

## 냉과 간헐적 압박이 실험적 지연발생 근육통에 미치는 영향

광주 세브란스통증클리닉

김 승 준

전남과학대학 물리치료과

김 용 남

강동병원 물리치료실

이 근 희

논공가톨릭병원 물리치료실

이 인 실

동의의료원 물리치료실

김 병 조

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

배 성 수

## The Influences of Cryotherapy and Intermittent Compression on Experimental Delayed Onset Muscle Soreness

**Kim, Seung-Joon, P.T., M.S.**

*Department of Physical Therapy, Kwang-Ju Pain Clinic*

**Kim, Yong-Nam, P.T., Ph.D.**

*Department. of Physical Therapy, Chon-Nam Techno College*

**Lee, Keun-Heui, P.T., M.S.**

*Department of Physical Therapy, Kangdong Hospital*

**Lee, In-Sil, P.T., M.S.**

*Department. of Physical Therapy, Nongong-Catholic Hospital*

**Kim, Byung-Jo, P.T., M.S.**

*Department of Physical Therapy, Dongeui Medical Center*

**Bae, Sung-Soo, P.T., Ph.D.**

*Department. of Physical Therapy, College of Rehabilitation science, Taegu University*

### < Abstract >

Delayed onset muscle soreness (DOMS) was the sensation of discomfort and stiffness in the muscle, often after taking part in unaccustomed physical activity.

No universally accepted treatment exist.

The aim of this study was to examine the influence of cryotherapy and intermittent compression on the delayed onset muscle soreness.

Flexion elbow joint position and extension(Universal Goniometer), pain(Muscle Soreness Rating Scale) and

mechanical pain threshold(Algometer) were measured before 30minutes DOMS was induced. The data were analyzed by measure of Mann-Whitney test and Kruskal-Wallis test.

The result were as follow;

1. There were no significantly differences between groups or over time in relation to range of motion.
2. Muscle Soreness Rating was significantly high in cryotherapy and intermittent compression at 48, 72 hours after DOMS was induced ( $p < .05$ ).
3. Mechanical pain threshold begin to increased at 24 hours and significantly in cryotherapy and intermittent compression groups at 48, 72 hours after DOMS was induced( $p < .05$ ).
4. A negative Correlation between muscle soreness rating scale and mechanical pain threshold graphs at 24, 48, and 72 hours after exercise indicated in cryotherapy and intermittent compression groups.

## I. 서론

사람들은 익숙치 않은 부적합한 운동 또는 일에 의해 운동 후 48~72시간 동안에 극심한 근육의 불편함을 경험하게 되는데 이것은 알려진 바와 같이 지연발생근육통(delayed onset muscle soreness)이라 한다. 이렇듯 익숙하지 않은 근육의 사용으로 인한 관련된 근육에 불쾌감이나 통증이 발생되는 현상을 나타낸다(Amstrong, 1984).

지연발생 근육통과 관련된 증상으로는 통증, 압통, 종창 그리고 관절가동범위 저하와 같은 불편함을 보이는데, 운동 후 24시간에 그 강도가 증가하기 시작하여 24~72시간 동안에 최대가 되고 5일에서 7일이면 사라지는 특징을 볼 수 있다(Amstrong, 1984; Cleak & Eston, 1992; Craig et al., 1996).

지연발생 근육통은 저항을 부과한 상태에서 구심성 수축보다는 원심성 수축 운동과 강력한 연관성을 가진다(Ebbeling, 1989). 이와같이 근육이 긴장한 상태로 원심성 운동을 지속적으로 실시한 경우 발생되며, 이러한 통증은 일반적으로 운동 후 8시간과 24시간 사이에 나타나 48시간 즈음 최대가 되며 몇일이 지나가면 증상이 점차 없어지게 된다는 것이다(Abraham, 1977). 원심성 수축 운동과 관련된 근섬유와 결합조직에 큰 힘이 부과되는 형태의 일이나 운동 즉 계단을 내려올 때, 무거운 물건을 내릴 때 등이 여기에 포함되며, 특히 사용할 근육이 높은 저항에 익숙하지 않을 때 지연발생 근육통은 발생될 가능성이 높다(Miles, 1994). 지연발생 근육통은 여러 가지 가설로 설명이 되어지나, 아직도 명확하게 밝혀지지 않고 있지만 기전에 대한 연구는 지속되고 있다(Newham et al., 1983). 일반적으로 격렬한 운동을 하는 동안 근육의 미세한 열상으로 인한 근육 손상 이론

(Amstrong et al, 1983; Evans, 1987; Friden, 1986). 근경련 이론은 운동에 의한 근육통이 근경련을 일으키며 이것은 국소 허혈을 만들면서 통증물질분비를 만들고 자유신경 종말은 자극될 것이라고 했다(DeVries, 1961). 그리고 결합조직 손상이론(Abraham, 1977)은 격렬한 운동중 근 섬유보다는 건을 포함한 결합조직이 손상 받아 발생된다는 것이다. Smith(1991)는 운동 후 72시간 이내에 관절가동범위의 감소, 통증, 부종, 대식세포의 증식, 리소좀(lysosomal) 활동성 증가 같은 증상이 급성 염증 반응과 비슷하다고 하였다. MacIntyre 등(1995)은 지연 발생 근육통 유발후 원심성운동직후와 운동 후 24시간 이내에 근력감소와 근손상에 의한 급성염증으로 백혈구가 생성됨을 보고하였다. 염증성 이론은 근육손상에 대한 염증 반응을 포함하는 것으로 생각하였다. 그러나 현재 위 이론중에 단정적으로 확정할 수는 없으며, 지연발생 근육통과 연관된 특별한 인자에 대해 명확하게 정의하고 있지 못하기 때문에 기본적인 병리 생리학적 과정에 대한 기전을 정확히 제시하지 못하고 있는 상태이다(Cleak & Eston, 1992).

지연발생근육통에 대한 치료방법에 대한 논의는 많은 연구자들에 의해 다양한 접근방식으로 연구해 왔다. 지연발생근육통에 대한 일반적인 물리치료 방법으로는 운동치료, 전기치료, 광선치료, 냉치료로 구분할 수 있겠다(채운원의, 1999).

운동치료 방법으로는 DeVries(1961)의 정적신장의 효과가 근육통에 유효했다고 언급하였다. McGlynn 등(1979)은 18~26세까지 36명 남성대상자를 바이오피드백군, 정적신장군, 그리고 조절군을 나누어 최대 수의적 수축력의 80%로 원심성 운동을 한 후 6, 25, 30,

49, 54시간의 시간경과에 대해 정적 신장을 DeVries(1961)가 했던 방법을 이용하여 다섯 차례를 15분 동안 적용했다. 전완을 2분동안 과신전한 상태로 정적신장을 시행하고 1분동안 휴식을 네 번을 반복하였다. 신장은 확실히 근전도 활동을 감소시켰으나 통증에 대해서는 효과가 없어 정적신장의 결과로써 인지된 통증의 확실한 감소를 소개했던 DeVries(1961)의 결과를 부정했다.

