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, Hanryu 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 thetechniques 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. 서론

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

운동 후 즉시 또는 운동 중에 나타나는 급성 근육통(acute muscle soreness)은 대사과정의 노폐물인 키판의 자극(Asmussen, 1956)이나 근화합에 의한 일시적 재산소중(Stewar, 1983)에 의해 발생하게 되며 대개 운동을 중단한 후 몇 분에서 몇 시간이면 사라지게 된다.

지연 발생 근육통(delayed onset muscle soreness, DOMS)은 키판 수축과 감이 익숙하지 않고 강한 힘을 요구하는 근육에서 발생하며 통증, 염증, 증상과 급속한 운동의 범위 제한과 같은 불편함을 보이며 운동 후 24시간에 그 강도가 증가하기 시작하여 24시간에서 72시간에 최대가 되고 5일에서 7일이면 사라지는 특징을 볼 수 있다(Amstrong, 1984; Cleak & Eaton, 1992; Craig 등, 1996; Giambardino 등, 1996).

근육통은 CK(creatine kinase)와 척삭 같은 화학적 인자(Newham 등, 1986) 운동 다음에 상승된 염증 인자(Davies & Barnes, 1972), 또는 부정상 동반된 조직의 상승된 압력과 혈액 순환에 의한 영향은 인자(Friden 등, 1986)가 유해작용이 되어 근조직 폐쇄, 근긴장정부의 근막초에 있는 수용기를 자극함으로써 유발될 수 있다(Kumazawa & Mizumura, 1977).


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 기간동안 동일 실험자에 의해 치료하고 그 효과를 검사하였지만 실험자에 의해 유도된 결과가 산출될 수 있는 단점이 있었다. 그러나 Craig 등(1996, 1999)은 치료를 적용한 실험군과 비약 치료군 그리고 치료를 하지 않은 대조군으로 실험군을 분류하였고 대상자에게 자율성을 부여하여 실험기간동안 언제든지 그만 들 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 의도한 결과를 배제하였다.

지연 발생 근육통의 통증 강도와 관찰 운동 방위의 중간을 위해 실시한 신장 기법, 운동, 그리고 마사지 등에 대한 다양한 연구도 수행되었다(De Varies, 1961; McGlynn 등, 1979; Torgan, 1985; High 등, 1989; Rodenburg 등, 1994; Donnelly 등, 1988; Eaton 등, 1996; Wenos 등, 1990; Ellison 등, 1992; Bale & James, 1991; Rodenburg 등, 1994). 각각의 기법에서는 그 효과가 의미있게 나타났으나 이러한 기법을 모두 적용하였을 때 유효한 효과가 나타나지는 않았다. 보고하였다. 전기치료 기구를 이용한 실험과는 달리 위의 기법은 실험자의 도수 정확에 의해 수행되었고 정확함에 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 실험의 통증 모
II. 지연 발생 근육통에 대한 물리치료

1. 초음파(therapeutic ultrasound)


Hasson 등(1990)과 Craig 등(1999a)은 초음파를 사용시 일반적으로 이용하는 강도 1.5W/cm²(continuous ultrasound)를 사용한 것이 아니라 강도가 0.8W/cm²인 막동초음파를 이용하였다. 1.5W/cm²의 연속 초음파에 의한 조직동도의 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 지연이 발생 근육통을 악화시키울 수 있으므로 낮은 강도의 초음파에 의한 비열 효과를 이용하는 것이 바람직하다고 하였다(Michlovitz, 1991). 따라서 초음파 치료는 손상으로부터의 회복기간 동안 적절한 단계의 온도 초음파 강도와 강도의 신진대사의 선택을 요구한다.

Hasson 등(1990)은 완성형 운동에 의해 생장된 지연 발생 근육통에 대해 막동초음파 치료와 비열 초음파 치료의 진통 효과를 비교하기 위해 실험을 실시하였다. 10명의 대상자들에 대한 실험으로 분류하여 왼쪽 다리에 대해 왼심성 운동을 실시하여 대퇴두근에 지연 발생 근육통을 유발시킨 근 수력과 근육통 인지에 대해 조사했다. 근육통이 침투된 지역의 근위 근육경관의 원위 내측경관에 대해 운동 후 24시간에 막동거 1.4, 강도 0.8W/cm², 그리고 주파수가 1.0MHz의 막동초음파를 20분간 적용한 치료군과 비치료군 그리고 비치료군을 비교하였을 때 운동 후 48시간에서 왼쪽 치료군과 비치료군에 비해 초음파 치료군에서 근 수력과 근육통 인지에 효과가 있음을 보였다. 저작자들은 이러한 효과에 대해 막동초음파가 정상적인 근 수력으로의 회복을 가속화시키고 지연 발생 근육통의 감소에 효과적이라고 인지하였다. 그러나 또한 인지와 같은 효과에 대한 이론은 잘 알 수 없었지만 근육내 압력과 염증 반응의 감소와 판계 있을 것이라고 판정하였다.

