Korean Journal of Acupuncture Vol.29, No.2, pp.216~223, 2012

전침 시술시 침 재료에 따른 부식성 평가

권오상 · 최광호 · 조성진 · 류연희 · 최선미 · 이상훈

한국한의학연구원 의료연구본부 침구경락연구그룹

The Corrosiveness Evaluation according to the Needle Material in the Electroacupuncture Operation

O Sang Kwon, Kwang-Ho Choi, Sung Jin Cho, Yeon Hee Ryu, Sun Mi Choi, Sang-Hoon Lee

Acupuncture, Moxibustion & Meridian Research Group, Division of Medical Research, KIOM

Abstract

Objectives : Electroacupuncture is widely used because of its diverse curative influence. However, its electrical safety is not guaranteed when applied on the human body. Therefore, in this study, we did research on the corrosiveness of electroacupuncture when applied on the body fluid.

Methods : We did research using acupuncture needles which were made of STS304 or STS316 and which were coated or not coated in silicone. They were 0.25 mm in diameter and 40 mm in length. We immersed them to the depth of about 1cm in Hank's Solution and gave a stimulus in 120 Hz for 60 minutes. Then, we measured the pH of Hank's solution and mass of needles and observed their shape.

Results : Acupuncture needles which were made of STS304 corroded more easily than those which were made of STS316 when they were applied on the human body. Acupuncture needles which were coated in silicone corroded much more easily than those which were not coated in silicone when they were applied on the body fluid.

Conclusions : In this study, we did research on the corrosiveness of electroacupuncture when it is applied on the body fluid using several acupuncture needles. We made a conclusion that when acupuncture needles were applied on the body fluid, the coated one made of STS304 corrodes more easily than the uncoated one made of STS316. We hope that additional further researches on the effect of the corrosiveness of an acupuncture needle will be carried out.

Key words : STS304, STS316, electro acupuncture, corrosion, safety

Ⅰ. 서 론

전침은 혈위에 자입하여 감응이 있은 후에 침병을 통해 전류를 통하게 함으로써 수기법의 물리적 자극을 전기적 자극으로 대체하는 방법으로, 지속적인 자극을 줄 수 있으며 인력을 절약할 수 있고 비교적 객관적으로 자극량을 조절할 수 있다는 등의 장점이 있어 현대 한의학에서 많이 사용되고 있는 침술 기법이다[1]. 전침의 작용 기전으로는 말초신경자극에 의한 진통작용이나 Opioid계통에 의한 통증조절효과, 세로토닌에 의한 진통작용 등이 확인되고 있으며[2], 임상적으로는 근골격계 질환, 비만, 신경계질환 등에 주로 응용되고 있다[3].

· Corresponding author : Sang-Hoon Lee, Acupuncture, Moxibustion & Meridian Research Group, Division of Medical Research, KIOM, 1672 Yuseongdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-811, Korea
Tel: +82-42-868-9461, Fax: +82-42-863-9464
E-mail: ezhani@kiom.re.kr

· Received April 25, 2012, Revised May 9, 2012, Accepted May 21, 2012

This study funded by Development of Acupuncture, Moxibustion and Meridian Standard Health Technology, KIOM (K11010) and Developement of Sterilized Disposable Acupuncture Needle for Electro-Acupuncture.

전침 시술은 인체에 금속 재질의 침을 삽입하여 비 생체적인 전기자극을 인가하는 치료법이기 때문에 내부 기관의 손상, 혈관성 쇼크, 침의 부식, pacemaker 이식 환자에서의 위험성 등[4]의 부작용 가능성이 있으며, 실제 임상에서의 설문조사 결과 약 58%에서 낮은 빈도로 통증, 가려움, 발적 등의 부작용이 발생한다는 보고가 있었다[3]. 이 가운데 침의 부식은 스테인리스강이 부식하면서 발생하는 세포독성[5] 뿐 아니라 여타 금속물질의 인체 침착[6]을 야기할 수 있다. 이는 부식이 발생할 수 있는 조건에서의 장기간 전침시술은 시술 조건에 따라 일부 부작용을 가져올 수 있음을 시사한다. 침의 부식 정도는 전침기에서 침에 인가하는 전류, 전압, 주파수 등에 의해서도 차이[7]가 날 뿐 아니라 침의 재질에 따라서도 부식 정도에 차이가 날 수 있기 때문에[8] 부식이 일어나지 않는 안전한 자극조건을 찾고, 보다 안전한 재질의 침을 사용하는 것이 전침 시술로 인한 침의 부식을 최소화 하는 방법이라고 사료된다.

