

근피로 유발 후 테이핑과 냉 적용이 슬관절 위치감각에 미치는 영향

이 우 교

(고려정형외과)

오 승 준

(러스크 재활센터)

최 보 경

(서남대학교 대학원 물리치료학과)

박 형 기

(서남대학교 작업치료학과)

Effect of Position Sense in Used Taping and Icing on Muscle Fatigue Occurred on Knee Joint

Lee Wook-Yo, P.T.

(Korea Orthopedic Surgery)

Oh Seung-Jun, P.T.

(Rusk Rehabilitation Medical Center)

Choi Bo-Kyung, P.T., M.P.H.

(Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Seonam University)

Park Hyung-Ki, P.T., M.P.H.

(Dept. of Occupational Therapy, Division of Health, Seonam University)

ABSTRACT

The purpose of this study is to define the effect of taping and icing on muscle fatigue at knee joint of ordinary adult. The 30 adults meeting research standard were chosen to be observed. The period of the research was 9 days and N-K table was used as equipment to measure position sense of knee joint. Heart rate monitor was also used to measure heart beat during both when in comfortable state and in exercises. For the method of this study, error in position sense of knee joint was measured right before fatigue occurs. Then volunteers were to be exercised for 10 minutes in treadmill aiming to raise the heart beat to 90%. If muscle fatigue occurs after the exercise, let the comparative group rest for 20 minutes while applying taping for group 1 and icing for group 2. For the icing, it was applied for 3 minutes followed by 1 minute rest. 5 sets of icing were applied on thighs and calf each. Then error of position sense of knee joint was measured same way it was done before muscle fatigue. As the result, there were similar differences among comparative group($p<.05$), group 1 and group 2 before the muscle fatigue and after the muscle fatigue. There were similar differences in comparative group with muscle fatigue, group 1 and group 2 as the result of one-way ANOVA and with further examination, similar differences were only found in between comparative group and group 2($p<.05$). With the result, we can see there wasn't clear effect of rest, icing or taping, however, group 2 with icing showed better condition compared to comparative group who have rested without any application.

Key Words : Fatigue; Position sense; Taping; Icing

I. 서론

근피로란 반복적인 근 수축으로 인해 근력을 유지할 능력이 감소된 상태라고 하였다(Scott와 Edward, 2001). 운동 조절능력 감소는 근 피로로 인해 근력유지 능력이 감소되어 발생하며 이러한 근 피로는 고유수

용성 감각(proprioception)의 감소를 초래한다. Conard 등(1986)은 근피로가 유발된 활동 전과 후에 슬관절의 위치감각을 변화시키는 능력이 감소하였다고 보고하였다. 또한 고유수용성 감각은 골격근이나 관절의 위치와 운동에 대한 정보를 수용하는 감각을 말하며, 근육, 인대 그리고 관절에 있는 기계적 수용기에서 근육과 인대의 움직임,

긴장도, 관절의 위치 및 움직임을 감지하게 된다. 감각 수용기는 그 위치에 따라 피부 수용기(cutaneous receptor), 내부 수용기(visceral receptor), 근육·관절 수용기(muscle joint receptor)로 나눌 수 있는데, 근육·관절 수용기는 고유수용성 감각수용기로 분류된다. 고유수용성 감각은 다시 대뇌 피질까지 전해져 의식할 수 있는 의식적 고유수용성 감각과, 소뇌피질로 전해져 의식할 수는 없지만 현재 근육의 수축 상태와 관절의 위치에 대한 정보를 감지하는 무의식적 고유수용성 감각으로 나눌 수 있다.

의식적 고유수용성 감각은 현재의 근육 또는 관절의 위치를 알려주는 정적인 감각인 위치감각과, 근육운동의 정도와 속도를 감지하는 동적 감각인 운동감각으로 나눌 수 있다고 하였다(이원택과 박경아, 1996). 위치감각은 일반적으로 시각정보 없이 사지의 위치를 평가하는 능력이라고 하였으며(Bouet와 Gahery, 2000), 대부분의 상황에서 사람은 눈으로 보지 않고서도 다른 신체 부위에 대하여 특정 신체부위의 위치와 특정 신체부위가 어떻게 움직이는 지를 의식적으로 자각 할 수 있다고 하였다(김종만, 2003). 위치감각은 생리적 변화를 수용하는 능력이 있으며(Bartlett와 Warren, 2002), 일상생활동작과 스포츠에서도 중요한 역할을 한다고 하였다(Ulkar 등, 2002).

