論 文
56-2-33

침술 효과의 객관화를 위한 접지조건에 따른 경락전위분석

Analysis of Meridians Potential as Ground Condition for Objectification of Acupuncture Effect

李 瑢 欽† · 李 均 正* · 金 殷 勤** · 金 翰 成** · 申 泰 民***
(Yong-Heum Lee · Qyoun-Jung Lee · Eun-Geun Kim · Han-Sung Kim · Tae-Min Shin)

Abstract - Background: As patients are positioned at insulated bed and practitioner are positioned at insulated floor or shoes, it could be a cause of lessening effect in acupuncture practice. We investigated how Ground connection could influence on the electrical meridian potential between practitioner and patient during acupuncture practice.
Method: We treated 30 normal healthy subjects with acupuncture and measured changes in the electrical potential between the stomach meridian points ST-39 and ST-37 in response to light touch after insertion of a needle at ST-36. At first, we stimulated needle and measured electrical potentials for non ground, patient ground only, practitioner ground only, all ground, respectively.
Result: All ground subject elicited positive mean potential 44.6±19.2μV and showed 181.4±59.7μV peak to peak potential. practitioner ground only showed negative mean potential -51.5±9.3μV and 367.4±27.8μV of peak to peak potential. Patient ground only revealed no mean potential as 2.9±1.3μV, 16.4±11.9μV of peak to peak potential. All ground showed no mean potential as 1.6±0.7μV, 3.3±1.9μV of peak to peak potential. respectively.

Key Words : acupuncture, meridian potential, stomach meridian, ground

1. 서 론

침 치료는 2천년 이상 기능성 질환과 급·만성적인 통증을 비롯한 다양한 질환에 사용되고 있는 동양의학의 대표적인 치료법이다[1]. 이러한 침의 작용 원리에 대하여 황제내경에서는 경혈에 침의 자극이 경락을 따라 관련된 내부 장기에 직접 영향을 주어 치료 효과가 생기는 것으로 설명하고 있다[2],[3].

한편 서양의학에서는 모든 생리작용을 세포를 중심으로 설명하며[4], 침의 효과에 대해서도 신경과 내분비 세포의 조절 작용에 의한 것으로 설명하고 있다[1]. 침술 마취의 효과가 뇌척수액을 통해 전달된다거나[5] 감각이 신경 복합체나 감각 신경 수용체라는 연구들은 침이 신경이나 내분비를 통해 작용한다는 주장을 뒷받침하는 근거들이다[6],[7]. 1992년 등장한 f-MRI(functional-MRI)를 이용한 연구는 침 원리 규명에 있어서 주목할 만한 결과를 보여주었다[8]. 침 자극에 의해 뇌의 다양한 영역에 반응이 나타난다는 것을 f-MRI를 통해 시각적으로 확인할 수 있게 된 것이다[9]. 그러나 침 자극으로 뇌에 반응이 나타난다고 해서 모든 작용이 신경만을 매개로 하여 일어난다는 것을 단언할 수는 없다. 우리 몸이 환경의 자극에 대해 의사소통하는 속도는 신경의 속도보다 빠르다고 알려져 있으며 이것은 곧 신경 외에도 또 다른 소통 방법이 있다는 것을 시사하는 것이다[10]. 결과적으로 침의 작용은 신경조직이나 결체조직 등의 경로를 따라 어떤 전기적인 에너지를 전달하는 것으로 요약해 볼 수 있다[11],[12]. 침 자극은 전하와 이온의 이동을 일으키는 것으로 보이며[13], 빠른 성분과 느린 성분으로 나뉘어 다양한 경로로 전파되는 것으로 생각된다[14]. 그밖에도 전하의 이동하는 양이나 주파수에 따라 효과가 다르게 나타나는 것이 밝혀져 있다[15],[16]. 전기적인 관점에서 경혈은 경락 회로상의 매우 작은 전류와 전압을 증폭하는 역할을 하며[17], 경혈점에서 침의 조작에 의한 손상전류의 발생이나 침과 피하조직 사이의 화학반응에 의한 전위차가 관여하는 것으로 보인다[18]. 또한 침이 형성하는 강한 전기장이 주변 환경과 방전을 일으키며 형성하는 전기에너지가 경혈에서 증폭되어 작용하는 것으로 설명한다[11],[17]. 경락은 세포사이의 간질 공간에서 통로의 형태로 존재하면서 전하가 전파해 가는 통로라고 할 수 있다. 전파되던 전류가 막히면 양전하나 음전하의 농도가 지나치게 올라가게 되는데 이것은 통증과 각종 질병의 증상으로 나타난다. 침의 치료는 이러한 과하거나 부족한 상태를 원래의 상태로 회복하는 것으로 설명된다.