이에 본 연구에서는 전기인가에 따른 침의 안정성 평가를 위해 침의 재질과 코팅 유무에 따른 부식 민감도를 확인하고자 다음과 같은 연구를 진행하여 발표하는 바이다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 침

본 연구에서는 현재 침 재료로 허가되어 있는[9] STS 304와 STS 316 재질의 두 가지 재질로 만들어진 침을 사용하였다. STS 316은 STS 304에 비해 Cr의 함유량을 저하시키고 Ni의 함유량을 증가 시켰으며 크리프저항을 높이기 위하여 Mo를 첨가시킨 것으로 내식성과 크리프 저항이 높은 특성을 보인다(Table 1)[10]. 두 가지 재질 모두 침체직경 0.30 mm, 침체길이 40 mm의 침과 침체직경 0.25 mm, 침체길이 40 mm의 침으로 침 제조회사(동방침구제작소, 대한민국)에 의뢰하여 제작하였다.

또한 실리콘 코팅에 따른 부식도의 차이를 알아보기 위하여 STS 304와 STS 316재질의 침을 실리콘 코팅이 된 침(코팅)과 실리콘 코팅이 되지 않은 침(무코팅)으로 나누어 제작하였다.

2. Hank's solution

실제 인체에 전침자극을 주었을 때와 유사한 결과를 얻기 위해 유사체액의 하나인 Hank's solution을 사용하여 전침 부식실험을 진행하였다. 실험에 사용된 Hank's solution의 조성은 Table 2와 같다.

3. STS304, STS316 재질 침의 코팅 유

Table 2. The Composition of the Hank's Solution

Component	Concentration(mmol/L)
NaCl	137
CaCl2	1.26
KCl	5.37
NaHCO3	4.17
Glucose	5.56
MgCl2 • 6H2O	0.49
Na2HPO4 • 2H2O	0.34
KH2PO4	0.44
MgSO4 • 7H2O	0.26

Table 1. The Composition of the STS304 and STS316(%)

	Ni	Cr	C	Si	S	Mn	P/Mo
STS304	9.20	18.70	0.08	0.94	0.03	2.10	0.04(P)
STS316	13.5	16.62	0.025	0.70	0.02	0.14	2.01(M0)

무에 따른 부식 비교

직경이 0.25 mm, 침체길이 40 mm인 STS304, STS316 재질의 코팅된 침과 코팅되지 않은 침 각각 20개가 사용되었다. 두 개의 침을 전침기의 양쪽 전극에 연결한 후 침첨에서 약 10 mm 부위를 Hank's Solution 5mL에 담그고 전침기(PG-306, SUZUKI IRYOKI, Japan)로 120 Hz, 최대강도에서 60분간 전류를 인가하였다.

전류 인가 후 침 부식의 정도를 확인하기 위해 침체 표면을 실체현미경(SMZ1500, Nikon, Japan)을 이용하여 관찰하였고, 전류 인가 전후 Hank's solution의 pH와 침체 질량을 비교하였다. 침체의 질량은 침체에 묻어 있는 수분을 완전히 제거한 후 측정하였다.

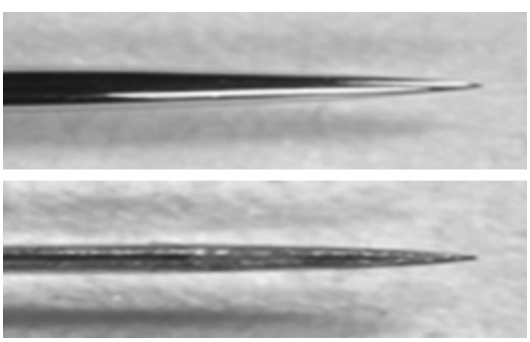

Fig. 1. Acupuncture needle with no corrosion or corrosion.
Acupuncture needle with no corrosion (upper) shows smooth surface and acupuncture needle with corrosion (lower) shows rough surface and yellow stain.

