

지연성 근육통에 대한 미세전류자극치료가 통증과 CK에 미치는 영향

조남정^{1*}·송승혁²

^{1*}한려대학교 물리치료학과, ²동서연합병원 물리치료실

Effects of Microcurrent Delayed Onset Muscle Soreness on Creatine Kinase

Cho Namjeong, PT, Ph.D^{1*}·Song SeongHyeok, PT²

^{1*}*Dept of Physical Therapy, Hanlyo University*

²*Dept.of Physical Therapy, DongSeo Yoonghap Hospital*

Abstract

Purpose : Delayed onset muscle soreness(DOMS) is a common problem that can interfere with rehabilitation as well as activities of daily living. The purpose of this study was to compare the effect of both transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS) Micro current(MC) and only normal Therapy on Delyed Onset Muscle Soreness(DOMS).

Method : The Methods ten untrained and male volunteer subjects were randomly assigned to one of two treatment groups: 1) a group that received TENS (60Hz) MC(60 μ A, 3pps) a control group that received no MC treatment. Subjects performed repeated eccentric exercise of the non-dominant forearm flexor muscle with submaximal intensity by the simply designed eccentric exercise devices. Treatments were applied after 24hours and 48hours. Subjects attended on two consecutive days for treatment and measurement of paining(visual analogue scale: VAS) and CK(Creatine kinase) on a daily basis. Measurements were taken after treatment.

Results : 1) There were no significant differences between TENS and MENS by two-way repeated ANOVA. The Results that t-test for VAS revealed significant differences within TENS group. 3) The t-test for VAS, and Creatine Kinase of time revealed significant differences within MC group.

Conclusion : These findings suggest that both TENS and MENS had effect on DOMS.

Key Words : CK, DOMS, MC

*교신저자 :

조남정 mjnj12@hanmail.net, 061-760-1171

논문접수일 : 2014년 8월 29일 | 수정일 : 2014년 9월 22일 | 게재승인일 : 2014년 9월 29일

I. 서론

통증은 불쾌, 고통, 통각 등을 포함한 주관적이고 복합적인 현상이며, 상해 또는 조직파괴를 유발시키는 자극으로 인해 나타나는 감각적 경험이다. 지연성 근육통(delayed onset muscle soreness, DOMS)은 갑작스러운 고강도 원심성 운동(eccentric exercise)으로 인해 속근 섬유가 선택적으로 미세하게 손상되었을 때 유발된다(Cheung 등, 2003).

이충휘(1987)는 경피 신경 전기 자극은 동통 역치 변화와 관련이 있으며 자극부위 뿐만 아니라 신체 전반에 걸쳐 영향을 준다고 하였다. Picaza 등(1975)은 저주파 경피 신경 전기자극시에 동통 감소 효과가 늦게 나타나지만 그 효과가 지속적이며 간혹 동통이 있는 부위와는 반대되는 측에도 동통 감소 효과가 있다고 보고하였는데, 그 이유는 부위별 파급효과가 있기 때문이라고 하였다.

한편, 종래 사용되었던 일반적인 전기 자극치료기, 경피 신경 전기자극기, 고전압 맥동 전류 자극기 등은 모두 전류가 미리암페어(mA)의 단위로 치료한다. 그러나 미세전류(Micro Current, MC)는 마이크로암페어(μ A)로 치료하는 것으로 경피 신경 자극 치료기에서 사용하는 mA와는 생체전기에 대한 의미 측면에서 매우 다름을 알았고, 상처치료에 대한 미세전류의 높은 효과가 증명되었다(Carley & Wainapel, 1985).

지연성근육통에 대한 전체 전류량을 줄이고 치료목적을 달성하기 위한 미세전류의 사용이 일반화되고 있다(Chapman & Hill, 2002). 또한 전기공학의 발달에 수반되는 통전법의 개발과 생체내의 동통억제 기전에 관한 새로운 이론적 근거에 의하여 미세전류 신경 근 자극(Microcurrent Electrical Neuro-muscular stimulation, MENS)이 동통에 대단히 유효한 것으로 대두되고 있고 미세전류는 낮은 전류로서 신체자제의 생리적 전류 범위 정도이기 때문에 근수축이 일어나지도 않으며, 감각적으로 편안하며 전기적인 불쾌감이 전혀 없고 안정성도 탁월하며 부작용도 거의 없는 장점을 가지고 있다.