그러나, 최근에 침시술자들이 이전과 달리 침의 효과가 매우 확률론적이라는 견해의 사례가 발표되고 있다. 이것은 전기적으로 환자와 치료자가 모두 접지되어 있어 전기적인 회로가 형성되었거나 혹은 어느 한쪽이 접지되어 다른 한쪽에 전위차를 발생시키는 상태가 되었음을 의미한다. 즉, 특정 접지조건에 따라서 전위차 형성을 막아 치료자와 환자간의 침자극에 대한 생체에너지 흐름이 어렵게 될 수도 있다.

† 교신저자 : 延世大學 醫工學科 研究敎授 · 工博
E-mail : koaim@yonsei.ac.kr
* 正 會 員 : 延世大學 醫工學科 碩博士課程
** 正 會 員 : 延世大學 醫工學科
*** 正 會 員 : 延世大學 醫工學科 敎授 · 工博
接受日字 : 2006年 9月 25日
最終完了 : 2006年 12月 5日

그것은 곧 침 치료의 효과를 저하시키는 결정적인 원인이 될 수 있을 것이다[19]. 침 치료 과정은 시술자와 환자 모두에게 영향을 주는 과정이므로, 접지 여부와 같은 시술상황 모델을 통해, 접지조건이 침 자극에 의한 경락의 전위차 형성 정도에 어떻게 영향을 주는지를 확인하려는 것이다. 이를 통하여 최적의 침 치료 방법 설계에 대한 근거를 제시하고, 침술 과정을 객관적으로 확인하고자 하였다.

2. 실험재료 및 방법

본 실험은 침술과정 동안 시술자와 피시술자의 전기적 접지상태에 따라 피시술자의 족양명위경(足陽明胃經)상에 나타나는 전위변화를 측정하여 접지여부가 침술과정과 효과에 미치는 영향을 관찰하는 것이다. 침술의 작용은 전기적 현상에 의한 것이므로 접지상태에 따른 다양한 반응이 나타날 것이다. 이때 피시술자의 경락전위 분석을 통하여 침술과정을 객관화하고자 그림 1과 그림 2와 같이 실험을 구성하였다.

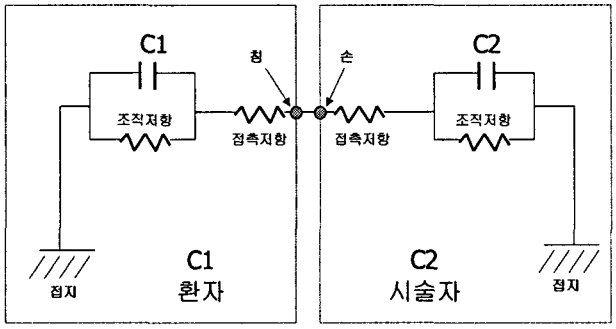

그림 1 접지조건에 따른 경락전위측정을 위한 등가모델

Fig. 1 Electrical equivalence model to measure electric potential of meridians as a various ground condition

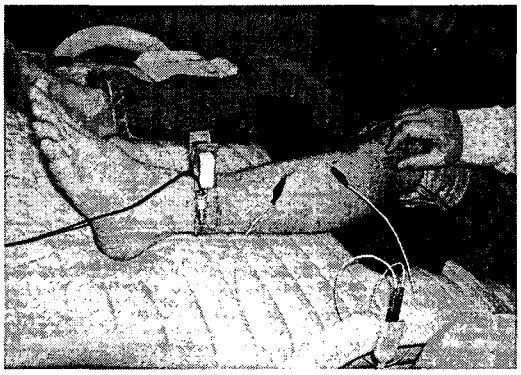

그림 2 접지조건에 따른 경락전위측정을 위한 실험장면

Fig. 2 Clinical experiment setting to measure electric potential of meridians as a various ground condition

2.1 대상자 선정

피시술자는 선정은 지원자를 대상으로 하였으며, 20대(26세 ± 5.3) 남녀 각각 15명씩 30명을 대상으로 하였다. 이때, 족양명위경은 주로 위장의 상태를 대변하고 있으므로 위장 관련 질병이나 질환에 대한 병력이 없는 사람을 대상으로 하였다. 또한, 침술과정 및 침술 시술자에 따른 실험결과의 차이를 최소화하기 위해서 동일인이 시술하였다.

