

## 실험방법의 차이에 따른 지연 발생 근육통의 물리치료 효과에 대한 연구

광주보건대학 물리치료과  
채 윤 원  
영동전문대학 물리치료과  
남 기 석  
한려대학교 재활학과  
최 진 호  
대구대학교 보건과학부 물리치료학전공  
황 보 각  
대구대학교 재활과학대학 물리치료학과  
김 진 상

## The Investigation of effect of Physical Therapy for Delayed Onset Muscle soreness according to difference of experimental designs

**Chae, Yun-Won, P.T., M.S.**

*Department of Physical Therapy, Kwang Ju Health College*

**Nam, Ki-Seok, P.T., M.S.**

*Department of Physical Therapy, Yeongdong Junior College*

**Choi, Jin-Ho, P.T., M.S.**

*Department of Rehabilitation, Hanrylo University*

**HwangBo, Gak, P.T., M.S.**

*Department of Physical Therapy, College of Health Science, Taegu University*

**Kim, Jin-Sang, Ph.D., D.V.M.**

*Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University*

### <Abstract>

Delayed onset muscle soreness is a sensation of discomfort that occurs 24 h after exercise, and it is associated with the performance of unfamiliar and high force muscle work, such as eccentric contractions. The injury to the muscle has been well described but the mechanism underlying the injury is not fully understood. Although the pathophysiological processes underlying delayed onset muscle soreness are not completely understood, many researchers have investigated various treatments in an attempt to reduce the soreness. These treatments have focused on reducing the inflammation, or edema, consequent to tissue damage, and breaking up the cycle which is thought provoke tonic muscle spasm or pain. Physical therapy is the most importance techniques to reduce delayed onset muscle soreness. Physical therapy on delayed onset muscle soreness includes massage, exercise, therapeutic ultrasound, TENS, stretching and cryotherapy. this investigation should encourage physical therapists to experiment further with various techniques to reduce delayed onset muscle soreness.

## I. 서 론

인간은 신체활동의 결과로써 근육통이 발생되는데 운동 중에 나타나거나 운동 후 즉시 또는 지연되어 나타나게 되어 그로 인한 운동의 중지나 불편한 감각의 지속을 경험하게 된다.

운동 후 즉시 또는 운동 중에 나타나는 급성 근육통(acute muscle soreness)은 대사과정의 노폐물인 젖산에 의한 자유신경종말의 자극(Asmussen, 1956)이나 근허혈에 의한 일시적 저산소증(Francis, 1983)에 의해 발생하게 되며 대개 운동을 중지한 후 몇 분에서 몇 시간이면 사라지게 된다.

지연 발생 근육통(delayed onset muscle soreness, DOMS)은 원심성 수축과 같이 익숙하지 않고 강한 힘을 요하는 근수행시 발생하며 통증, 압통, 종창 그리고 움직임의 범위 저하와 같은 불편함을 보이는데 운동 후 24시간에 그 강도가 증가하기 시작하여 24시간에서 72시간에 최대가 되고 5일에서 7일이면 사라지는 특징을 볼 수 있다(Armstrong, 1984; Cleak & Eston, 1992; Craig 등, 1996; Giamberardino 등, 1996).

근육통은 CK(creatine kinase)와 젖산 같은 화학적 인자(Newham 등, 1986), 운동 다음에 상승된 열적 인자(Davies & Barnes, 1972), 또는 부종을 동반한 조직의 상승된 압력과 역학적 변형에 의한 역학적 인자(Friden 등, 1986)가 유해 자극이 되어 근조직 특히, 근간접합부와 근막초에 있는 수용기를 자극함으로써 유발될 수 있다(Kumazawa & Mizumura, 1977).

그러나 Davies와 White(1981)는 구심성 운동시 높은 젖산의 축적을 보여 급성 근육통과 피로의 원인은 젖산이며 이에 비해 원심성 운동은 더 낮은 에너지와 산소를 소비하고 적은 젖산의 축적을 보였기 때문에 젖산이 지연 발생 근육통의 원인이 아니라는 것을 보여 주었고 Davies와 Barnes(1972)는 원심성 운동에 의한 근육의 상승된 온도 변화는 지연 발생 근육통의 통증에 대한 시간 경과와 일치하지 않다는 것을 보였다.

