

마사지 및 극초단파 치료가 원심성 운동으로 유발된 지연성 근육통과 근 손상 지표에 미치는 영향

고려대학교 보건대학 물리치료과
윤범철 · 이재학* · 함응운 · 이명화 · 홍혜정

Effects of massage and microwave diathermy therapy on eccentric exercise-induced DOMS and indices of muscle damage

Yoon, Bum-Chul · Lee Jae-Hak* · Ham, Young-Woon · Lee, Myoung-Hwa · Hong, Hye-Jung
Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Korea University

< Abstract >

The purpose of this study was to determine if there were any beneficial effects of massage or microwave diathermy regarding delayed onset muscle soreness (DOMS) and indices of muscle damage. Twenty-one adult women, randomly divided in two treatment groups and a control group, performed eccentric stepping exercise with the quadriceps until exhaustion. The treatment groups additionally performed massage or microwave diathermy after the stepping exercise. Pressure pain threshold measure for DOMS and muscle enzymes in the blood were obtained before, and 0, 24, 48 and 72 hours after exercise.

The results were as follows;

1. Eccentric exercise caused DOMS and elevations of muscle enzymes in the blood, with peak values observed at 0 hours (LDH, GOT) or 24 hours (DOMS, CK, CRP) after exercise. LDH activity returned to pre-exercise levels by 24 hours after exercise and GOT and CRP by 72 hours after exercise. DOMS and CK activity remained elevated 72 hours after exercise.
2. DOMS and blood muscle enzymes response to eccentric exercise were reduced by massage or microwave diathermy therapy. DOMS was significantly decreased at 72 hours after exercise by massage and microwave diathermy. CK activity was significantly decreased at 72 hours after exercise by microwave diathermy. There was the significant reduction in LDH at 48 hours, GOT at 24, 48, 72 hours, and CRP at 24, 48 hours after exercise by massage and microwave diathermy.

These results indicate that massage or microwave diathermy is had effect on recovery from exercise-induced muscle damage. In our's suggestion, microwave diathermy is particularly more appropriate therapeutic modality because it is more simple and economic than massage.

* Corresponding author

Lee, Jae-Hak

E-mail : jhlee@korhealth.ac.kr

I. 서론

과도하거나 익숙하지 않은 운동은 근육에 일시적이고 회복 가능한 손상을 일으킨다(Saxton & Donnelly, 1995). 특히 원심성 운동은 동일한 운동부하에서 구심성 또는 등척성 운동에 비해 장력과 열을 더 많이 발생시키며, 그 결과 근세포내 구조적, 기능적 성분들의 파괴가 크게 나타난다(Stauber, 1989; McCully, 1986; Ebbeling & Clarkson, 1989; Appell 등, 1992, Faulkner 등, 1993).

운동으로 인한 근육 손상은 근육통, 혈중 근육효소의 활성도 증가, 관절가동범위의 제한, 근 수행력의 감소 및 부종 등의 임상적 증상으로 판단한다(Appell 등, 1992; Cleak & Eston, 1992). 근육통은 근육에서 일어난 구조적 손상의 반응으로 여겨지며, 운동후 통증이 서서히 나타나므로 이러한 형태의 근육통을 지연성 근육통(delayed onset muscle soreness: DOMS)이라 부른다(Kuipers, 1994). DOMS는 피로를 유발하는 운동의 마지막 단계에서 느껴지는 일시적 근육통과는 구별된다. DOMS는 피로와 관련되지 않으며 압통과 팻뻗함, 불편 감각을 동반하는 통증으로(Ebbeling & Clarkson, 1989), 운동후 8~24시간에 처음 느껴지기 시작하여 24~72시간에 최고조에 달하며 보통 운동 5일 후에 사라진다(Armstrong, 1984; Ebbeling & Clarkson, 1989; Donnelly 등, 1990; Appell 등, 1992; Smith 등, 1994; MacIntyre 등, 1995).

근육 손상시 가장 흔한 생화학적 지표는 크레아틴 키나제(creatine kinase: CK)이다. CK는 근세포 대사에 중요한 효소이다. 건강한 근육에서 안정시 CK는 원형질내에 포함되어있고 혈중 농도는 낮다(Nosaka & Clarkson, 1992). 이 때문에 혈청 및 혈장 CK 활성도의 증가는 근질환 또는 운동후 근육 손상의 좋은 지표로 사용된다(Armstrong 등, 1983; Ebbeling & Clarkson, 1989). 이외에 젖산탈수소효소(lactic dehydrogenase: LDH), 글루탐산아미노트랜스아미노기전이효소(Glutamic-oxaloacetic transaminase: GOT)가 세포 손상시 증가하기 때문에 근 손상 지표로 사용된다(Dressendorfer 등, 1991; Nosaka & Clarkson, 1994). 또한 운동으로 인한 근육 손상은 염증 반응을 일으키는 것으로 알려져(MacIntyre 등, 1995) 급성 염증시 전신적 반응으로 증가되는 혈장 단백질인 C-반응성 단백질(C-reactive

protein: CRP) 역시 근 손상 지표로 사용되고 있다(Johnson 등, 1999).

운동으로 인한 일시적인 근육 손상은 심각한 상태가 아니며 자기활동제한질환(self-limiting disorder)으로서 특별한 치료가 필요치 않다. 그러나 경우에 따라서 운동 자극이 심했을 때, 또는 근육통과 근경직이 심한 경우, 좀더 중요하게는 기능 장애가 있을 때는 처치가 필요하다(MacIntyre 등, 1995). 특히 근약증이 있는 상태에서 과부하 운동을 계속하게 되면 영구적인 근육 손상이 유발될 가능성이 있다(Donnelly 등, 1990). 따라서 격렬한 운동 후 근육이 재생할 수 있는 충분한 시간적 여유가 주어지지 않는 시합이 연일 계속되는 스포츠 상황에서는 특히 적절한 처치가 뒤따라야 한다.