Smith(1991)는 지연성 근육통이 유발된 후 급성 염증반응으로 백혈구가 증가한다고 보고하였고, 지연성 근육통이 지속되면 근육의 손상으로 혈중 크레아틴 키나아제 농도가 증가된다고 하였다. 운동 후 72시간 이내에 관찰가동

범위의 감소, 통증, 부종, 대식세포의 증식, 리소좀 활동성 증가 같은 증상이 급성 염증 반응과 비슷한 경향이 있다(Nosaka 등, 2002).

Lambert 등(2002)은 인체 내에서 미세전류의 작용기전은 세포 간 Ca^{++} 의 항상성의 조절기전과 밀접하게 관련되어 있으며, 세포수준의 전기에너지를 공급함으로써 통증완화 및 상처치유 효과를 얻을 수 있다고 하였다.

Nosaka 등(2002)은 근육통은 크레아틴 키나아제와 젖산 탈수효소(LDH)와 같은 화학적 인자는 운동 다음에 상승된 체온상승인자 또는 부종을 동반한 조직의 상승된 압력과 역학적 변형에 의한 역학적 인자가 유해자극이 되어 근조직 특히, 근접합부와 근막 초에 있는 수용기를 자극함으로써 유발될 수 있다. 그러나 Davies 등(1981)은 신장성 운동 시 높은 젖산의 축적을 보여 급성 근육통과 피로의 원인을 젖산이라 하였고, Macintyre 등(1996)은 지연성 근육통 유발 시 원심성 운동직후와 운동 후 24시간 이내에 근력감소와 근 손상에 의한 급성염증으로 백혈구가 생성됨을 보고하였다.

지연성 근육통에 대한 경피 신경 전기 자극 치료와 미세전류 신경 근 자극치료의 각각의 효과는 여러 선행 연구에 의해 밝혀졌지만 지연성 근육통에 대한 경피 신경 자극 치료와 미세전류 신경 근 자극치료를 동시에 적용했을 경우의 연구는 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 실험적으로 유발된 지연성 근육통에 경피 신경 자극치료와 미세전류 신경 근 자극치료를 적용했을 때의 CK 농도변화와 통증의 변화에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 전남 광양시 소재 H대학에 재학 중이며 이 실험에 참여하겠다고 동의한 20~30에 건강한 남녀 10명을 대상으로 하였다. 연구기간은 2010년 11월 21일부터 2010년 12월 2일까지 실시하였다. 그룹별 각각 5명씩 대조군 실험군으로 나누었으며 일반적 치료인 TENS를 적용

할 대조군 그룹은 평균 나이는 24.20세 이었고, 평균 신장은 165.20 cm, 평균 몸무게는 54.20 kg 이었으며, 일반적인 치료와 MC를 동시에 적용 할 실험 군 그룹의 평균 나이는 23.80 세 이었고 평균 신장은 165.62 cm, 평균 몸무게는 58.80 kg이었다(표 1).

연구대상은 심장에 문제가 있거나 간질이 의심되는 자 상지에 신경손상이 있거나 피부감각의 이상이 있는 대상 자는 제외시켰으며 상지의 운동을 제한하는 질환이 없고 실험 전 일주일동안 운동으로 인한 비우세성 상지의 근육 통을 경험하지 않았으며 정기적인 무게 훈련을 하고 있지 않은 자를 대상으로 하였다.

표 1. 그룹의 일반적 특성

	대조군	실험군	Total
Age(yrs)	24.20±1.30	23.80±1.78	24.00±1.49
Height(cm)	165.20±6.76	165.62±6.56	165.41±6.28
Weight(kg)	54.20±3.70	58.80±8.70	56.50±6.75

2. 연구 방법

본 연구는 표본 집단인 경피신경 자극기로 치료한 대조 군과 미세전류 신경 근 자극기와 경피신경 자극을 함께 치 료한 실험군으로 선정하였다. 비우세성 상지의 상완이두 근(biceps brachii)이며, 비우세성 상지를 결정하기 위해 실험 전 각 대상자에게 일상생활 동작 중 어느 쪽을 많이 사 용하는지 질문 후 많이 사용하는 쪽을 우세성으로 결정하 였다.