2.2 취혈 및 자침

지원자를 대상으로 좌하지 족양명위경의 상거허(S37), 하거허(S39), 족삼리(S36)를 자침하였다. 침은 3cm×0.3mm의 stainless steel 침을 사용하였다. 하거허의 취혈은 독비에서 해계까지 1/2인 점인 조구를 찾고 조구혈하 1촌부위를 하거허의 취혈부위로 정하였다. 상거허는 독비에서 조구까지의 1/4 지점을 찾아 취혈하였고 족삼리는 비골두와 경골두의 정삼각지점을 찾아 취혈하였다. 상거허와 하거허의 자침의 깊이는 약 2cm로 하였다. 침자극을 위해서 타침법을 사용하였다. 타침법은 수 모지와 차지에 침병을 놓고 마치 수모지와 차지로 침병을 때리듯이 잡았다 놓는 행위를 반복하는 방법을 말한다.

2.3 실험방법

먼저 피시술자를 전기적으로 절연된 침대에 눕히고 약 20분 정도 안정상태를 유지시킨 후, 하거허에 (-)침전극을 부착하고 상거허에 (+)침전극을 연결하여 족삼리 자극에 대한 두 경혈간의 전위를 측정하였다. 침술과정에서 일어나는 전기적 현상을 이해하기 위해서 자극점인 족삼리에 염전법의 타침법으로 자극하였다. 이때, 생체신호의 측정은 10초 경과 후 안정상태에서 1초에 대략 1회~2회 정도 10초 동안 자극하였다. 이와 같은 방법으로 시술자와 피시술자간의 전기적 접지상태에 따른 피시술자의 족양명위경상의 경락전위의 변화를 측정하여 침술의 효과와 침술과정을 전기학적 관점에서 관찰하기 위한 실험을 진행하였다.

2.4 접지방법 선정

접지는 지표에 직접 연결되어 있는 전원선의 접지선에 연결하였으며 접지저항은 0.4Ω이 측정되었다. 시술자와 피시술자 사이의 전기회로 형성시 기준점이 되는 접지의 문제를 해결하기 위하여 4가지 접지방법을 선택하여 실험하였다. 첫째, 시술자와 피시술자 모두 접지를 하지 않고 족삼리 자극에 대한 상거허와 하거허혈에서의 전위변화를 관찰하였다. 둘째, 시술자의 발목에 접지를 하고 전위변화를 관찰하였다. 셋째, 피시술자의 발목에 접지를 하고 전위변화를 관찰하였다. 넷째, 시술자와 피시술자 모두 접지를 하고 전위변화를 관찰하였다. 수기자극을 할 경우, 접지 전극과 피부접촉 시 발생되는 전위차를 최소화하기 위하여 electrode gel를 사용하였으며, 비접지시에 측정전극을 완전 분리하였다.

2.5 실험장비 구성 및 측정방법

가. 생체계측용 증폭기

시술자의 수기 자극시 피시술자의 경락의 반응특성을 측정하고 분석하기 위해서 16bit 분해능을 갖는 A/D 변환기, 생체신호를 처리 분석할 수 있는 소프트웨어를 겸비한 고성능 생체증폭기를 구성하여 실험을 실시하였다. 생체증폭기는 ADInstruments사의 PowerLab/4SP 생체증폭기를 이용하였다. 각 채널마다 최대 200㎑의 샘플링을 할 수 있으며, 본 실험에서는 1㎑로 샘플링 하였다.

나. 생체신호 분석 S/W

경혈과 경락의 수기자극에 의한 반응으로 나타나는 전위의 변화는 매우 작으며, 인체 및 시스템 자체의 노이즈 등에 의해서 특정 생체신호를 구분하거나 처리 및 분석하기 위해 ADInstruments.사의 생체신호처리 전문 프로그램인 Chart v5를 사용하였다. 최대 16채널을 동시에 계측 및 분석할 수 있는 프로그램으로 생체신호의 수집·분석을 위한 전문 소프트웨어이다.

