

경락노선상 피부전기 측정기(EAV, MIR-1)의 신뢰도 연구

인창식¹, 허익범², 이유정³, 사공석진⁴, 고희균⁵, 박영배⁶, 이우철^{7*}

¹ 포천중문의과대학교 차바이오메디컬센터 침구과; ² TASFO; ³ 한국한의학연구원 의료연구부;
⁴ 국민대학교 전자공학과; ⁵ 경희대학교 한의과대학 침구학교실;
⁶ 경희대학교 한의과대학 진단·생기능의학과학교실; ^{7*} 서울보건대학 의료공학과

Reliability of Two Electrodermal Meridian Measurement Systems: EAV and Newly Developed MIR-1

Chang-Shik Yin¹, Ik-Beom Hoe², Yoo-Jeong Lee³, Sug-Chin Sakong⁴, Hyeong-Gyun Koh⁵,
Young-Bae Park⁶, Woo-Cheol Lee^{7*}

¹ Dept. of Acupuncture, CHA Biomedical Center, College of Medicine, Pochon CHA University;
² TASFO; ³ Dept. of Medical R&D, Korea Institute of Oriental Medicine; ⁴ School of Electrical
Engineering, Kookmin University; ⁵ Dept. of Acupuncture, College of Oriental Medicine, Kyung Hee
University; ⁶ Dept. of Biofunctional Medicine and Diagnosis, College of Oriental Medicine, Kyung Hee
University; ^{7*} Dept. of Biomedical Engineering, Seoul Health College

Background and purpose: We evaluated the reliability of two electrodermal measurement devices on meridian skin areas; Electro Acupuncture according to Dr. Voll (EAV) method and newly developed MIR-1.

Methods: Eighteen volunteers were tested repeatedly on the same condition with each device. To explore the intra-rater, inter-rater, and test-retest reliabilities, one rater tested each subject twice in succession, then the other rater tested the subject in a row. Finally, retests on the subjects with each device were performed 1 week later. The reliability was determined by Pearson correlation and intraclass correlation statistics.

Results: EAV method showed poor reliability, while MIR-1 showed good reliability.

Conclusion: It is suggested that further research on the reliability and useful device in both fields of clinical practice and biomedical research.

Key Words: EAV, MIR-1, reliability, electrodermal meridian measurement

1. 緒 論

한의학의 주요 구성부분 중 하나인 침구학은 경락 체계를 중심으로 구성되어 있다. 경락 혹은 혈위의 생

물학적 실체를 규명하려는 노력의 하나로 경락이나 혈위의 전기생리학적 특성이 연구되고 있으며¹⁻⁴⁾ 일부 혈위는 저저항점 등의 특정한 전기생리학적 특성을 보이는 것으로 알려져 있다⁵⁾.

· 접수 : 2005년 7월 6일 · 심사 : 2005년 7월 12일 · 채택 : 2005년 7월 16일

· 교신저자 : 이 우 철, 서울보건대학교 의료공학과

Tel. 031-330-6337 E-mail : wcleee@sh.ac.kr

경락과 혈위에 대한 이러한 관찰에 기초하여 한의학 진단치료의 객관화에 대한 노력의 일환으로 전기생리적 생체신호를 이용하여 경락의 특성을 평가한다고 하는 기기가 수 중 개발되어 상용화되어 있고⁶⁾⁻⁹⁾ 혹은 새로운 방식의 기기가 연구되어 왔다¹⁰⁾. 이러한 측정기기의 신뢰도와 타당도 검증은 임상진료에서의 효용성 여부를 판단하는 중요한 근거가 된다. 하지만 이들 측정기기에 대한 신뢰도 검증은 아직 보고된 바 없었다.

이에 본 연구에서는 재측정 검정을 통해 이미 상용화된 Electro Acupuncture according to Dr. Voll(EAV) 방식의 경락측정기 M(한국, M사)을 통해 측정되는 값의 신뢰도를 평가해 보고, 아울러 신개발 경락측정기인 MIR-1(한국, 한국한의학연구원·TASFO)의 신뢰도도 평가해서 EAV와 비교했을 때 신뢰도가 향상되었는지 여부를 검토해 보고자 하였다. MIR-1은 기존 피부전기 측정방식의 장단점을 고려하여 한국한의학연구원에서 새로 개발 중인 모델이다.

