

## 뜸 시술에 의한 대퇴부 근피로 회복 평가

이승욱<sup>1</sup> · 김정윤<sup>2</sup> · 이나라<sup>1</sup> · 김영호<sup>2</sup> · 이용흠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 보건과학대학 의공학과 한의공학연구소, <sup>2</sup>연세대학교 보건과학대학 의공학과 생체역학연구소

### Evaluation of the Muscle Fatigue Recovery Effect by Indirect Moxibustion Treatment

Seung-Wook Lee<sup>1</sup>, Jung-Yoon Kim<sup>2</sup>, Na-Ra Lee<sup>1</sup>, Young-Ho Kim<sup>2</sup>, Yong-Heum Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Biomedical Engineering, College of Health Science, Oriental medical Engineering Lab, Yon-Sei University

<sup>2</sup>Dept. of Biomedical Engineering, Institute of Medical Engineering, Yon-Sei University

#### Abstract

**Objectives** : This study is aimed to evaluate and objectify the therapeutic effect of moxibustion on muscle fatigue recovery.

**Methods** : To evaluate the therapeutic effect on the muscle fatigue recovery, we compared the fatigue recovery of two groups (non-stimulation group and moxibustion group) by analyzing the EMG and peak torque after strenuous knee exercise of isokinetic contraction.

**Results** : The median frequency (MF) of the moxibustion group was recovered faster than that of the non-stimulation group. However, the peak torques of both groups were not restored until after 20 minutes. Nevertheless, the moxibustion group's peak torque was regained higher than that of the non-stimulation group.

**Conclusions** : We confirmed the therapeutic effect of moxibustion and found that the moxibustion can used as prevention method for musculoskeletal disease.

**Key words** : moxibustion, muscle fatigue, acupoint, rectus femoris, median frequency, peak torque

## 1. 서 론

뜸 시술은 뜸봉을 태울 때 발생하는 온열로 경혈을 자극하여 질환을 예방하고 치료하는 방법으로 오랜 시간동안 사용되어 왔다. 이러한 뜸의 연소를 이용한 치료방법은 경맥을 통하게 하고 찬기운을 제거하여 기혈을 조화시키는 작용을 하여 질병의 예방과 치료에 기여하는 시술방법이다<sup>1)</sup>.

한국보건산업진흥원의 연구 조사 보고서에 따르

면, 뜸 치료는 매우 보편적인 치료방법으로 자리 잡고 있으나<sup>2)</sup> 이를 뒷받침할 만한 연구는 매우 미진하고 또한 치료법 개발과 예방의학적 수단으로의 사용가능성을 위한 과학적 검증이 부족한 실정이다<sup>3,4)</sup>. 이러한 뜸 치료의 효과를 객관적으로 해석하기 위하여 임상에서 상용되고 있는 소형 쑥뜸과 대형 뜸의 단일 자극과 연속 자극에 대한 연소 시간, 연소 온도, 온도구배 및 시점을 연구하고 해당 뜸의 자극량, 질의 정량화 및 열전달 특성을 파악하는 연구가 다수 진행되었다<sup>5-7)</sup>. 또한 뜸 치료는 뇌혈류의 증가와 운동 회복의 기능을 향상시킨다는 연구<sup>8)</sup> 외 파킨슨 환자의 일상생활 능력과 운동

· 교신저자: 이용흠, 강원도 원주시 연세대길 1  
연세대학교 보건과학대학 의공학과 백운관 418호  
Tel. 033-760-2863, E-mail: koaim@yonsei.ac.kr  
· 투고 : 2011/11/22 심사 : 2011/12/08 채택 : 2011/12/12

기능 향상<sup>9)</sup>, 관절염 환자를 대상으로 면역단백질 생성으로 인한 세포 내 면역 활동 증가와 Natural Killer cell 세포의 활동성 증가<sup>10,11)</sup> 등 다양한 임상 결과가 보고되었다.