Rodenburg 등(1994)은 준비운동, 수동 신장 그리고 마사지를 함께적용하여 지연 발생 근육통에 대해 객관적인 기능과 생화학적인 측정을 연구해 약간의 효과를 볼 수 있었다. Rodenburg 등(1994)은 50명을 대상으로 실험군, 대조군으로 나누어 운동전에 준비운동과 신장을 적용하고 운동 후에 15분의 마사지를 적용하였는데 운동 후 1, 24, 48, 72 그리고 96시간후 주관적 굴곡의 최대근력과 혈중 크레아틴 키나아제와 마이오글로빈을 측정하였는데 어떠한 치료도 하지 않은 조절군에 비해 지연 발생 근육통의 감소를 보였다. 마사지는 국소혈류와 림프 순환의 증진을 목적으로 지연 발생 근육통에서 유발된 근기능의 저하를 회복시키기 위한 치료방법중의 하나이다.

전기 치료인 맥동 초음파는 통증과 부종과 같은 염증의 증상을 감소시키고 연부조직 손상, 반흔 조직, 근골격계 통증, 관절질환 그리고 만성 부종과 같은 많은 상황에 있어 치유율을 증가시키기 위해 사용되어 왔다(Holmes & Rudland, 1991). Denegar 등(1989)은 지연발생 근육통에 경피신경 전기 자극 치료를 적용해 관절가동범위 증가와 통증단계를 감소시켰다고 보고했지만 Craig 등(1996)은 48명의 대상자에 대해 주관적 굴곡근에 유발된 지연 발생 근육통을 4개의 실험군으로 분류하여 이중맹검법을 사용해 주관적 움직임 범위, 압통계를 이용한 역학적 통증 역치, 그리고 시각척도와 통증측정을 실험했는데 경피신경 전기자극 치료군의 효과는 조절군과 위약치료군에 비해 통계학적으로 유의한 차이가 없음을 보고하였다.

Craig 등(1999)은 36명의 대상자를 이중맹검법을 사용해 저출력 레이저로 지연발생 근육통을 치료하였으나 어떤효과도 얻지 못했다. 지연발생 근육통은 세포내액의 부종으로 인한 근육내 압력의 증가와 연관이 있다고 하였다. 이전연구에서도 근부종은 반복적인 원심성 활동의 일반적 과정에서 원인일 것으로 추정하였다. 근손상을 유발 시키면, 손상당한 조직세포로부터 해리된 히스타민

같은 화학물질이 분비되어 모세혈관 투과성을 증가시켜 조직내로 수분이 들어가고 그에 단백질이 따라감으로서 부종을 유발할 것이다(박래준 외, 1999).

항염증작용을 하는 살리실산염을 이온도입치료로 적용 후 지연발생근육통이 감소하였다(Cicccone et al., 1991).

또한 지연발생 근육통을 유발시킨후 스포츠 마사지와 냉치료는 염증반응을 어느 정도 감소 시켰다(Smith et al., 1991). 이런 치료 방법은 간헐적 압박 치료와 더불어 염증과 부종을 억제 함으로서 효과적일 것이다. 급성 연부조직 손상에 대한 냉치료는 근경련의 감소는 물론 염증과 통증도 감소 시킨다고 하였고, 여기에 간헐적 압박치료까지 적용 한다면 상승효과를 본다고 하였다(박래준 외, 1999).

본 연구의 필요성은 지연발생 근육통의 문제점들 중 통증, 관절가동범위 제한, 압통, 부종으로 인하여 신체활동에 지장을 초래하거나 불편한 감각을 지속시키는데, 이에 대해 다양한 물리치료 접근방식 중 냉치료와 간헐적 압박이 지연 발생 근육통에 통증과 관절가동범위에 어떠한 영향을 미치는가를 밝히는데 있으며, 본연구의 목적은 구체적으로, 냉과 간헐적 압박은 지연발생 근육통의 치료기간에 따라 주관적 통증과 역학적 통증역치에 어떠한 영향을 미칠 것인가? 와 냉과 간헐적압박은 지연 발생 근육통의 치료기간에 따라 관절가동범위에 어떠한 영향을 미칠 것인가? 등을 연구하고자 하였다.

## Ⅱ . 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 2000년 11월부터 2001년 2월까지 대학에 재학중인 건강한 학생들로 본 연구의 취지를 이해하고 참여하겠다고 동의한 자를 선정하였으며, 19세에서 33세의 학생을 대상으로 하였다.

실험대상자의 신체적 실험 조건은 다음과 같았다.

연구대상에서는 신경근육계의 손상의 증후나 장애가 없는 자, 실험중 약물을 복용하지 않는 자, 실험동안 비무력 팔을 직업적으로 많이 사용하지 않는 자, 실험하고자 하는 부위에 최근 개방성 상처 및 염증성 질환이 없는 자, 냉과민성 증상인 한랭두드러기, 냉글로불린혈증, 한랭불내성, 레이노드 현상 그리고 발작성한랭혈색소뇨증

등 냉적용과 간헐적 압박에 금기증이 아닌자로 하였고, 실험대상자의 분류는 무작위로 하였으며, 냉치료군 6명, 간헐적 압박치료군 7명, 냉 및 간헐적 압박치료군 6명,

냉 및 간헐적 압박 위약치료군 4명, 대조군 5명으로 28명으로 분류하여 실험을 실시하였다.

연구대상자의 연령, 체중, 신장은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자의 특성

집 단	대조군	냉치료군	간헐적 압박 치료군	냉 및 간헐적 압박 치료군	냉 및 간헐적 위약 치료군
연 령	24	21.17	26.14	26.33	20.25
체 중	59.6	62	58.57	62.83	62
신 장	169	170	166.57	171.33	166.08
대상자수	5	6	7	6	4

## 2. 연구 과정

### 1) 원심성 운동

연구대상자의 지연발생 근육통을 유발하기 위해서는 김종만등(2000)이 사용했던 것과 유사한 방법을 이용했다. 주관절 굴곡근의 원심성 근수축을 위해서 저항무게 결정은 Cybex orthotron II isokinetic rehabilitation system (LUMEX, INC. USA) 측정에 의한 최대 등척성 근수축력의 40%를 적용하였다. 모든 실험자는 N-K 테이블에 앉고, 상완은 견관절 부위까지 올리며, 주관절은 120° 굴곡된 자세에서 시작하여 완전히 주관절이 신전될 때 까지 원심성 수축을 시행하였다.