II. 方 法

1. 대상자

자원한 남성 18명이 측정대상이었으며 대상자들은 병력과 증상상 알려진 질환이 없고 현재 복용하는 약물이 없는 건강한 상태였다(Table 1). 실험은 2005년 6월 1일~28일 사이에 동일한 측정환경에서 오후 6시~9시에 이루어졌다.

Table 1. General Characteristics of Subjects Tested with EAV and MIR-1

Male gender (n)	18
Age	24.2 (23.9, 24.6)
Weight (kg)	68.3 (64.3, 72.2)
Height (cm)	174.2 (171.6, 176.8)

Values are represented as No. of subjects or mean (95% C.I.)

2. 측정

측정순서는 무작위로 정했다. 매 회 측정은 주변이 조용하고 조명이 일정한 방에서 대상자가 평상에 편히 누워 5분간 안정을 취한 후 이루어졌다. 컴퓨터 프로그램을 이용한 무작위할당법에 의해 대상자 18명을 9명씩 2개 군으로 나누어 1군은 먼저 EAV로 반복측정한 후 MIR-1으로 반복측정을 하고, 2군은 MIR-1로 반복측정을 한 후 EAV로 반복측정했다.

신뢰도 검증이 본 연구의 목적이므로 측정부위는 왼쪽 팔의 1개 부위에 한정했다. EAV를 이용한 측정에서는 기존의 측정방법을 참고하여¹¹⁾ 2곳을 측정했는데, 經穴인 大陵(PC7)을 측정하고, 아울러 심포경 CMP 즉 非經穴이지만 심포경 순행노선상의 위치이고 EAV 방식의 측정점으로 활용되어 온 대표점(Control Meridian Point, CMP)인 중지의 근위 시간관절의 요측 원위부 함요처를 측정했다. 각 측정에서는 최대값, 최소값, 지수하강값(indicator drop) 등 3개의 측정값을 얻었다.

MIR-1을 이용한 측정에서는 피부를 알코올 솜으로 닦고 심전도용 Signal gel(U.S.A., Parker)을 사용해 전극과 피부가 밀착되도록 하면서 4개의 직경 0.7cm 원판 금 전극인 FlexGold(한국, TASFO사) 전극을 심포경 순행노선상에 배치하되 최원위부 전극을 대롱 혈위에 놓고 차례로 근위부로 2.5cm 떨어진 곳에 전극을 놓았다. 3M micropore 반창고(한국, 한국3M)를 적당한 크기로 잘라 전체 전극을 피부에 고정시켰다(Figure 1).

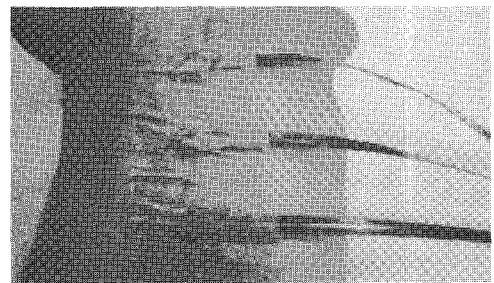


Figure 1. Application of electrodes on the skin area of pericardium meridian

각 측정기기의 반복측정에 있어서는 동일 대상자에 대해 반복성 즉 검사자내 신뢰도를 보기 위해 한 측정자가 한 대상자를 측정하고, 동일 측정자가 동일 대상자를 다시 측정했다. 이어서, 재현성 즉 검사자간 신뢰도를 보기 위해 다른 측정자가 동일 대상자를 측정했다. 한 대상자에 대한 1회 측정에서 3회 측정까지 소요된 시간은 10분 이내였다. 측정자 2인은 사전에 각 측정기기의 측정법을 반복 숙지했다. 또한, 검사-재검사 신뢰도를 보기 위해 1주 간격으로 동일한 일 중 시간에 동일한 방법으로 측정을 반복했다. 단, 검사-재검사 신뢰도에서 EAV를 이용한 측정은 대릉 혈위에서의 측정값만을 얻었다(Figure 2).