4. 통계

본 실험에 사용된 T-test를 비롯한 통계적인 기술은 PASW Statistics 18 (Polar Engineering and Counsulting, USA)를 사용하였으며, Tukey's HSD Posthoc 검정에 따라 ANOVA를 시행하여 $p<0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 부식 발생시의 침 표면의 변화

실체 현미경을 통해 전류 인가 중 침 표면의 변화를 관찰한 결과 침 표면은 황록색 점상 얼룩과 황색의 부식물이 관찰되었으며, Hank's solution의 색은 황색으로 변하였다. 부식이 진행되는 동안 침첨부의 변화가 가장 눈에 띄었으며(Fig. 1), 부식이 진행됨에 따라 침체 표면의 변화는 계속되어 부식이 많이 진행된 침의 경우 주사전자현미경으로 관찰했을 때 타공한 것과 같은 형태의 부식이 관찰되었다(Fig. 2). Hank's solution의 경우 부식이 진행되는 동안 황색이 진해지는 경향을 보였다.

2. STS304와 STS316 재질 침에서 코팅

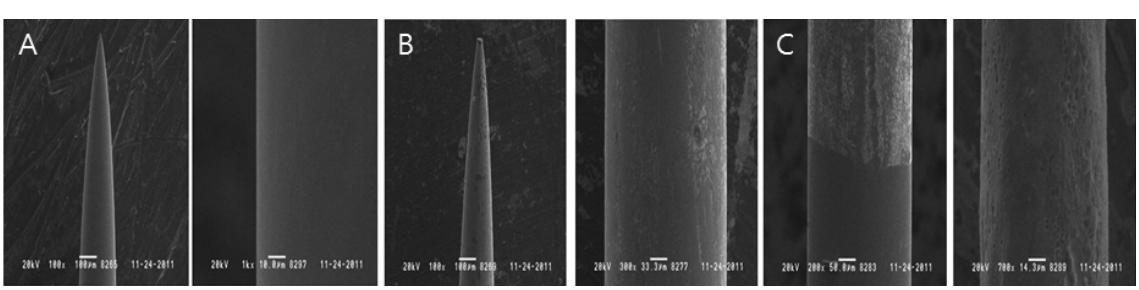

Fig. 2. SEM images of acupuncture needle in corrosion stage.
(A) no corrosion, (B) corrosion ongoing, (C) corrosion complete.

에 따른 부식 비교

광학현미경 관찰 결과 코팅하지 않은 STS 304, STS 316 재질의 침에서는 눈에 띄는 부식이 관찰되지 않았으며, 코팅된 STS 304, STS 316 재질의 침에서는 모두 황갈색의 현저한 부식이 일어남을 관찰할 수 있었다(Fig. 3, 4).

부식 후 Hank's solution 색은 황색으로 변하였는데, 24시간 후에는 갈색 침전물이 발생하고 용액의 황색은 옅어짐을 관찰할 수 있었다. 용액의 부식 전후의 pH를 측정해 본 결과 침 재질과 코팅 유무와 무관하게 모두 유의한 pH의 증가를 관찰할 수 있었으며, 재질, 코팅 유무에 따른 유의한 pH의 차이는 관찰되지 않았다(Fig. 5).

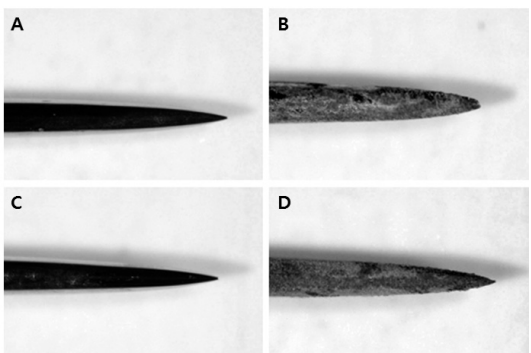

Fig. 3. Images of acupuncture needles after EA stimulation.
(A) STS304 uncoated acupuncture needle, (B) STS304 coated acupuncture needle, (C) STS316 uncoated acupuncture needle, (D) STS316 coated acupuncture needle.

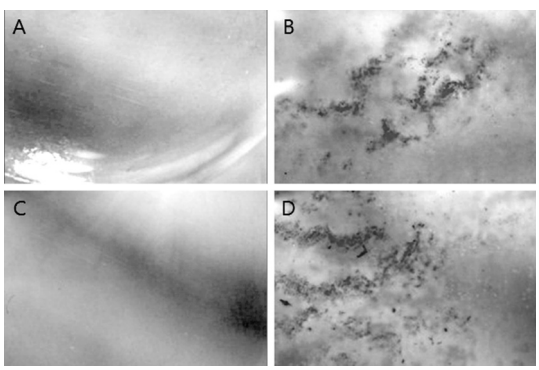

Fig. 4. Images of Hank's solution after EA stimulation.
(A) STS304 uncoated acupuncture needle, (B) STS304 coated acupuncture needle, (C) STS316 uncoated acupuncture needle, (D) STS316 coated acupuncture needle.