근육 손상 및 지연성 근육통을 예방하는 방법으로 보통 준비운동, 스트레칭, 마사지 등이 평상적으로 이루어지고(Rodenburg 등, 1994), 근육통이 발생한 경우에는 냉치료, 마사지, 열 전기치료, 경피신경자극 또는 초음파 치료 등의 물리치료(Hasson 등, 1990; Kulig 등, 1991)와 경구진통제, 비스테로이드성 소염제(NSAIDs) 등의 약물 요법(Kuipers 등, 1985; Donnelly 등, 1990)이 행해지며, 부드러운 운동도 재활전략으로 유용하게 사용된다(MacIntyre 등, 1995; Saxton 등, 1995).

이러한 치료방법들의 효과는 그동안 폭넓게 연구되어져 왔으며, 그러한 연구결과를 기초로 하여 현장에서 널리 사용되고 있다. 그러나 운동후 연속적인 시점에서 지연성 근육통 및 여러 가지 생화학적 근 손상 지표에 대응하여 그 효과에 대한 검증은 구체적으로 실시한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

이에 본 연구에서는 운동후 회복시기별로 적절한 치료 양식에 대한 정보를 제공함으로써 운동에 의한 근육통 및 근육 손상의 치료에 유용하게 사용될 수 있기를 기대하면서, 원심성 스텝핑 운동 후 24시간, 48시간, 72시간에 마사지와 극초단파 치료의 적용이 지연성 근육통과 근육효소의 혈중 활성도 변화에 미치는 효과를 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 특별한 신체적 결함이나 질병이 없는 건강

한 21명의 여자 대학생들을 대상으로 하였다. 연구 대상자들을 마사지군, 극초단파군, 대조군의 세 집단에 각각 7명씩 무선 배치하였다. 실험전 24시간 내에 모든 대상자의 운동과 알코올 섭취를 금하였으며, 실험전 2시간

내에는 식사, 담배, 커피 등 실험결과에 영향을 미칠 수 있는 식이를 통제하였다. 연구 대상자의 개인적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
Control	20.9±2.9	162.8±4.2	58.2±9.1
Massage	19.6±0.8	165.9±4.7	56.0±4.8
Microwave	20.3±0.5	162.1±5.1	51.3±4.8

2. 스텝핑 운동

벤치 스텝핑 운동(Bench stepping exercise)으로 DOMS를 유발하였다. 스텝의 높이는 41.2cm로 하였으며, 운동 형태는 팔을 차렷 자세로 고정시킨 상태에서 '오르고-오르고(up-up)'와 '내리고-내리고(down-down)' 동작으로 스텝을 오르내리는 것으로 구성하고,

'오르느' 동작시에는 우측 다리로 먼저 스텝을 오르게 하였고, '내리느' 동작시에는 좌측 다리로 먼저 스텝을 내려가게 하였다(Fig. 1). 한편 운동하는 동안 실험자는 구멍을 붙여 피험자가 탈진시까지 운동을 계속하도록 독려했다. 운동의 종료는 피험자가 더 이상 운동을 계속하지 못하겠다고 호소하는 탈진의 시점으로 하였다. 연구 대상자들의 평균 탈진시간은 10분이었다.

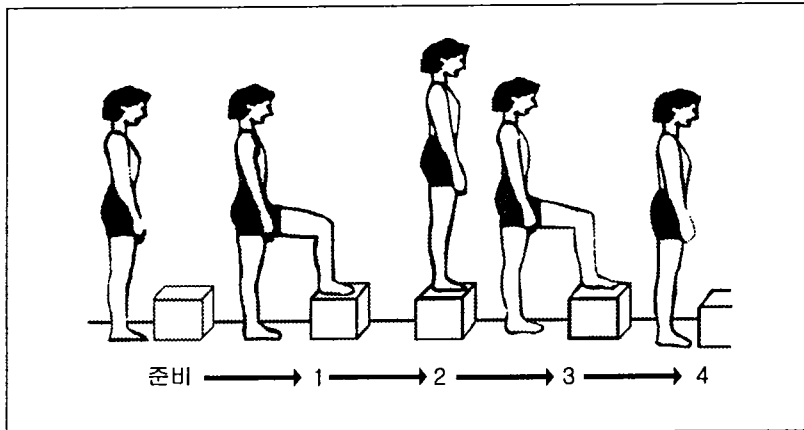


Figure 1. Bench stepping exercise

3. 마사지 적용

마사지 군은 운동후 24시간, 48시간, 72시간에 각각 15분씩 30분 동안 양측 대퇴사두근에 마사지를 적용하였다. 마사지 방법은 superficial stroking(1분), deep stroking(3분), petrissage(4분), compression(2분), tapotement(1분), vibration(1분), deep stroking(2분), superficial stroking(1분)의 순서로 실시하였다. 마사지는 물리치료사 1인이 수행하였다.

4. 극초단파 적용

극초단파군은 극초단파 투열기 (ITO Co. Japan)를 사용하여 운동후 24시간, 48시간, 72시간에 각각 15분씩 30분 동안 양측 대퇴사두근에 심부열을 적용하였다. 적용강도는 피험자가 가장 좋은 열 감각을 느끼는 거리와 강도로 설정하였다.

5. 지연성 근육통 측정

모든 대상자에서 알고미터(Meditech Group, inc. USA)로 압통역치를 측정하여 지연성 근육통의 지표로 삼았다. 피험자를 바로 눕힌 자세에서 운동 전, 운동 직후와 마사지 또는 극초단파의 적용 후에 좌측 대퇴부에 수직으로 1kg/sec의 압력을 주어 통증이 시작되는 시점에서 피험자가 '아' 하는 소리를 내도록 하였다. 바로 그 순간의 알고미터에서 출력되는 수치를 압통역치(단위: kgf/cm²)로 하고 2회 측정하여 그 평균값으로 하였다 (Fischer, 1986). 좌측 대퇴사두근 근복부의 측정부위에 스티커를 부착시켜 검사시마다 동일한 부위에서 압통역치를 측정할 수 있도록 하였다.

