

DOMS에 대한 키네시오테이핑의 효과

여주대학 물리치료과
배 영 숙 · 김 난 수*

The effect of kinesio taping on delayed onset muscle soreness

Bae, Young-sook, P.T., Ph.D. · Kim, Nan-soo, P.T., Ph.D.
Dept. of Physical Therapy, Yeaju University

<Abstract>

Purpose: The purpose of this study was to evaluate effect of kinesio taping on the delayed onset muscle soreness(DOMS). **Methods** Fourteen healthy subjects were randomly divided into two groups; experimental group(n=7) and control group(n=7). All subjects performed eccentric exercise of knee extensor until exhausted. After 24 hours experimental group was taped with kinesio tape to the quadriceps muscle and control group was not applied. To compare with the effectiveness of kinesio taping between two groups, I measured DOMS with pain(VAS) and temperature(DITI). The data were analyzed by Independence T-test. **Results:** The Experimental group was not significantly different the body temperature and pain than Control group at 24 hours after exercise without taping. The Experimental group was more decreased pain and temperature than Control group at 24 hours after exercise with taping. The Experimental group was more decreased pain than Control group at 48 hours after exercise. The Experimental group was more decreased pain and temperature than Control group at 72 hours after exercise. **Conclusion:** Experimental group more rapidly recovered temperature and more rapidly decreased pain after apply taping than control group.

Key Words: DOMS, Kinegio taping, Pain

* 교신저자: 경기도 여주군 여주읍 교리 454-5번지 여주대학교 물리치료과, e-mail : hnskid@chollian.net

I. 서 론

Merskey(1979)는 '통증'을 불쾌한 감각이며, 실제적 혹은 잠재적으로 조직손상과 관련이 있는 정서적, 감각적 경험이며 주관적인 경험이라고 하였다.

지연성 근육통(delayed onset muscle soreness: DOMS)은 격렬한 운동 중이나 운동 직후에 종종 일어나며, 강하고 익숙하지 못한 원심성 운동(eccentric contraction) 혹은 과도한 근육사용 후에 종종 일어난다. 즉 근육의 압통과 일시적 강직이 8~10시간 내에 발생하여 24~48시간 내에 최고조에 달한다 (Newham 등, 1987; Clarkson 등, 1988). 이러한 현상은 운동 후 5~7일 동안 지속되는데 통증부위는 주로 근육의 근 복부(muscle belly) 전반과 근-건 접합부(musculo-tendinous junction)에서 느껴질 수 있다. 지연성 근육통(DOMS)은 주로 저항을 부과한 상태의 구심성 수축(concentric contraction)보다는 원심성 수축 운동 시 더욱 심하게 나타난다는 연구가 발표되고 있다(Francis 등 1983). 그것은 근 섬유가 짧아지면서 수축하는 경우보다 늘어나면서 수축하는 경우에 근 섬유와 결합 조직의 열상이 쉽게 발생하기 때문이라고 설명되어지고 있다(Evans, 1987). 또 다른 가설로 DeVries(1961)가 발표한 운동 후 허혈(ischemia)에 의한 급성 근육통(acute muscle pain)은 근 경축(muscle spasm)을 유도하여 근 경축은 다시 허혈과 동통을 더욱 심화시킨다는 이론과 Hough(1902)의 지연성 근육통의 원인이 근섬유의 손상이라는 이론이다. 하지만 아직까지는 DOMS의 발생원인이 정확히 밝혀진 바는 없고 가설 단계에 있다.

급성통증의 일종인 지연성 근육통을 감소시키기 위한 치료양식에 대한 연구는 지난 수년간에 걸쳐 꾸준히 진행되어 왔다. 그 대표적인 것이 신장운동(Buroker, 1989), 마사지(Smith 등, 1994; Zainuddin, 2005), 소염진통제(송명수 등, 2001), 이온도입치료(박지환과 박상욱, 1998), TENS(정영종 등, 2000; Denegar 등, 1989; Jette, 1987), 고전압맥동치료(Wolcot 등, 1991), 미세전류자극치료(Rapaski 등, 1991), 냉치료(김삼엽, 2001), 초음파 치료 등이다.