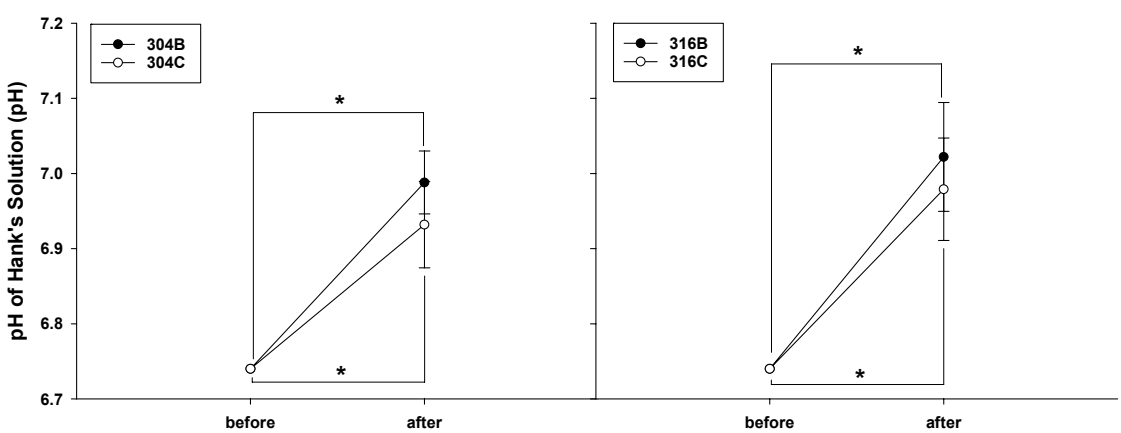

Fig. 5. Changes of pH as a result of EA on Hank's solution.
In every group, pH of solution increased significantly. 304B : uncoated STS304 material needle, 304C : coated STS304 material needle, 316B : uncoated STS316 material needle, 316C : coated STS316 material needle.

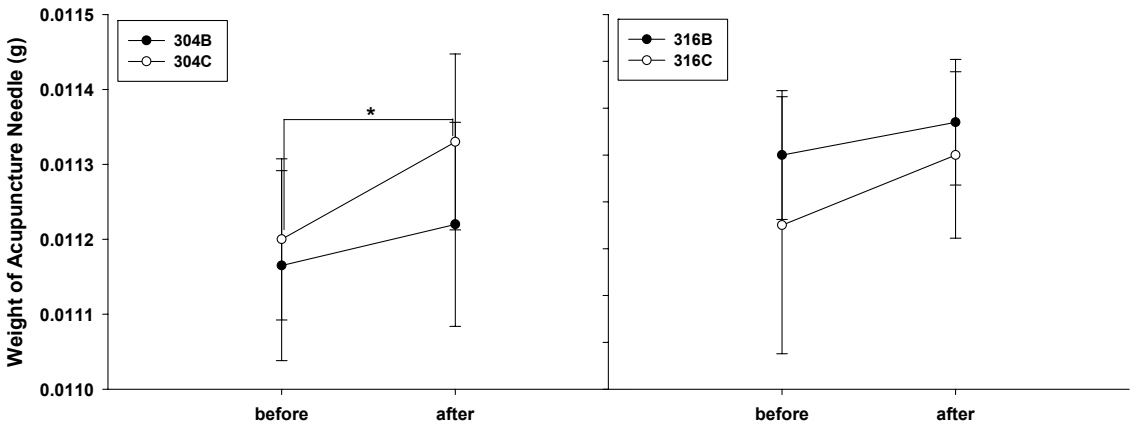

Fig. 6. Changes of acupuncture needle weight.
STS304 coated needle shows significant increase of weight. 304B : uncoated STS304 material needle, 304C : coated STS304 material needle, 316B : uncoated STS316 material needle, 316C : coated STS316 material needle.