6. 근 손상 지표 분석

운동 전, 운동 직후와 마사지 또는 극초단파의 적용 후에 전완 주정중피정맥에서 6cc정도를 채혈하고, 임상 병리검사 센터에 의뢰하여 CK는 UV효소법, LDH는 pyruvate to lactate법, GOT은 UV법, CRP는 Latex의 검사방법으로 혈중 활성도를 분석하였다.

7. 자료 처리

본 연구의 자료는 SPSS (ver. 10.0) 통계 프로그램

을 이용하여 분석하였다. 모든 측정항목에 대한 평균과 표준편차를 산출하고, 시기에 따른 집단간 압통역치와 근육 효소들의 활성도 차이를 검증하기 위하여 5×3 반복측정분산분석을 실시하였으며, 각 시점별로 집단간 차이를 검증하기 위하여 일원배치분산분석을 실시하고 Duncan 방법을 이용하여 사후 검증하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 압통역치

압통역치는 모든 집단에서 운동 직후 상승되었다가 72시간까지 운동 전의 기준치보다 감소되었으며, 특히 운동 후 24시간에 역치가 가장 낮았다. 압통역치에 대한 처치의 효과와 시간에 따른 처치의 교호작용 효과는 유의하지 않았던 반면, 시간의 효과는 유의하였다 ($F=39.171$, $p=0.0001$). 시점별 분석 결과, 운동후 48시간까지는 처치집단간 유의한 차이를 보이지 않았으나 운동후 72시간에 마사지군이 2.87 ± 0.4 kgf/cm², 극초단파군이 2.78 ± 0.5 kgf/cm², 대조군이 2.54 ± 0.2 kgf/cm²로 처치집단간 유의한 차이를 보였으며($F=3.778$, $p=0.043$), 사후검정 결과 마사지군과 극초단파군의 압통역치가 대조군에 비해 유의하게 높았다(Fig. 2).

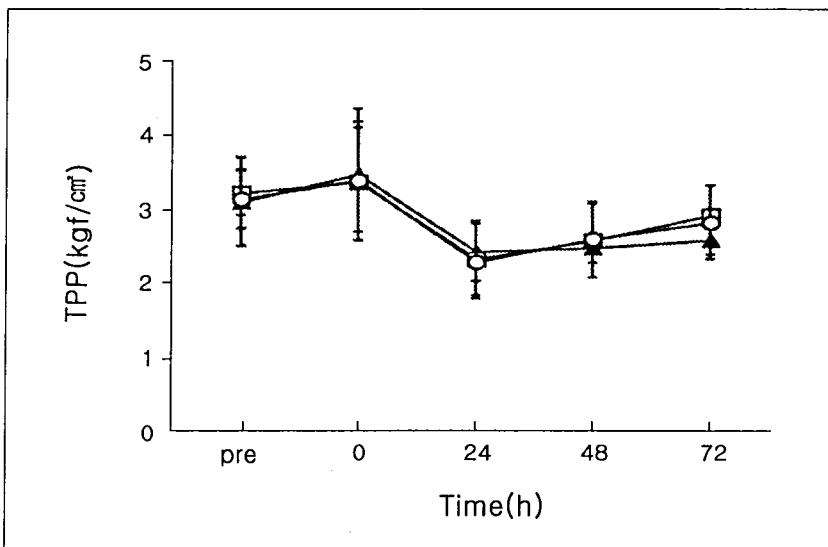


Figure 2. Mean of threshold of pressure pain for massage (□), microwave (○) and control (▲) groups across all time periods

2. 근육 효소의 활성도

1) 혈중 CK 수준

혈중 CK는 세 집단에서 모두 운동으로 급격히 증가하여 운동 후 24시간에 최고 수준이었으며, 이후 서서히 감소하였다. CK 수준에 대한 처치의 효과와 시간에 따른 처치의 교호작용 효과는 유의하지 않았던 반면 시간의 효과는 유의하였다($F=11.216$, $p=0.000$). 시점별

분석결과, 운동후 48시간까지는 처치집단간 유의한 차이를 보이지 않았으나 운동후 72시간에 마사지군 65.4 ± 14.2 U/L, 극초단파군 59.4 ± 10.0 U/L, 대조군 64.0 ± 7.8 U/L로 처치집단간 유의한 차이를 보였으며 ($F=4.329$, $p=0.029$), 사후검정 결과 극초단파군의 혈중 CK 활성도가 대조군과 마사지군에 비해 유의하게 낮아 운동전 수준으로 회복되었다(Fig. 3).

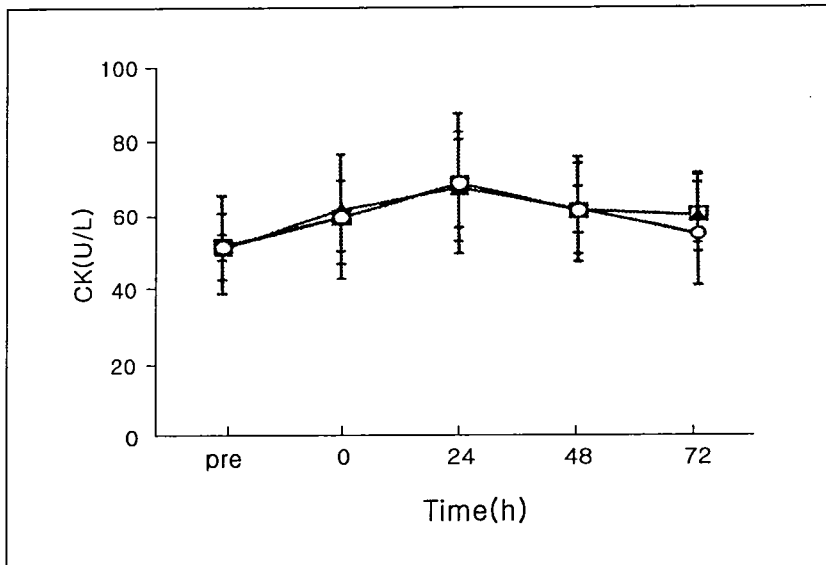


Figure 3. Mean of plasma CK levels for massage (□), microwave (○) and control (▲) groups across all time periods