다. 측정방법

전위변화는 PowerLap (USA)을 사용하여 측정하였다. 하거허에는 (-)단자를 연결하였으며 상거허에는 (+)단자를 연결하고 족삼리에서 수기자극을 가하였다. 실험에 들어가기 전에 모든 실험 지원자는 20분 동안 안정화 시간과 실험시 주의사항을 권고 받았다. 또한 수기자극을 시술하기 전, 약 10초 동안 측정되고 있는 전위의 변화가 안정한지 확인을 한 후 측정하였다.

생체신호는 노이즈에 매우 민감함으로 전원노이즈를 제거하기 위해서 증폭기의 전원을 접지단자가 있는 콘센트에 연결하고, 증폭기의 본체도 접지단자에 연결시켜 측정신호를 안정시켰다.

측정 시 생체신호는 수기자극이 2회/sec임을 고려하여 자극 주파수와 무관한 노이즈성 신호를 제거하기 위해서 디지털 저역통과필터(LPF)의 차단주파수를 2hz로 결정하였다. 이때의 샘플링 주파수는 10,000/sec로 샘플링하여 신호의 왜곡을 최소화 하였다. 또한, 전위측정의 범위는 경락전위가 매우 작은 신호임을 고려하여 ±500μV로 설정하였다.

라. 통계 분석

침술과정에서 시술자와 피시술자간 전기적 접지조건에 따른 4군의 피시술자 경락 전위의 차이를 비교하기 위해 one way ANOVA를 사용하였다. Tukey HSD를 이용하여 사후검정 하였다. 자료 분석은 윈도우용 SPSS v.12.0을 이용하였으며 유의확률(P)값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 차이가 있다고 보았다.

3. 실험결과

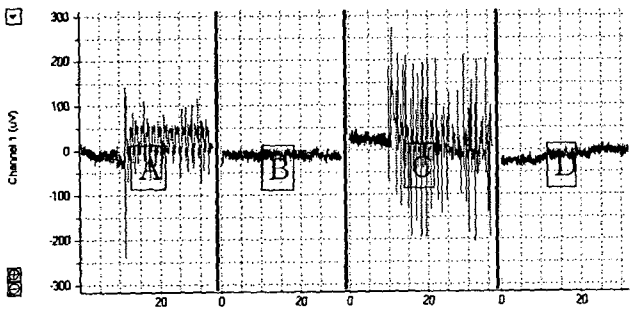

그림 3 접지조건에 대한 경락전위 비교
A:모두 비접지, B:피시술자 접지, C:시술자 접지, D: 모두접지

Fig. 3 Comparison of electric potential as a various ground condition
A: all non ground, B; only patients ground, C: only operator ground, D: all ground

3.1 시술자와 피시술자 모두 비접지한 경우의 전위변화

족삼리혈(S36)에 자침을 하고 약 10초의 안정화 시간을 두고 침병에 접촉자극을 주었을 때, 상거허혈(S37)와 하거허혈(S39) 전위를 측정한 결과는 다음과 같다. 초당 1-2회의 빈도로 20초 동안 침병을 잡고 있는 동안에 나타나는 평균 전위는 44.6±19.2μV로써 일정한 구형파 패턴을 유지하였다.

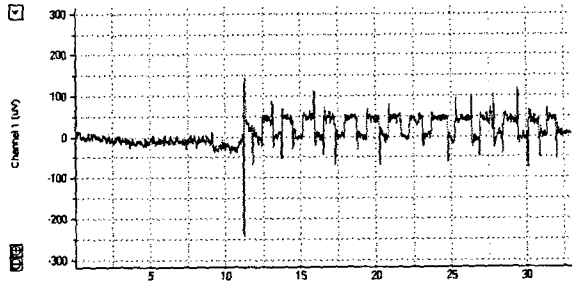

그림 4 시술자와 피시술자 모두 비접지한 상태의 전위
Fig. 4 Electric potential for all non ground condition

침병을 잡는 순간과 놓는 순간에 나타나는 peak to peak 전위는 181.4±59.7μV였다. 안정화 기간동안 전위변화가 없다가 침을 쥐는 자극이 가해지면서 빠르고 강한 peak 전위 형성이 된 뒤 곧 일정한 전위를 형성하였다. 침을 놓는 순간 순간적인 peak 전위가 형성되고 다시 원래의 안정화 전위상태로 회복되었다. 그러나 피크전위가 침병을 잡고 놓았을때, 매번 피크전위가 발생하지 않고 매우 불규칙하게 나타났고, 개인별 상태에 따라 전위크기가 매우 다양하게 측정되었다.