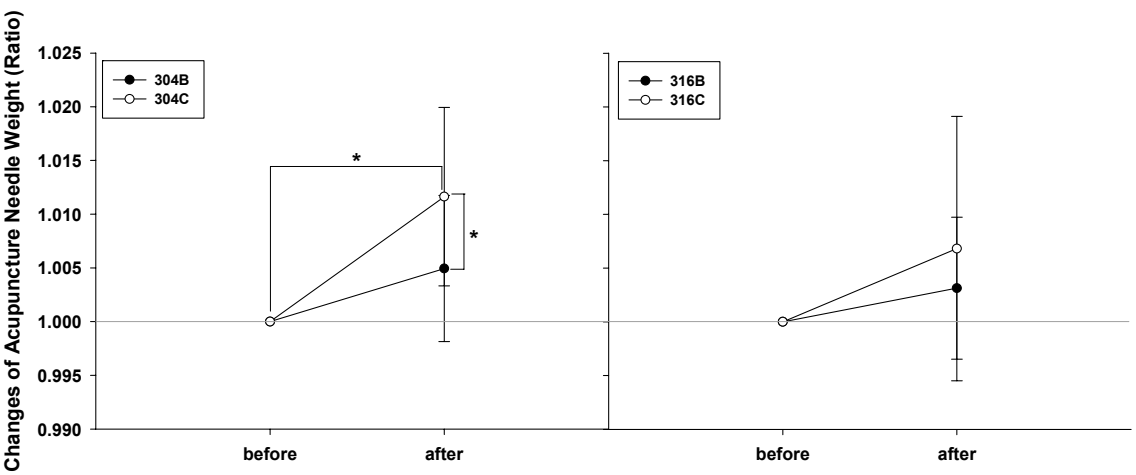

Fig. 7. Rate of acupuncture needle weight change.
304B : uncoated STS304 material needle, 304C : coated STS304 material needle, 316B : uncoated STS316 material needle, 316C : coated STS316 material needle.

모든 종류의 침에서 부식 전에 비해 질량이 증가한 것이 관찰되었다. STS316의 경우에는 침 질량의 유의한 증가가 관찰되지 않았으며, STS304 재질의 코팅된 침에서만 유의한 질량의 증가가 관찰되었다(Fig. 6). 질량의 증가율로 보았을 때 STS316의 경우 코팅된 침과 코팅되지 않은 침의 질량 증가율에 유의한 차이가 관찰되지 않았으나 코팅된 STS304의 경우 유의한 질량의 증가율을 보이는 동시에 코팅되지 않은 STS304의 질량 증가율에 비해서도 유의하게 높은 질량 증가율을 보이고 있다(Fig. 7).

Ⅳ. 고 찰

STS(Stainless Steel)는 크롬이 11% 이상 들어간 강철합금을 일컫는 것으로, 합금 조성에 따라 크게 Fe-Cr계 스테인리스강과 Fe-Ni-Cr계 스테인리스강으로 구분된다. 금속 조직상으로는 페라이트, 마르텐사이트, 오스테나이트의 세 가지로 구분되며, 페라이트 스테인리스강과 마르텐사이트 스테인리스강은 Fe-Cr계 스테인리스강에 속하고, 오스테나이트강은 Fe-Ni-Cr계 스테인리스강에 속한다. 침의 재료로 사용되는 STS304와 STS316은 모두 오스테나이트계 스테인리스로, 강한 내식성과 비자성을 특징으로 하며, 특히 STS316은 STS304에 비해 2% 이상의 몰리브덴을 함유하여 내식성과 고온강도가 STS304보다 더욱 높다[10].

침 재료로서의 STS304와 STS316에 대해 Hwang 등[8]은 STS316의 상대적 우수성은 인정하였으나, STS304의 경우에도 인체에 유해하다는 근거가 없기 때문에 STS304 재질의 침이 유해하다는 판단에 대해서는 보류한 바가 있다. 그러나 황의 주장은 일반 사용 상태에서의 침의 재질에 대해서만 논하였을 뿐 전침사용시의 조건에 대해 고려한 주장이라고 볼 수는 없다. 전침 사용시의 조건에 대해 Hwang 등[7]은 백서를 대상으로 STS304 재질의 침을 사용하여 전침을 시술하였을 때 일부 자극조건에서 부식이 발생하였음을 관찰하였다.