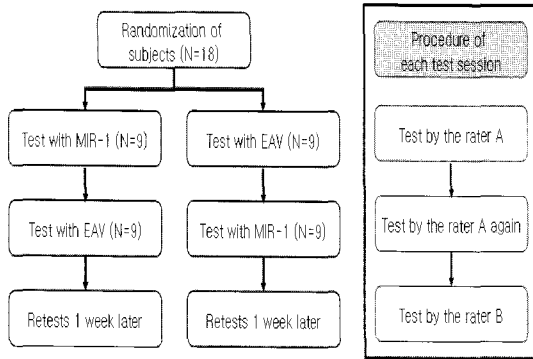


Figure 2. Flowchart diagram of repeated testing for reliability assessment

3. 통계처리

반복 측정시 측정값의 상관도는 Pearson 상관계수를 비교했다. 각 측정값에 검사자내 신뢰도, 검사자간 신뢰도, 검사-재검사 신뢰도 등의 신뢰도 평가는 급내상관계수(intraclass correlation coefficient: ICC, 2-way random effect model)를 계산했다. 모든 통계계산은 SPSS 8.0 for windows 통계프로그램을 이용했다. 양측성 검정으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 평가했다. ICC 값 0.75 이상은 양호한 신뢰도, 0.40~0.75는 중등도 신뢰도, 0.40 미만은 불량한 신뢰도라고 할 수 있다¹²⁾.

III. 結果

1. 검사자내 반복성

MIR-1으로 동일 검사자가 동일 대상자를 재측정했을 때의 측정값은 양호한 상관도를 보이고($p < 0.001$) 급내상관계수도 양호한 신뢰도를 보였다($p < 0.001$).

대릉 혈위에 대해 EAV로 동일 검사자가 재측정했을 때의 최대값, 최소값, 지수하강값의 상관도 중 최소값은 비교적 양호한 상관도를 보이고($p < 0.01$) 최소값의 급내상관계수는 중등도의 신뢰도를 보였다($p < 0.001$). 심포경의 CMP에 대해 EAV로 동일 검사자가 재측정했을 때의 최대값, 최소값, 지수하강값의 상관도 중 최대값, 최소값은 비교적 양호한 상관도를 보이고($p < 0.01$) 급내상관계수는 최대값과 최소값($p < 0.01$), 그리고 지수하강값($p < 0.05$) 모두 중등도의 신뢰도를 보였다(Table 2).

Table 2. Intra-rater Reliability of EAV and MIR-1

test apparatus	Pearson correlation coefficient	Intraclass correlation coefficient (95% C.I.)
MIR-1 at PC7†	0.83*	0.84(0.62, 0.94)*
EAV at PC7†		
Maximum	0.18	0.19(-0.32, 0.60)
Minimum	0.71**	0.70(0.35, 0.88)*
Indicator drop	0.16	0.16(-0.35, 0.59)
EAV at PC-CMP†		
Maximum	0.73**	0.67(0.30, 0.86)**
Minimum	0.60**	0.58(0.16, 0.82)**
Indicator drop	0.40	0.41(-0.08, 0.73)***

† PC7 is an acupoint. PC-CMP is the control meridian point on the course of PC meridian.

* $P < 0.001$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.05$

2. 검사자간 재현성

MIR-1으로 다른 검사자가 동일 대상자를 재측정했을 때의 측정값은 양호한 상관도를 보이고($p < 0.001$) 급내상관계수도 양호한 신뢰도를 보였다($p < 0.001$).

대릉 혈위에 대해 EAV로 다른 검사자가 재측정했을 때의 최대값, 최소값, 지수하강값의 상관도는 모두 유의성이 없었고 급내상관계수의 신뢰도는 모두 불량했다. 심포경의 CMP에 대해 EAV로 다른 검사자가 재측정했을 때의 최대값, 최소값, 지수하강값의 상관도는 모두 유의성이 없었고 급내상관계수의 신뢰도는 모두 불량했다(Table 3).

Table 3. Inter-rater Reliability of EAV and MIR-1

test apparatus	Pearson correlation coefficient	Intraclass correlation coefficient (95% C.I.)
MIR-1 at PC7†	0.94*	0.94(0.85, 0.98)*
EAV at PC7†		
Maximum	0.13	0.13(-0.38, 0.57)
Minimum	0.04	0.03(-0.47, 0.50)
Indicator drop	0.35	0.32(-0.18, 0.68)
EAV at PC-CMP†		
Maximum	-0.14	-0.12(-0.59, 0.37)
Minimum	0.18	0.17(-0.35, 0.59)
Indicator drop	0.19	0.19(-0.32, 0.6)

† PC7 is an acupoint. PC-CMP is the control meridian point on the course of PC meridian.