지연 발생 근육통과 관련된 통증은 많은 연구자들에 의해 연구되어 왔으며 그 현상을 설명하기 위해 근경련 이론(De Vries, 1961), 결합조직 손상 이론(Abraham, 1977), 근육 손상 이론(Armstrong 등, 1983), 그리고 지연 발생 근육통의 원인으로서의 염증(MacIntyre 등, 1995) 등 몇가지 가설들을 제시하였다. 그러나 지연 발생 근육통

과 연관된 특별한 인자에 대해 명확하게 정의하고 있지 못하기 때문에 기본적인 병리생리학적 과정에 대한 기전을 정확히 제시하지 못하고 있는 실정이다(Cleak & Eston, 1992).

그럼에도 불구하고 많은 연구자들은 근육통을 줄이기 위한 시도로 다양한 물리치료방법과 그 효과에 대해 연구해 왔다. 적용한 물리치료로는 크게 전기치료와 운동 치료로 구분할 수 있다. 지연 발생 근육통의 치료에 대해 초음파 치료를 이용한 Hasson 등(1990) 그리고 TENS를 이용한 Denegar 등(1989)과 Jette(1987)는 유의한 효과를 보고하였고, Craig 등(1996, 1999a)은 TENS와 초음파 치료에 대해 효과가 없음을 보고하였다.

위의 실험자들은 실험방법에 있어 서로 달랐기 때문에 결과의 차이를 보이게 되었다. 유의한 효과를 보인 실험에서는 치료를 적용한 실험군과 치료를 하지 않은 대조군으로 단순히 나누어 효과를 비교하였고 일정한 기간 동안 동일 실험자에 의해 치료와 그 효과를 검사하였기 때문에 실험자에 의해 유도된 결과가 산출될 수 있는 단점이 있었다. 그러나 Craig 등(1996, 1999a)은 치료를 적용한 치료군과 위약 치료군 그리고 치료를 하지 않은 대조군으로 실험군을 분류하였고 대상자에게 자율성을 부여하여 실험 기간 동안 언제든지 그만 둘 수 있도록 하였으며 실험자에 대한 고려에 있어서도 지연 발생 근육통을 유발하기 위해 운동을 시키는 실험자, 치료를 실시하는 실험자, 그리고 치료의 효과를 측정하는 실험자로 세분하여 double blind placebo-controlled conditions 상태에서 실험을 실시하여 실험자의 의도된 결과를 배제하였다.

지연 발생 근육통의 통증 경감과 관절 운동 범위의 증진을 위해 실시한 신장 기법, 운동, 그리고 마사지 등에 대한 다양한 연구도 수행되었다(De Vries, 1961; McGlynn 등, 1979; Torgan, 1985; High 등, 1989; Rodenburg 등, 1994; Donnelly 등, 1988; Eston 등, 1996; Wenos 등, 1990; Ellison 등, 1992; Bale & James, 1991; Rodenburg 등, 1994). 각각의 기법에서는 그 효과가 미약하게 나타났으나 이러한 기법을 모두 적용하였을 때는 유의한 효과가 나타난다는 보고하였다. 전기치료 기구를 이용한 실험과는 달리 위의 기법은 실험자의 도수 접촉에 의해 수행되므로 접촉감각에 의한 위약효과를 배제하기 어렵기 때문에 순수한 치료 효과에 대한 객관적 결과를 얻을 수 없는 단점이 있었다.

이에 본 연구는 지연 발생 근육통에 적용되어온 이전의 물리치료에 대한 그 효과를 알아보고 실험적 통증 모

델을 이용한 실험에 있어 실험 방법에 따라 나타나는 치료의 효과를 비교하고자 한다.

## II. 지연 발생 근육통에 대한 물리치료

### 1. 초음파(therapeutic ultrasound)

맥동 초음파(pulsed ultrasound)는 지연 발생 근육통의 치료 효과를 연구하기 위해 이용된다(Hasson 등, 1990). 맥동 초음파는 통증과 부종과 같은 염증의 증상을 감소시키고 연부조직 손상, 반흔 조직, 근골격계 통증, 관절 질환 그리고 만성 부종과 같은 많은 상황에 있어 치유율을 증가시키기 위해 사용되어 왔다(Holmes & Rudland, 1991).

Hasson 등(1990)과 Craig 등(1999a)은 초음파의 사용 시 일반적으로 이용하는 강도  $1.5W/cm^2$ 인 연속초음파(continuous ultrasound)를 사용한 것이 아니라 강도가  $0.8W/cm^2$ 인 맥동초음파를 이용하였다.  $1.5W/cm^2$ 의 연속초음파에 의한 조직온도의 상승은 이미 증가된 대사활동의 결과로 상승된 열에 부가적인 열을 가할 수 있으며 미세흐름(microstreaming) 효과에 의해 이미 손상된 근육의 세포막 구조에 부가적인 손상을 가할 수 있기 때문에 초음파 치료가 지연 발생 근육통을 악화시킬 수 있으므로 낮은 강도의 초음파에 의한 비열 효과를 이용하는 것이 바람직하다고 하였다(Michlovitz, 1991). 따라서 초음파 치료는 손상으로부터의 회복기간 동안 적절한 단계에 맞는 초음파 강도의 신중한 선택을 요구하게 된다.