3.2 피시술자만 접지한 경우의 전위변화

피시술자의 자극하려는 다리와 같은 편의 발목에 접지를 한 상태에서, 족삼리(S36) 자극을 했을 때 상거허(S37)나 하거허(S39) 사이의 평균 전위는 2.9±1.3μV 로써 자극에 대한 유의한 전위변화가 나타나지 않았다. 단지 처음 침 접촉 순간 미약한 peak 전위가 16.4±11.9μV로 발생되었다. 이는 침자극에 의한 단순 근전위이거나 조직과 침사이에 발생하는 접촉정위로 판단된다.

측정되는 전위가 매우 낮게 나타나는 것은 시술자 자극이 측정점인 두 경혈사이보다 임피던스가 더 낮고, 전도성이 우수한 다른 경로를 통해 접지도 바이패스 되는 것으로 판단된다. 이는 침자극이 해당 경락과 경혈에 전기적 자극을 줄 수 없다는 것으로 침술효과가 저하되는 원인으로 간주할 수 있다. 즉, 침 시술시, 환자가 접지되지 않도록 주의해야 할것을 의미하는 것으로 환자 배드의 절연상태까지 고려되어야 함을 의미한다.

3.3 시술자만 접지한 경우의 전위변화

시술자가 접촉 자극을 가하는 손의 반대편 다리의 발목에 접지를 한 상태에서, 족삼리(S36) 자극을 했을 때 음의 값인 평균 전위가 발생하였다. 침병을 잡고 있는 동안의 안정적 평균 전위는 -51.1±9.3μV였고, 침병을 잡았다 놓는 순간에 발생하는 peak to peak 전위는 367.4±27.8μV로 매우 높게 나타났다. 모두 비접지했을 경우보다 높게 나타나고 있으며, 양의 방향으로 전위가 발생했던 것과 반대로 음의 방향으로 전위가 발생한 것은 피시술자에서 시술자 측으로 전기적 에

너지가 이동하는 것을 의미한다. 이는 피시술자의 접지로 인하여 피시술자의 캐패시턴스가 전원으로 간주되어 시술자 접지를 통해 바이패스 됨을 의미한다. 피시술자의 에너지가 인출되는 것과 같은 현상으로 침법의 사법과 같은 효과가 나타날 것으로 사료된다. 또한, 침병을 잡았다 놓는 순간에 발생하는 피크전위도 모두 비접지한 경우보다 크게 나타나고 매우 규칙적으로 나타났다.

따라서, 이러한 접지조건에서 침자극이 피시술자 경락에 효과적으로 자극을 인가할 수 있으므로 침술과정에서 이러한 피크전위가 침술효과에 큰 영향을 준다고 가정한다면, 시술자 접지방식이 매우 효과적일 것으로 판단된다.

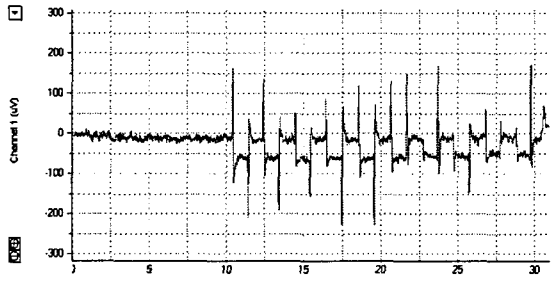

그림 5 시술자만 접지한 경우의 경락전위
Fig. 5 Electric potential for only operator ground

3.4 시술자와 피시술자 모두 접지한 경우의 전위변화

모두 접지를 한 뒤 족삼리(S36) 자극 하였을 때 평균전위 1.6±0.7μV, peak to peak 전위 3.3±1.9μV로 침 자극에 대한 유의한 전위 발생은 없었다. 이 경우는 모두 접지되어 있는 상태로 시술자와 피시술자의 임피던스가 낮고, 전도성이 높은 다른 경로를 통해 자극원이 바이패스 되는 경우로 판단된다. 침을 찌를 때 나타났던 근전위나 접촉전위도 나타나지 않은 것으로 보아 의미 없는 침술과정으로 판단된다. 이는 접지로 인한 피시술자 경락에서의 아무런 반응을 발생시킬 수 없다는 것으로 침시술시 환경을 고려해야 함을 시사하고 있다.