현재 국내에서 사용되는 대부분의 침은 실리콘 코팅이 되어 있는데[11], 자입시 통증 경감을 목적으로 하는 것으로 추측되고 있다[12]. 침의 실리콘 코팅 안전성에 대해서 Jang 등[12]은 미국 FDA의 발표 등의 자료를 근거로 침의 실리콘 코팅이 유해하다고 할 수는 없으나, 추가적인 연구가 필요하다는 견해를 밝힌 바 있다. 이와 같은 장 등의 견해는 실리콘 코팅된 침에 사용된 실리콘 양이 매우 적고, 다른 자극이 가해지지 않았을 때를 가정한 것으로, 전침이나 화침 등과 같은 또 다른 자극이 가해질 때의 실리콘 코팅의 안전성에 대해서는 다른 시각이 필요할 것으로 사료되었다.

이에 본 연구에서는 전침 시술시 안전한 재질의 일회용 호침의 개발을 목적으로 STS304 재질과 STS316 재질의 침을 실리콘 코팅이 된 상태와 실리콘 코팅이 되지 않은 상태로 전침자극을 통한 부식실험을 진행하였다.

전침자극을 통한 부식의 관찰에서는 전침기의 전류 인가를 통한 부식의 형태와 침의 외형적 형태를 관찰하였다. 부식은 침첨부와 같이 뾰족한 모서리에서부터 진행되는 형태를 하고 있으며, 황색의 얼룩과 같은 형태로 관찰되었다. 전자현미경을 통한 관찰 결과를 보면 마치 발포석고와 같은 구멍을 관찰할 수 있는데, 이를 전침부식의 특징적 형태소견으로 볼 수 있다고 사료된다. 또한 Hank's solution의 색이 황색으로 변하였는데, 이는 삼산화철 입자가 녹아 있기 때문으로 사료된다.

침 재질별, 코팅 유무에 따른 부식 정도를 광학현미경을 이용해 관찰한 결과 코팅하지 않은 STS 304, STS 316 재질의 침에서는 눈에 띄는 부식이 관찰되지 않았으며, 코팅된 STS 304, STS 316 재질의 침에서는 모두 황갈색의 현저한 부식이 일어남을 관찰할 수 있어 침의 재질보다는 코팅 여부가 전침자극으로 인한 침의 부식정도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 사료된다.

Hank's solution의 황색 변성은 24시간 후에는 침전으로 가라앉아 용액 자체의 황색은 옅어지는 것으로 보아 삼산화철의 입자가 부식 당시에는 용액에 섞여 있다가 시간이 지남에 따라 침전된 것으로 사료되나 정확한 성분에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이라 사료된다.

침의 질량은 모든 종류의 침에서 증가하였는데, 유의한 증가를 보인 것은 코팅된 STS304 재질의 침 뿐이었다. 이를 부식 전후의 질량의 비로 바꾸어 질량 증가율로 보면 STS316은 코팅에 따른 유의한 질량 증가율의 차이가 관찰되지 않았으나 STS304의 경우 코팅된 침의 질량 증가율은 코팅되지 않은 침에 비해 유의하게 높았으며, STS316과 비교하면 STS304의 질량 증가율은 전체적으로 높았으나 유의한 차이가 발견되지는 않았다.

전침자극 후 모든 침에서 질량이 증가한 것으로 보아 정도에 차이는 있으나 모든 침에서 산화반응이 일어났을 것으로 사료되나, 현미경상으로 외형의 유의한 변화는 관찰되지 않았다. 이로서 미루어 보건대 육안적으로 관찰되는 부식은 일정 이상의 산화가 발생해야 관찰이 가능할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 침 재질과 코팅 유무에 따른 부식 정도를 관찰하기 위하여 실제 임상에서의 일반적인 전침 사용에 비해 강한 조건으로 전침을 시술하여 코팅된 STS304 침에서 유의한 부식이 발생함을 관찰할 수 있었다. 코팅된 STS304 침은 현재 가장 많이 사용되는 침으로, 거의 대부분의 침이 코팅된 STS304라고 해도 과언이 아니다. 본 실험 결과로 고려하였을 때 실리콘 코팅이 된 STS 304 재질의 침보다 코팅이 되지 않은 침이 부식의 위험이 낮음을 알 수 있었다. 실리콘 코팅은 자입시 통증 감소를 목적으로 시행되고 있으나 전침자극시 부식 위험을 증가시킬 수 있으므로 주의를 요한다 할 수 있다.