2) 혈중 LDH 수준

혈중 LDH는 모든 집단에서 운동직후 급격히 상승하였다가 운동후 24시간에 운동 전 수준으로 회복되어 이후 큰 변화를 보이지 않았다. LDH 수준에 대한 처치의 효과와 시간에 따른 처치의 교호작용 효과는 유의하지 않았던 반면 시간의 효과는 유의하였다($F=6.582$, $p=0.000$). 시점별 분석 결과, 운동후 48시간에 마사지군 244.9 ± 19.7 U/L, 극초단파군 240 ± 26.0 U/L, 대조군 258.4 ± 32.1 U/L로 처치집단간 유의한 차이를 보였으며($F=13.391$, $p=0.001$), 사후검정 결과 극초단파군과 마사지군의 혈중 LDH 활성도가 대조군에 비해 매우 유의하게 낮았다(Fig. 4).

3) 혈중 GOT 수준

혈중 GOT는 운동직후 급격히 증가하였다가 대조군에서는 서서히 감소한 반면 마사지군과 극초단파군에서는 운동후 24시간에 급격히 감소하였다가 다시 서서히 운동전 수준으로 회복되었다. GOT 수준에 대한 처치의 효과는 없었던 반면 시간의 효과는 유의하였으며 ($F=14.564$, $p=0.000$), 시간에 따른 처치의 교호작용에서도 유의한 효과를 보였다($F=2.470$, $p=0.020$). 시점별 분석 결과, 운동후 24시간에 마사지군, 극초단파군, 대조군의 GOT 수준이 각각 15.6 ± 2.5 U/L, 15.7 ± 1.9 U/L, 18.0 ± 1.4 U/L로 처치집단간 유의한 차이를 보였으며($F=9.437$, $p=0.002$), 운동후 48시간에는 마사지군이 15.9 ± 2.5 U/L이었고, 극초단파군이 15.3

± 1.6 U/L, 대조군이 17.3 ± 1.4 U/L로 처치집단간 유의한 차이를 보였다($F=9.538$, $p=0.001$). 또한 운동 후 72시간에도 마사지군 16.1 ± 2.3 U/L, 극초단파군 15.4 ± 1.5 U/L, 대조군 17.0 ± 1.6 U/L로 처치집단간 유의한 차이를 보였다($F=5.061$, $p=0.018$). 사후검정 결과 운동 후 24시간, 48시간, 72시간에서 모두 마사지

군과 극초단파군의 혈중 GOT 활성도가 대조군에 비해 매우 유의하게 낮았다(Fig. 5).

4) 혈중 CRP 수준

혈중 CRP는 대조군에서 운동 후 24시간에 최고 수준에 이르렀다가 감소하여 운동 후 72시간에 운동 전 수준

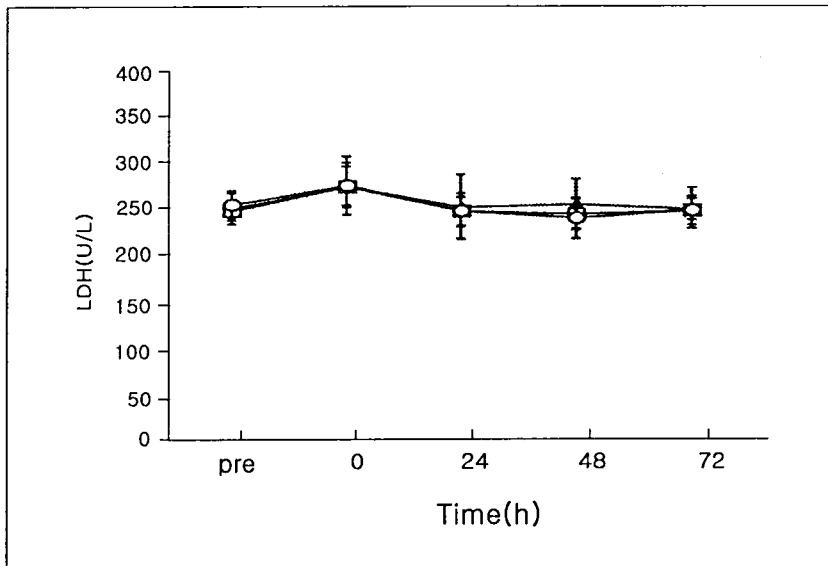


Figure 4. Mean of plasma LDH levels for massage (□), microwave (○) and control (▲) groups across all time periods

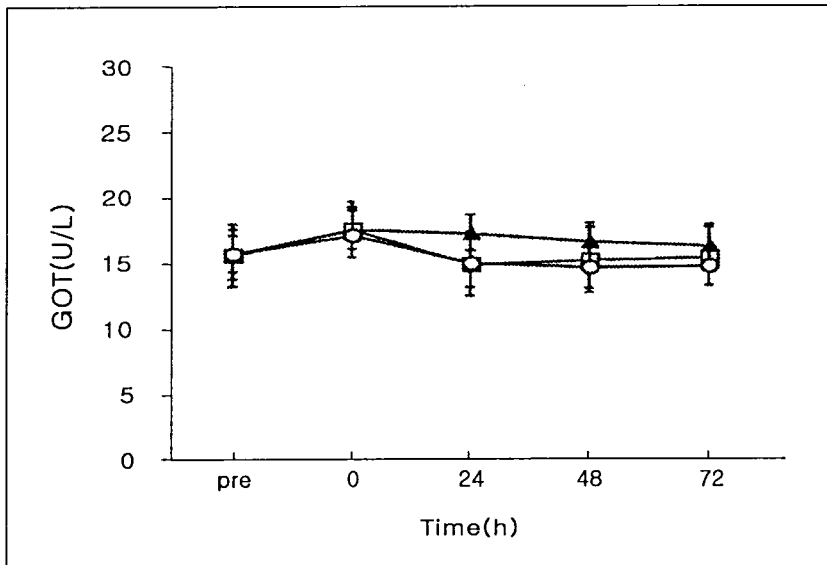


Figure 5. Mean of plasma GOT levels for massage (□), microwave (○) and control (▲) groups across all time periods