그 중 한 치료방법인 테이핑 요법이란 통기성과 접착성이 우수하며 인체근육과 조화로운 신축이 가능한 탄력성이 있는 천으로 제작된 테이프를 적용하여 근육의 수축과 이완에 작용한다. 주로 정형외과적 질환 치료에 사용되고, 신경계 및 내과적인 측면에서도 상당한 임상결과

를 나타내고 있는 비약물 치료 요법이다(이상호, 2000). 테이핑 방법은 1970년대에 시작된 다나카의 스파이랄 테이핑과 1980년대 초반에 시작된 가세켄조의 키네시오 테이핑 두 가지 유형으로 발전하여 왔다. 두 가지 테이핑 중 일반인이 쉽게 사용할 수 있는 키네시오 테이핑은 급성통증에 많은 효과를 얻을 수 있고 최근 널리 쓰이고 있는 추세다.

신축성 테이프를 피부에 붙이면 피부에 지속적인 촉각, 압각, 진동감각 자극이 주어지게 되고, 이들 감각들은 각각 촉각수용기, 압각수용기, 그리고 진동수용기를 자극하게 된다(김용권, 2001). 이때 활성화되는 감각수용기는 마이스너소체, 피부변형에 반응하는 루피니소체, 파치니소체 등인데 이러한 수용기들이 감각 신경 섬유를 통해 전달되는 자극은 전달 속도가 빨라 통증자극보다 먼저 뇌에 자극을 줌으로 통증감각의 뇌의 전달을 차단시켜(관문조절설) 통증을 감소시키는 것으로 보고되어 왔다.

키네시오 테이프의 부착 효과는 근육의 기능을 바로잡고, 2차 손상(고정기간의 길어짐에 따른 근육과 연부 조직의 변화-관절의 구축, 근 위축에 따른 신장력을 저해하는 결합조직의 양을 증가시킴, 근질의 흡수로 인한 근 절수의 감소)을 예방하고, 혈액, 림프액, 조직액 등의 순환을 돕는다. 또한 관문조절설에 의해 통증을 감소시키고 관절의 안정성을 유지한다(이수경, 2004). 그리고 테이핑은 특정관절이나 사지의 피부에 접착성 테이프의 장력을 이용하여 압박, 수축시켜 상해부위를 지지, 보호 및 예방한다. 뿐만 아니라 기존의 치료기구들을 이용해서는 장소에 관계없이 반복적으로 치료하기 어렵다는 문제점이 있는데 반해, 테이핑은 치료방법이 보다 간편하고, 휴대가 용이해서 수시로 치료할 수 있으므로 지연성 근육통을 치료하는데 큰 장점이 있으므로 임상에서 적용하기 쉽다.

지연성 근육통을 치료하기 위해서 전기치료, 온열치료, 진통제 등을 사용한 실험은 많지만 키네시오 테이핑을 이용한 치료는 상대적으로 미약한 실정이다. 또한 체온의 변화를 통해 DOMS로 인한 통증을 객관적으로 측정할 수 있는 컴퓨터 적외선 전신체열 촬영(Digital Infrared Thermal Imaging)을 사용한 국내의 연구가 부족하다.

본 연구의 목적은 키네시오 테이핑이 지연성 근육통 회복에 긍정적인 효과가 있을 것이라 가정하고 그 효과를 통증과 체온의 변화를 통해 검증하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 S 대학에 재학 중이며 본 연구의 취지를 충분히 이해하고 참여하겠다고 동의한 20~27세의 건강한 남, 여 학생 14명을 대상으로 하였다. 대상자는 각 7명씩 실험군과 통제군으로 무작위 할당하였다.

연구대상에서 신경근육계 손상의 증후가 있거나, 하지에 수술경험이 있으며 실험 전 일주일 동안 하지 근육통을 경험하였거나, 정기적인 웨이트 트레이닝을 실시하거나, 실험기간 동안 하지를 많이 사용하거나 실험 전 후 음주, 건강식품, 약물 복용을 하는 사람은 제외하였다.

2. 연구절차

다음과 같은 절차에 의해 실험군과 통제군 모두 5회 통증과 체온을 측정하였다.

첫째 날, N-K Table에서 대상자들 개개인의 1RM을 조사하여 각자에 맞는 운동 무게를 정하였다.

둘째 날, 1RM을 조사함으로써 생길 수 있는 결과를 배제하기 위하여 휴식을 취하게 하였다.