주관절 굴곡근의 원심성 수축을 위하여 측정자는 120° 굴곡된 상태까지 무게를 올려주어 실험자의 구심성 수축을 방지하였다. 주관절의 원심성 수축은 1회 5초가 소요 되도록 지시하고, 실행 시 측정자가 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯이라고 붙여 줌으로써, 운동시간을 주지시켰다. 이때 주관절 굴곡은 선택적인 원심성 운동을 위하여 체간의 정렬선을 유지하도록 개개의 운동마다 교육하였다. 이러한 운동은 5회를 1단위로 하여 6단위(총 30회)가 실시되었으며, 각 단위간에는 30초 동안의 휴식 시간을 주었다.

### 2) 측정 방법

모든 대상자는 지연발생 근육통을 유발하는 원심성 운동을 시행하기전, 지연발생 근육통 유발 후 24시간, 48시간, 그리고 72시간 후에 각각 주관절의 관절가동범위(굴곡, 신전), 근통증척도수준, 그리고 역학적 통증역치를 측정하였다. 관절가동범위는 주관절의 능동적 굴곡시, 능동적 신전시를 측가계를 이용 하여 각각 2회 측정 후 평균값을 선택하였다.

주관절측은 비우세 상완골의 외측상과이고, 고정자는 외측상과와 견봉을 연결하는 선상에 배치 하였으며, 움직이는 자는 외측상과와 요골의 경상돌기를 연결하는 선상에 배치하였다.

근통증 척도 수준은 Talag(1973)가 사용한 근통증 척도를 번역하여 사용하였다(그림 1).

역학적 통증역치는 Algometer(J Tech, Medical Inc, USA)로 측정하기전 실험대상자에게 미리 통증 교육을 인식시켰으며, 사용방법은 일정한 속도로 일정 지점 검사 부위에 수직으로 압력을 가하면서 통증이 시작되는 시점에서 바로 "아" 하는 소리를 내도록 하여 그 순간의 계기상의 수치를 파운드단위로 측정하였다. 이때 표시해둔 주관절 굴곡근을 2회 측정하여 평균값을 선택하였다.

그림 1. 근통증 척도 수준

0	1	2	3	4	5	6
No pain	Dull vague ache	Slight persisent pain	More then slight	Painful	Very painful	Unbearbal y painful

- 0 - 통증 없음
- 1 - 둔하면서 애매한 상태
- 2 - 약간 연속적으로 아프다
- 3 - 2보다 조금 더 아프다
- 4 - 매우 아프다
- 5 - 괴로운 듯 아프다
- 6 - 참을 수 없다

### 3) 실험 방법

실험은 이중맹검법을 실시하였고, 치료실 실내 온도는  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하고 대상자가 원심성 운동을 실시한 후 바로 치료대에 누운상태로 운동측 상지의 주관절 굴곡근에 냉치료를 하였다. 본 연구에 사용된 극저온 냉공기치료기는 영하  $15^\circ\text{C}$  ~ 영하  $20^\circ\text{C}$  정도의 찬 공기를 내뿜는 CRAis(경원세기, 한국)로써 15mm 직경을 가진 노즐에서 330 L/min의 공기를 발생하며 10cm 상방에서 10분 동안 주관절 굴곡근에 2.5cm/sec 이동속도로 근육에 냉기를 가했다. 간헐적 압박 치료는 대상자가 원심성 운동을 실시한 후 치료대에 바로 누운상태로 커튼을 친 상태에서 운동측 상지의 주관절 굴곡근 기시부와 정지부에 공기압 벨트를 착용시켜 20분동안 간헐적 압박을 3:1의 순환 주기로 적용하였다. 간헐적 공기압박 치료기인 Mark III Plus (복음 메디칼, 한국)로 압력은 60mmHg ~ 80mmHg로 사용하였다. 냉 및 간헐적 압박위약치료군은 치료시간은 2분동안 영상  $20^\circ\text{C}$  ~ 영하  $10^\circ\text{C}$  까지 1분동안 15mm 직경을 가진 노즐에서 180L/min 공기로 5cm/sec 이동속도로 30cm 상방에서 냉기를 가했고, 간헐적 압박은 위에 언급했던 방법에서 1회 공기주입후 본체는 계속 가동시키고 더 이상 공기를 주입하지 않고 10분동안 실시하였다.

### 4) 자료분석

실험결과는 SPSS/PC+ 통계프로그램을 이용하였다. 대조군에 대한 각 치료군과의 통계학적 차이를 알아보기 위하여 통계는 Mann-Whitney test를 사용하였고 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 치료 효과에 대한 차이는 분산분석(ANOVA)의 비모수

방법인 Kruskal-Wallis test를 사용하였다.

## III. 연구결과

본 연구에 참여하였던 29명중 1명은 심한 독감으로 인하여 스스로 포기하였고, 냉치료를 받은 군, 간헐적 압박 치료를 받은 군, 냉 및 간헐적 압박 치료를 받은 군, 위약치료군과 대조군에서의 시간의 경과에 따른 다섯집단의 관절 각도, 주관절 통증 및 역학적 통증 역시 수치의 평균값과 표준편차는 (표 2), (표 3), (표 4)와 같다.

### 1. 각 집단내 관절가동범위의 변화

대조군에 대한 각 치료군과의 24시간, 48시간, 72시간에 따른 주관절의 굴곡 및 신전시 주관절 가동범위의 변화는 다음과 같았다. 24시간, 48시간, 72시간에서 냉치료군과 냉 및 간헐적 압박치료군의 굴곡각도가 대조군에 비하여 증가함을 보였지만 48시간에서의 냉 치료군을 제외하고는 통계학적 유의성은 없었다.

신전각도는 24시간과 48시간에서는 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군 모두에서 각도가 증가하였고, 72시간에서는 냉치료군과 간헐적 압박치료군에서 대조군에 비해 증가하였다. 하지만 냉치료군의 24시간과 48시간에서의 변화가 통계학적 유의성이 있었다 (표 2), (그림 2), (그림 3).

냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 차이를 알아보기 위한 Kruskal-Wallis test에서 각 시간에 따른 관절가동범위의 변화는 세 그룹간의 통계학적 유의성은 없었다.