이러한 다양한 방법을 통하여 뜸 치료 효과가 보고되고 있으나 근육에 미치는 효과에 대하여 보고된 연구가 부족하다. 근피로 유발 시, 생체조직 내 Oxidative-stress와 Reactive Oxygen species(ROS)가 발생하여 미토콘드리아의 기능을 억제시키며 근육세포의 탈분극화와 힘의 감소를 유발 한다<sup>12)</sup>. 이러한 기전은 근조직 손상이 동반되며 이는 구조적 이상, 세포막 손상, 근섬유분절 장애 외 다양한 근골격계 질환의 원인으로 밝혀졌다<sup>13,14)</sup>. 앞서 언급한 근피로로 인한 심각성과 더불어 고령화에 따른 노인성, 퇴행성 근골격계의 이상으로 통증이 유발하는 사례가 증가하고 있다. 그 뿐만 아니라 일상생활에서 반복·지속적인 근육 사용과 운동 및 다양한 요인으로 유발된 만성 및 급성 근육통으로 인한 통증 호소 사례가 빈번하다. 이에 오랜 기간 동안 한의학을 통하여 널리 애용되고 있는 뜸 치료의 효용성 평가 중 근피로 회복에 대한 객관적인 평가가 필요하다고 판단하였다.

본 연구에서는 뜸 치료가 근피로에 미치는 영향을 객관적으로 평가하기 위하여 근전도 신호(EMG signal)을 이용하여 근육의 활동 유무, 근육의 활동 양 등을 기초로 해석하고 근육 수축의 최대치의 양상(peak torque)과 중간 주파수(MF : median frequency)를 관찰하였다. 뜸 자극군과 무자극군의 근피로 발생과 시간에 따른 회복추이를 비교·분석하였다. 그 결과로 대퇴부 사두근에서의 뜸 자극으로 인한 근피로 회복 효과를 평가하였으며, 뜸 자극이 근피로 회복에 유의한 치료효과를 가짐을 확인하였기에 이를 보고하는 바이다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 피험자 및 뜸 선정

근골격계 및 신체에 특정한 질병이 없는 남자 대학생 20명이 실험에 참가하였으며 모든 피험자들은 연구의 목적과 방법을 상세히 설명 들은 후 실험 참여 동의를 작성하였다. 또한 EMG(Electromyogram) 전극을 부착하기 위하여 측정 근육 위의 피부에 화상 및 상처가 없는 자로 국한하였다. 무자극군과 뜸 자극군 각 10명씩 임의로 배정하였으며, 근전도 신호(EMG signal)의 오차를 최소화하기 위하여 실험 참여 1주일 전부터 일상생활에 필요한 일반적 수행 외 운동을 금지하였다.

뜸 시술이 근피로 회복에 미치는 영향을 평가하기 위하여 사용된 뜸은 쪽으로 정제하여 만든 지름 1.0cm, 높이 2.0cm인 강화미니뜸(이화당, 대한민국)을 사용하였다. 제품 중 55℃ 내외의 가장 높은 온도를 발생시키는 뜸을 선정하였다.

### 2. 자극 위치 선정

한의학에서 간(肝)은 힘줄과 뼈마디의 운동기능을 주관하며, 간의 기혈이 쇠하면 근막이 무력해지고 근력과 운동능력이 저하되며 간의 음혈이 부족하면 손과 발이 떨리고 지체가 굳으며 관절의 움직임이 불편해진다고 논설하였다. 이에 뜸 자극을 위한 위치 선정은 족궤음간경(LR) 내에 속한 경혈로 선정하였다. 대퇴부 사두근을 근피로 유발 부위로 선정하였으며, 이에 족궤음간경에 속한 경혈 중 대퇴부에 위치하고 있는 음포혈(LR9)을 자극 경혈로 선정하였다. 음포혈은 슬개골 내측상 4촌처, 봉공근과 반막양근간의 요합처에 위치하고 있는데 봉공근하부의 Trigger Point(TP)와 해부학적 위치가 100% 일치하는 부위이다<sup>15)</sup>.