Hasson 등(1990)은 원심성 운동에 의해 생산된 지연 발생 근육통에 대해 맥동초음파 치료와 위약 초음파 치료의 진통 효과를 비교하기 위해 실험을 실시하였다. 18명의 대상자를 6명씩 3그룹으로 분류하여 왼쪽 다리에 대해 원심성 운동을 실시하여 대퇴사두근에 지연 발생 근육통을 유발시켜 근 수행력과 근육통 인지에 대해 조사했다. 근육통이 집중된 지역인 근위 외측광근과 원위 내측광근에 대해 운동 후 24시간에 맥동비 1:4, 강도  $0.8W/cm^2$ , 그리고 주파수가  $1.0MHz$ 인 맥동초음파를 20분간 적용한 치료군과 위약 치료군 그리고 비치료군을 비교하였을 때 운동 후 48시간에서 위약 치료군과 비치료군에 비해 초음파 치료군에서 근 수행력과 근육통 인지에 효과가 있음을 보였다. 저자들은 이러한 효과에 대해 맥동초음파가 정상적인 근 수행력으로의 회복을 가속화시키고 지연 발생 근육통의 감소에 효과적이라고 언급하

였고 통증 인지의 감소에 대한 기전은 잘 알 수 없었지만 근육내 압력과 염증 반응의 감소와 관계 있을 것이라고 제안하였다.

Craig 등(1999a)은 지연 발생 근육통의 급성 단계에서 맥동초음파의 두가지 용량에 대한 효과를 조사하였다. 맥동비 1:4, 강도  $0.8W/cm^2$ , 그리고 주파수  $1.0MHz$ 를 이용하여 평균  $172.8J$ 인 저용량 맥동초음파(low-dosage pulsed ultrasound)와 평균 용량  $345.6J$ 의 고용량 맥동초음파(high-dosage pulsed ultrasound)를 이용한 두 그룹의 치료군과 가짜 초음파인 위약 치료군 그리고 치료를 하지 않는 조절군을 설정하였고 비우세 주관절 굴곡근의 원심성 운동 후 바로 적용하여 3일동안 주관절 굴곡과 신전각도, 역학적 통증 역치 그리고 주관절 통증 측정을 통해 서로 비교하였으나 주관절 굴곡각도를 제외한 어떤 그룹에서도 그 효과를 볼 수 없다고 하였다.

Craig 등(1999a)은 선행 연구자들의 실험과는 달리 대퇴사두근이 아닌 상완이두근에 운동을 적용하였다. 이는 보행과 같은 일상 생활에서의 동작이 지연 발생 근육통에 긍정적 효과를 줄 수 있는 운동으로 작용할 수 있으므로 이를 배제하기 위해 비우세 주관절에 대해 실험을 실시하였다. 그리고 Craig 등(1999a)은 대상자에게 자율성을 제공하여 실험 도중 대상자가 원한다면 언제든지 그만 둘 수 있도록 하였고 초음파의 적용시 치료부위를 대상자가 보지 못하게 차단시킴으로써 어떤 것이 치료인지 아니면 위약치료인지 구분하지 못하게 하였다. 이것은 선행연구자들이 대상자에게 치료와 위약치료를 장면을 노출시켰고 자율성을 부여하지 않았기 때문에 연구자들이 의도하는 효과를 인위적으로 만들 수 있다고 하였다.

그러나 Hasson 등(1990)은 운동 후 24시간에 Craig 등(1999a)은 운동 후 바로 초음파를 적용하였기 때문에 적용시기의 차이점이 있었고 치료 효과의 측정에 있어 근 손상에 대한 평가법 이외에도 염증 반응을 포함한 다양한 효과를 측정할 수 있는 실험 방법이 필요할 것이다.