셋째 날, 평상시의 체온과 통증을 측정하고, DOMS 유발 운동을 실시하였다.

넷째 날, DOMS가 최고 절정에 이르게 되는 운동 후 24시간에 체온과 통증을 측정하였다(I). 바로 실험군에게 키네시오 테이핑을 대퇴사두근에 부착한 다음 다시 한번 체온과 통증을 측정하였다(II).

다섯째 날, 운동 후 48시간 즉 테이핑 적용 후 24시간에 체온과 통증을 측정하였다.

여섯째 날, 운동 후 72시간 즉 테이핑 적용 후 48시간에 체온과 통증을 측정하였다.

1) 지연성 근육통 유발

연구대상자에게 지연성 근육통(DOMS)을 유발하기 위해 원심성 운동은 정연태(1994)가 사용한 방법을 선택했다. 선정된 대상자에게 본 실험에서 원심성 운동방법을 실험하기 전에 각각의 대상자의 슬관절 신전근 즉 대퇴사두근 원심성 근 수축을 위해 저항무게의 결정은 1RM으로 하였다. 1RM을 구하는 공식은 '들어올린 추의 무게 / [1.0278-(들어올린 횟수×0.0278)]'을 사용했다. 대상자를 N-K Table에 앉힐 때, 왼쪽 무릎관절

(Knee joint)이 무게 추를 설치하는 것의 중심과 맞도록 축을 맞추고 벨크로를 이용해서 다른 보상 운동이 일어나지 않도록 잘 고정시켰고, 오른쪽 다리는 의자위에 올려 놓도록 하여 이월효과(carry-over effect)를 없애고자 하였다. 원심성 운동 실시는 시작자세가 고관절은 90°, 무릎관절은 완전히 펴진 상태가 되도록 하고 끝은 무릎관절이 90°가 되는 지점으로 하였다. 여기서 구심성 운동이 함께 일어나는 것을 방지하기 위해서 다리를 올릴 때 운동교육자가 무게 추와 다리를 동시에 붙잡아서 올리도록 하였다. 각 대상자의 1RM에 60% 해당하는 무게로 20회씩 10set로 하고 쉬는 시간을 1분씩 주어서 지연성 근육통을 유발하였다.

2) 키네시오 테이핑 부착

DOMS 유발 24시간 후 실험군에게 테이핑 부착은 키네시오 테이프는 대퇴사두근을 최대한 신장하여 테이프를 늘리지 않은 상태로 기시부에서 정지부로 붙였다.

3. 측정도구

1) 체온

체온은 컴퓨터 적외선 진신체열 촬영(Digital Infrared Thermal Imaging: DITI)로 측정하였다. 이 장비는 인체에서 자연적으로 방출되는 눈에 보이지 않는 적외선을 촬영하여 건축과 환측을 비교하여 통증부위나 질병부위의 미세한 체열 변화를 컴퓨터가 컬러영상으로 나타내 비교해 줌으로서 신체의 이상을 진단하는 방법이다. 통증이 있는지 없는지를 객관적으로 결정할 수 있는 진단방법이다. 또한 신체의 통증을 눈으로 보여주는 DITI는 통증을 객관적으로 평가하여 통증의 유무를 측정하고 치료 전과 치료 후의 경과를 비교하여 치료효과를 계산해 낼 수 있다(이규창, 1993). 본 연구에서 DITI로 통증을 측정하면서 고려한 점은 다음과 같다. 첫째, 검사실 습도는 되도록 낮게 하고 온도는 20~23도로 유지했다. 둘째, 촬영전날 대상자들이 금주와 금연을 하게 하였다. 셋째, 대상자들이 신체에 화장품이나 약 처치를 금하게 했다. 넷째, 검사 전 탈의하여 검사실의 상온과 동화될 수 있을 만큼 시간을 주었다.

2) 주관적 통증

주관적 통증은 시각적 상사척도(Visual Analogue Scale: VAS)로 측정하였다. 이 척도는 현재 임상 또는

동통 연구실에서 많이 이용되고 있는 동통평가표로 주관적인 동통을 계량화하여 객관적인 평가를 함으로서 동통의 양상을 여러 측면에서 보다 정확하게 이해할 수 있다. 또한 치료방법의 선택이나 치료 후의 효과에 대한 판정에서 VAS에 의한 평가의 효용성을 평가 항목간의 상대평가를 통해 확인할 수 있다(정영미, 2003).