Craig 등(1999a)의 연구에서는 지연 발생 근육통의 균질 단계에서 막동초음파의 두가지 용량에 대한 효과를 조사하였다. 막동거 1.4, 강도 0.8W/cm², 그리고 주파수 1.0MHz를 이용하여 평균 172.8J의 저용량 막동초음파(low-dosage pulsed ultrasound)와 평균 용량 345.6J의 고용량 막동초음파(high-dosage pulsed ultrasound)를 이용한 두 그룹의 치료효과가 각각 초음파의 왼쪽 치료군과 치료군을 하지 않는 조절군을 설정하였고 비유사 주관절 근육군의 원심성 운동 후 바로 적용하여 3일간 주관절 근육과 신진도가, 역학적 향상 역치 그리고 관절의 통증 완화를 통해 비교하였으며 주관절 근육군을 제외한 어떤 그룹에서도 그 효과를 볼 수 없다고 하였다.

Craig 등(1999a)은 선행 연구가들의 실험결과는 폐쇄 내막동거로 대체하므로 주관절 근육군은 운동을 적용하였다. 이는 보행과 같은 일상 생활에서는 동작이 지연 발생 근육통에 긍정적 효과를 줄 수 있는 운동으로 사용할 수 있으므로 이를 배제하기 위해 비유사 주관절 근육군을 지연 발생 근육통에 대해 실험을 실시하였다. 그리고 Craig 등(1999a)은 대상자에게 자발적 운동을 제공하여 실험 도중 대상자가 원한다면 언제든지 그 동안 수도 있도록 하였고 초음파의 적용시키 치료방법을 대상자가 보지 못하게 차단시킴으로써 어떤 것이 치료인지 아니면 외래치료인지 구분하지 못하게 하였다. 이것은 선행연구가들의 대상자에게 치료와 외래치료의 장단점을 논의시켰고 자발적으로 운동을 하지 않았기 때문에 연구가들 이 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 효과와 동작에 있어 근 손상에 대한 폐가법이 이외에도 염증 반응을 포함한 다양한 효과를 측정할 수 있는 실험 방법이 필요하다는 것이다.

2. 경피신경경기자극(TENS)

Denegar 등(1989)은 지연 발생 근육통에 대한 저빈도 TENS(2Hz, 300μA)의 효과를 평가하였다. 9명의 여자 대상자로 하여금 주관절 근육군의 반복의 원심성 운동으로 지연 발생 근육통을 유발하였고 저빈도 TENS를 이용하여 원심성 운동 후 48시간에 절을 수 있는 최대의 강도로 30분 동안 적용하였다. 이 연구의 결과에서는 인지된
통증의 감소와 주관적 신진의 증가를 보여주었다. 그러나 Denegar 등(1989)은 단순히 지연 발생 근육통에 대한 TENS의 효과를 보였을 뿐 TENS의 적용을 받지 않는 대조군에 대한 실험기 때문에 실험 결과에 대한 유의성이 떨어진다고 말할 수 있다.

Jette(1987)는 운동으로 이기된 수술자 근육의 근육통에 대해 저강도와 고강도로 고전도 TENS(85Hz)와 저전도 TENS(2Hz)의 효과를 비교하기 위해 평균 욕발 48시간 후에 20분동안의 TENS를 적용하여 인지적 통증의 감소를 보았으나 자극의 강도와 반주에 따른 TENS의 시기 결과에 대한 효과에서는 유의한 차이를 얻지 못했다.

Craig 등(1996)은 48명의 대상자에 대해 주관적 근육 근에 유발된 지연 발생 근육통을 4단계의 실험군으로 분류하여 주관적의 속임을 방지, 암통계를 이용한 역학적 통증, 그리고 시각적도(visual analogue scale)와 McGill pain Questionnaire를 이용한 통증 측정에 대해 조사했다. 첫 번째 실험군은 조절군으로서 20분의 안정을 취하게 하였고 두 번째 실험군은 저전도 TENS(4Hz, 200μs)를 강조하지만 불쾌감이 없는 강도로 20분을 적용하여 제한을URA 적용하였고 세 번째 실험군은 고전도 TENS(10Hz, 200μs)를 20분 동안 적용하였고 네 번째 실험군은 위약 효과군(placebo group)으로써 격리와 TENS 치료를 20분 동안 적용하여 그 효과를 보였다. 이 실험의 결과에서 2단계의 TENS 치료군의 효과는 조절군과 위약 효과군에 비해 통계적으로 유사한 차이가 없음을 보고하여 Denegar 등(1989)의 연구와는 상반된 결과를 보였다. 그러나 위약 효과군과 대조군의 실험은 TENS의 치료효과를 비교하였으나 실험결과에 영향을 미칠 수 있는 실험대사와 실험자에 대한 조절된 환경에 대해 언급하지 않았다.