### 3. EMG 측정

근전도 측정을 위하여 Ag/AgCl 표면 전극(Noraxons, USA)을 이용하였으며 대퇴직근(Rectus femoris)에서 측정된 근전도 신호를 표본주파수

(Sampling frequency)는 1kHz로 획득한 후 10Hz와 500Hz의 구간만 사용하도록 filtering 하였다. 근전도 신호는 Noraxon Myoresearch XP software에서 제공하는 GUI를 통하여 실시간 확인하였으며 측정된 근전도의 power spectrum을 분석하였다. 근피로를 평가하기 위하여 본 연구에서는 Median Frequency(MF)를 분석하였다. 기존의 연구결과에 따르면 등척성 운동으로 인하여 근피로가 유발될 시, MF가 낮아지게 되며 근피로가 회복됨에 따라 낮아진 주파수가 초기 값으로 회복된다. 따라서 MF의 변화 추이를 통하여 근피로의 회복 여부를 판단 가능하다<sup>16)</sup>.

#### 4. 실험방법

본 연구에서 Maximal Voluntary Contraction (MVC) 측정 및 근피로 유발을 시키기 위하여 Biodex System 3(Biodex Medical Inc., Shirley, NY, USA)을 사용하였다(Fig. 1). Biodex system은 회전력과 위치 평가의 검사에 타당성과 신뢰성이 증명된 기기이며, 근육의 객관적 평가와 재활 치료에 사용되는 기기이다. 실험절차는 Fig. 2와 같이 구성되었다. 첫번째로 모든 피험자에 대하여 Maximal Voluntary Contraction(MVC)를 1분 휴식시간을 갖고 4회 측정하였다. 그 후 근피로 유발에 앞서 Biodex의 운동에 익숙해지기 위한 운동을 120° degree/sec의 등속도 운동을 각 회마다 10번씩 3회 실시하였으며 각 회마다 2분의 휴식시간을 유지하였다. 5분 후 MVC를 1분마다 2회 재 측정하여 피험자의 Biodex에 적응한 후의 상태를 확인하였다.

다시 5분 후 근피로를 유발하기 위하여 Knee extension/flexion을 120° degree/sec을 실시하였다. 이때 피험자마다 근육의 상태가 상이하므로 동일한 운동 상태에 따라 근전도 신호의 차이가 다른 문제점이 발생하므로 이를 극복하기 위하여 Peak Torque의 55%로 근피로가 동일하게 쌓일 때까지 등속도 운동을 계속하였다. 모든 피험자의 Peak Torque의 55%가 될 때까지 등속도 운동을 한 시간은 평균 130±24.18 sec이며 운동 횟수는 89±18.55 set 이다(Table 1). 근피로 유발 후 MVC를 측정하여 근육의 상태를 재확인하였으며, 뜸 자극군은 3분간의 자극시간을 유지하였으며 무자극군은 휴식을 취하였다. 그 후에 2분 간격으로 20분간 MVC를 추가적으로 측정하여 근전도 신호의 주파수 차이를 확인하였다.



Fig. 1. Experiment Set-up by using Biodex system 3.

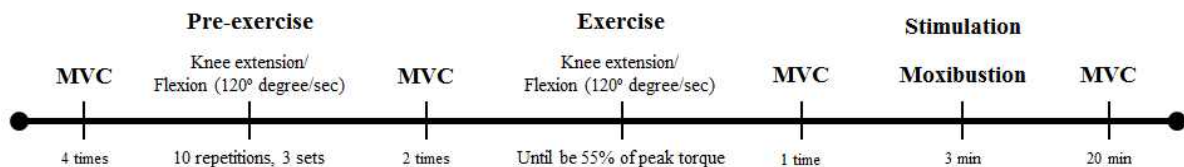


Fig. 2. Procedure of experiment for evaluating muscle fatigue.