* $P < 0.001$

3. 검사-재검사 신뢰도

MIR-1으로 동일 대상자를 동일 조건으로 재측정했을 때의 측정값은 양호한 상관도를 보이고($p < 0.01$) 급내상관계수는 중등도의 신뢰도를 보였다($p < 0.01$).

대릉 혈위에 대해 EAV로 동일 대상자를 동일 조건으로 재측정했을 때의 최대값, 최소값, 지수하강값

의 상관도는 모두 유의성이 없었고 급내상관계수의 신뢰도는 불량했다(Table 4).

Table 4. Test-retest Reliability of EAV and MIR-1

test apparatus	Pearson correlation coefficient	Intraclass correlation coefficient (95% C.I.)
MIR-1 at PC7†	0.79*	0.65(0.27, 0.86)*
EAV at PC7†		
Maximum	-0.06	-0.06(-0.54, 0.42)
Minimum	-0.05	-0.04(-0.53, 0.44)
Indicator drop	-0.2	-0.17(-0.63, 0.33)

† PC7 is an acupoint.

* $P < 0.01$

IV. 考 察

피부의 전기생리학적 특징은 생체의 상태를 반영하는 지표로 활용된다. 주로 교감신경의 발한자극성 작용과 관련된 교감신경 활동성의 지표이며 복내측 전두엽의 활동성을 반영한다¹³⁾. 이를 통해 감정적 반응¹⁴⁾, 감정적 스트레스와 각성 정도¹⁵⁾, 스트레스에 대처하는 양상¹⁶⁾, 근골격계의 손상에 따른 자율신경계의 변화¹⁷⁾, 만성피로증후군에서 부신교감신경계의 활동저하¹⁸⁾, 우울증에 따른 자율신경계의 변화¹⁹⁾, 통증에 따른 자율신경계의 변화²⁰⁾ 등을 관찰할 수 있다.

14正經과 361經穴을 중심으로 하는 경락체계와 혈위체계는 이미 2000여 년 전의 『明堂孔穴鍼灸治要』에서 완전한 형태로 제시될 정도로 오랜 임상경험과 이론적 연구의 역사를 가지고 있다²¹⁾. 근래에는 이러한 임상경험과 이론적 연구를 바탕으로 경락체계를 현대과학적으로 규명하고 그 생물학적 실체를 밝히려는 노력이 이어지고 있으며²²⁾ 일부 혈위는 저저항점 등의 특정한 전기생리학적 특성을 보이는 것으로 알려져 있다⁵⁾. 이에 기초하여 수종의 소위 경락진단기라고 하는 경락노선상의 피부전기 측정장치들이 개발

되어 임상에 활용되고 있다. 피부 임피던스는 직류에서의 저항처럼 교류에서 피부의 전기생리학적 상태를 나타내는 말로, 수분이나 전해질 같은 피부의 화학적 조성, 혈액공급, 자율신경 활성화, 감정적 상태, 온도나 습도 등 다양한 요인의 영향을 받는 것으로 알려져 있다²⁰⁾. 피부의 전기생리학적 특성과 관련된 경락과 혈위의 생물학적 실체에 대한 논의도 중요하지만 이렇게 개발된 경락진단기를 통해 측정된 값들이 임상적으로 의미 있게 활용될 수 있으려면 그 측정값의 신뢰도와 타당도가 확보되는 것이 기본 전제이다. 그러나 현재까지 이러한 측정치의 신뢰도에 대한 연구 보고는 없었다.

EAV는 1950년대 초에 Dr. Voll이 고안한 피부전기 측정방식으로, Vega, Vegatest, Dermatron, DRIA 등의 장치들이 개발되어 사용되고 있으며²³⁾ 유효성을 인정하거나^{7-9,11,24-28)} 인정하지 않는 보고들이 있어왔다²⁹⁾.

MIR-1은 4단자법에 의한 임피던스 측정 장치이다. 경락진단기용 24채널 physiograph(Figure 3)을 이용하여³⁰⁾ 4개의 전극을 신체 원위부로부터 경락 순행노선을 따라 2.5cm 간격으로 붙인 후 원위부로부터 1, 4번 전극에 50KHz, 500uA의 정전류를 흘려보내고 2Hz low pass filter를 사용해서 2, 3번 전극에서 전위를 측정하는 방식이다(Figure 4). 전극은 직경 0.7cm의 flat flexible gold electrode를 제작해 사용했다.