### 2. 경피신경전기자극(TENS)

Denegar 등(1989)은 지연 발생 근육통에 대한 저빈도 TENS( $2 Hz, 300\mu s$ )의 효과를 평가하였다. 8명의 여자 대상자로 하여금 주관절 굴곡근의 반복된 원심성 운동으로 지연 발생 근육통을 유발하였고 저빈도 TENS를 이용하여 원심성 운동후 48시간에 참을 수 있는 최대의 강도로 30분 동안 적용하였다. 이 연구의 결과에서는 인지된

통증의 감소와 주관적 신전의 증가를 보여주었다. 그러나 Denegar 등(1989)은 단순히 지연 발생 근육통에 대한 TENS의 효과를 보았을 뿐 TENS의 적용을 받지 않는 대조군에 대한 설정이 없었기 때문에 실험 결과에 대한 유의성이 떨어진다고 말할 수 있다.

Jette(1987)는 운동으로 야기된 수관절 굴근의 근육통에 대해 저강도와 고강도에서 고빈도 TENS(85Hz)와 저빈도 TENS(2Hz)의 효과를 비교하기 위해 통증 유발 48시간 후에 20분동안의 TENS를 적용하여 인지된 통증의 감소를 보았으나 자극의 강도와 빈도에 따른 TENS의 시간 경과에 대한 효과에서는 유의한 차이를 얻지 못했다.

Craig 등(1996)은 48명의 대상자에 대해 주관절 굴곡근에 유발된 지연 발생 근육통을 4개의 실험군으로 분류하여 주관절의 움직임 범위, 압통계를 이용한 역학적 통증 역치, 그리고 시각척도(visual analogue scale)와 McGill pain Questionnaire를 이용한 통증 측정에 대해 조사했다. 첫 번째 실험군은 조절군으로써 20분의 안정을 취하게 하였고 두 번째 실험군은 저빈도 TENS(4Hz, 200 $\mu$ s)를 강하지만 불쾌감이 없는 강도로 20분을 적용하였고 세 번째 실험군은 고빈도 TENS(110Hz, 200 $\mu$ s)를 20분 동안 적용하였고 네 번째 실험군은 위약 효과군(placebo group)으로써 가짜 TENS 치료를 20분 동안 적용하여 그 효과를 보았다. 이 실험의 결과에서 2개의 TENS 치료군의 효과는 조절군과 위약 효과군에 비해 통계학적으로 유사한 차이가 없음을 보고하여 Denegar 등(1989)의 연구와는 상반된 결과를 보였다. 그러나 위약 효과군과 대조군의 설정으로 TENS의 치료효과와 비교하였으나 실험결과에 영향을 미칠 수 있는 실험대상자와 실험자에 대한 조절된 통제가 대해 언급하지 않았다.

### 3. 냉치료(cryotherapy)

급성 연부조직 손상에 대한 냉치료는 단일연접 신장 반사의 억압을 통해 근경련의 감소는 물론 염증과 통증도 감소시킨다고 알려졌다(Michlovitz, 1990). Yackzan 등(1984)은 원심성 운동에 의한 지연 발생 근육통이 근경련을 유발하였다면 그 결과로서 근육의 단축이 일어나고 ROM의 감소를 만들어 낼 것이라는 가정과 초기의 냉적용이 지연 발생 근육통의 진행기보다 효과가 있을 것이라는 가정을 세워 냉마사지의 적용을 실험하였다. 30명의 대상으로 하여 급 주관절의 원심성 운동을 수행하게 한 후 ROM의 변화와 근육통의 주관적 감각에 대해 평가

했다. 실험군은 3개로 나누어서 운동후 즉시, 24시간 그리고 48시간에 각각 15분 동안 냉마사지를 하였고 조절군은 아무런 치료가 없었다. 연구자들의 가설에서처럼 ROM의 감소가 근육통에서의 증가와 비례했다는 것을 발견했지만 냉적용이 실험군 어디에서도 근육통을 경감시키거나 ROM을 개선시키지는 못하여 초기의 냉적용도 효과가 없다고 결론을 내렸다.

Paddon-Jones와 Quigley(1997)는 원심성 운동 후에 적용한 냉침수욕의 효과를 보았으나 근육통의 감소와 근력 회복의 효과를 얻지 못했으며 원심성 운동 후 즉시 적용한 냉치료의 사용은 외상성 근손상 후에 적용한 냉치료의 효과와 같은 유사한 반응을 얻을 수 없었다고 제안했다.

Braun과 Clarkson(1989)은 7명의 여자 대상자를 상대로 70년의 최대 수의적 원심성 수축에 앞서 25분 동안 상지의 냉침수욕을 실시하였고 운동동안 냉습포를 차고 있게 했다. 반대측 팔을 조절군으로 하였고 치료 없이 원심성 운동을 수행했다. 냉적용에 대한 효과는 등척성 근력, CK의 수치, 이완된 주관절 각도 그리고 주관절의 굴곡 각도로 측정하여 운동 전, 운동 후 즉시, 운동 후 6일 동안 평가되었으나 원심성 운동에 대한 손상 반응을 감소시키지 못했으며 그리고 뚜렷한 변화를 보인 모든 수치는 운동 후 6일이 지나도 여전히 기선으로 돌아가지 못했다.