Table 1. The mean and STD of time and sets for all subjects until 55 percent of peak torque by isokinetic contraction

	mean	STD
time(sec)	130	24.18
sets	89	18.55

### 5. 통계처리

무자극군과 뜬 자극군의 근피로 회복을 평가하기 위하여 PASW STATISTICS 18 (SPSS Inc. USA)을 사용하였으며, one-way repeated measures analysis of variance를 이용하여 대비검정을 실시하였다. 모든 변인에 대한 통계적 유의수준은  $P<0.05$ 로 설정하였다. 측정된 모든 데이터는 초기 값을 1로 적용하여 Normalization을 하였으며, 백분위 그래프로 표현하였다.

## III. 결 과

### 1. 무자극군과 뜬 자극군의 Median Frequency (MF) 결과 비교·분석

Fig. 3과 같이 모든 피험자에게서 근피로가 유발되면 MF가 낮아지게 되고 근피로가 회복됨에 따라 운동전의 MF로 회복된다는 기존의 연구결과와 동일하게 운동 직후 감소한 MF가 시간의 흐름에 따라 운동 전의 MF 값으로 회복되는 결과를 확인하였다. 그러나 운동 후에 감소한 MF가 운동 전의 정상상태의 MF로 도달하는 시간은 각 군마다 차이가 관찰되었다. 뜬 자극군은 약 8분 정도에 운동 전의 근피로 유발 전의 MF로 회복되었으며, 무자극군의 경우 대략 13분 정도에 회복되었다.

One-way repeated measures analysis of variance를 이용하여 대비검정을 통하여 분석해본 결과 (Table 2), 뜬 자극군은 운동 후 4분 후에  $95.53\pm 7.00$  ( $p=0.074$ )로 무자극군은 8분 후에  $97.91\pm 5.47$  ( $p=0.501$ )로 확인되었다. 즉, 무자극군에 비하여 뜬 자극을 한 자극군의 MF는 자극 전 정상상태로 4분 먼저 회복되었음을 확인하였다.

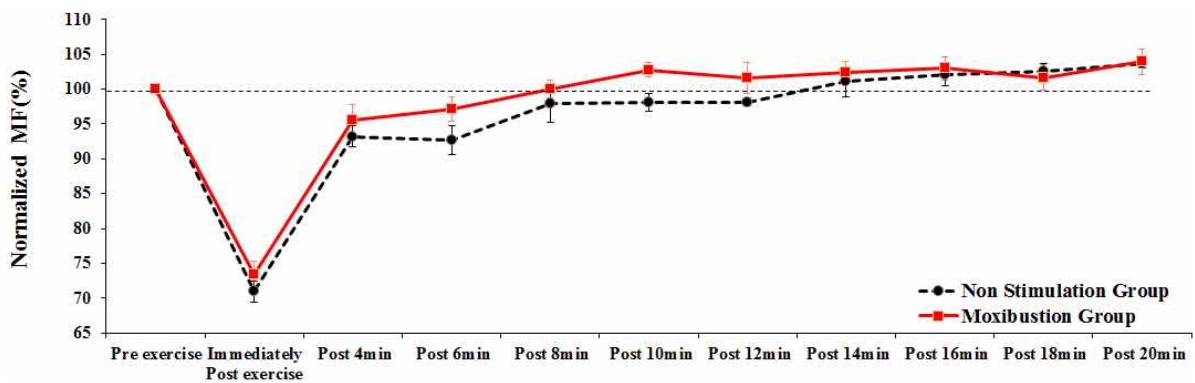


Fig. 3. The mean and standard error of the MF for Non Stimulation Group and Moxibustion Group as time passed.