4. 자료 분석

자료처리는 SPSS version 10.0 프로그램을 이용하여, 테이핑 적용이 지연성근육통의 회복에 미치는 영향을 살펴보기 위해 각 측정 시기에 실험군과 통제군 사이의 평균의 차이를 독립 t-검정(Independence t-test)로 검증하였다. 모든 통계의 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

표 1. 연구대상의 특성

	연령(세)	키(Cm)	체중(Kg)
실험군 (N=7)	20.86±1.46	163.85±4.74	59.14±1.95
통제군 (N=7)	22.29±2.36	164.57±11.09	58±14.39

2. 체온의 변화

원심성 운동 후 테이핑을 적용한 실험군은 운동 전 37.52±0.33, 운동 후 24시간 테이핑 직전(I) 37.00±0.26, 테이핑 직후(II) 36.83±0.13, 운동 후 48시간 37.30±0.40으로 운동 후에는 체온이 내려갔다가 테이핑을 붙이고 난 후 온도를 회복하는 양상을 보였다. 테이

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상

연구 대상자는 20대의 남녀 각각 7명 총 14명을 대상으로 하였고, 연령이 실험 군 20.86±1.46세, 통제군 22.29±2.36세, 키는 각각 163.86±4.74cm, 164.57±11.09cm 체중은 59.14±1.95Kg, 58±14.39Kg 이었다.

핑을 적용하지 않은 통제군은 운동 전 37.31±0.23, 운동 후 24시간 테이핑 직전(I) 37.02±0.24, 테이핑 직후(II) 37.02±0.24, 운동 후 48시간에는 36.99±0.26으로 실험군이 테이핑을 적용한 후 온도를 회복하는데 반해 통제군은 온도가 더 낮아지는 양상을 보였다. 그러나 모든 측정 시점에서 실험군과 통제군 사이에 체온의 평균 차이는 유의하지 않았다(그림 1).

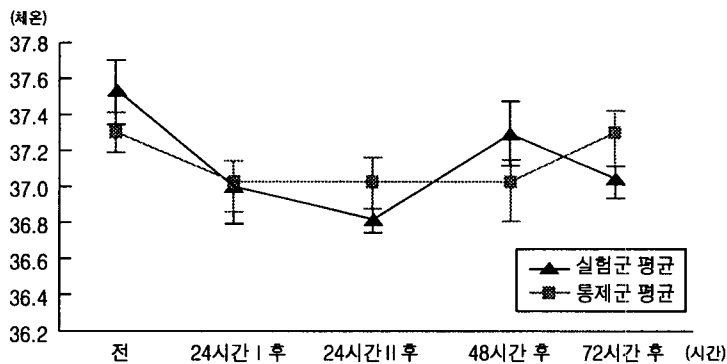


그림 1. 체온의 변화

3. 통증의 변화

원심성 운동 후 테이핑을 적용한 실험군은 운동 전 0.29 ± 0.49 , 운동 후 24시간 테이핑 직전(I) 59.29 ± 22.78 , 테이핑 직후(II) 38.86 ± 22.45 , 48시간 후 28.29 ± 14.99 , 72시간 후 15.57 ± 10.53 로 운동 후 통증이 높아졌다 테이핑 적용 후 통증이 감소하는 양상을

보였다. 테이핑을 적용하지 않은 통제군은 운동 전 8.14 ± 6.57 , 운동 후 24시간 테이핑직전(I) 51.29 ± 9.16 , 테이핑 직후(II) 51.29 ± 9.16 , 48시간 후 40.00 ± 9.42 , 72시간 후 24.57 ± 10.21 로 실험군보다 통증 감소의 정도가 느렸다. 그러나 모든 측정 시점에서 실험군과 통제군 사이에 통증의 평균차이는 유의하지 않았다(그림 2).