3. 냉치료(cryotherapy)


Braun과 Clarkson(1989)은 7명의 여자 대상자를 상태로 70분의 최대 수직적 원성상 운축을 갖는 25분 동안 안정의 상태로 급성 통증을 시험하였고 운동간 간습용도를 고정하고 전반적으로 활동을 촉진시켰다. 만성상을 조절군으로 하였고 실험군이기 때문에 원성상 운축을 수행했다. 냉상용도에 대한 효과는 동식성 근육, CK의 수치, 이완된 주관적 저와 그리고 주관적의 근력 저항으로 측정하여 운동 전, 운동 후 즉시, 운동 후 6일 동안 평가되었으나 원성상 운축에 대한 손상 반응을 감소시키지 못했으며 그리고 냉상용도를 보인 모든 수치들은 운동 후 6일이 지나도 여전히 기준선으로 돌아가지 못했다.

4. 신장(stretching)

De Vries(1966)는 근경련 이론(spasm theory)에서 운동에 의해 유발된 근육통(exercise-induced muscle pain)은 근경련을 일으키며 이것은 근육의 이완(ischaemia)을 야기하여 통증물질의 생성을 초래하고 자주성 중발은 저각된 것이라고 제의했고 그 근경련 이론은 근육통을 감소시키기 위한 정지 신장의 효과를 연구하면서 유래한다.

De Vries(1961)는 9명중 7명의 대상자에게서 정상 신장운동이 근육통을 감소시킨다고 보고하였다. 실험 방법은 대상자의 제작을 이용하여 문제는 있는 근육을 1/3분동안 최대의 강도로 하여서 실험한 신장이었고 testing EMG와 근육통은 신장 후에 감소하였다고 언급하였다. 그러나 이 실험의 결과를 보면 치료 기전의 근육통에 대한 치료의 효과와 연관되어 언급하기에는 모순이 있었다. 그의 연구에서 지연 발생 근육통을 생산하기 위한 조절된 실험이 없었고 우연히 유발된 근육통에 대
해서 실험을 시행하였다. 그 이후 여러 연구자들에 의해 실험실 환경 중 분위에 의해 유발된 자세 발생 근육동에 대한 신경의 효과를 연구하기 시작하였다.


Torgna(1985)는 원심성 수축에 의해 유발된 근육동에 대한 경적 신장의 효과를 측정하였다. EMG활동의 변화는 없었으나 통계학적으로는 유의하지 않았지만 통중에서의 두통 감소가 있었고 이것은 전문적으로 일시적인 것임은 분명하였다. 이러한 통중은 다음날 다시 되돌아온다.


Rodenburg 등(1994)은 위임압, 수동 신장 그리고 마사지를 적용하여 자연 발생 근육통에 대한 주관적 점수와 객관적 측정인 최대 동상능 근력, 주관평의 근육 땀도와 신경 각도 그리고 혈청내의 CK와 아이오프로틴을 측정하였다. 위임압과 수동 신장은 운동 전에 적용하였고 마사는 운동 후에 적용하였으나 최대 동상능 근력, 주관평의 근육 땀도 그리고 CK에서는 유의한 차이를 보였으나 자연 발생 근육통에 대한 주관적 점수, 주관평 신경 각도 그리고 혈청내 아이오프로틴에 대한 결과는 유의한 차이가 없었다. 일부는 치료에 영향을 받았으나 다른 일부는 치료에 영향을 받지 않아 모순되는 것을 볼 수 있으나 자연 발생 근육통에 대한 차단의 효과를 볼 수 있었다.

5. 운동(exercise)

Donnelly 등(1988)은 자연 발생 근육통을 유발시킨 후에 수행한 원심성 운동의 효과를 연구하였다. 비이해할

의 전환 극간근과 신간근의 최대 원심성 수축 운동을 70회 할 후 하루 뒤에 확한 안쪽의 가라온 원심성 운동의 효과를 조사하기 위해 9명의 실험군에 대해 25회의 최대 수축을 수행하도록 하였다. 비록 운동 후 19일이 지난 상태에서 실험군과 대조군에 따른 운동을 하지 않은 대조군 사이의 자연 발생 근육통에는 차이가 없지만 운동후 2일 에서 6일 사이의 CK는 실험군에서 두로한 감소가 보였으나.