**Table 2. The analysis of the MF in the Non Stimulation Group and Moxibustion Group as Time passed**

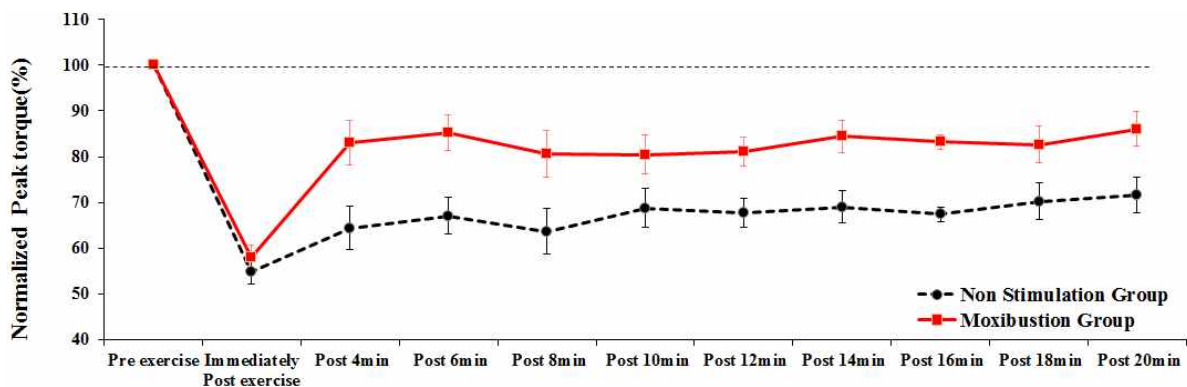
MF	Non Stimulation Group			Moxibustion Group		
	Mean(%)	STD	P Value	Mean	STD	P Value
Pre exercise	100	0		100	0	
Post exercise	70.95	2.96	0.000	73.40	6.26	0.000
Post 4 min	93.22	3.313	0.023	95.53	7.00	0.074
Post 6 min	92.70	4.23	0.041	97.15	5.41	0.131
Post 8 min	97.91	5.47	0.501	100.025	4.16	0.985
Post 10 min	98.09	2.47	0.218	102.77	3.17	0.022
Post 12 min	98.14	1.04	0.037	101.55	7.08	0.506
Post 14 min	101.05	4.28	0.657	102.35	5.13	0.181
Post 16 min	102.01	2.94	0.271	102.96	5.29	0.111
Post 18 min	102.61	2.05	0.084	101.62	5.75	0.395
Post 20 min	103.66	1.20	0.009	103.93	5.65	0.055

## 2. 무자극군과 뜸 자극군의 Peak Torque 결과 비교·분석

Fig. 4는 무자극군과 뜸 자극군의 Peak Torque의 변화추이를 나타낸 것으로 두 군 모두 초기의 Peak Torque로 회복하지 못하는 것을 동일한 결과를 확인하였다. 두 군 모두 운동 전의 Peak Torque를 회복하지 못하였으나 무자극군은 운동 직후  $54.75 \pm 5.30$ 로 떨어진 Peak Torque가 운동 후 20분 후에는  $71.57 \pm 7.69$ 로, 뜸 자극군은 운동 직후  $57.95 \pm 10.51$ 에서  $86.08 \pm 15.56$ 으로 뜸 자극군이 무자극군에 비하여 회복되는 정도가 더 높음을 확인하였다. 또

한 운동 후 4분 후에는 뜸 자극군이  $83.04 \pm 8.63$ 으로 무자극군은  $64.43 \pm 9.56$ 으로 회복되는 결과를 확인하였는데, 이는 뜸 자극군이 무자극군에 비하여 회복되는 정도가 크고 회복속도가 빠르게 나타난 결과이다.