근 기능 향상을 위한 다양한 방법들이 개발되어 이용되고 있는데, 그 중에서 테이핑 방법은 손쉽게 배울 수 있고 현장 적용이 쉽기 때문에 일선 스포츠 현장에서 자주 활용되고 있다. 이는 특정 근육부위에 탄력을 가진 테이프를 부착시키는 방법으로 근육과

관절의 기능을 향상시키고, 스포츠 활동 시 발생할 수 있는 상해를 예방하고, 근 기능 향상에 도움을 줄 수 있다고 하였다(최규환과 김현태, 2001). 또한 Hassan 등(2002)은 테이핑처치가 무릎의 통증 감소, 고유수용성 감각, 자세조절의 향상에 효과가 있다고 하였고, Jacqueline 등(2002)은 테이핑을 적용함으로써 고유수용성 감각을 강화해 손상의 위험을 줄일 수 있다고 하였다. 그리고 김명기 등(2005)은 근 기능을 향상시키기 위한 목적으로 테이핑을 적용하려면 경기 24시간 전에 테이핑을 적용하는 것이 가장 효과적이라 하였다.

냉치료는 얼음 및 냉 수포 등으로 표층에 대어 치료를 하는 것으로 냉 회전육과 냉각 스프레이를 제외하고는 대부분 전도에 의해 열에너지를 전달한다(김진호와 한태륜, 2002). 신체훈련 시행 시 냉적용을 통한 피부온도의 감소는 치료에 더욱 효과적이다(Chesterton 등, 2002; Quintern 등, 1999). 김경미 등(2002)은 생리학적으로 볼 때 근 수축은 근육내의 온도를 상승시키고, 근방추와 골지건 기관의 발화율(firing rate)에 영향을 미치게 되며, 근육의 온도가 상승되면 감마 운동섬유의 활동이 감소되고 근방추의 민감도도 저하되게 된다. 따라서 이러한 측면에서 볼 때 근피로 유발 후 고유수용성 감각이 감소될 수 있는 것으로 보인다 고 하였다.

현재까지 근피로 감소를 목적으로 다양한 운동방법들과 치료방법들에 대한 근전도검사나 MRI 및 호르몬검사 등에 관한 연구가 진행되어 왔지만 근피로가 유발된 슬관절에 테이핑과 냉적용의 효과를 비교한 연구는

거의 없었다. 따라서 본 연구에서는 테이블과 냉적용이 근피로가 유발된 슬관절의 위치감각에 미치는 영향을 비교해보았다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 신체 건강한 부산광역시 거주하는 20~30세 남·여 30명을 대상으로 하였다. 실험에 자발적으로 참여한 대상자 30명을 무작위로 10명씩 대조군, 실험군 1, 그리고 실험군 2에 각각 선정하였다. 제외 조건은 다음과 같이 하였다.

- 가. 슬관절 주위에 상처가 있는 자
- 나. 신경근육계 질환과 정형외과적 질환이 있는 자
- 다. 심장질환이 있는 자
- 라. 다른 의학적 병변이 있는 자

실험 기간은 2006년 1월 5일부터 1월 13일까지로 하였다.

2. 실험기기

피로 유발 전과 후의 슬관절의 위치감각을 측정하기 위하여 각도기를 사용하였고, 대상자의 피로를 유발시키기 위하여 거리, 시간, 속도, 칼로리, 그리고 경사 측정이 가능하고 보행코스(walking courses)와 주행코

스(running courses) 운동프로그램이 내장되어 있는 트레드밀(treadmill)을 사용하였다. 내장된 프로그램의 경사각은 5°로 설정하였고, 10 km/h의 속도로 시작하였다. 안정 시와 운동 시의 심박동 수 측정을 위해 손목에 착용하여 운동 시에 수시로 심박동 수를 확인할 수 있는 심박 측정기(heart rate monitor)를 사용하였다. 슬관절의 위치감각을 측정하기 위해 N-K 테이블에 장착시키는 무게를 제거하고, 그 부분에 펜을 장착시켜 대상자의 슬관절 관절가동범위(range of motion; ROM) 궤도가 그려질 수 있도록 하였다. 그리고 슬관절의 위치감각 측정 시 움직임에 대한 시각정보를 차단하기 위하여 수면용 안대를 사용하였다. 스티로폼판, 전지, 핀 등은 슬관절의 위치감각의 ROM 궤도를 그리기 위해 N-K 테이블의 슬관절 축에 일정한 거리를 두고 스티로폼판을 고정시켜 전지를 핀으로 고정하였다. 전침사인대와 내측 측부인대의 기능을 보조하기 위하여 마이오 테이프를 사용하였고, 냉적용을 위하여 아이스 팩을 사용하였다.