지연성 근육통의 유발을 위한 운동은 케이블 크로스 오 버(TAE YOUNG MOD, Taiwan)를 이용하여 자세에서 각각 의 대상자에게 최대 등척성 근력으로 계산된 무게를 적용 하였다. 상완이두근의 원심성운동을 위하여 대상자가 120° 굴곡한 자세에서 원심성 운동을 시작한 후 다시 굴곡자세 를 취할 때 는 옆에 보조자가 무게를 대신 들어주는 것으 로 해서 굴곡운동을 배제하였다. 상완이두근의 원심성 운 동은 1회에 약 5초가 소요되도록 지시하고 실행 시 측정자 가 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯이라고 구령을 붙여줌으로써 운동 시간을 주지시켰다. 이러한 원심성 운동은 5회를 1단위 (bout)로 하여 5단위, 총 25회를 실시하며 각 단위간의 휴 식시간은 10초로 하였다. 그 후 MVIC 값을 정하기 위해

총 3회 근력계로 측정 후 최대로 지연성근육통을 일으키 는데 무게를 결정하였다. 지연성 근육통을 유발하기 위해 운동전에 각 그룹별 운동전 운동 후 24시간, 48시간 후 에 전완의 정맥에서 주사기를 사용하여 혈액을 3 ml 이상 채 취하였다. 음주 평상시와 다른 식이요법, 약물복용 및 주 입을 금하도록 하였다.

24시간 후 와 48시간 후에 대조군은 경피 신경 전기자 극기(60 Hz) 60 μ s의 통전시간을 갖는 고빈도 저강도형 전 기 자극을 통해 전극부위에 근수축이 감지되는 정도의 강 도를 15분 적용하였고, 실험군은 일반적인 치료(60 Hz) 60 μ s를 15분 적용 후 미세전류 자극기를 60 μ A, 3 pps로 15분 간 적용하였다(그림 1). 적용 후에는 각 표본 집단의 휴식 시 통증 척도 평가 후 CK 농도 확인을 위해 혈액을 채혈 하였다.



그림 1. Microcurrent

3. 측정 방법

지연성 근육통을 치료하기 위해 경피 신경 전기자극기 (HAT-2000,(주)메디텐스, Korea)와 미세전류신경근자극기 (CWM-702, (주)청우메디컬, Korea)를 사용하였으며, 통증 의 정도를 측정하기 위한 도구로써 통증상사척도(Visual Analogue Scale; VAS)를 사용하였다.

최대 등척성 수축력(MVIC)의 측정은 고정된 바늘과 고 정된 무게를 이용하여 대상자에게 최대 등척성 수축을 3 초 이상 유지할 수 있도록 독려하면서 5분 간격으로 2회 측정 한 후 그중 kg 단위의 최대값을 MVIC로 정하였다.

통증상사 척도 VAS는 흰 종이위에 수평으로 10 cm의 선을 그은 후 0~10까지 표시하였다. 모든 대상자들에게 0

은 통증이 전혀 없는 상태이며 10은 극도로 심한 통증을 나타낸다고 설명하였다. 대상자가 주관절을 능동적으로 굽히고 폼을 때 느껴지는 상완이두근의 통증강도를 수직선으로 표시하도록 요구하였다.

혈장 내 CK(creatine kinase) 수치는 전남 광양시의 00병원에서 모든 대상자들의 전완 정맥을 통해 혈액을 3 ml 이상 채취하였다. 채취한 혈액은 00병원에서 원심분리기(TOMY, GRX-220, HIGH SPEED CENTRIFUGE, JAPAN)를 이용하여 수치화하였다(그림 2).