으로 회복되었다. 마사지와 극초단파 적용으로 운동후 24시간에 운동전 수준으로 회복되었고 48시간에는 오히려 운동전 수준보다 감소하였다가 72시간에 다시 회복되었다. CPR에 대한 처치의 효과와 시간에 따른 처치의 교호작용 효과는 유의하지 않았던 반면, 시간의 효과는 유의하였다($F=6.582$, $p=0.000$) 시점별 분석 결과, 운동후 24시간에 CRP 수준이 마사지군 0.044 ± 0.01 mg/dl, 극초단파군 0.040 ± 0.02 mg/dl, 대조군 $0.064\pm$

0.09 mg/dl로 처치집단간 유의한 차이를 보였으며 ($F=4.563$, $p=0.025$), 운동후 48시간에도 마사지군 0.033 ± 0.02 mg/dl, 극초단파군 0.037 ± 0.01 mg/dl, 대조군 0.054 ± 0.07 mg/dl로 처치집단간 유의한 차이를 보였다($F=3.963$, $p=0.037$). 사후검정 결과 운동후 24시간, 48시간에 마사지군과 극초단파군의 혈중 CRP 수준이 대조군에 비해 유의하게 낮았다(Fig. 6).

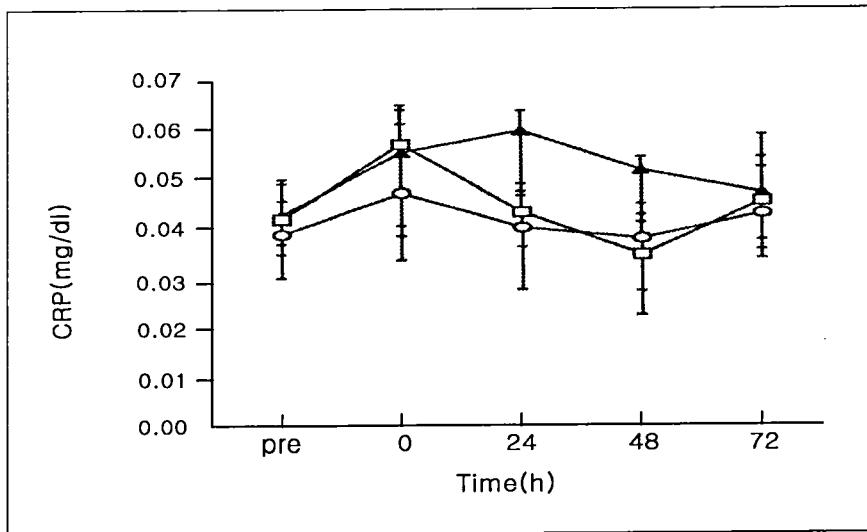


Figure 6. Mean of plasma CRP levels for massage (□), microwave(○) and control (▲) groups across all time periods

IV. 고 찰

마라톤과 같은 장시간 지속되는 운동 또는 원심성 수축이 관련되는 격렬한 운동후에는 기능적 징후로서 피로와 구조적 징후로서 근육손상이 관찰된다(Appell 등, 1992). 장시간 운동으로 기인되는 피로는 저산소 상태와 유리산소기의 형성이 중요한 원인으로 여겨진다(De Vries, 1966; Leeuwenburgh & Heinecke, 2001; Arslan 등, 2001). 한편 고강도의 원심성 운동은 근섬유에 대한 기계적 스트레스를 초래한다. 일반적으로 운동후 발생하는 DOMS 또는 근육 효소 활성도 상승 등의 증상은 근조직에서 일어난 구조적 손상에 따라 생기는 것으로 설명된다(Appell 등, 1992). 결국 근육 손상을 유발하는 데는 운동의 강도가 시간보다 더 큰 요인이다(Loegering, 1974; Tiidus & Ianuzzo, 1983; Appell

등, 1992). 내리막 달리기 운동(Armstrong 등, 1983), 역회전 자전거 운동(Friden 등, 1983) 및 계단하강 운동(Davies & Whiate, 1981; Newham 등, 1983)과 같은 원심성 운동으로 근육통, 혈중 효소농도 상승 및 근절 파열이 구심성 운동이나 등척성 운동에 비해 더 크게 유발된다. 동일한 운동부하에서 원심성 수축이 다른 운동에 비해 단위 횡단면적당 발생장력이 더 크며(Ebbeling & Clarkson, 1989), 더 많은 열을 발생시킨다(Davies & Barnes, 1972). 이러한 큰 장력과 열의 기계적 요소가 근육 손상을 유발하는 것으로 설명된다(Ebbeling & Clarkson, 1989). 본 연구에서는 근육 손상을 유발하기 위한 원심성 탈진운동 모델로서 스텝핑 운동을 선택하고, 우측 다리로는 '오르는' 동작을 하게 하여 대퇴사두근의 구심성 수축을 유발한 한편, 좌측 다리로는 '내리는' 동작을 하게 하여 대퇴사두근의 원심성

수축을 유발하였다.