Table 3은 무자극군과 뜸 자극군의 Peak Torque의 데이터를 시간의 흐름에 따라 one-way repeated measures analysis of variance를 이용하여 대비검정한 결과이다. 20분이 지난 후까지 두 군 모두 초기 Peak Torque를 회복하지 못하는 동일한 결과를 확인하였다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 4. The mean and standard error of the Peak Torque for Non Stimulation Group and Moxibustion Group as time passed.**

**Table 3. The analysis of the Peak Torque in the Non Stimulation Group and Moxibustion Group as Time passed**

Peak Torque	Non Stimulation Group			Moxibustion Group		
	Mean	STD	P Value	Mean	STD	P Value
Pre exercise	100	0		100	0	
Post exercise	54.75	5.30	0.000	57.95	10.51	0.000
Post 4 min	64.43	9.56	0.005	83.04	8.63	0.000
Post 6 min	67.08	7.89	0.004	85.19	10.69	0.002
Post 8 min	63.66	10.10	0.006	80.59	9.53	0.000
Post 10 min	68.81	8.57	0.005	80.42	10.48	0.000
Post 12 min	67.77	6.46	0.002	81.13	9.54	0.000
Post 14 min	68.98	7.01	0.003	84.46	10.71	0.001
Post 16 min	67.40	3.21	0.000	83.26	12.68	0.002
Post 18 min	70.27	8.19	0.005	82.68	10.83	0.001
Post 20 min	71.57	7.69	0.005	86.08	15.56	0.020

#### IV. 고 찰

지속적인 운동은 시간이 경과함에 따라 포도당 대사의 증진으로 인한 대사산물로 과량의 pyruvate 형성을 일으키며 이로 인해 조직내와 혈중에 피로 물질인 Lactate의 형성이 촉진시킨다. 이에 과량으로 형성된 pyruvate를 Lactate으로 전환시키는 과정에서 Lactate dehydrogenase(LDH)의 활성도가 증가된다<sup>18,19)</sup>. 또한 근골격근에는 creatine phosphate가 상당량 함유되어 있어 근수축시 creatine kinase 효소반응에 의해 소비된 에너지(ATP)를 보충하며 creatine phosphate는 인산염과 creatinine으로 분해되므로 근육 운동 후 creatinine의 농도가 증가된다.

이에 임상실험 통한 근피로에 관한 실험적 연구 결과에 따르면 근피로 유발 후 인체 내 근육 조직과 혈청 내의 Lactate가 증가하게 되며 결과적으로 LDH의 활성도가 증가된다고 보고되었으며, 일정 시간 경과 후에 정상치로 회복되었음을 보고하였다<sup>20)</sup>. 이러한 Lactate의 형성은 골격근의 활동과 밀접한 관계를 형성하며 운동을 하고 있는 골격근에서 Lactate 양의 증가는 산소의 부족 혹은 무산소 형태의 조건과 같은 근피로 유발 후 촉진된다고 보고되었다<sup>21)</sup>. 즉 근육에 Lactate가 축적되면

화학적 변화 진행이 느려지며 이는 피로의 화학적 원인이 된다. 기존의 연구결과에 따르면 근육 내에서 creatine, LDH activity, Lactate와 같은 근육대사 물질의 농도가 뜸 자극 후 비교·분석한 결과 모두 유의한 감소가 있다고 보고되었다<sup>22)</sup>. 본 논문은 근피로 회복 평가를 이와 같은 근육대사 물질의 농도 변화를 직접적으로 확인한 방식이 아닌 EMG의 변화 추이를 통하여 근피로 회복을 평가하는 방법을 사용하였다. 근피로가 유발될 시 MF와 Peak Torque 감소하고 근피로가 회복됨에 따라 정상상태로 회복된다<sup>16,17)</sup>. 즉 근피로 유발로 인하여 증가된 creatine, LDH activity, Lactate의 농도가 뜸 자극 후 감소됨에 따라 근전도 신호의 MF와 Peak Torque가 무자극군에 비하여 보다 신속하게 정상상태로 회복되는 추이가 관찰되어야만 한다. 이러한 기존 연구로 인하여 규명된 뜸이 생체에 미치는 영향으로 근피로 유발 후 감소된 MF와 Peak Torque가 무자극군에 비하여 정상상태로 회복되는 시간이 단축되었다고 판단하였다.