표 2. 각 집단내 시간경과에 따른 관절 가동범위 변화

집단별	대조군	냉치료군	간헐적 압박치료군	냉 및 간헐적 압박치료군	위약치료군
유발전	136.20±6.06	140.00±3.16	132.29±6.10	134.50±6.69	137.00±5.94
굴곡					
24시간후	127.80±3.56	131.50±1.97	129.29±4.07	131.00±6.07	128.75±5.38
각도					
48시간후	129.20±2.39	134.33±2.16*	131.14±5.15	133.67±5.75	129.00±2.70
72시간후	133.00±3.67	137.83±2.48	133.29±5.31	134.83±5.70	130.75±3.40
유발전	-7.40±1.34	-8.83±2.14	-8.86±2.73	-8.50±1.38	-9.25±1.50
신전					
24시간후	-4.20±1.48	-7.17±2.04*	-7.00±2.58	-5.83±1.33	-4.25±0.96
각도					
48시간후	-4.80±0.45	-8.17±1.60*	-6.86±2.41	-7.17±0.41*	-4.00±1.41
72시간후	-5.80±1.30	-7.83±1.47	-6.86±1.86	-4.67±5.75	-4.25±2.22

\* P<0.05

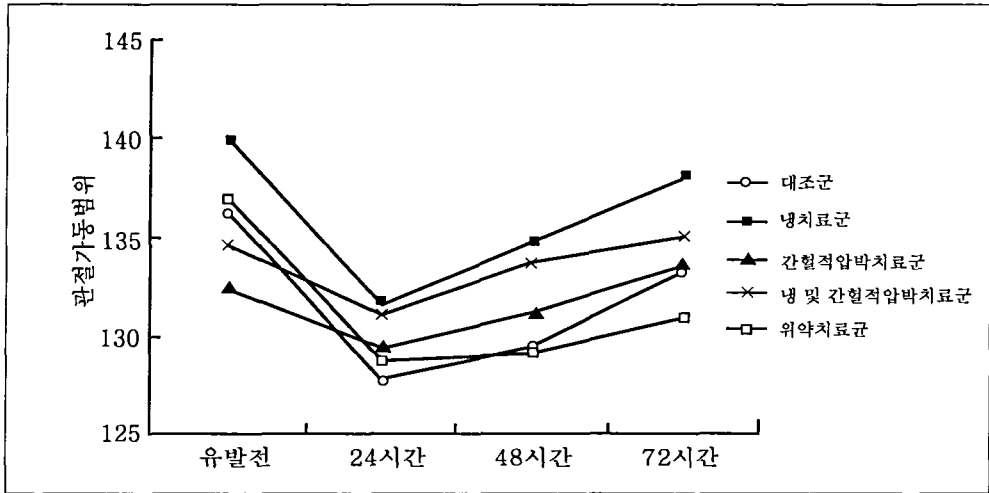


그림 2. 시간에 따른 굴곡시 관절 가동범위의 변화

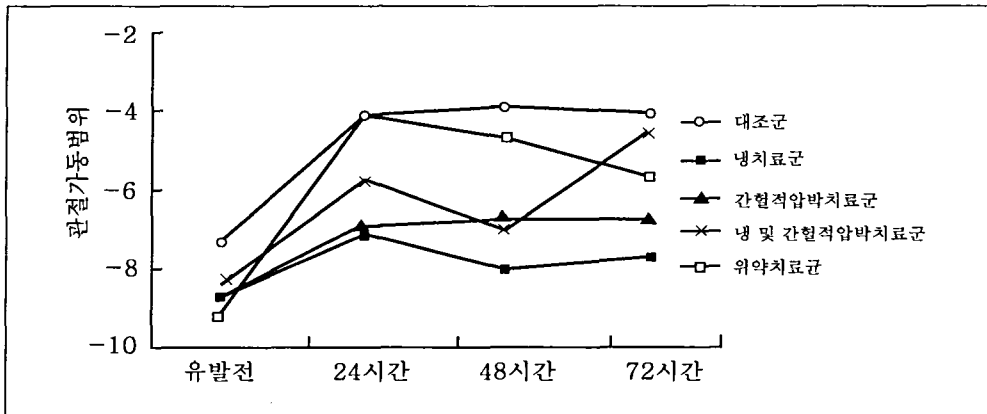


그림 3. 시간에 따른 신전시 관절 가동범위의 변화

## 2. 각 집단내 주관적 근통증 척도수준의 변화

대조군에 비해 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군 그리고 냉 및 간헐적 압박위약치료군에의 시간에 따른 효과는 48시간과 72시간에서 냉치료군과 냉 및 간헐적 압박치료군에서 낮은 주관적 통증 척

도를 보였다. 특히 냉 및 간헐적 압박치료군에서 지연발생근육통 48시간후와 72시간후에 상당한 유의한 차이가 있었다(표 3), (그림 5).

냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 통계학적 차이는 48시간( $p=.035$ )과, 72시간( $p=.030$ )에서 유의성을 보였다.

표 3. 각 집단내 시간에 따른 주관적 통증변화

집단별		대조군	냉치료군	간헐적 압박치료군	냉 및 간헐적 압박치료군	위약치료군
주관적 통증	유발전	.00±.00	.00±.00	.00±.00	.00±.00	.00±.00
	24시간후	1.80±0.67	2.52±1.76	3.49±1.74	2.40±0.88	2.00±1.01
	48시간후	4.30±0.57	3.55±0.66	4.26±2.16	2.00±1.09*	4.25±0.59
	72시간후	3.50±0.35	3.05±0.69	3.54±1.47	1.67±0.77*	3.83±0.53

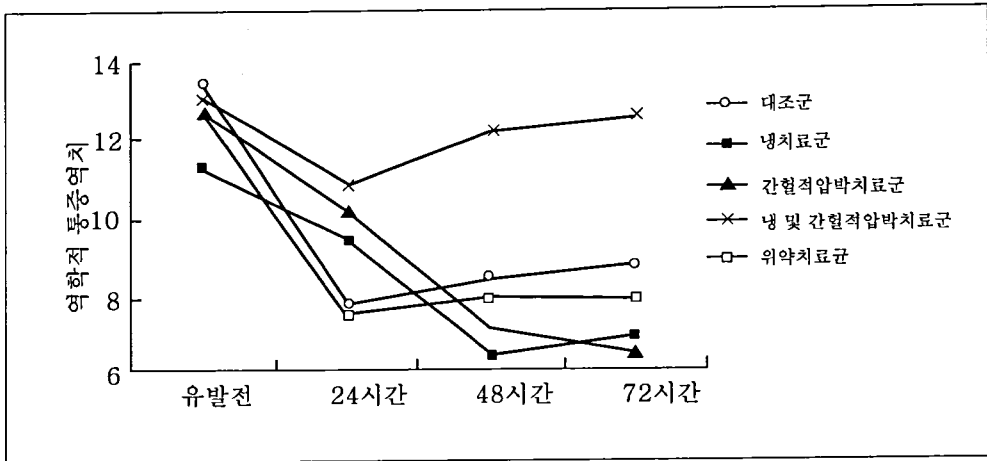


그림 4. 시간에 따른 주관적 통증척도의 변화

### 3. 각 집단내 역학적 통증 역치의 변화

(표 4)와 (그림 6)은 역학적 통증 역치는 Algometer로 측정하였다. 지연발생근육통 운동전, 운동후 24시간, 48시간, 72시간에 측정 한 것이다.