그림 2. 원심분리기

4. 자료 분석

본 연구에서 측정된 자료는 SPSS/Window(Version 19.0)을 이용하여 통계 처리하였다. 치료기간에 따른 대조군과 실험군의 각 그룹 간 항목별 비교를 위해 반복측정 분산분석(repeated 2-way ANOVA)을 이용하여 분석하였다. 각 집단내의 시간대별 차이를 알아보기 위해서 Bonferroni의 방법으로 분석하였다. 또한 치료기간에 따른 대조군의 개체-간 대비점정 비교를 위해 일요인 반복측정 분산분석(repeated 1-way ANOVA)을 적용하였다. 그리고 모든 분석 자료의 통계학적 유의 수는 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 치료기간에 따른 대조군과 실험군의 VAS 비교

치료기간에 따른 대조군의 VAS에 의한 개체-내 대비검

정 결과 치료 후 4.60 ± 0.65 , 치료 24시간 후 4.30 ± 1.35 , 치료 48시간 후 2.20 ± 1.30 으로 치료 시간별로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

실험군은 치료 후 5.40 ± 1.00 , 치료 24시간 후 4.40 ± 0.6 치료48시간 후 2.90 ± 1.24 로 치료 시간별로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(표 2).

표 2. 치료시간에 따른 각 그룹별 VAS 변화

Group	Post	24H	48H	F-값
대조군 ¹	4.60±0.65	4.30±1.35	2.20±1.30	13.241*
실험군 ²	5.40±1.00	4.40±0.96	2.90±1.24	37.986*

Mean±SD, *: $p<0.05$

¹ TENS

² TENS+MC

2. 치료기간에 따른 그룹간 VAS 비교

치료기간에 따른 그룹 간 VAS 비교에서 개체-내 효과검정 결과 그룹과 치료기간의 교호작용 효과는 통계적으로 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 개체-간 효과검정 결과 대조군과 실험군 간의 교호작용 효과 또한 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(표 3).

표 3. 치료기간에 따른 그룹간 VAS 비교

소스	TypeIII SS	df	MS	F
그룹	0.450	2	0.225	0.414
오차	8.700	16	0.544	
기간	25.312	1	25.312	34.034
그룹 × 기간	0.112	1	0.112	0.151*
오차	5.950	8	0.744	

*: $p<0.05$

3. 치료시간에 따른 각 그룹별 CK 비교

치료기간에 따른 대조군의 CK지수에 의한 개체-내 대비검정 결과 치료 전 CK지수 102.40 ± 10.06 , 치료 24시간 후 CK지수 343.600 ± 186.768 , 치료 48시간 후 CK지수 $275.80\pm$

166.05, 치료 시기별로 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$). 실험군은 치료 전 CK 지수 118.00 ± 15.28 , 치료 24시간 후 CK 지수 236.00 ± 28.87 , 치료 48시간 후 CK 지수 93.60 ± 10.83 로 치료 시간별로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(표 4).

표 4. 치료시간에 따른 각 그룹별 CK 변화

Group	Pre	24H	48H	F-값
대조군 ¹	102.40±10.06	343.600±186.768	275.80±166.05	5.171
실험군 ²	118.00±15.28	236.00±28.87	93.60±10.83	33.523*

Mean±SD, *: $p<0.05$

¹ TENS

² TENS+MC

4. 치료기간에 따른 그룹 간 CK 비교

치료기간에 따른 그룹 간 CK 지수 비교에서 개체-내 효과검정 결과 그룹과 치료기간의 교호작용 효과는 통계적으로 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 개체-간 효과검정 결과 대조군과 실험군 간의 교호작용 효과는 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)(표 5).

표 5. 치료기간에 따른 그룹 간 CK 비교

소스	Type III SS	df	MS	F
그룹	49890.200	1.064	49887.161	24.403
오차	90639.733	16	5664.983	
기간	27751.250	1	27751.250	3.807
그룹 × 기간	48906.050	1	48906.050	6.709*
오차	59122.200	8	7390.275	

*: $p<0.05$

IV. 고 찰

지연성 근육통은 격렬한 운동을 하는 동안 근육의 미세한 열상 때문이며 열상조직은 퇴행되고 섬유가 괴사된다

는 조직열상이론(Friden 등, 1986)이 있으며 격렬한 운동 중 근섬유보다는 건을 포함한 결합조직이 손상을 받아 발생된다는 결합조직이론이 있다. 이를 종합해보면 지연성 근육통은 결합조직과 근원섬유의 미세외상 때문이라고 할 수 있다(Friden 등, 1986; Newham 등, 1987). 김종태(1994)의 연구에서는 최대 등척성 근력(MVIC)의 70% 무게를 적용하여 원심성 운동을 반복적으로 실시하였으나 지연성 근육통을 유발하지 못하였다. 이러한 연구결과는 지연성 근육통을 유발하기 위한 운동의 총 실시 횟수가 적게 적용되었기 때문으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 지연성 근육통을 쉽게 유발하기 위해서 상완이두근에 원심성 운동을 실시하였으며, 최대 등척성 근력의 100% 무게를 적용하였기 때문에 상반된 효과를 얻은 것으로 사료된다.