운동으로 인한 근육 손상의 가장 흔한 증상은 DOMS 이다(Ebbeling & Clarkson, 1989). 본 연구에서 원심성 수축을 실시한 좌측 대퇴사두근에서 DOMS가 유발되어 압통 역치가 감소하였다. 운동직후에는 압통 역치가 운동전 수준보다 오히려 상승되었는데 이는 DOMS와는 관련 없는 전신적인 피로감으로 국소 통증에 대해서 둔감해진 때문으로 생각된다. 본 연구에서 압통 역치가 가장 낮아진 시점은 운동후 24시간이었으며 이후 72시간까지도 안정시 수준으로 회복되지 않았다. 질문지법을 사용하여 압통을 수량화한 Clarkson 등(1988)과 Donnelly 등(1990)의 연구에서는 DOMS가 운동후 48시간에 최고치를 기록하였다. 최재청(1999)은 주관절 굴곡근의 원심성 운동으로 근육통을 유발시킨 후 VAS를 통해 근육통 인지정도를 알아본 결과, 근육통은 운동후 24시간에 급격하게 증가하여 최고치를 나타내며, 48시간 이후 완만하게 감소하였으나 72시간까지도 회복되지 않았음을 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

혈중 근육효소 활성화도 반응은 운동시 가해지는 스트레스를 평가할 수 있는 유용한 지표가 되며, 그 대표적인 효소로는 CK, LDH, GOT 등이 제안된다(Galun 등, 1988). CK는 ADP와 포스포크레아틴 사이에서 고에너지 인산의 전이를 가역적으로 촉매하는 세포내 효소로서(Brooks & Fahey, 1985), 혈중 CK 활성화도의 증가는 심근경색, 퇴행성 근질환 및 운동유발성 골격근 손상과 관련된다(Ebbeling & Clarkson, 1989). LDH는 근육 활동 중 근세포에서 젖산의 형성과 전환을 조절하며(Dawson 등, 1964), 심장, 근육, 간, 혈액의 염증, 피사, 종양 등으로 세포 손상이 일어났을 때 활성화도가 증가된다(박인원 등, 1999). GOT는 케톤산과 아미노산간의 아미노기 전이를 촉매하는 효소로서(Wilmore, 1973), 심장, 간, 골격근에 대부분 존재하며 혈중에는 소량 존재하나 과도한 운동 후에는 혈중 GOT의 상승이 초래된다(김원중 등, 1994). CRP는 급성염증 또는 급성의 조직 붕괴시 증가하는 acute phase protein으로 손상 조직에 대한 염증반응의 지표로 사용된다(Johnson 등, 1999; Mattusch 등, 2000).

본 연구에서 원심성 탈진운동 직후 CK, LDH, GOT 및 CRP가 급격히 증가하였다. 혈장 CK 활성화도는 운동후 24시간에 가장 컸으며, 이후 서서히 감소하였으나 72시간까지도 운동전 수준으로 회복되지 않았다. 이 결과는 Donnelly 등(1990), Van der Meulen 등(1991)

과 Potteiger 등(1992)이 각각 내리막 달리기와 트레드밀 달리기, 야구 게임 후에 CK 활성도를 보고한 연구결과와 일치하였다. 한편 Armstrong 등(1983)은 내리막 달리기 후 36시간에 가장 큰 활성도를 보고하였고, Rodenburg 등(1994), Saxton과 Donnelly(1995), Smith 등(1994)과 최재청(1999)은 운동후 72시간까지 혈중 CK 수준이 계속 상승함을 관찰하였다. 본 연구에서 혈중 LDH 활성화도는 운동직후 가장 컸고 운동후 24시간에 운동전 수준으로 회복되어 이후 큰 변화를 보이지 않았다. 이 결과는 Armstrong 등(1983)의 연구와는 일치되었다. 그러나 Donnelly 등(1990), Potteiger 등(1990)은 LDH 활성화도가 운동후 6시간에 최고치를 기록하고, Anger 등(1988)과 Van der Meulen 등(1991)은 24시간에 최고치를 기록한다고 하여 본 연구와 다른 결과를 보고하였다. 본 연구에서 GOT의 활성화도는 운동직후 상승하여 24시간까지 고위상태를 유지하다가 서서히 감소하여 운동전 수준으로 회복되었으며, CRP의 활성화도는 운동후 24시간에 최고수준에 이르렀으며 72시간에 운동전 수준으로 회복되었다. 이 결과는 Donnelly 등(1990)의 연구와 일치하였다.

운동으로 유발된 지연성 근육통 및 혈장 근육효소에 대한 경피신경자극(Craig 등, 1996; 남기석 등, 1997), 초음파치료(Hasson 등, 1990; Craig 등, 1999; Ciccone 등, 1991), 냉치료(Michlovitz, 1990; Paddon-Jones & Quigley, 1997), 신장(High 등, 1989, Rodenburg 등, 1994), 운동(Eston 등, 1996; Saxton & Donnelly, 1995) 및 마사지(Ellison 등, 1992; Rodenburg 등, 1994) 등 많은 물리치료 양식의 효과가 보고되고 있다.

본 연구에서 마사지와 극초단파 치료에 의해 운동후 72시간에 DOMS가 유의하게 감소하였으며, 혈중 CRP 활성화도는 운동후 24, 48시간, LDH 활성화도는 운동후 48시간, GOT 활성화도는 운동후 24, 48, 72시간에 유의하게 감소되어 치료의 긍정적 효과가 나타났다. 한편 혈중 CK 활성화도는 운동후 72시간에 극초단파 치료에 의해 감소되었다.