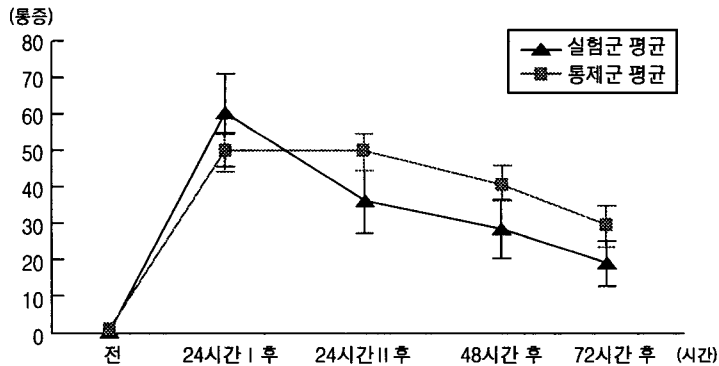


그림 2. 통증의 변화

IV. 고 찰

지연성 근육통(DOMS)의 원인으로 DeVries (1961)는 운동 중의 허혈(ischemia)에 의한 급성 근육통(acute muscle pain)은 근 경축(muscle spasm)을 유도하며 근 경축은 다시 허혈과 급성 근육통을 더욱 심화시킨다는 이론을 발표하였다. Smith(1991)는 운동 후 72 시간 이내에 관절가동범위(ROM)의 감소, 통증, 부종, 대식세포의 증식, 리소좀 활동성 증가 같은 증상이 급성 염증반응과 비슷하다고 하였다. 최근의 이론에 따르면 일반적으로 근섬유와 결합조직의 파열을 지연성 근육통의 원인으로 간주하고 있다. 근세포 또는 결합조직의 미세 손상은 염증반응을 유발할 것이다. Hough (1904)는 지연성 근육통의 원인으로 근섬유의 손상을 지적하였다. 이후 이 가설을 지지하는 형태학적, 생화학적 증거가 여러 가지 관찰되었다(Friden 등, 1986). 지연성 근육통을 유발하는 운동 후 Z-선의 파괴, 혈중 creatine kinase(CK)와 myoglobin 농도 증가 등의 변화들이 발생하였다. 실제로 지연발생근육통은 급성 염증반응과 비

슷한 증상을 보인다. 그러나 지연성 근육통이 발생하는 기전에 대한 연구는 지속되고 있고, 여러 가지 가설로 설명되고 있으나, 아직도 명확하게 밝혀지지 않고 있다(Newham, 1993). 이렇듯 원인이 명확하지 않기 때문에 많은 연구자들이 지연발생 근육통을 줄이기 위한 시도로 다양한 물리치료 접근과 그 효과에 대해 연구를 해왔다. 본 연구에서는 DeVries (1961)의 허혈로 인한 통증 발현 가설을 토대로 실험하였다.

관문조절설을 기초로 오늘날 물리치료실에서는 통증의 제거를 목적으로 조직 파괴가 없는 경피신경자극기(TENS)를 널리 이용하고 있다. 지연발생근육통과 관련해서는 김충식(1997)은 TENS가 근육통 환자에게 있어서 통증경감 효과가 유의하게 나타났다고 보고했으며 남기석 등(1997)은 건강한 남성 20명에게 지연발생근육통을 유발시켜 경피신경전기자극을 가한 결과 주관적인 통증과 관절가동범위의 유의한 증가가 있었다고 보고하였다. 정영중 등(2000)도 지연발생근육통에 대해 경피신경자극(7Hz)과 미세전류 신경근 자극치료를 적용한 결과 치료 전과 후에 통증과 관절가동범위에 있어서 유의한

차이가 있었다고 보고하였다.

냉 치료에 대한 효과 연구에서 김상엽(2001)은 지연 발생근육통을 유발시킨 후 냉을 적용하여 통증의 변화를 연구하였는데 그는 냉 적용이 통증을 감소시키지는 못하지만 반면 통제군과 위약 치료군에 비해 관절범위의 감소가 적었다고 보고하여 지연발생근육통에 대한 냉 치료는 통증경감보다는 가동범위의 변화에 효과가 있었다고 보고하였다.