근골격계와 급성통증 조절을 위해서는 고빈도 저강도형 자극이 적절하다고 알려져 있다. 또한 남기석 등(1997)은 지연성 근육통을 보이는 대상자들에게 TENS치료를 적용하여 치료집단 내에서 시간경과에 따른 지연성 근육통에 유의한 효과가 있음을 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 지연성 근육통이 일어난 대상으로 대조군 1은 경피신경 전기자극기(60 Hz) 60 μ s의 통전시간을 갖는 고빈도 저강도형 전기 자극을 통해 전극부위에 근수축이 감지되는 정도의 강도를 15분 적용하였고, 실험군은 일반적인 치료(60 Hz) 60 μ s를 15분 적용 후 미세전류 자극기를 60 μ A, 30 Hz로 15분간 적용하였다. 또한 Craig 등(1996)의 지연성 근육통에 대한 근피신경 자극군의 실험에서는 저주파 경피 신경자극치료 (7 Hz)를 적용하여 효과가 없다고 보고하였다. 본 연구에서는 60 Hz를 적용한 결과 VAS와 CK지수에 유의한 차이가 있었다.

급성기와 만성기 질환자의 상처치유촉진과 통증조절에 의미 있는 효과가 있다는 것이 확인되었다(Lambert 등, 2002; Smith, 1991; McMakin, 2004). Lambert 등(2002)은 인체 내에서 미세전류의 작용기전은 세포 칼슘의 상성의 조절기전과 밀접하게 관련되어있으며, 세포수준의 전기에너지를 공급함으로써 통증완화 및 상처치유 효과를 얻을 수 있다고 하였다. 미세 전류치료는 일반적으로 0.3 Hz 주파수를 가장 많이 사용하게 되나, 침을 이용한 자극, 통증치료, 부종치료나 림프순환 자극 등 목적에 따라 3 Hz~300 Hz 범위로 다양하게 적용될 수 있다(Manley, 1994). 본 연구에서는 조직치료에 사용되는 60 μ A, 3 pps 적용하였으며

환자들의 침에 대한 거부감을 없애기 위해서 흡착패드를 적용하였으며 이러한 결과 개체-내에서 VAS와 CK지수에 유의한 차이를 보였다.

MC를 지연성 근육통의 경감 치료에 사용한 연구는 현재까지도 많지 않은 실정이다. 본 연구에서는 TENS뿐만 아니라 MC에 대한 지연성 근육통을 감소요인을 알아보기 위해 본 연구 결과 VAS 지수에서는 일반적인 치료군인 (TENS)군과 일반적인 치료와(TENS) 미세전류 자극치료를 함께 시행한 모든 군에서 치료 전과 비교해 24시간 후, 48시간 이후에 통계학 적으로 유의한 차가 있었다. Rapaski 등(1991)은 미세전류 신경 근 자극이 지연성 근육통 이후에 나타나는 혈액 간 CK 성분의 상승을 감소시키는데 효과적이어서 지연성 근육통의 감소를 보인다고 하였다. 본 연구에서는 대조군(TENS)과 미세전류 신경 근 자극기를 동시에 적용 했을 때 군내에서의 좀더 많은 CK수치(IL/U)에서 남자는 일반적인 CK수치(IL/U)는 148~180 여자는 78~96으로 본 실험에서는 표6과 같이 남녀모두 일반적 CK 수치(IL/U)에 유의한 차이가 있었다.