대조군에 대한 각치료군의 역학적 통증 역치의 변화중

냉 및 간헐적 압박치료군에서 원심성 운동 48시간 후와 72시간 후에 유의한 차이를 나타냈다(표 4), (그림 5). 또한 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 비교에서 48시간( $p=0.002$ )과 72시간( $p=0.005$ )에서 특히 유의한 차이를 보였다.

표 4. 각 집단내 시간에 따른 역학적 통증 역치변화

집단별	대조군	냉치료군	간헐적 압박치료군	냉 및 간헐적 압박치료군	위약치료군
유발전	13.48±3.95	11.23±2.20	12.73±2.89	13.10±2.10	12.68±3.98
역학적 통증역치 24시간후	7.80±5.23	9.53±1.27	10.23±1.14	10.97±3.18	7.50±2.45
48시간후	8.50±3.20	6.52±1.17	7.11±1.67	12.17±1.33*	7.95±3.12
72시간후	8.80±3.30	6.95±1.86	6.60±0.89	12.58±2.38*	7.98±3.61

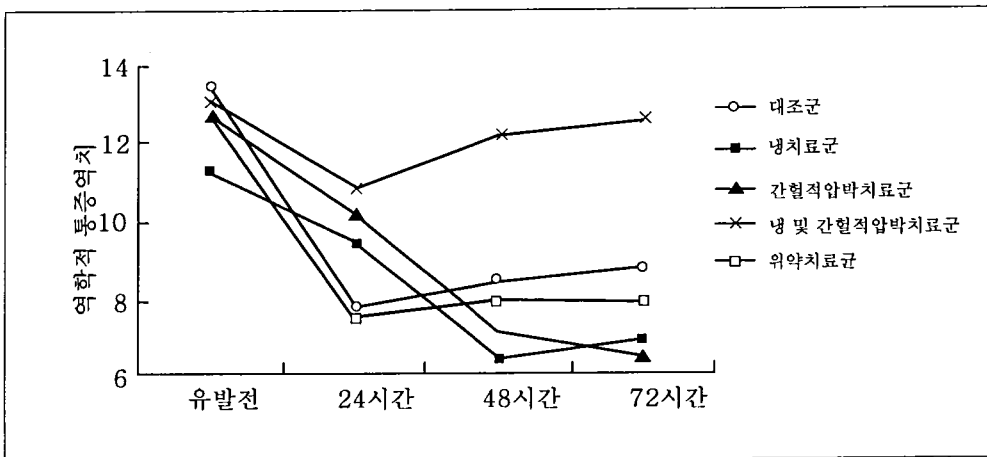


그림 5. 시간에 따른 역학적 통증 역치의 변화

#### IV. 고 찰

일반적으로 사람들은 부적합한 운동과 익숙치 않은 신체활동의 결과로서 운동중 또는 운동후 즉시 근육통을 나타내거나 어느 정도 시간이 지나서 불편한 근육통을 경험하게 된다. 운동중 또는 운동후에 경험하는 급성 근육통은 대사과정에서 근육에 젖산과 칼륨같은 부산물이 일시적인 발생과 혈액공급이 원활치 않거나 근허혈에 의한 저산소증에 의해 발생되며 대부분 혈액과 산소공급이 충분하면 수분에서 수시간이 지나면 사라진다.

이와 구별해 원심성 운동과 같이 익숙치 않고 강렬한 신체활동이나 갑작스런 운동강도의 증가후 근육통이 8시간에서 24시간 사이에 나타나 48시간 정도에서 최대에 이르며 몇일이 지나면서 근육통이 소실되는데 이때 압통, 종창 그리고 움직임 범위 저하와 같은 불편함을 경험한다(Armstrong, 1984; Crag et al., 1996).

지연 발생 근육통과 관련된 통증은 많은 연구자들에 의해 연구되어 왔으며 그 현상을 설명하기 위해 근경련 이론(DeVries, 1961), 결합조직 손상 이론(Abraham, 1977), 근육 손상 이론(Armstrong et al., 1983), 그리고 지연 발생 근육통의 원인으로서 염증이론(MacIntyre et al., 1995) 등 몇가지 가설들을 제시하였다. 그러나 지연 발생 근육통과 연관된 특별한 인자에 대해 명확하게 정의하고 있지 못하기 때문에 기본적인 병리생리학적 과정에 대한 기전을 정확히 제시하지 못하고 있는 실정이다(Cleak & Eston, 1992).

이전의 연구들은 지연발생 근육통의 원인을 근육손상으로 보았기 때문에 크레아틴 키나아제를 연관시켜 연구를 하였으나(Byrnes et al., 1985; Triffletti et al., 1988), 최근에는 크레아틴 키나아제와의 연관성을 찾지 못하는 연구가 보고되고 있다(Margaritis et al., 1999). 지연발생 근육통이 유발된 사람들에서 종종 운동한 근육의 붓는 느낌을 많이 호소하였으나 부종에 대한 실험적인 증거는 논란이 많다. 지연발생 근육통의 원인으로 부종과 염증반응이라는 가정하에 항염증성 약물을 사용하였으나 효과를 입증하지는 못하였다(Ebbeling & Clarkson, 1989). 그러나 일부 연구에서 항염증성 약물이 실험동물의 손상 정도를 감소하는데 효과적이었으며(Newharm, 1993), 지연발생 근육통이 유발된 후 백혈구 수치가 증가되었다는 연구가 있었다(MacIntyre et al., 1996). 대상자 수가 적어 변화량이 컸기 때문에 백혈구의 수치가 통계적인 차이가 없었지만 백혈구 수치

의 변화 추세는 실험군은 점차 감소하였고 대조군은 점차 증가하였다(김종만 외, 2000).

Hagerman 등(1984)은 마라톤후 회복되는 동안 10명의 마라톤 주자 근육에 염증과 관련해 초미세구조 괴사 변화가 마라톤후 통증과 염증이 최대로 일어나는 1일 ~ 3일후에 대해 설명하였는데, 마라톤 후 염증과정은 즉시 일어나지만 대상자들은 통증을 느끼지 못하고 자유 신경 종말 주위에 한계적 자극에 미치지 못하므로 염증 과정이 확실한 수치에 도달했을 때 자유신경 종말에서 통증을 느낀다고 하였다. 이밖에 지연발생 근육통이 염증성과 직접 또는 간접적 시사하는 연구가 있다(김태열, 1995; 김충식, 1997; Kulig, 1991).