4. 결 과 고 찰

전기적 접지조건이 경락전위에 미치는 영향을 관찰하기 위한 실험에서 수기자극으로 족삼리(S36)에 접촉 자극을 주었을 경우, 상거허혈(S37)과 하거허혈(S39) 사이에서 발생한 전위에 대한 계측에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

표 1, 그림 6과 같이, 모두 비접지는 평균 전위 44.6±19.2 μV로 양의 방향으로 증가하였다. 피시술자만 접지한 경우는 평균 전위 2.9±1.3μV로 매우 낮게 측정되었다. 시술자만 접지한 경우는 평균 전위는 -51.1±9.3 μV로 음의 방향으로 침자극에 대한 가장 큰 전위의 변화가 관찰되었다. 모두 접지는 평균전위 1.6±0.7μV로 전위변화가 나타나지 않았다. 침을 잡는 순간과 놓는 순간에 발생하는 peak to peak 전위는 표 2, 그림 7과 같이, 모두 비접지의 peak간 전위는 181.4±59.7 μV로, 피시술자만 접지한 경우의 peak간 전위는 16.4±11.9μV로, 시술자만 접지한 경우의 peak간 전위는 367.4±27.8μV로, 모두 접지의 peak간 전위는 3.3±1.9μV로 전위변화가 각각 나타났다.

표 1 접지조건에 대한 평균전위의 일원배치 통계분석
Table 1 Statistical analysis of average potential as ground condition

구분	표본수	평균	표준편차	평균에 대한 95% 신뢰구간	
				하한값	상한값
all_non	30	44.63	19.18	37.46	51.79
only_patient	30	2.93	1.33	2.43	3.43
only_operater	30	51.13	9.32	47.65	54.61
all_GND	30	1.60	0.72	1.33	1.87

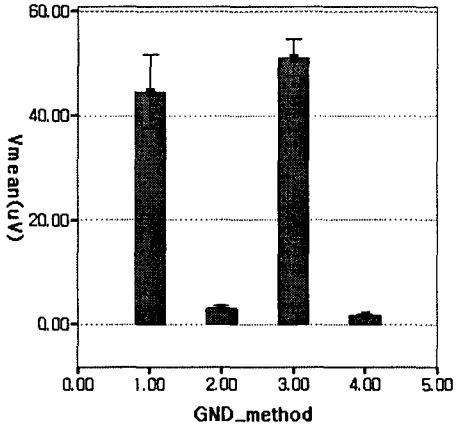

그림 6 접지조건에 따른 평균전압 비교 (*; p <0.05)
1: 모두 비접지, 2: 환자접지, 3: 시술자접지, 4: 모두접지
Fig. 6 Comparison of average potential as ground condition

표 2 접지조건에 대한 최고치 전위의 일원배치 통계분석
Table 2 Statistical analysis of maximum potential as ground condition

구분	표본수	평균	표준편차	평균에 대한 95% 신뢰구간	
				하한값	상한값
all_non	30	181.40	59.66	159.11	203.68
only_patient	30	16.40	11.87	11.97	20.83
only_operater	30	367.40	27.78	357.03	377.77
all_GND	30	3.30	1.94	2.58	4.01

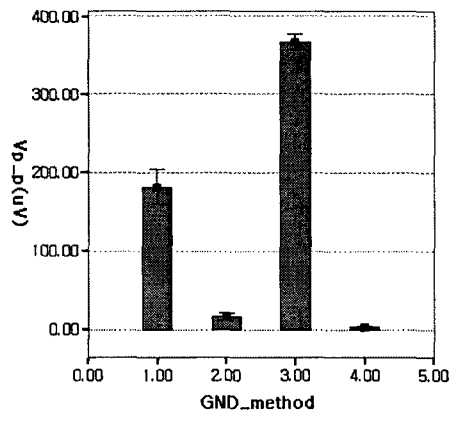

그림 7 접지조건에 따른 최고치 전압 비교 (*; p <0.05)
1: 모두 비접지, 2: 환자접지, 3: 시술자접지, 4: 모두접지
Fig. 7 Comparison of maximum potential as ground condition