또한 한의학에서의 뜸은 온열 자극을 이용하여 자극부위의 경결과 어혈을 풀어주어 기의 흐름을 원활하게 해줌으로써 각종 통증을 해소하는 치료법이며, 뜸의 열 자극은 혈액순환을 왕성하게 해줌

으로써 정상체온을 보호, 증진시켜주며, 혈압을 낮추는 탁월한 효과도 규명되었다<sup>23,24</sup>. 또한 뜸 요법 적용 후 자율신경계 증상인 두통, 상열감, 피로감에서의 탁월한 치료효과가 있다고 보고되었으며<sup>25</sup>, 아세틸콜린과 히스타민의 분비를 자극하여 아데닐산 및 아데노신 등이 국소적으로 작용함으로써 혈관 확장을 유도함이 보고되었다<sup>26,27</sup>. 이에 음포혈(LR9)에서의 뜸 자극이 위와 같은 연구결과와 같이, 근피로가 유발된 대퇴부 사두근의 근 이완과 혈관 확장으로 인한 혈액순환 개선과 더불어 자율신경계의 영향을 줌으로써 무자극군에 비하여 근피로가 효과적으로 회복되었다고 사료된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 뜸이 근골격계 질환 중 근피로 회복에 미치는 치료 효과를 평가하고자 대퇴직근에서의 반복적으로 격렬하게 수축/이완 등속도 운동을 시킴으로써 근피로를 유발하였으며, 시간 경과에 따른 회복 정도를 관찰하였다. 그 결과, 근피로 유발 후 MF, Peak Torque가 감소되고 시간에 따라 다시 증가한다는 기존의 연구결과와 동일한 변화 추이를 확인하였으며, 뜸 자극군이 무자극군에 비하여 운동 전의 정상 상태로 신속히 회복되는 추이를 확인하였다. 이로써 기존의 뜸 시술에 대한 신진대사 및 물질대사 평가방법과 달리 근전도를 측정하고 분석함으로써 뜸 효과의 근육계 치료효과를 객관적이고 정량적으로 평가하였다. 이에 근골격계 질환의 원인이 되는 근피로에 대한 뜸의 치료효과를 기계적, 물리적 방법을 이용하여 평가하였으므로, 향후 뜸 시술에 대한 근골격계 질환의 예비 평가 및 예후 평가방법으로 사용가능성을 확인하였다.

## 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업의

지원에 의하여 이루어진 것임. (과제고유번호: A102062)

## 참고문헌

1. 과학백과사전종합출판사. 재편집 동의학사전. 서울 : 까치글방. 1998.
2. 국민건강보험공단. 2006 건강보험 통계연보. 2007 : 300.
3. 박혜정, 손창규. 국내외의 뜸 연구의 경향에 대한 연구. 경락경혈학회지. 2008 ; 25(3) : 167-74.
4. 전상희, 왕명자. 뜸에 대한 문헌고찰 및 국내 연구동향 분석 - 동의보감(東醫寶鑑) 침구편(鍼灸篇)을 중심으로 -. 동서간호학연구지. 2003 ; 8(1) : 135-46.
5. Faller-Marquardt M, Pollak S, Schmidt U. Cigarette burns in forensic medicine. Forensic Sci Int. 2008 ; 176(2-3) : 200-8.
6. 이건휘, 이건목, 황유진. 상용 소형 쑥뜸의 열역학적 특성에 대한 실험적 연구. 대한침구학회지. 2001 ; 18(6) : 171-87.
7. 이건목, 이건휘, 이승훈, 양명복, 고기덕, 서은미 등. 온도 측정을 통한 상용 쑥뜸의 자극효과에 대한 실험적 연구 - 승온속도 및 유효자극기를 중심으로 -. 대한침구학회지. 2002 ; 19(3) : 64-76.
8. Magnusson M, Johansson K, Johansson BB. Sensory stimulation promotes normalization of postural control after stroke. Stroke. 1994 ; 25 : 1176-80.
9. 김효재, 정한영, 조기정. 장기간 수지침 및 뜸요법 처치후 혈중 지질 농도 변화. 한국학교 체육학회지. 2001 ; 11(2) : 25-33.
10. 승정우, 안창범. 뜸 ( 灸 ) 치료를 통한 관절염과 다발성 신경염에 관한 인체면역학적 연구. 대한침구학회지. 1991 ; 8(1) : 395-403.
11. 노성숙, 이재준, 황성미, 임소영, 정일영, 최영

