현재의 상용 오스테나이트계 소재에 비해 우수하여 전침이나 온침 등으로 활용되는 침의 기능특성상 부가적인 이점이 있다.
4. 자화침의 개발은 침의 효과를 향상시킬 잠재적 가능성에 가장 큰 의의가 있다고 생각하며, 아울러 현대적 기술과 결합된 자기적 기술체계가 한의학적 기술 범위로 자리매김할 근거로서도 의미부여가 가능하다고 생각한다.
5. 자화침의 효과 발현에 관련한 실증 연구 및 최적의 磁鍼 소재에 대한 추가적인 탐색연구를 기대하며, 더불어 온침이나 전침 소재를 포함한 다양한 기능적 침의 개발에 작은 참고가 될 수 있기를 또한 희망한다.

VI. 감사의 글

어려움이 있었던 페라이트계 강선의 확보에 적극적으로 도움을 주신 (주)Shine의 정시연 부장님과 호침의 試作과정에서 선뜻 협조해주신 (주)KMS의 이정남 부장님을 비롯한 관계자분들께 다시 한 번 고마운 마음을 전합니다.

VII. References

1. Shyang Chang. The meridian system and mechanism

- of acupuncture. A comparative review. Part 1 : The meridian system. *Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2012 ; 51(4) : 506-14.
2. Wang GJ, M. Hossein Ayati, Zhang WB. Meridian studies in China: a systematic review. *J Acupunct Meridian Stud*. 2010 ; 3(1) : 1-9.
 3. Ulett GA, Han J, Han S. Traditional and Evidence-based Acupuncture: history, mechanisms, and present status. *South Med J*. 1998 ; 91(2) : 1115-20.
 4. Edward S Yang. Ancient Chinese medicine and mechanistic evidence of acupuncture physiology. *Pflugers Arch*. 2011 ; 462(5) : 645-53.
 5. Becker RO, Reichmanis M, Manno AA et al. Electrophysiological correlations of acupuncture points and meridians. *Psychoenergetic Systems*. 1976 ; 1 : 105-12.
 6. Lee MS, Jeong SY, Lee YH et al. Differences in electrical conduction properties between meridians and non-meridians. *Am J Chin Med*. 2005 ; 33(5) : 723-8.
 7. Becker RO. Exploring new horizons in electro-medicine. *J Altern Complement Med*. 2004 ; 10(1) : 17-8.
 8. Ben Hui, Rong PJ, Li L, Gao XY, He W. Effects of different acupuncture stimulations on NO contents in acupoint areas. *Journal of Traditional Chinese Medicine*. 2010 ; 30(1) : 25-9.
 9. Lee JH, Wan HT, Zhang H, Tian M. Current applications of molecular imaging and luminescence-based techniques in traditional Chinese medicine. *Journal of Echonopharmacology*. 2011 ; 137(1) : 16-26.
 10. Loren John Martin. Systematic manipulation of complex magnetic field parameters and pharmacological interactions to produce analgesia in wistar rats. Ontario : School of Graduate Studies Laurentian University Sudbury(Master of Science in Biology). 2004 : 1-11.
 11. Cho JH, Chung SC, Jones JP et al. New findings of the correlation between acupoints and corresponding brain cortices using functional MRI. *Proc Natl Acaa Sci USA*. 1998 ; 95(5) : 2670-3.
 12. You TB, Bai LJ, Dai RW et al. Acupuncture induces divergent alterations of functional connectivity within conventional frequency bands: Evidence from MEG Recordings. *PLOS ONE*. 2012 ; 7(11) : 1-10.
 13. Hong DH. A study on the characteristics of manufacturing and the electromagnetic correlations of traditional acupuncture needle. *The Acupuncture*. 2013 ; 30(5) : 95-105.
 14. Michael I Weintraub, Gil I Wolfe, A Barohn et al. Static magnetic field therapy for symptomatic diabetic neuropathy : a randomizes, double-blind, placebo-controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003 ; 84(1) : 736-46.
 15. Agatha P Colbert, James Cleaver, Kimberley Ann Brown et al. Magnets applied to acupuncture points as therapy: a literature review. *Acupuncture in Medicine*. 2008; 26(3) : 160-70.
 16. Lee HS, Hwang DG, Cha YY. An analytical comparison in electroencephalography and electrocardiography under pulsed magnetic field and acupuncture stimulus on acupoint PC₉. *Journal of Magnetism*. 2012 ; 18(2) : 192-6.
 17. Ogasawara Chie, Shinbara Hisashi, Taniguchi Hiroshi et al. Effect of manual acupuncture on motor evoked potentials induced by transcranial magnetic stimulation in human. *Journal of the Japan Society of Acupuncture and Moxibustion*. 2011 ; 61(2) : 164-73.
 18. Hazlewood CF, Marko Markov. Trigger points and systemic effect for EMF therapy. *Environmentalist*. 2009 ; 29(2) : 232-9.
 19. Loren John Martin. Systematic manipulation of complex magnetic field parameters and pharmacological interactions to produce analgesia in winstar rats. A Thesis Submitted to Laurentian University (Ontario) in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Biology(M.Sc). 2004 : 25-108.
 20. Lee GJ, Kim SB, Kwon SM, Shin TM, Lee KJ, Lee YH. Response properties of meridians for focused variable electromagnetic stimulus. *The Journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Science*. 2009 ; 13(7) : 1399-410.
 21. Kim SB, Park SW, Ahn SJ et al. Evaluation of muscle fatigue recovery effect and meridian