본 연구에서는 여러 치료방법 중 테이핑을 적용하였고, 테이핑 적용한 결과 실험군이 통제군보다 통증이 더욱 빠르게 감소하였다. 체온은 통제군에서는 DOMS 유발로 하강하였다 48시간 이후에는 정상으로 회복되는 양상을 보여주었고, 실험군에서는 하강되었던 체온 테이핑 적용 직후부터 상승하였다. 이것은 테이핑의 자극으로 혈류량이 증가되었기 때문으로 생각된다. 본 연구에서는 관절 가동범위는 고려하지 않았지만 테이핑은 2차 손상의 방지 효과가 있기 때문에 간접적으로 관절 가동범위에 영향을 줄 것으로 생각된다. 이러한 결과는 테이핑의 치료 적용 시 몇몇 연구자들이 통증과 관절가동범위의 증가에 효과적이라는 선행연구들과 유사하다. 김용권(2001)은 요통환자 중 수술을 필요로 하지 않은 50명의 환자를 대상으로 테이핑 치료를 실시한 결과 관절운동범위가 증가되었으며, 통증정도도 유의하게 감소하였다. 이상호(2000)는 편마비로 인한 어깨 통증을 겪는 환자에게 적용한 결과 치료횟수의 증가에 따라 통증이 감소하였다. 김철용(2001)은 동결견(Frozen shoulder) 증상을 보이는 환자를 대상으로 테이핑 요법을 적용한 결과 통증이 감소되고 관절가동범위가 증가하였다고 보고하였다.

또한 테이핑은 통증치료뿐 아니라 근력, 근지구력 같은 근 기능에 영향을 준다고 하였다. 박계남(2002)은 등속성 운동 시 대퇴부 키네시오 테이핑 적용은 슬관절의 근력에 유의한 영향을 미쳤다고 보고하였다 이민선(2001)은 키네시오 테이핑 요법 적용이 무릎 굴곡, 신전 시 근력 및 근지구력 향상에 영향을 미쳤다고 보고하였으며, 윤범철(1999) 또한 대퇴사두근 테이핑이 근력 및 근지구력에 향상에 영향을 미쳤다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 테이핑 적용이 근력과 근지구력의 어떤 영향이 있는지를 실험하지 않았으므로 유의한 효과에 대해서는 알지 못하였다.

본 연구에서 실험군과 통제군의 통계적으로 유의한 차이가 없었던 것은 실험 대상자의 수가 적었기 때문으로 생각된다. 따라서 DOMS에 대한 키네시오테이핑의 효과

를 명확히 검증하기 위해서는 좀더 많은 피험자를 대상으로 연구하는 필요하다. DITI로 측정된 체온을 통해 통증의 변화를 비교 검증하기 위해서도 DITI를 이용한 연구들이 필요하다. 이상의 결과를 바탕으로 지연성 근육통은 원인이 불분명하나 치료법은 다양하게 연구되고 있으며 통증제거는 충분히 효과적으로 해결될 수 있다고 본다. 특히 키네시오테이핑은 통증으로 인한 보상이 크고 제한적인 운동을 감소시켜주며 가동성을 허용하여 일상생활 동작을 가능하게 하여 통증을 호소하는 환자들에게 유용하게 적용될 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 원심성 운동으로 DOMS를 유발시킨 후 키네시오테이핑의 효과를 검증하기 위해 DOMS 유발전, DOMS가 최고 상태인 24시간 후 테이핑 부착 직전, 테이핑 직후, 48시간 후, 72시간 후 체온과 통증을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. DOMS 유발 24시간 후 테이핑 직전 실험군과 통제군 사이에 체온과 통증의 유의한 차이가 없었다.
2. DOMS 유발 24시간 후 테이핑 직후 실험군에서 통제군보다 통증이 더욱 크게 감소하고 체온도 크게 상승하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.
3. DOMS 유발 48시간 후 실험군에서 통제군보다 통증이 더욱 크게 감소하고 체온이 상승하였다.
4. DOMS 유발 72시간 후 실험군에서 통제군보다 통증이 더욱 크게 감소하였다.

결론적으로 지연성 근육통이 발생하였을 때 키네시오 테이핑을 적용하면 체온과 통증에 통계적으로 유의하지는 않지만 좀더 빨리 정상으로 회복되는 경향이 있었다. 테이핑은 가정에서도 적용이 가능하므로 환자들에게 가정 치료프로그램을 교육할 때 유용하게 적용할 수 있을 것이다. 또한 테이핑 적용이 통증에 미치는 영향에 관한 선행연구는 많았지만 객관적인 측정도구인 체열영상 진단기기(DITI)를 이용한 연구는 없으므로 향후 많은 적용이 필요하리라 생각된다.