### 4. 신장(stretching)

De Vries(1966)는 근경련 이론(spasm theory)에서 운동에 의해 유발된 근육 통증(exercise-induced muscle pain)은 근경련을 일으키며 이것은 국소 허혈(ischaemia)을 야기하여 통증 물질의 생산을 초래하고 자유신경 종말은 자극될 것이라고 제의했는데 그의 근경련 이론은 근육통을 감소시키기 위한 정적 신장의 효과를 연구한데서 유래한다.

De Vries(1961)는 9명중 7명의 대상자에게서 정적 신장운동이 근육통을 경감하는데 도움이 되었다고 하였다. 실험 방법은 대상자의 체중을 이용하여 문제가 되는 근육을 1-3분 동안 최대의 길이 위치에서 고정하여 신장시켰고 resting EMG와 근육통은 신장 후에 감소되었다고 언급하였다. 그러나 이 실험의 결과를 지연 발생 근육통에 대한 치료의 효과와 연관하여 언급하기에는 모순이 있었다. 그의 연구에서 지연 발생 근육통을 생산하기 위한 조절된 실험이 없었고 우연히 유발된 근육 통증에 대

해서 실험을 시행하였다. 그 이후 여러 연구자들에 의해 실험실 통증 모델에 의해 유발된 지연 발생 근육통에 대한 신장의 효과를 연구하기 시작했다.

McGlynn 등(1979)은 최대 수직적 수축력의 80%로 원심성 운동을 한 후 6, 25, 30, 49, 54시간의 시간경과에 대해 정적 신장을 De Vries(1961)가 했던 방법을 이용하여 15분 동안 적용하였다. 신장은 확실히 EMG 활동을 감소시켰으나 30점 척도(30 point scale)로 측정된 인지된 통증에 대해서는 효과가 없어 정적신장의 결과로써 인지된 통증의 확실한 감소를 소개했던 De Vries(1961)의 결과를 부정했다.

Torgan(1985)은 원심성 수축에 의해 유발된 근육통에 대한 정적 신장의 효과를 측정했다. EMG활동의 변화는 없었으며 통계학적으로는 유의하지 않았지만 통증에서의 뚜렷한 감소가 있었고 이것은 전적으로 일시적인 것이며 통증은 다음날 다시 되돌아 왔다.

High 등(1989)은 지연 발생 근육통을 예방하기 위해 원심성 운동 전에 정적 신장과 워밍업을 62명의 대상자에게 실시하였으나 유의한 차이가 없다고 하였고, Lund 등(1998)은 원심성 운동 후에 수동 신장을 적용하여 CK, 근육통, 근력에 대해 측정하였으나 수동 신장을 적용하지 않은 그룹에 비해 유의한 차이가 없었고, Johansson 등(1999)은 운동전 정적 신장이 지연 발생 근육통에 의한 근력 상실, 압통 그리고 근육통을 예방할 수 있는지에 실험하였으나 별 차이가 없음을 알았다.

Rodenburg 등(1994)은 워밍업, 수동 신장 그리고 마사지를 적용하여 지연 발생 근육통에 대한 주관적 점수와 객관적 측정인 최대 등장성 근력, 주관절의 굴곡 각도와 신전 각도 그리고 혈청내의 CK와 마이오글로빈을 측정하였다. 워밍업과 수동 신장은 운동 전에 적용하였고 마사지는 운동 후에 적용하였는데 최대 등장성 근력, 주관절의 굴곡 각도 그리고 CK에서는 유의한 차이를 보였으나 지연 발생 근육통에 대한 주관적 점수, 주관절 신전 각도 그리고 혈청내 마이오글로빈에 대한 결과는 유의한 차이가 없었다. 일부는 치료에 영향을 받았으나 다른 일부는 치료에 영향을 받지 않아 모순되는 것을 볼 수 있으나 지연 발생 근육통에 대한 약간의 효과를 볼 수 있었다.