냉인자는 외상후 응급치료 조치로써 그리고 근골격계와 신경근계 기능부전의 재활에서 부가적 도구로써 사용되어진다. 냉치료는 통증경감, 열 감소, 그리고 출혈의 조절을 위한 오래된 치료이며 최근에는 외상에 기인한 부종과 염증을 예방하거나 축소시키기 위해 적용되며 근방호성 경련을 감소시키고(배성수, 1999), 신장반사의 과흥분 결과와 심부진 반사가 항진되고 비정상적으로 근긴장도와 근수축이 증가된 상태인 경직을 감소시킨다고 하였다. 최진호, 김진상(1998)은 얼음막대를 이용하여 주관절 굴곡근 전체가 냉각되도록 원형을 그리며 냉을 적용하였는데, 한냉 적용시간은 무작위로 분류한 1군에 1분, 2군에 5분, 3군에 10분간 각각 5일간 같은 시간대에 적용하여 매일 한냉적용 직후의 주관절 굴곡근의 피부온도와 경직의 변화를 같은 방법으로 평가 하였고, 결론은 각군의 한냉적용 시간이 길수록 피부온도와 경직감소가 증가하였고 피부온도가 많이 감소 할수록 경직의 감소가 증가하였다고 하였다. 연부조직 손상후 첫 24시간에서 48시간동안 냉은 대부분 우선적으로 선택되는 열인자다. 냉을 사용하는 근본적인 이유는 혈관수축에 의해 간질로의 체액 투과가 적고 근경련, 경직, 염증과 통증을 감소시키고, 근수축을 촉진하고 대사율을 감소시킨다. 냉의 선택은 대개 경험적 증거에 근거해 왔다. 냉 노출의 시간과 온도는 확실히 조직 종창에 영향을 미칠 수 있다고 하였다(Knight, 1985; Lehmann et al., 1990).

부종은 혈관내의 정수압 균형조절에 방해를 받았을 때 일어나고 간헐적 압박은 림프와 정맥 순환을 도와 줌으로써 모세 혈관벽의 정수압과 삼투압에 관련해 혈관과 조직사이에 압력 경사도를 감소해 항상성 유지에 도움을 준다고 하였다(Airaksinen et al., 1990; Gilbert et



al., 1995).

조직온도를 감소시키기 위한 공동의 목표를 성취하는데 있어 유용한 인자들이 있다. 이러한 인자들에는 냉습포, 얼음 마사지를 위한 얼음조각, 얼어 있는 수건, 냉증기 분무기, 냉욕, 그리고 조절된 냉압박 기기, 극저온 냉공기 치료기가 있다.

외상에 의한 여파로 골격근 경련과 통증은 가동성과 기능을 제한한다. 열인자, 전기적 자극, 그리고 마사지를 포함하는 많은 치료적 기법은 통증경감과 근경련 경감이 라는 공통의 목적으로 제시되며 따라서 정상적 기능으로의 더 나은 회복을 촉진하는 것이다. 더욱이 많은 이러한 인자들은 통증 치료약물을 대신해서 주어질 수 있다. 초기에 환자에게 집에서 통증과 근경련을 조절하기 위해 냉마사지나 냉습포의 사용을 소개할 수 있다.

피부의 냉각은 통증 역치를 상승시키고 반대자극에 의해 통증을 감소시켜서 동작을 좀더 편안하게 만든다. 급성 소견의 건염이나 점액낭염 동안 심각한 통증은 동작을 제한할 수 있고 거의 관절을 뻣뻣함으로 만들 수 있다. 이러한 것을 피하기 위해 치료체계는 통증과 염증을 감소시키고 가동 범위를 유지하도록 목적이어야 한다.

지연발생 근육통에 대한 냉적용 선행논문은 Paddon-Jones과 Quigley(1997)는 냉적용이 원심성 운동후에 지연발생 근육통 감소와 주관절 굴곡을 회복 시킬것이라는 목적으로 실시하였고, 주관절에 20분동안 영상 5℃ ~ 영하 1도 정도의 냉침수욕을 했다. 근통증은 운동후 48시간에 최대에 이르렀으며 120시간까지 남아 있었고, 원심성 운동후 즉시 냉적용은 외상성 근손상후에 적용한 냉치료의 효과와 같은 유사한 효과적인 반응을 얻을 수 없었다고 제안하였다.

Braun과 Clarkson(1989)은 7명의 여자 대상자를 70번 최대 수의적 원심성 수축을 시키기 전 25분동안 상지를 냉침수욕을 하고 또한 운동중에 냉습포를 적용해 냉침수욕의 효과를 시험하였다. 반대팔을 조절군으로 사용하고 치료없이 운동만 수행시켰다. 냉 치료는 원심성 운동후 즉시 6일동안 등척성 근력, 크레아틴 키나아제 수치, 안정시 주관절각과 굴곡각을 측정하였는데 원심성 운동 반응에 대한 손상을 감소시키지 못했다. 모든 뚜렷한 수치의 변화를 보인 것들은 운동후 6일이 지나도 기준선으로 여전히 돌아가지 않았다.

Yackzan 등(1984)은 냉치료가 원심성 운동에 의한 지연발생 근육통을 감소시키고 초기 냉적용은 운동후 치료시간을 나중에 적용한 그룹보다 지연발생 근육통을 더

감소시키고 관절가동범위는 주관적 지연발생 근육통과 반비례와 연관이 있으리라는 가설을 세워 실험하였다. 30명의 대상자를 주관절 굴곡근의 원심성 운동을 수행하게 한 후 0, 24, 48 그리고 72시간에 관절가동범위 변화, 주관적 근통증에 대한 평가를 했다. 운동후 24시간 ~ 48시간후 분명한 근통증의 증가와 관절가동범위 저하가 나타났다. 하지만 치료받은 실험군과 치료 받지 않은 조절군 사이 지연발생 근육통과 관절가동범위의 유의성이 없었다.

본 연구는 인위적으로 지연발생근육통을 만든 후 냉과 간헐적 압박 그리고 동시에 모두 치료후, 관절가동범위, 주관적 근통증 척도, 역학적 통증 역치에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다.