< 참 고 문 헌 >

김상엽. 지연발생근육통의 냉치료 효과에 대한 연구. 대

- 한물리치료사학회지. 2001;8(2).
- 김용권. 자세반사에 기초한 요통의 테이핑 치료. 대한물리치료학회지. 2001;8(2).
- 김철용. Frozen shoulder 증상과 Taping 치료방법 및 효과. 연구논문집. 2001;28(1):313-323.
- 남기석, 이윤주, 김종만. 지연성근육통에 대한 경피신경 자극의 효과. 한국전문물리치료학회지. 1997;4(3):70-80.
- 박계남. 대퇴부의 테이핑 적용이 등속성 근 기능 및 근 피로에 미치는 영향. 조선대학교 대학원, 석사학위 논문, 2002.
- 윤범철, 홍혜경. 퇴사두근 테이핑이 근력 및 근지구력에 미치는 영향. 보건의학연구논문집. 1999;8(1):41-50.
- 이규창. 통증과 DITI. 건국의과학학술지. 1993;3:13-21.
- 이민선. 키네시오 테이핑 요법 적용이 무릎 굴곡, 신전시 근력 및 근지구력 발현능력에 미치는 영향. 연세대학교 대학원, 석사학위 논문, 2001.
- 이상호. 테이핑이 편마비로 인한 어깨통증에 미치는 영향. 경희대학교 대학원, 석사학위 논문, 2000.
- 이수경. 키네시오테이핑이 근피로 유발후 고유수용성 감각, 젖산 및 근통증에 미치는 영향. 국민대학교 대학원 석사학위 논문, 2004.
- 정영미. 냉요법 적용이 흉관삽입 환자의 통증에 미치는 영향. 연세대학교 대학원, 석사학위 논문, 2003.
- 정영중, 고수정, 유혜영 등. 지연성 근육통에 대한 경피 신경 전기자극과 미세전류 신경근 자극의 효과 비교. 한국전문물리치료학회지. 2000;7(2):76-87.
- Armstrong RB, Ogilvie RW, Schwane JA. Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 1983;54:80-93.
- Buroker KC, Schwane JA. Does postexercisestatic stretching alleviate delayed onset muscle soreness. *Phys Sportsmed.* 1989;17:65-83.
- Clarkson PM, Tremblay I. Exercise-induced muscle damage, repair, and adaption in human. *J. Appl Physiol.* 1988;65:1-6.
- Cheung, K., Hume, PA and Maxwell, L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors, *Sport Med.* 2003;33:145-164.
- Denegar CR, Perrin DH, Rogol AD et al. Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, range of motion and serum cortisol concentration in females experiencing delayed onset muscle soreness. *J Orthop Sports PhysTher.* 1989;11(3):100-103.
- Devries HA. Electromyographic observation on the effects static stretching has on muscular distress. *Research Quarterly.* 1961;32:177-185.
- Evans WJ. Exercise induced skeletal muscle damage. *Physician Sports Medicine.* 1987; 15:89-100.
- Francis KT. Delayed muscle soreness. *Journal of orthopedic and Sports Physical Therapy.* 1983;5:10-13.
- Friden J, Sfikianos PN, Hargens AR. Muscle soreness and intramuscular fluid pressure. Comparison between eccentric load. *J of Applied Physiology.* 1986;61:2168-2174.
- Hough T. Ergographic studies in muscular soreness. *Am J Physiol.* 1902;7:76-92.
- Merskey H. Pain terms. A list with definition and notes on usage. *Pain.* 1979;6:249-252.
- Newham DJ, Jones DA, Clartson PM. Repeated high-force eccentric exercise effects on muscle pain and damage. *J Appl Physiol.* 1987; 63(4):1381-1386.
- Rapaski D, Isles S, Kulig K et al. Micro-Current electrical stimulation comparison of two protocols in reducing delayed onset muscle soreness. *Phys Ther.* 1991; 71(6).
- Smith LL. Acute inflammation: The underlying mechanism in delayed onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(5):542-51.
- Smith LL, Keating MN, Holbert D et al. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase and neutrophil count. A preliminary report. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19(2):93-9.
- Zainuddin Z, Newton M, Sacco et al. Effects of

massage on delayed-onset muscle soreness,
swelling, and recovery *Journal of athletic
training*. 2005;40(3):174-180