## 5. 운동(exercise)

Donnelly 등(1988)은 지연 발생 근육통을 유발시킨 후 에 수행한 원심성 운동의 효과를 연구하였다. 비우세팔

의 전완 굴곡근과 신전근의 최대 원심성 수축 운동을 70회 한 후 하루 뒤에 행한 한차례의 가벼운 원심성 운동의 효과를 조사하기 위해 9명의 실험군에 대해 25회의 최대하 수축을 수행하도록 하였다. 비록 운동 후 19일이 지난 상태에서 실험군과 추가 운동을 하지 않은 대조군 사이의 지연 발생 근육통에는 차이가 없지만 운동후 2일에서 6일 사이의 CK는 실험군에서 뚜렷한 감소가 보였다.

Eston 등(1996)은 지연 발생 근육통을 유발시키기 이전에 먼저 수행한 원심성 운동이 지연 발생 근육통의 감소에 효과가 있는지를 연구하였다. 실험군에게 등속성 운동 기계를 이용하여 대퇴사두근에 최대 원심성 운동을 시킨 후 2주 후에 트레드밀에서의 하방 경사 달리기를 시켰고 대조군에서는 사전 운동 없이 바로 트레드밀에서의 하방 경사 달리기를 시켜 지연 발생 근육통을 유발시켜 압통, CK 그리고 등속성 운동 기계를 이용해 0.52rad/s 와 2.83rad/s에서의 구심성 과 원심성 최대 우력을 측정하여 서로 비교하였다. 실험군에서는 대조군에 비해 낮은 압통과 CK 활동을 보였고 등속성 운동 기계를 이용한 구심성과 원심성 최대 우력에서는 더 높은 수치를 보였다. 따라서 Eston 등(1996)은 사전에 수행한 등속성 운동 기계의 원심성 훈련은 근손상을 감소시키고 하방 경사 달리기에 발생한 지연 발생 근육통의 감각과 근력 상실에 대해 감소를 얻을 수 있다고 제의했다.

## 6. 마사지(massage)

강한 신체활동 다음에 수행된 마사지는 운동으로 유발된 근력 상실의 감소, 회복율의 증진 그리고 근육통의 감소를 얻을 수 있다고 믿어 왔다(Cafarelli & Flint, 1992). 국소 혈류와 림프 순환의 증진을 목적으로 지연 발생 근육통에서 유발된 근기능의 저하를 회복시키기 위한 시도로 많이 사용되어 왔다.

Wenos 등(1990)은 9명의 대상으로 하여금 체중의 75%에 해당하는 무게를 이용하여 슬관절을 신전에서 굴곡으로 낮추는 운동을 통해 대퇴사두근의 지연 발생 근육통을 유발시켰고 마사지를 사용한 실험군과 어떠한 치료적 중재를 하지 않은 조절군 사이의 근력상실과 근육통 인지에 대해 연구하였으나 어떤 유의한 차이를 발견하지 못했다.

Ellison 등(1992)은 16명의 대상으로 하여금 지연 발생 근육통에 대해 마사지 그룹군, 아주 약하게 실시한 위약

마사지 그룹군 그리고 휴식 그룹군으로 나누어 근력과 근육통 인지에 대해 조사하였으나 각 그룹간의 유사한 차이가 없음을 보였다. 실험 방법에서 대상자의 수가 너무 작다는 것과 마사지의 적용시간이 운동후 24시간에 한차례가 적용되었기 때문에 효과를 보기 위한 적용량으로는 미약했다라고 할 수 있다.

Bale 과 James(1991)는 9명의 운동 선수를 대상으로 최대 달리기를 시킨 후 휴식 그룹군, 17분 동안의 도수 마사지 그룹군 그리고 120회/min의 심박동으로 트레드밀에서 달리게 한 그룹군으로 나누어 실험한 결과 도수 마사지 그룹군에서 지연 발생 근육통의 감소를 보였다.

Rodenburg 등(1994)은 50명을 대상으로 운동전에 워밍업과 신장을 적용하고 운동 후에 15분의 마사지를 적용하였는데 어떠한 치료도 하지 않은 조절군에 비해 지연 발생 근육통의 감소를 보였다. Smith 등(1995)은 등속성 운동후 30분의 휴식군과 30분의 마사지군으로 나누어 적용하였는데 지연 발생 근육통과 CK의 감소를 보였다. Tiidus 와 Shoemaker(1995)는 지연 발생 근육통이 유발된 대퇴사두근에 대해 마사지를 적용 후 도플러 탐침기를 이용하여 대퇴 동맥과 정맥의 혈류 속도를 측정하였으나 유의한 상승이 없었으나 근육통의 인지에 대해서는 감소가 있음을 알게 되었다.