각 집단내 시간 경과에 따른 관절가동범위 변화는 주관절 굴곡각도 24시간, 48시간, 72시간에서 냉치료군과 냉 및 간헐적 압박치료군이 대조군에 비해 증가하였고, 냉치료군이 48시간에서만 134.33도로 통계학적 유의성이 있었다. 주관절 신전각도는 24시간과 48시간에서는 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군 모두에서 각도가 증가하였고, 72시간에서는 냉치료군과 간헐적 압박치료군에서 대조군에 비해 증가하였다. 냉치료군에서 24시간후 -7.17도, 48시간후는 -8.17도로 통계학적 유의성이 있었고, 각 시간에 따른 관절가동범위의 변화는 세 그룹간의 통계학적 유의성은 없었다. Yackzan 등(1984)은 48시간~72시간 사이에 실험군과 조절군에 통증 증가와 주관절 가동 범위 감소가 역 상호관계가 있다고 하였다.

각시간에 따른 주관적 통증변화는 대조군에서는 운동전 0점, 운동후 24시간에서 1.8점, 48시간에서 4.3점, 72시간에서 3.5점으로 나타났고, 냉 및 간헐적 압박치료군에서는 운동전 0점, 운동후 24시간에서 2.4점, 48시간에서 2.0점, 72시간에서 1.67점이었고, 집단간 48시간후와 72시간후에 상당한 유의수준이 있었다. 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 통계학적 차이는 48시간에  $P=.035$ , 72시간은  $P=.030$ 으로 유의성을 보였다. 김종만 등(2000)은 굴곡각도는 집단간 유의한 차이는 없었으나, 유발전과 비교하여 72시간에서는 유의하게 증가하였고, 신전각도는 집단간과 시간의 따른 차이가 없었고, 시각통증척도는 집단간의 차이가 없었으나, 유발전과 비교하여 모든 시간에서 유의하게 증가하였다고 하였다.

본 연구 결과는 대조군이 48시간에 4.30점으로 최고

치료 나와 Talag(1973)Weber 등(1994), Craig 등(1996)의 보고에서도 24시간보다 48시간에서 최고치를 보여주었다.

이와 같은 결과로 급성기의 근육조직과 지주조직에 염증성 반응으로 발통물질이 증가해 근육통이 발생되고 운동시 근육의 민감도 증가와 부종, 관절 가동범위의 제한이 온다는 것을 생각할 수 있다.

대조군에 대한 각 치료군의 역학적 통증 역치의 변화 중 냉 및 간헐적 압박치료군에서 원심성 운동 48시간 후는 12.17파운드, 72시간후는 12.58파운드로 유의한 차이를 나타냈고, 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 통계학적 차이에서 특히 유의한 차이를 보였다.

김민호 등(1995), 김선엽 등(1996)은 냉습포 적용군에서는 통증역치가 체온의 저하에 따라 계속 상승하였다고 하였다. 냉적용 직전 10.90mA였던 통증 역치가 적용전 체온보다 -5℃씩 체온이 하강할 때 마다 각각 12.96mA, 14.75mA, 17.72mA로 상승하였다.

홍대중 등(1999)은 본 연구와 똑같은 기구로 근막통증후군의 소견이 관찰된 60명의 환자를 대상으로 CRAIs를 이용한 극저온 냉공기 치료후 역학적 통증역치의 변화는 치료전에 비해 치료직후와 치료후 30분에 모두 증가하였다고 연부조직 손상에 대한 본 연구와 비슷한 소견을 보였다.

선행 논문들은 지연발생 근육통에 대한 냉 적용이 부정적인 결과를 대부분 초래하였으나, 본 연구는 극저온 냉공기로 냉인자를 심부근육까지 도달할 수 있도록 하고 박래준, 고만수와 Quillen & Rouillier(1982)가 제안해 유의성이 입증된 간헐적 압박치료까지 더해 상승효과를 기대하였다. 앞으로 극저온 냉공기 치료와 간헐적 압박 치료와 관계된 연구를 하여야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 냉과 간헐적 압박이 원심성 운동에 대한 실험적 지연발생 근육통에 미치는 영향을 규명하고자 본 연구 취지를 이해하고 참여하겠다고 동의한 19~33세의 건강한 성인남자 17명, 성인여자 11명을 무작위로 분류해 대조군, 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박 위약치료군으로 나누어 실험하였다. 원심성 운동전·후 24시간, 48시간, 72시

간에서 주관절 굴곡시, 신전시 관절가동범위와 주관절 근통증 척도, 역학적 통증 역치 변화를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대조군에 대한 각 치료군과의 관절가동범위 변화에서 24시간, 48시간, 72후에서 냉치료군과 냉 및 간헐적 압박치료군의 주관절 굴곡각도가 증가하였고, 48시간후에서는 냉치료군에서 통계학적 유의성을 보였다. (P<.05)

신전각도는 운동후 24시간, 48시간에서 냉 및 간헐적 압박 위약치료군을 제외한 모든 치료군에서 각도가 증가하였고, 냉치료군의 24시간후와 48시간후에서 통계학적 유의성이 있었다(P<.05).

각시간에 따른 관절가동범위의 변화에서 냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간 통계학적 유의성은 없었다.

2. 주관절 통증척도 변화에서는 냉 및 간헐적 압박치료군이 48시간, 72시간후 상당한 유의 수준을 보였다 (p<.05).

냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 통계학적 차이는 운동후 48시간, 72시간에서 유의성을 보였다.

3. 역학적 통증 역치 변화에서는 냉 및 간헐적 압박치료군에서 24시간후부터 증가하기 시작해 48, 72시간 후에 유의 수준을 보였다(p<.05).

냉치료군, 간헐적 압박치료군, 냉 및 간헐적 압박치료군간의 비교에서 48시간과 72시간에서 특히 유의한 차이를 보였다.

4. 냉 및 간헐적 압박치료군에서 주관절 통증 척도와 역학적 통증 역치 그래프는 24시간후부터 72시간까지 역상관 그래프를 나타냈다.

## 〈 참고 문헌 〉

- 김민호, 박시복, 이강목 : 피부온도변화에 따른 전기자극 유발 동통 역치의 변화. 대한재활의학회지, 19(2), 338-342, 1995.
- 김선엽, 류인화, 박은화, 배혜진 : 냉적용 방법에 따른 동통 역치 및 피부 온도의 변화. 대한물리치료사학회지, 3(3), 271-280, 1996.
- 김종만, 박장성, 김원호, 신현석, 김연중 : 유지 - 이완기 법과 냉치료가 지연성 근육통에 미치는 효과. 한국