이상으로 볼 때 고강도-저빈도 에서 경피 신경자극에 효과적이며 미세전류치료기 적용 군에서의 군내에서 젖산물 질인 크레아틴 키나제의 수치에 영향이 있음을 알 수 있었다. 그러나 두 군 간의 큰 차이는 없었다. 또한 대상자가 부족하여 일반화하는데 큰 어려움이 있고 향후 더 많은 대상자를 포함한 미세전류치료기에 대한 빈도와 강도에 따른 효과를 포함한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료되고, 지연성 근육통에 대한 가장 효과적인 TENS와 MC의 적용 방법 및 패드의 부착 위치에 따른 효과의 차이에 대한연구가 이루어져야 하며, 다양한 양상의 특징과 치료 효과에 따른 후속적인 연구가 있어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 실험적으로 유발된 지연성 근육통에 일반적인 치료와 TENS와 MC를 함께 적용했을 때의 통증의 변화와 CK수치의 변화를 알아보았으며 연구결과는 다음과 같다.

1. 통증의 정도를 VAS로 측정된 결과 두 그룹 모두에서

치료 기간에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 그룹과 기간의 교호작용에서는 유의한 차이가 없었다.

2. CK 수치를 측정결과 대조군 에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었지만 실험 군 에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 개체-간 효과검정 결과 대조군 과 실험 군 간의 교호작용 효과는 유의한 차이가 없었지만 개체-내 효과검정결과 실험 군에서 그룹과 치료기간의 교호작용 효과는 통계적으로 유의하였다.

본 연구의 결과를 볼 때 지연성 근육통을 감소시키기 위한 방법으로 TENS와 MC의 치료가 효과적 이었으며, 특히 MC의 치료 시 CK지수의 더 많은 감소량을 확인할 수 있었고 앞으로 제한점들을 보완한 연구가 좀 더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

김종태(1994). 원심성 근육수축의 생리적 변화. 연세대학교 보건과학논집, 4, 1-6.

남기석, 이운주, 김종만(1997). 지연성 근육통에 대한 경피 신경자극의 효과. 한국전문물리치료학회지, 4(3), 70-83.

이충휘(1987). 경피적 전기신경 자극이 동통역치에 미치는 영향. 연세대학교 대학원, 석사학위 논문.

Carley PJ, Wainapel SF(1985). Electrotherapy for acceleration of wound healing: low intensity direct current. Arch Phys Med Rehabil, 66(7), 443-446.

Chapman D, Hill D(2002). Novel microcurrent treatment is more effective than conventional therapy for chronic achilles tendinopathy. Physiother, 88(8), 471-480.

Cheung K, Hume P, Maxwell L(2003). Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. Sports Med, 33(2), 145-164.

Craig JA, Cunningham MB, Walsh DM et al(1996). Lack of effect of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced delayed onset muscle soreness in human. Pain, 67(2-3), 285-289.

- Davies CT, White MJ(1981). Muscle weakness following eccentric work in man. *Pflugers Arch*, 392(2), 168-171.
- Friden J, Sfikianos PN, Hargens AR(1986). Muscle soreness and intramuscular fluid pressure: Comparison between eccentric and concentric load. *J Appl Physiol*, 61(6), 2175-2179.
- Lambert MI, Marcus P, Burgess T et al(2002). Electro-membrane microcurrent therapy reduces signs and symptoms of muscle damage. *Med Sci Sports Exerc*, 34(4), 602-607.
- Macintyre DL, Reid WD, Ilyster DM et al(1996). Presence of WBC decreased strength and delayed soreness in muscle after eccentric exercise. *J Appl Physiol*, 80(3), 1006-1013.
- McMakin CR(2004). Microcurrent therapy: a novel treatment method for chronic low back myofascial pain. *J Bodywork and Mov Ther*, 8(2), 143-153.
- Newham DJ, Jones DA, Clarkson PM(1987). Repeated high-force eccentric exercise: Effects on muscle pain and damage. *Appl Physiol*, 63(4), 1381-1386.
- Nosaka K, Newton M, Sacco P(2002). Delayed onset muscle soreness dose not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports*, 12(6), 337-346.
- Rapaski D, Isles S, Kulig K et al(1991). Microcurrent electrical stimulation: Comparison of two protocols in reducing delayed onset muscle soreness. *Phys Ther*, 71(6), 116.
- Picaza JA, Cannon BW, Hunter SE et al(1975). Pain suppression by peripheral nerve stimulation. Part I. Observations with transcutaneous stimuli. *Surg Neurol*, 4(1), 105-114.
- Smith LL(1991). Acute inflammation: The underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Med Sci Sports Exerc*, 23(5), 542-551.