모두 비접지의 경우, 최초의 침 접촉 시 최고치(peak) 전위가 나타나고 접촉자극을 가하고 있는 동안 지속적인 평균 전위가 양의 방향으로 형성된다. 다시 손을 떼는 순간 최고치 전위가 나타나면서 처음의 안정 전위로 회복된다. 이러한 결과는 모두 비접지가 시술자의 에너지를 환자에게 전달하는데 가장 유리한 방법일 수 있음을 시사한다. 환자 접지의 경우에는 시술자의 접지 여부와 관계없이 아무런 전위가 형성되지 않았다. 이것은 접지를 통해 피부의 모든 부분이 동일 전위를 형성하게 되었기 때문이다. 절연하지 않았어도 환자가 접지되면 전위 형성이 되지 않았다. 이것은 시술자의 에너지가 환자에게 영향을 주지 않는 것으로 생각될 수도 있는 결과이다. 그러나 환자 접지시 시술자의 전기적인 에너지가 더 강하게 환자를 통해 접지 방향으로 빠져나가면서 환자에게 영향을 줄 가능성을 배제할 수는 없다. 시술자 접지의 경우 평균 전위가 음의 방향으로 형성되었다. 이것은 침을 매개로 하여 환자의 전위 형성도 역전되는 것으로 설명할 수 있다. 시술자 접지는 환자의 불필요한 에너지가 시술자를 통해 제거되는 효과가 있을 것으로 생각된다. 그러나 일상적인 침 시술시 시술자에게 불필요한 에너지의 유입이 될 수 있으므로 시술자는 접지되지 않는 것이 좋을 것으로 판단된다. 모두 접지의 경우는 시술자와 환자가 접지에 의해서 동일전위가 형성되어 침을 통한 어떠한 에너지 전달도 없는 것으로 생각할 수 있다. 모두 비접지나 시술자 접지에서 최고치 전위는 음의 방향과 양의 방향으로 변동이 심한 것을 볼 수 있었다. 이것은 시술자가 자극하는 순간의 접촉 충격에 의한 기계적인 영향과 전하의 이동에 의한 전기적인 영향이 동시에 관여하여 불규칙한 패턴으로 나타나는 것으로 생각된다.

5. 결 론

침술의 효과를 전기적 접지조건으로만으로 효과 여부를 단정할 수는 없지만, 접지조건이 침 시술 과정에 작용한다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 접지 방법에 따라 시술자와 환자간의 생체에너지 전달과정 및 방향을 확인할 수 있어서 그 결론은 다음과 같다.

1. 모두 비접지 상태로 시술하면 피시술자 전위가 양(+)의 방향으로 형성됨으로 이는, 시술자의 에너지가 환자에게 전달됨을 의미하는 것으로 침의 보법(침을 시계 방향으로 돌려서 에너지 유입) 시술에 유리하다.
2. 시술자만 접지를 사용하면 피시술자 전위가 음(-)의 방향으로 형성되고, 접지조건 중 가장 강하게 자극할 수 있는 방법으로 환자의 불필요한 에너지가 시술자를 통해 제거되는 효과를 기대할 수 있어서, 침의 사법(침을 반시계 방향으로 돌려서 에너지 유출) 시술에 의한 각종 동통치료에 유리하다.
3. 환자 접지의 경우와 모두 접지의 경우, 침자극에 대한 경락 전위가 형성되지 않으므로 전기적인 자극전달이 어려워서 치료효과에 미치는 영향이 매우 낮다.

따라서, 침술과정에서 전기적 접지조건이 경락전위에 미치는 영향을 관찰함으로써 치료효과를 최적화 할 수 있는 침 시술 상황을 임상실험을 통해 새로운 침술과정 및 효과의 객관화를 위한 근거를 제시하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지정 연세대학교 의용계측 및 재활공학 연구센터(RRC)의 지원에 의한 것임