- 전문물리치료학회지, 7(1), 22-31, 2000.
- 김충식 : 후발성 근 동통증후군에 대한 TENS, MENS 적용이 혈청 CPK와 체표면 체열변화에 미치는 영향. 석사학위 논문 : 대구대학교재활과학대학원, 1997.
- 김태열 : 미세전류신경자극이 Delayed onset muscle soreness, 혈청 creatin kinase, 최대수의적등척성 수축에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 2(3), 11-22, 1995.
- 배성수 : 물리치료학 개론, 제4판, 서울 : 대학서림, 1999.
- 박래준, 고만수(역) : 기구를 이용한 물리치료학, 서울 : 영문출판사, 1999.
- 최재청 : 치료적 마사지가 운동후 지연된 근통증과 근 손상의 지표에 미치는 효과. 박사학위 논문 : 한양대학교 대학원, 1997.
- 최진호, 김진상 : 한냉치료가 중추신경계 손상환자의 경직에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 10(2), 87-95, 1998.
- 채윤원, 남기석, 최진호, 황보각, 김진상 : 실험방법의 차이에 따른 지연 발생 근육통의 물리치료 효과에 대한 연구. 대한물리치료학회지, 11(3), 37-44, 1999.
- 홍대중, 최기섭, 박시복, 김영호 : 초저온 냉기를 이용한 한냉치료후 동통유발점 압통역치의 변화, 대한재활 의학회지, 23(1), 134-139, 1999.
- Airaksinen, O., Kolari, P.J., & Miettinen, H : Elastic bandages and intermittent pneumatic compression for treatment of acute ankle sprains. Arch Phys Med Rehabil, 71, 380-383, 1990.
- Armstrong, R.B., Ogilvie, R.W., & Schwane, J.A : Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. Journal of Applied Physiology, 54, 80-93, 1983.
- Armstrong, R.B : Mechanism of exercise-induced delayed onset muscular soreness. Medicine and Science in Sports and Exercise, 16, 529-538, 1984.
- Abraham, W.M : Factors in delayed onset muscle soreness. Medicine and Science in Sports and Exercise, 9, 11-20, 1977.
- Bynes, W.C., Clarkson, J.S., & White, S.S : Delayed onset muscle soreness following repeated bouts of downhill running. J Appl Physiol, 59, 710-715, 1985.
- Braun, B., Clarkson, P.M : Effect of cold treatment during eccentric exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 21, 32, 1989.
- Ciccne, C.D., Leggin, B.G., & Callamaro, J.J : Effects of ultrasound and trolamine salicylate phonophoresis on delayed-onset muscle soreness. Physical Therapy, 71(9), 666-675, 1991.
- Cleak, M.J., & Eston, R.G : Delayed onset muscle soreness; mechanism and management. J Sport Sci, 10(4), 325-341, 1992.
- Craig, J.A., Cuninghame, B., & Walsg, D.M : Lack of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced onset muscle soreness in humans. Pain, 67, 285-289, 1996.
- Craig, J.A., Bradley, J., & Walsh, D.M : Delayed onset muscle soreness; Lack of effect therapeutic ultrasound in humans. Arch Phys Med Rehabil, 80, 318-323, 1999.
- De Vries : Electromyographic observations of the effects of static stretching upon muscular distress. Research Quarterly, 32, 468-479, 1961.
- Deneger, C.R., Perrine, D.H., & Rogol, A.D : Influence of transcutaneous nerve stimulation on pain, range of motion, and cortisol concentration in female experiencing delayed onset muscle soreness. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 11, 100-103, 1989.
- Ebbeling, C.B., & Clarkson, P.M : Exercise-induced muscle damage and adaptation. Sports Med, 7, 207-234, 1989.
- Evans, W.J : Exercise induced skeletal muscle damage. Physician Sports Medicine, 15, 89, 1987.

- Friden, J., Sfakianos, P.N., & Hargens, A.R : Muscle soreness and intramuscular fluid pressure : Comparison between eccentric and concentric load. *Journal of Applied Physiology*, 61, 2175-2179, 1986.
- Gilbart, M.K : Anterior tibial compartment pressures during intermittent sequential pneumatic compression therapy. *Am J Sports Med*, 23, 769, 1995.
- Holmes, M.A.M., & Rudland, J.R : Clinical trials of ultrasound treatment in soft tissue injury. *Physiother Theory Pract*, 7, 1991.
- Knight, K.L : *Cryotherapy : Theory, Technique, Physiology*, Chattanooga Corp., Chattanooga, TN, 1985.
- Lehmann, J.F., & DeLateur, B.J : *Cryotherapy*. In Lehmann, JF: *Therapeutic Heat and Cold*, ed 4. Williams and Wilkins, Baltimore, 1990.
- MacIntyre, D.L., Reid, W.D., & McKenzie, D.C : Delayed onset muscle soreness : The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med*, 20(1), 24-40, 1995.
- Margaritis, I., Tessier, F., & Berman, S : Muscle enzyme release does not predict muscle function impairment after triathlon. *J Sports Med Phys Fitness*, 39(2), 1999.
- McGlynn, G.H., Laughlin, N.T., & Rowe, V : Effect of EMG feedback and static stretching on artificially induced muscle soreness. *American Journal of Physical Medicine*, 58, 139-148, 1979.
- Michovitz, S. L : *Thermal Agents in Rehabilitation*, 2nd ed. FA Davis, Philadelphia, 1990.
- Miles, M.P., & Clarkson, P.M : Exercise-induced muscle pain, soreness and cramps. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34(3), 203-16, 1994.
- Newham, D.J., Jones, & Edwards, R.H.T : Large delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise. *Muscle and Nerve*, 6, 380-385, 1983.
- Newham, D.T : *Eccentric muscle activity in theory and practice*. Muscle Strength. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1993.
- Paddon-Jones, D.J., & Quigley, B.M : Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *Int J Sports Med*, 18(8), 588-593, 1997.
- Quillen, W.S., & Rouillier, L.H : Initial management of acute ankle sprains with rapid pulsed pneumatic compression and cold. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 4, 39, 1982.
- Rodenburg, J.B., Steenbeck, D., & Schiereck, P : Warmup, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *Int J Sports Med*, 15(7), 414-419, 1994.
- Smith, L.L : Acute inflammation : the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Medicine and science in Sports and Exercise*, 23(5), 542-551, 1991.
- Starkey, J : Treatment of ankle sprain by simultaneous use of intermittent compression and ice pack. *Am J Sport Med*, 4, 142, 1976.
- Talag, T : Residual muscle soreness as influenced by concentric, eccentric and static contractions. *Res Q*, 44, 458-469, 1983.
- Triffletti, P., Litchfield, P.E., & Clarkson, P.M : Creatine kinase and muscle soreness after repeated isometric exercise. *Med S Sports Exerc*, 20, 242-248, 1988.
- Weber, M.D., Serredio, F.J., & Woodal, W.R : The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *JOSPT*, 20, 236-242, 1994.
- Yackzan, L., Adams, C., & Francis, K.T : The effects of ice massage on delayed muscle soreness. *American Journal of Sports Medicine*, 12, 159-165, 1984.