Ellison 등(1992)은 운동후 24시간에 적용한 마사지가 DOMS에 효과적이지 못했음을 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 백일섭과 신우섭(1998)은 웨이트 트레이닝으로 피로를 유발시킨 후 혈중 CK, LDH의 활성화도에 대한 마사지의 효과를 알아본 결과, LDH는 운동후 24시간에 효과적이었고, 48시간에는 효과가 나타나지

않았음을 보고하여 본 연구와 상반된 결과를 보인 반면, CK 활성도에 대한 효과는 운동후 24, 48시간에 나타나지 않아 본 연구결과와 일치하였다. Rodenburg 등(1994)은 준비운동, 스트레칭과 마사지의 복합치료로 운동후 측정된 모든 시점에서 아무런 처치를 하지 않았을 때보다 DOMS와 CK 활성도가 유의하게 낮았다. 최재청(1997)은 운동직후와 24, 48, 72시간 후 마사지의 효과에 대한 연구에서 CK 활성도는 운동 직후와 24시간 후, GOT는 운동직후에 마사지가 유의한 영향을 미쳤으며 반면 LDH 활성도에서는 유의한 영향이 없었다고 하여 본 연구와 다른 결과를 보고하였다.

적용시점에 따라 치료 양식의 효과가 연구마다 다른 결과를 보인 것은 근육 손상을 유발한 운동 형태나 실험대상, 치료양식의 형태 및 적용방법, 또는 평가방법 수량화 등의 실험절차와 방법상의 차이로 여겨진다. 차후의 연구에서는 실험방법과 함께 다양한 치료양식 선택의 문제를 고려하여 보다 다각적인 실험적 접근을 통한 연구가 필요하다고 하겠다.

V. 결 론

본 연구는 마사지와 극초단파 치료가 운동으로 유발된 DOMS와 근육 효소에 미치는 영향을 규명하기 위하여 건강한 여자 대학생을 대상으로 탈진시까지 원심성 스텝핑 운동을 실시하고 운동후 24시간, 48시간, 72시간에 마사지와 극초단파 치료를 적용한 후 압통역치와 혈중 CK, LDH, GOT, CRP의 활성도를 측정한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 원심성 스텝핑 운동 후 압통역치가 가장 낮아진 시점은 24시간이었고 이후 72시간까지도 운동전 수준으로 회복되지 않았다. 혈장 CK 활성도는 24시간에 가장 컸으며, 이후 서서히 감소하였으나 72시간까지도 운동전 수준으로 회복되지 않았다. LDH는 운동직후 가장 컸고 24시간에 운동전 수준으로 회복되어 이후 큰 변화를 보이지 않았다. GOT는 운동직후 상승하여 24시간까지 고원상태를 유지하다가 서서히 감소하여 운동전 수준으로 회복되었다. CRP는 운동후 24시간에 최고수준에 이르렀으며 72시간에 운동전 수준으로 회복되었다.

2. 원심성 스텝핑 운동 후 마사지와 극초단파 치료에 의해 압통역치가 72시간에 유의하게 높아졌다. 혈중 CRP 활성도는 운동후 24, 48시간, LDH는 운동후 48

시간, GOT는 운동후 24, 48, 72시간에 유의하게 감소되어 치료의 긍정적 효과가 나타났다. 한편 혈중 CK 활성도는 운동후 72시간에 극초단파 치료에 의해 유의하게 감소되었다.

본 연구에서 사용한 마사지와 극초단파 치료는 운동으로 유발된 근육 손상으로부터 회복을 촉진시키는데 유용하였다. 그러나 그 효과의 차이는 크지 않았다. 마사지 치료는 시간 소모적이고 숙련된 사람에 의해서만 가능한 값비싼 치료양식이다. 따라서 추후에 더 많은 연구가 필요하겠지만, 근육 손상을 위한 치료 양식으로는 극초단파 치료를 더 쉽고 효과적으로 사용할 수 있을 것이다.

〈 참고 문헌 〉

- 김원중, 박상규, 차광석 : 운동부하에 따른 S-AST와 S-ALT에 관한 연구, 한국체육학회지 33(1):265-274, 1994.
- 남기석, 이윤주, 김종만 : 지연성근육통에 대한 경피신경 자극의 효과, 한국전문물리치료학회지 4(3):70-83, 1997.
- 백윤일, 신운섭 : 웨이트 트레이닝후 스포츠마사지가 근피로 회복에 미치는 효과, 체육과학논총 11:245-264, 1998.
- 최재청 : 치료적 마사지가 운동후 지연된 근통증과 근손상의 지표에 미치는 효과, 한양대학교 대학원 박사학위논문, 1997.
- 최재청 : 원심성 수축 운동후 지연된 근육통과 근력, CPK, ALD의 상관관계에 대한 연구, 대한물리치료학회지 11(1):103-110, 1999.
- Anger E, Kelbak H, Fogh-Andersen N, Morck HI : Coronary and skeletal muscle enzyme change during a 14km run. Acta. Med. Scand. 224:183-186, 1988.
- Appell HJ, Soares JMC, Duarte JAR : Exercise, muscle damage and fatigue. Sports Medicine 13(2):108-115, 1992.
- Armstrong RB, Ogilvie RW, Schwan JA : Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. J. Appl. Physiol. 54:80-93, 1983.
- Armstrong RB : mechanisms of exercise-induced

- delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16:529-538, 1984.
- Arslan S, Erdem S, Kilinc K, Sivri A, Tan E, Hascelik HZ : Free radical changes in rat muscle tissue after exercise. *Rheumatol. Int.* 20(3):109-122, 2001.
- Brooks GA, Fahey TD : *Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications*, (2nd ed.) New York, Macmillan. 1985.
- Ciccone CD, Leggin BG, Callamaro JJ : Effects of ultrasound and trolamine salicylat phonophoresis on delayed-onset muscle soreness. *Physical Therapy* 71(9):666-675, 1991.
- Cleak MJ, Eston RG : Muscle Soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *Br. J. Med.* 26(4):267-272, 1999.
- Craig JA, Bradley J, Walsh DM et al : Lack of effect therapeutic ultrasound in humans. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 80:318-323, 1999.
- Craig JA, Bradley J, Walsh DM et al : Lack of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced onset muscle soreness in humans. *Pain* 67:285-289, 1996.
- Davies CTM, Barnes C. Negative(eccentric) work : Effects of repeated exercise. *Ergonomics* 15:3-14, 1972.
- Davies CTM, White MJ : Muscle weakness following eccentric work in man. *Pfluegers Arch.* 392:168-171, 1981.
- Dawson DM, Goodfriend TL, Kaplan NO. Lactic dehydrogenase : Functions of the two types. *Science* 14:929-953, 1964.
- DeVries HA : Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain. *American journal of Physical Medicine* 45:119-134, 1966.
- Donnelly AE, Maughan RJ, Whiting PH : Effects of ibuprofen on exercise-induced muscle soreness and indices of muscle damage. *Br. J. Sports. Med.* 24(3):191-195, 1990.
- Dressendorfer RH, Wade CE, Claybaugh J, Cucinell SA, Timmis GC : Effects of 7 successive days of unaccustomed prolonged exercise on aerobic performance and tissue damage in fitness joggers. *International Journal of Sports medicine* 12(1):55-61, 1991.
- Ebbeling CB, Clarkson PM : Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Medicine* 7:207-234, 1989.
- Eston RG, Finney S, Baker S, et al : Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. *Journal of Sports Sciences* 14:291-299, 1996.
- Faulkner JA, Brooks SV, Opiteck JA : Injury to skeletal muscle fibres during contractions: conditions of occurrence and prevention. *Phys. Ther.* 73(12):911-921, 1993.
- Fischer AA. Pressure threshold meter : Its use for quantification of tender spots. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 67:836-838, 1986.
- Friden J, Sjostrom M, Ekblom B : Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int. J. Sports. Med.* 4:170-176, 1983.
- Galun E, Burstein R, Tur-Kaspa I, Assia E, Epstein Y : Prediction of physical performance through muscle enzymes activity. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 57(5):597-600, 1988.
- Hasson S, Mundorf R, Barnes W : Effect of pulsed ultrasound versus placebo on muscle soreness perception and muscular performance. *Scan. J. Rehabil. Med.* 22:199-205, 1990.
- High DM, Howley ET, Franks BD : The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed onset muscle soreness. *Res. Q. Exerc. Sport.* 60(4):357-361, 1989.
- Johnson HL, Chiou CC, Cho CT : Applications of acute phase reactants in infectious diseases. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 32(2):73-82, 1999.
- Kuipers H, Keizer H, Verstappen FTJ : Influence

- of a prostoglandin inhibiting drug on muscle soreness after eccentric work. *Int. J. Sports Med.* 6:336-339, 1985.
- Kuipers H : Exercise-induced muscle damage. *Int. J. Sports Med.* 15(3):132-135, 1994.
- Kulig K, Jarski R, Drew E : The effects of microcurrent stimulation on CPK and delayed onset muscle soreness. *Phys. Ther.* 71(6):S115, 1991.
- Leeuwenburgh C, Heinecke JW : Oxidative stress and antioxidants in exercise. *Curr. Med. Chem.* 8(7):829-38, 2001.
- Leogering DJ : Effect of swimming and treadmill exercise on plasma enzyme levels in rats. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 147:177-180, 1974.
- MacIntyre DI, Reid WD, McKenzie DC : Delayed muscle soreness; the inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med.* 20(10):24-40, 1995.
- Mattusch F, Dufaux B, Heine O, Mertens I, Rost R : Reduction of the plasma concentration of C-reactive protein following nine months of endurance training. *Int. J. Sports Med.* 1(1):21-4, 2000.
- McCully KK : Exercise-induced injury to skeletal muscle. *Federation Proc.* 45:2933-2936, 1986.
- Michlovitz SL : Effect of ultrasound and trolamine alicylate phonophoresis on delayed-onset muscle soreness: discussion. *Phys. Ther.* 71(9):675-678, 1991.
- Newham DJ, Jones DA, Edwards RHT : Large delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise. *Muscle Nerve* 6:380-385, 1983.
- Nosaka K, Clarkson PM : Plasma enzyme response after a subsequent bout of eccentric exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 69:492-497, 1994.
- Nosaka K, Clarkson PM : Relationship between post-exercise plasma CK elevation and muscle mass involved in the exercise. *Int. J. Sports Med.* 13(6):471-475, 1992.
- Paddon-Jones DJ, Quigley BM : Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *Int. J. Sports Med.* 18(8): 588-593, 1997.
- Potteiger JA, Blessing DL, Wilson GD : The physiological response to a single game of baseball pitching. *Journal of Applied Sports Science Research* 6(1):11-18, 1992.
- Rodenburg JB, Steenbeek D, Schiereck PRB : Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine* 15(7):414-419, 1994.
- Saxton JM, Donnelly AE : Light concentric exercise during recovery from exercise-induced muscle damage. *Int. J. Sports Med.* 16:347-351, 1995.
- Smith LL, Fulmer MG, Holbert D, McCammon MR, Houmard JA, Frazer DD, Nsien E, Israe RG : The impact of a repeated bout of eccentric exercise on muscular strength, muscle soreness and creatine kinase. *Br. J. Sports Med.* 28(40):267-271, 1994.
- Stauber WT. Eccentric action of muscles : physiology, injury and adaptation. In: Kandolph, KB, editor. *Exercise and sport science reviews*. Baltimore, Williams and Wilkins, pp.:157-185, 1989.
- Tiidus PM, Ianzuzo CD : Effects of intensity and duration of muscular exercise on delayed soreness and serum enzyme activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1:461-465, 1983.
- Van der Meulen JH, Kuipers H, Drukker J : Relationship between exercise-induced muscle admage and enzyme release in rats. *J. Appl. Physiol.* 71(3):999-1004, 1991.
- Wilmore HJ : *Exercise and sport science reviews*. Vol 1, Academic Press, New York, p.: 71. 1973.