Eston 등(1996)은 자연 발생 근육통을 유발시키기 이전에 먼저 수행한 원심성 운동이 자연 발생 근육통의 감소에 효과가 있는지 연구하였다. 실험군에게 동작성 운동 기계로 인하여 대퇴부근에 최대 원심성 운동을 시킨 후 2주 후에 트레드밀에서의 하강 경사 달리기를 시켰다. 외부 근육의 자극 화로 인해 자연 발생 근육통을 유발시키는 CK 그리고 동작성 운동 기계로 인해 0.52rad/s와 2.83rad/s에서의 수심성과 원심성 최대 운동을 측정하여 수행하였다. 실험군에서는 대조군에 비해 낮은 운동과 CK 활동을 보였고 동작성 운동 기계를 이용한 수심성과 원심성 최대 운동에 대해서는 더 높은 수치를 보였다. 따라서 Eston 등(1996)은 자연 발생 근육통의 동작성 운동 기계의 원심성 운동은 근손상 감소시키고 하강 경사 달리기에 주행한 자연 발생 근육통의 감소와 근력 상실에 대해 감소할 수 있다고 제의하였다.

6. 마사지(massage)

강한 신체활동 다음에 수행 된 마사지는 운동으로 유발된 근육 상실의 감소, 피로감의 증가 그리고 근육통의 감소를 얻을 수 있다고 믿어 왔다(Cafarelli & Flint, 1992). 국소 혈류와 팀프 순환의 증진으로 자연 발생 근육통에서 유발된 근기능의 저하를 회복시키기 위해의 시도가 많이 사용되어 왔다.

Wenos 등(1990)은 9명의 대상자로 하여금 체중의 75%에 해당하는 무게를 이용하여 슬립범을 신진에서 올리고 앉추는 운동을 통해 대퇴사두근의 자연 발생 근육통을 유발시키고 마사를 사용한 실험군과 비교하여 마사지의 효과가 있는지 까지에 대해 연구하였으나 어떤 유의한 차이를 발견하지 못했다.

Ellison 등(1992)은 16명의 대상자로 하여금 자연 발생 근육통에 대해서 마사지 근육통, 아주 약하게 실시한 위약
마사지 그룹군 그리고 휴식 그룹군으로 나누어 근력과 근육량인지에 대해 조사하였으나, 그 결과간의 유의한 차이가 없음을 보였다. 실험 방법에서 대상자의 수가 너무 적으므로 이와 미치지의 측정시간이 운동후 24시간에 한 차례가 적용되었기 때문에 효과를 보기 위한 적응량으로는 미치지 않았다고 할 수 있다.


III. 결 론

지연 발생 근육통에 대한 물리치료의 효과에 관한 연구들을 보면 그 결과가 다양하다는 것을 알 수 있다. 지연 발생 근육통의 정확한 원인과 적절한 치료는 실수가 많기 때문에 이에 대한 효과를 측정하기 위한 연구들이 선행되어 마사지의 실험과 실험결과 또한 대체된 결과로 보았다. 그리고 실험방법에 있어 서로 달랐기 때문에 결과의 차이가 보이게 되었다.

부분적으로 실험에서는 치료를 적용한 실험군과 치료를 하지 않은 대조군으로 나누어 효과가 비교하였고 실험자에 대한 조절과 대상자에 대한 자율성이 없이 치료된 효과를 측정하기 때문에 제한된 결과가 나타난다. 따라서 각각의 실험을 위해 치료를 적용한 치료군과 대조군으로 치료하기 하지 않은 대조군으로 실험을 분류하고 대상자에게 자율성을 부여하고 실험자에 대한 고려에서 지연 발생 근육통을 유발하기 위해 운동을 시행하는 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 지연 발생 풀링 굴절이 아니라 실험적 동 중 포매라는 것이다. 따라서 근육통의 양성이 대상자에 따라 다양한 반응을 보이지 않았다. 이로는 대상자의 향상된 저성은 생활적 또는 기능적 변화가 있었지만 어떤 대상자에서 큰 운동을 하더라도 아무런 변화는 찾을 수 없었다.


지연 발생 근육통의 많은 연구들은 10명이나 그 이하의 대상자들이 대상자이며 대체적으로 정확한 결과는 나타나지 않았으며 실험방법에 있어도 대상자의 안전성, 역학에 따른 실험자 분류 그리고 위와 효과의 영향을 고려하여 실험자에 대한 유도된 결과가 나타나지 않도록 배려하여야 할 것이다.

<참고 문헌>


Kumazawa T, Mizumura K: Thin-fibre receptors responding to mechanical, chemical and thermal