- potential change using magnetic acupuncture system. *The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society*. 2012 ; 29(1) : 83–92.
22. Editorial department. *Handbook of Stainless Steel*. Seoul : Sciencebook. 2000 : 369–504.
 23. Properties of Stainless steel from American Iron and Steel Institute. Available from URL : <http://www.steel.org>
 24. Properties of Stainless steel from British Stainless Steel Association. Available from URL : <http://www.bssa.org.uk/>
 25. Properties of Stainless steel from International Stainless Steel Forum. Available from URL : <http://www.worldstainless.org/>
 26. Properties of Stainless steel from Available from Stainless Steel Club. URL : <http://www.stainlesssteel.or.kr/>
 27. Kim TS. Mechanical properties and characteristics according to stainless steel microstructure. *Journal of Korean Society of Steel Construction*. 2012 ; 24(2) : 36–40.
 28. Paul Oxley, Jennifer Goode II, Robert Molt. Magnetic properties of stainless steels at room and cryogenic temperatures. *Journal of Magnet and Magnetic Materials*. 2009 ; 321(14) : 2107–14.
 29. Pan JG. Investigation into the acupuncture and meridian system. A Dissertation Submitted to the Faculty of New Jersey Institute of Technology in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy in Electrical Engineering. 2008 : 1–82.
 30. Chang Shyang. The meridian system and mechanism of acupuncture. A comparative review. Part 2 : mechanism of acupuncture analgesia. *Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2013 ; 52 (2013) : 14–24.
 31. Kim YH, Lee SH, Yeo SJ, Choi IH, Kim YK, Lim S. Study on ignition position-related changes in warm needle temperature. *Journal of Meridian & Acupoint*. 2008 ; 25(1) : 247–57.
 32. Chung JH. Study on the heat transfer characteristics of warm needle materials in Korean medicine. Department of Applied Korean Medicine Graduate School Kyung Hee University. 2008 : 15–38.
 33. Nickel Allergy. Available from URL : <http://dermnetnz.org/dermatitis/nickel-allergy.html>
 34. Cihangir Aliagaoglu, Hakan Turan, Ismail Erden et al. Relation of nickel allergy with in-stent restenosis in patients treated with cobalt chromium stents. *Annals of Dermatology*. 2012 ; 24(4) : 426–9.