본 연구에서의 측정값들을 보면 기존에 상용화되어 널리 쓰이고 있는 EAV의 경우 신뢰도가 상당히 부족한 것으로 나타났다. 동일 대상자에 대해 동일 측정자가 반복 측정했을 때에나 측정자를 바꾸어 반복 측정했을 때, 그리고 동일조건에서 1주 후 재측정 했을 때의 값에 상당한 변동이 있었다. 직후 재측정 했을 때 경혈인 대릉 혈위보다는 EAV 고유의 측정지점인 심포경 CMP에 대한 측정값이 신뢰도가 상대적으로 더 좋은 것이 관찰되었다. 반면 신개발된 MIR-1의 경우 상당히 신뢰도 있는 측정값을 제공하는 것이 확인되었다. EAV의 경우 피측정자는 오른손에 접지전극을 잡고 측정자는 피측정자의 일정한 피부지점에 일정한 압력으로 측정단자를 눌러 측정값을 얻게 된다. 그리

나 숙련된 동일 측정자가 반복 측정한다고 해도 측정자가 누르는 힘과 각도는 조금씩 변이가 있을 수밖에 없으며 피측정자가 접지전극을 잡을 때의 압력과 상황 등의 요인도 측정값의 변동에 반영될 가능성이 있다. 반면 MIR-1의 경우 4전극 방식을 취해 2전극 방식이나 3전극 방식에 비해 상당히 안정적으로 전위를 검출할 수 있으며 또한 반창고를 이용해 전극을 피부에 부착시킨 후 측정하는 방식을 취했기 때문에 측정시 누르는 압력이나 각도가 변화되는 요인, 피측정자가 접지전극을 잡을 때 개재될 수 있는 요인 등을 줄일 수 있었을 것으로 생각된다. EAV와 MIR-1에서 공히 직후 재측정 때보다 1주후 재측정시 신뢰도가 떨어지는 것은 검사실의 환경이나 생체의 조건 등 측정값의 변화를 일으킬 수 있는 요인이 보다 많았기 때문일 것으로 보인다. 하지만 이 경우에도 MIR-1의 신뢰도가 EAV보다 우수했다.

측정기기의 신뢰도와 타당도를 평가하기 위해서는 보다 많은 수의 대상자에게 다양한 측정조건에서의 측정값을 얻어 분석해 볼 필요가 있다. 그리고 기존에 사용되고 있는 측정 장치에 대해서도 그 신뢰도와 타당도에 대해 보다 엄격하게 검증해 볼 필요가 있을 것이다. 본 연구에서 EAV보다 MIR-1이 우수한 신뢰도를 보인 것에는 전극 부착방식의 개선과 검출 알고리즘 변경 등 2가지 요인이 모두 일정부분 기여를 했을 것으로 추정되지만 본 연구에서 특정하게 어느 요인이 어느 정도의 기여를 했는지까지 규명하지는 못했다. 이 부분은 후속 연구에서 보다 심도 있게 다루어져야 할 것으로 생각되며 그러한 연구결과에 기초하여 보다 신뢰도 있는 측정기기가 개발될 수 있을 것이다.

V. Acknowledgements

This study was supported by the Korean Ministry of Health and Welfare Grant No.0405-O100-0815-0002.