### III. 결 론

지연 발생 근육통에 대한 물리치료의 효과에 관한 연구들을 보면 그 결과가 다양하다는 것을 알 수 있다. 지연 발생 근육통의 정확한 특성과 직접적 원인을 알 수가 없기 때문에 치료의 효과를 측정하기 위한 변수들이 서로 달랐고 연구자들의 실험결과 또한 서로 달랐다. 그리고 실험방법에 있어 서로 달랐기 때문에 결과의 차이를 보이게 되었다.

대부분의 실험에서는 치료를 적용한 실험군과 치료를 하지 않은 대조군으로 단순히 나누어 효과를 비교하였고 실험자에 대한 조절과 대상자에 대한 자율성이 없이 치료와 그 효과를 검사하였기 때문에 의도된 결과가 나타날 수 있었다. 따라서 객관적인 실험을 위해 치료를 적용한 치료군과 위약 치료군 그리고 치료를 하지 않은 대조군으로 실험군을 분류하고 대상자에게 자율성을 부여하고 실험자에 대한 고려에 있어서도 지연 발생 근육통을 유발하기 위해 운동을 시키는 실험자, 치료를 실시하는

실험자, 그리고 치료의 효과를 측정하는 실험자로 세분하여 double blind placebo-controlled conditions 상태에서 실험을 실시하여야 할 것이다.

또한 지연 발생 근육통의 실험에서 주의해야 할 것은 주로 그 발생이 자연 발생 통증 모델이 아니라 실험적 통증 모델이라는 것이다. 따라서 근육통의 양상이 대상자에 따라 다양한 반응을 보이게 된다. 어떤 대상자에서는 생화학적 또는 기능적 변화가 있었지만 어떤 대상자에서는 같은 운동을 하더라도 단지 작은 변화만이 있을 수 있다.

확실한 지연 발생 근육통을 유발하기 위해 원심성 수축의 강도, 속도, 그리고 빈도에 대해 명확히 할 필요가 있다. Craig 등(1996, 1999a, 1999b)을 비롯한 대부분의 연구자들은 고정 무게 저항(dead-weight resistance) 방법을 이용하여 대상자가 무게를 낮추면서 주관절이나 슬관절의 원심성 운동을 통한 지연 발생 근육통을 유발시켰다. 그러나 원심성 수축의 강도 결정에 있어 최대 구심성 수축의 강도를 기준으로 정해졌기 때문에 원심성 수축은 최대가 아니며 수축의 속도와 빈도에 대한 기준 또한 없어 연구자들이 얻은 결론을 서로 비교하는데 있어 논쟁이 될 수 있다. 이러한 문제를 위해 고정된 속도와 빈도로 최대의 수축을 얻을 수 있는 등속성 운동 기계를 이용한다면 극복될 수 있을 것이라 생각된다.

지연 발생 근육통의 많은 연구들은 10명이나 그 이하의 대상자이며 그리고 대부분이 대학생이었으며 이러한 이유로 다양한 연령층에 대한 적용이 어렵게 된다. 따라서 다양한 연령층과 많은 대상자를 대상으로 한 연구가 앞으로 필요하다 하겠으며 실험방법에 있어서도 대상자의 자율성, 역할에 따른 실험자의 분류 그리고 위약효과와 영향을 고려하여 실험자의 의도에 의한 유도된 결과가 나타나지 않도록 배려되어야 할 것이다.

### <참 고 문 헌>

- Abraham WM : Factors in delayed onset muscle soreness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 9 : 11-20. 1977
- Armstrong RB : Mechanism of exercise-induced delayed onset muscular soreness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16 : 529-538. 1984.
- Armstrong RB, Ogilvie RW, Schwane JA : Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology* 54 : 80-93. 1983.