참 고 문 헌

[1] Ulett G.A., Han J. and Han S. Traditional and evidence-based acupuncture: history, mechanisms, and present status. South. Med. J. 91 (1998), pp. 1115-1120.
[2] Veith I. The Yellow Emperor's classic of internal medicine, University of California Press, Berkeley (1949).
[3] Stux G., Berman B. and Pomeranz B. Basics of acupuncture, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2003).
[4] Guyton A.C., Hall J.E. Textbook of medical physiology 11th ed. pp. 3-26 (2006)
[5] Resarch Group of Acupuncture Anesthesia, Peking MedicalCollege, The role of some neurotransmitters of brain in finger-acupuncture analgesia. Scientia Sinica 17, (1974.) pp. 112-130.
[6] Li Ai-Hui, Zhang Jun-Ming and Xie Yi-Kuan Human acupuncture points mapped in rats are associated with excitable muscle/skinnerve complexes with enriched nerve endings , Brain Research, Volume 1012, Issues 1-2, 25 June 2004, pp 154-159
[7] Wang K, Liu J.Needling sensation receptor of an acupoint supplied by the median nerve-studies of their electro-physiological characteristics. Am J Chin Med. 1989;17(3-4):145-55.
[8] Cho ZH, Ro YM, Lim TH. NMR venography using the susceptibility effect produced by deoxyhemoglobin. Magn Reson Med. 1992 Nov;28(1):25-38.
[9] Cho ZH, Chung SC, Jones JP, Park JB, Park HJ, Lee HJ, Wong EK, Min BI. New findings of the correlation between acupoints and corresponding brain cortices using functional MRI. Proc Natl Acad Sci USA. 1998 Mar 3;95(5):2670-3.
[10] Ho MW. Quantum Coherence and Conscous Experience. Kybernetes, 26: 265-276, 1997a.
[11] Jonassen N. Is Acupuncture an Electrical Phenomenon? The Web-Journal of Acupuncture. 2000 http://users.med.auth.gr/
[12] Becker RO. Exploring new horizons in electromedicine. J Altern Complement Med. 2004 Feb;10(1):17-8.
[13] Tiller WA. What do electrodermal diagnostic

acupuncture instruments really measure. American Journal of Acupuncture 15(1), 18-28, 1987.
[14] Motoyama H. Electrophysiological and preliminary biochemical studies of skin properties in relation to the acupuncture meridian. International Association for Religion and Parapsychology 6: 1-36, 1980.
[15] Ogata A, Sugenoya J, Nishimura N, Matsumoto T. Low and high frequency acupuncture stimulation inhibits mental stress-induced sweating in humans via different mechanisms. Auton Neurosci. 2005 Mar 31;118(1-2):93-101.
[16] Chesterton LS, Foster NE, Wright C., Baxter GD and Barlas P. Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects, Pain106 (2003), pp. 7380.
[17] Becker RO. Electromagnetism and the revolution in medicine. Acupunct Electrother Res. 1987;12(1):75-9.
[18] Nordenstrom BE. An electrophysiologica view of acupuncture: role of capacitive and closed circuit currents and their clinical effects in the treatment of cancer and chronic pain. Am J Acupuncture. 1989;17.
[19] 이용흠, 고수복, 정석준, 정동명, "경락상태진단을 위한 경락의 전위변화 분석", 대한의용생체공학회, 23권 5호, 2002, pp.405-412.

저 자 소 개

이 용 흠 (李 瑢 欽)
2004년 원광대학교 전자공학과 대학원 박사 졸업(공학박사) 2005~2006년 현재 연세대학교 의공학과 연구교수
Tel : 033-760-2903
Fax :033-763-1953
E-mail : koaim@yonsei.ac.kr

이 균 정 (李 均 正)
2003년 진주 산업대학교 전자공학과 학사 졸업. 2006년 현재 연세대학교 보건과학 대학 의공학과 석사 졸업. 현재 동 대학원 박사과정 재학중
Tel : 033-760-2805
Fax : 033-763-1953
E-mail : fa1472@gmail.com

김 은 근(金 殷 勤)
2005년 연세대학교 의공학과 학사 졸업, 현재 동대학원 석사 과정 재학중
Tel : 033-760-2805
Fax : 033-763-1953
E-mail : kimeg917@gmail.com

김 한 성(金 翰 成)
약력 : 연세대학교 의공학부 부교수
관심분야 : 전산의용생체공학, 생체역학
Tel : 033-760-2913
Fax : 033-763-1953
E-mail : hanskim@yonsei.ac.kr

신 태 민 (申 泰 民)
1989년 연세대학교 대학원 박사 졸업(공학 박사) 현재 연세대학교 보건과학 대학 의공학과 교수
Tel : 033-760-2489
Fax : 033-763-1953
E-mail : tmshin@yonsei.ac.kr