- 룡. 퇴행성 슬관절염에 대한 히알루론산 나트륨의 치료효과. 대한통증학회지. 2004 ; 17(2) : 170-4.
12. Nethery D, Callahan LA, Stofan D, Mattera R, DiMarco A, Supinski G. PLA(2) dependence of diaphragm mitochondrial formation of reactive oxygen species. *J Appl Physiol.* 2000 ; 89(1) : 72-80.
  13. Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev.* 2008 ; 88(1) : 287-332.
  14. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003 ; 33(2) : 145-64.
  15. 김형준, 허동석, 오민석. 근육의 Trigger points 와 經穴의 연관성에 관한 연구,2 :요방형근에서 발의 심층 내재근들까지. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 2007 ; 16(1) : 127-32.
  16. So R, Chan KM, Siu O. EMG power frequency spectrum shifts during repeated isokinetic knee and arm movements. *Res Q Exerc Sport.* 2002 ; 73(1) : 98-106.
  17. 김형돈, 유재충, 윤성원. 근피로 유발후 Concentric 과 Eccentric 근수축시 등속성 근력 및 EMG 의 변화. 한국체육학회지. 1997 ; 36(2) : 272-82.
  18. Astrand PO, Hallback Inger, Hedman Rune, Saltin Bengt. *Journal of Applied Physiology.* 1963 ; 18(3) : 619-22.
  19. Huckabee WE. Relationships of pyruvate and lactate during anaerobic metabolism. I. Effects of infusion of pyruvate or glucose and of hyperventilation. *J Clin Invest.* 1958 ; 37(2) : 244-54.
  20. Halonen PI, Konttinen A. Effect of physical exercise on some enzymes in the serum. *Nature.* 1962 ; 193 : 942-4.
  21. Karlsson J. Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man with special reference to oxygen deficit at the onset of work. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1971 ; 358 : 1-72.
  22. Chun HJ, Kim IK, Han JH, Leem SY, Jang KS. The influence of Muscle fatigue on Metabolism in Blood Serum and Muscular Tissue, and the Effect of Moxibustion(I). *The Journal of Natural Science.* 1993 ; 12(1) : 101-7.
  23. 김순옥, 조수현. 수지침과 뜸요법이 월경곤란증에 미치는 효과. 여성건강간호학회지. 2001 ; 7(4) : 610-21.
  24. Lee BH, Kim CH, Seo JC, Yoon HM, Jang GJ, Song CH et al. The effect of acupuncture and moxibustion on the decreasing of blood pressure in hypertensive patients. *The Journal of Korean Acupuncture and Moxibustion Society.* 2001 ; 18(5) : 70-6.
  25. 조순희. 뜸요법이 전고혈압 성인의 생리적 지수와 자율신경계 증상에 미치는 효과. 2010 ; 40(5) : 686-94.
  26. Avolio A. Pulse pressure and inflammatory markers. *Journal of Hypertension.* 2004 ; 22(2) : 247-9.
  27. Uchida S, Suzuki A, Kagitani F, Nakajima K, Aikawa Y. Effect of moxibustion stimulation of various skin areas on cortical cerebral blood flow in anesthetized rats. *The American Journal of Chinese Medicine.* 2003 ; 31(4) : 611-21.