- Asmussen E : Observations on experimental muscle soreness. *Acta Rheumatologica Scandinavica* 2 : 109-116. 1956.
- Bale P, James H : Massage, warmdown and rest as recuperative measures after short term intense exercise. *Physiotherapy in Sport* 13 : 4-7. 1991.
- Braun B, Clarkson PM : Effect of cold treatment during eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 21 : s32. 1989.
- Cafarelli E, Flint F : The role of massage in preparation for and recovery from exercise. *Sports Med* 14 : 1-9. 1992.
- Clarkson PM, Nosaka K, Braun B : Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med Sci Sports Exerc* 24 : 512-520. 1992.
- Cleak MJ, Eston RG : Delayed onset muscle soreness; mechanism and management. *J Sports Sci* 10(4) : 325-341. 1992.
- Craig JA, Cunningham B, Walsh DM et al : Lack of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced onset muscle soreness in humans. *Pain* 67 : 285-289. 1996.
- Craig JA, Bradley J, Walsh DM et al : Delayed onset muscle soreness; Lack of effect therapeutic ultrasound in humans. *Arch Phys Med Rehabil* 80 : 318-323. 1999a.
- Craig JA, Barron J, Walsh DM et al : Lack of effect of combined low intensity laser therapy/phototherapy (CLILT) on delayed onset muscle soreness in humans. *Lasers in Surgery and Medicine* 24 : 223-230. 1999b.
- Davies CTM, Barnes C : Negative(eccentric) work. 1 Effect of repeated exercise. *Ergonomics* 15 : 3-14. 1972.
- Davies CTM, White MJ : Muscle weakness following eccentric work in man. *Pflügers Archiv* 392 : 168-171. 1981.
- Deneger CR, Perrine DH, Rogol AD et al : 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.
- De Vries : Electromyographic observations of the effects of static stretching upon muscular distress. *Research Quarterly* 32 : 468-479. 1961.
- De Vries : Quantitative EMG investigation of the spasm theory of muscle pain. *American Journal of Physical Medicine* 45 : 119-134. 1966.
- Donnelly AE, Clarkson PM, Maughan RJ : Effects of light exercise on exercise damaged muscle. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20 : S 75. 1988.
- Ellison M, Goerhrs C, Hall L : Effect of retrograde massage on muscle soreness and performance. *Phys Ther* 72 : 100. 1992.
- 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.
- Francis KT : Delayed muscle soreness. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 5 : 10-13. 1983.
- Friden J, Sfakianos PN, Hargens AR : Muscle soreness and intramuscular fluid pressure : Comparison between eccentric and concentric load. *Journal of Applied Physiology* 61 : 2175-2179. 1986.
- Hasson SM, Mundorf R, Baenes WS, et al : Effect of ultrasound on muscle soreness and performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 21 : S 36. 1989.
- Giamberardino MA, Dragani L, Valente R et al : Effects of prolonged L-Carnitine administration on delayed muscle pain and CK release after eccentric effort. *Int J Sport Med* 17 : 320-324. 1996.
- Hasson S, Mundorf R, Barnes W et al : Effect of pulsed ultrasound versus placebo on muscle soreness perception and muscular performance. *Scand J Rehabil Med* 22(4) : 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.
- Holmes MAM, Rudland JR : Clinical trials of ultrasound treatment in soft tissue injury. *Physiother Theory Pract* 7 : 163-175. 1991.
- Jeite DU : Effect of TENS frequency and intensity on exercise induced muscle soreness. *Phys Ther* 67(5) : 765, 1987.
- Johansson PH, Lindstrom L, Sundelin G et al : The effect of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 9(4) : 219-225. 1999.
- Kumazawa T, Mizumura K : Thin-fibre receptors responding to mechanical, chemical and thermal

- stimulation in the skeletal muscle of the dog. *Journal of Physiology* 273 : 179-194. 1977.
- Lund H, Vestergaard-Poulsen P, Kanstrup IL et al : The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 8(4) : 216-221. 1998.
- MacIntyre DL, Reid WD, McKenzie DC : Delayed onset muscle soreness : The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med* 20(1) : 24-40. 1995.
- McGlynn GH, Laughlin NT, Rowe V : Effect of EMG feedback and static stretching on artificially induced muscle soreness. *American Journal of Physical Medicine* 58 : 139-148. 1979
- Michlovitz SL : Thermal agents in rehabilitation, ed 2, Philadelphia, F.A. Davis, 1990.
- Michlovitz SL : Effects of ultrasound and tolamine salicylate phonophoresis on delayed-onset muscle soreness : discussion. *Phys Ther* 71(9) : 675-678. 1991.
- Newham DJ, Jones DA, Edwards RHT : Plasma creatine kinase changes after concentric and eccentric muscle concentric contractions. *Muscle and Nerve* 9 : 59-63. 1986.
- 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.
- Rodenburg JB, Steenbeck D, Schiereck P et al : Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *Int J Sports Med* 15(7) : 414-419. 1994.
- Smith LL, Keating MN, Holbert D : The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count. *JOSPT* 19 : 93-99. 1994.
- Tiidus PM, Shoemaker JK : Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery. *Int J Sports Med* 16(7) : 478-483, 1995 .
- Torgan CJ : The effects of static stretching upon muscular distress. Masters thesis. University of Massachusetts.
- Wenos JZ, Brilla LR, Morrison MJ : Effect of massage on delayed onset muscle soreness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22 : S201. 1990.
- Yackzan L, Adams C, Francis KT : The effects of ice massage on delayed muscle soreness. *American Journal of Sports Medicine* 12 : 159-165. 1984.