그러나 침의 부식으로 인한 부산물이 인체에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 생물학적 위해성 검사를 마치기 전에는 부식으로 인한 인체 유해성이 있다는 결론을 내릴 수 없다. 또한 외형상 부식이 일어나지 않은 침에 대해서도 어떠한 유해물질이 발생했는지에 대해서도 본 연구에서는 확인할 수 있는 검증절차가 없었기 때문에 본 연구에서 외형적 부식이 발생하지 않은 침에 대해서도 생물학적 위해성 검사는 진행되어야 한다고 사료된다.

본 연구에서는 전침 시술시 침의 재질별, 코팅유무에 따른 침의 부식정도에 대해 조사하여 전침 시술시에 부식을 최소화 할 수 있는 일회용 호침의 재질에 대해 고찰하였다. 이후의 연구에서는 이러한 부식이 생체에 어떠한 영향을 주는지에 대한 생체안전성에 대한 연구가 진행되어야 할 것이라고 사료된다.

V. 결 론

STS304와 STS316 재질로 개발된 침 시제품에 대한 부식성 및 기계적 안정성 평가를 위해 침의 재질과 코팅 유무에 따른 부식정도를 확인하는 연구를 진행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. STS304 재질의 침은 STS316 재질의 침에 비해 전침 시술로 인한 부식 위험도가 높았다.
2. 코팅된 침은 코팅되지 않은 침에 비해 전침 시술시 유의하게 부식 위험도가 높았다.

본 연구에서는 다양한 재질의 침을 대상으로 전침 시술시 부식 위험성에 대한 연구를 진행하여 코팅된 STS 304 재질의 침이 코팅되지 않은 STS316 재질의 침에 비해 부식 위험도가 높다는 결론을 얻었다. 이후의 연구에서는 침의 부식이 생체에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 진행되기를 희망하는 바이다.

감사의 말씀

This study funded by Development of Acupuncture, Moxibustion and Meridian Standard Health Technology, KIOM (K11010) and Developement of Sterilized Disposable Acupuncture Needle for Electro-Acupuncture.

참고문헌

1. Kim JJ. ChoiSinChimGuHak. Seoul : Seongbosa. 2000 : 214.
2. Lee JH, Ko EK, Kim KY, Kim MH, Kim BK. Current Biotherapy. Seoul : Daihak publishing company. 2002 : 665-7.
3. Kim AR, Lee SH, Kim JE, Kim BY, Kang KW, Choi SM. A Survey on the Use of Electroacupuncture by Traditional Korean Medicine Doctor. Korean J Acupuncture. 2011 :

28(4) ; 27-77
4. CD Lytle, BM Thomas, EA Gordon and V Krauthamer. Electrostimulators for Acupuncture: Safety Issues. The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2000 ; 6(1) : 37-44.
5. Shih CC, Shih CM, Chen YL, Su YY, Shih JS, Kwok CF et al. Growth inhibitation of cultured smooth muscle cell by corrosion products of 316 L stainless steel wire. J Biomed Master Res. 2011 ; 57(2) : 200-7.
6. Tang YC, Katsuma S, Fujimoto S, Hiromoto S. Electrochemical study of Type 304 and 316L stainless steels in stimulates body fluids and cell culture. Acta Biomater. 2006 ; 2(6) : 709-15.
7. Hwang HS, Koo ST, Ryu YH, Jeong SY, Kim YS, Lee JE et al. Electric Corrosion of STS304 Acupuncture Needles Used for Electroacupuncture. The J Korean acupuncture & Moxibustion Society. 2007 : 24(5) ; 105-111.
8. Hwang EH, Koo ST, Lee IH, Lee MH, Jang IS. Biocompatibility of STS304, 316 acupuncture needle. Korean J Acupuncture. 2007 ; 24(1) : 59-63.
9. KFTA. Standard of Medical Device. KFTA. 2002 : 933.
10. Ku JC. (A) study on the mechanical properties of welding interface in friction welding of STS303 and STS316 stainless steels. Graduated School of Chungnam National University. 2002.
11. Choi DY, Lee JD, Lee SH, Baek YH, Jung IT, Kang JW. Basic raserch for standardization of medical reserch (1) - Acupuncture needls (Bio safety of acupuncture of acupuncture needle). Korean Oriental Medical Society Refort. 2004 ; 39-41, 48-9.
12. Jang IS, Park JB, Yook TH, Kim HS. The safety of silicone-coated acupuncture needle. Korean J Acupuncture. 2005 ; 22(1) : 165-7.