参考文献

- Kawakita K, Kawamura H, Keino H, Hongo T, Kitakohji H. Development of the low impedance points in the auricular skin of experimental peritonitis rats. *Am J Chin Med.* 1991; 19(3-4): 199-205.
- 성현제. 전기적 특성을 이용한 경락시스템의 연구(3). 서울, 한국한의학연구원, 2000.
- 윤유식, 남봉현, 최환수. 경락시스템에 대한 생체물리학적 연구 (1). 서울, 한국한의학연구원, 2001.
- 윤유식, 남봉현, 최환수. 경락시스템에 대한 생체물리학적 연구 (2). 서울, 한국한의학연구원, 2002.
- Hurtak JJ. An overview of acupuncture medicine. *J Altern Complement Med.* 2002; 8(5): 535-538.
- 한규인. 양도락진단을 실시한 비만환자 1968례에 대한 임상적 관찰. *대한한의학회지.* 1992; 13(2): 57-62.
- 박경진, 조명래, 윤여충. 양도락과 EAV 진단결과에 대한 상호비교 연구. *대한침구학회지.* 1998; 15(2): 199-209.
- Tsuei JJ, Lehman CW, Lam Jr FMK, Zhu DAH. A food allergy study utilizing the EAV acupuncture technique. *J Adv Med.* 1999; 12(1): 49-68.
- 나창수, 김명규, 이형규, 김정상, 안수기. 원혈 침자가 국소뇌혈류와 EAV 전기저수에 미치는 영향. *대한침구학회지.* 1999; 16(4): 321-336.
- 최환수, 남봉현, 이한구. 정상인의 경락전위측정 실험에 대한 연구(1). *대한침구학회지.* 1999; 16(4): 337-343.
- 장병선, 진경선, 김종욱, 양명복, 김일주, 문형철, 조은희, 황우준, 도금록. EAV(Meridian)을 이용한 요추간관탈출증 환자의 한방 치료효과에 대한 임상연구. *대한침구학회지.* 2002; 19(6): 80-96.
- Lee HY, Teng CC, Chai HM, Wang SF. Test-retest reliability of cervicocephalic kinesthetic sensibility in three cardinal planes. *Man Ther.* 2005; in print.
- Nagai Y, Critchley HD, Featherstone E, Trimble MR, Dolan RJ. Activity in ventromedial prefrontal cortex covaries with sympathetic skin conductance level: a physiological account of a "default mode" of brain function. *Neuroimage.* 2004; 22(1): 243-251.
- Silvert L, Delplanque S, Bouwalder H, Verpoort C, Sequeira H. Autonomic responding to aversive words without conscious valence discrimination. *Int J Psychophysiol.* 2004; 53(2): 135-145.
- Storm H, Myre K, Rostrop M, Stokland O, Lien MD, Raeder JC. Skin conductance correlates with perioperative stress. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2002; 46(7): 887-895.
- Naveteur J, Buisine S, Gruzelier JH. The influence of anxiety on electrodermal responses to distractors. *Int J Psychophysiol.* 2005; 56(3): 261-269.
- Grimm DR, Cunningham BM, Burke JR. Autonomic nervous system function among individuals with acute musculoskeletal injury. *J Manipulative Physiol Ther.* 2005; 28(1): 44-51.
- Pazderka-Robinson H, Morrison JW, Flor-Henry P. Electrodermal dissociation of chronic fatigue and depression: evidence for distinct physiological mechanisms. *Int J Psychophysiol.* 2004; 53(3): 171-182.
- Bonnet A, Naveteur J. Electrodermal activity in low back pain patients with and without co-morbid depression. *Int J Psychophysiol.* 2004; 53(1): 37-44.
- Fujita T, Fujii Y, Okada SF, Miyauchi A, Takagi Y. Fall of skin impedance and bone and joint pain. *J Bone Miner Metab.* 2001; 19(3): 175-179.
- 고형균, 인창식. 침구의학의 뿌리. 서울, 경희대학교 출판국, 2004.
- 김기왕, 박경모. 인체전완부 내측의 전기저항 분포에 관한 관찰 보고. *대한경락경혈학회지.* 2000; 17(1): 173-177.
- Lewith GT. Can we evaluate electrodermal testing? *Complement Ther Med.* 2003; 11: 115-117.
- Godfrey ME. A dental focus as a cause of trigeminal neuralgia: case report. *J Adv Med.* 1997; 10(4): 267-272.
- Herman PM, Drost LM. Evaluating the clinical relevance of food sensitivity tests: a single subject experiment. *Altern Med Rev.* 2004; 9(2): 198-207.
- 문구, 이병구. 만성 상부위장관증후군 환자 76례의 EAV 검사소견에 관한 연구. *대한침구학회지.* 1999; 16(2): 311-324.
- 한상균, 하지홍, 김재홍, 조명래, 배은정, 신영일, 양기영, 황규정, 이병열. 요통환자 31례에 대한 EAV 측정치의 진단적 고찰. *대한침구학회지.* 2002; 19(1): 101-110.
- 한상균, 하지홍, 조명래, 유충열, 이병열. 비증환자 58례에 대한 EAV 측정치의 진단적 고찰. *대한침구학회지.* 2001; 18(4): 91-100.
- Niggemann B, Gruber C. Unproven diagnostic procedures in IgE-mediated allergic diseases. *Allergy.* 2004; 59(8): 806-808.
- 이우철, 사공석진. 24채널 경락 전위 측정 시스템 개발에 관한 연구. *대한전자공학회논문지.* 2005; 게재예정.