3. 측정

근피로를 객관화하기 위한 최대 심박동수(MHR)는 '220-나이'로 하였다(Scott와 Edward, 2001). 수면용 안대로 시각을 차단하고 고관절 80°, 슬관절 90°로 N-K 테이블에 앉아 1분간 편안한 상태를 유지하였다. 앉은 상태에서 N-K테이블의 슬관절 축에 일정한 거리에 있는 스티로폼판에 ROM 궤도를 그리기 위해 슬관절을 신전시켰고, 피로 유발 전에 슬관절의 위치감각을 측정

하기 위해 검사자는 ROM 계도 중 무작위로 세 가지 각도를 선정하여 수동적으로 적용시켜주고 다시 원위치 시켰다. 그리고 대상자는 세 가지 각도 중 검사자가 지정해 준 한 가지 각도를 스스로 수행하고 이를 세 번 반복하여 그에 따른 오차를 측정하였다. 각도를 정확하게 측정하기 위해 고관절의 외전과 내전 그리고 회전운동이 일어나지 않도록 주의시켰다(그림 1).

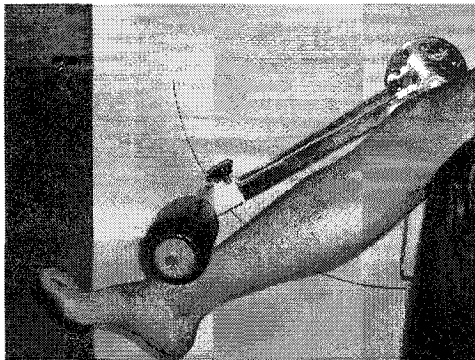


그림 1. 슬관절의 위치감각 측정 방법

피로를 유발시키는 목표 심박동 수는 최대 심박동 수의 90%로 하여 트레드밀 운동을 10분간 실시하였다. 10분간 실시 후 심박동 수가 대상자의 목표 심박동수에 도달 하면 운동을 멈추었다. 만일 10분간 운동 후에도 목표 심박동수에 도달하지 않으면 목표 심박동수에 도달할 때 까지 실시하였다.

그 후 실험군 1에는 테이핑을 적용하고, 테이핑의 효과를 보기 위해 20분간 앉은 자세로 휴식을 취하였다(그림 2). 실험군 2에는 냉 적용을 하였다. 냉 적용 방법은 3분 적용, 1분 휴식을 1 set로 총 5 set를 대퇴에 실시하였다. 동일한 방법으로 종아리에



그림 2. 슬관절에 테이핑 적용 방법

도 냉을 적용 하였고, 실험군 1과 동일한 20분의 휴식이 되게 하였다. 대조군은 아무런 처치 없이 앉은 자세로 20분간 휴식을 가졌다. 휴식 후 각 군들은 모두 운동전과 동일한 방법으로 위치감각의 오차를 측정하였다.

4. 분석 방법

각 군 내에서 근피로 유발 전과 근피로 유발 후 대조군, 실험군 1, 실험군 2에 처치를 한 후의 위치감각의 변화를 비교하기 위해 짝비교 t-test(paired t-test)를 사용하였다. 대조군과 실험군1, 실험군 2의 테이핑과 냉 적용에 따른 위치감각의 평균 오차값의 차이는 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였고, 실험군간 차이를 알아보기 위해 사후검정으로 Scheffe 방법을 사용하였다. 통계학적 유의수준을 검정하기 위하여 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 결과

본 연구에 참여한 대상자 30명중 남자는 28명, 여자는 2명이었다. 대상자들의 평균나이는 20.50세, 키는 176.47±5.24 cm, 몸무게는 72.17±8.15 kg이었다(표 1).

1. 연구대상자의 일반적인 특성

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(N=30)

	대조군	실험군 1	실험군 2	계
나이(세)	19.90±0.57	20.50±0.97	21.10±1.45	20.50±1.14
신장(cm)	178.40±3.44	175.60±6.62	175.40±5.15	176.47±5.24
몸무게(kg)	76.70±2.54	68.80±9.80	71.00±8.64	72.17±8.15

*평균±표준편차

대조군 : 휴식

실험군 1: 슬관절 테이핑 적용

실험군 2: 슬관절 냉적용

2. 집단 간 위치감각의 평균 오차값

그리고 냉 적용 처치에 따른 각 군의 위치감각의 평균값은 모두 유의하게 증가 하였다($p<0.05$)(표 2).

근피로 유발전과 유발 후 휴식, 테이핑,

표 2. 각 집단의 근피로 유발 전 후 위치감각의 평균 오차값

(단위: °)

	근피로 유발 전	근피로 유발 후	t	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
대조군	21.20±2.99	25.83±2.58	-7.94	.000
테이핑	21.85±2.16	25.05±2.61	-4.74	.001
냉적용	21.13±2.33	23.58±2.45	-5.27	.001

3. 처치에 따른 각 군간 위치감각의 평균 오차값

처치에 따른 대조군과 실험군간 위치감각의 평균 오차값이 유의하게 감소하였다($p<0.05$)(표 3). 그 결과 대조군과 실험군 2 사이에서 유의하게 감소하였다($p<0.05$)(표 4)(그림 3).

근피로 유발 후 휴식, 테이핑, 그리고 냉 적용에 따른 실험군간 위치감각의 평균 오차값은 대조군에서 가장 크게 나타났으며,

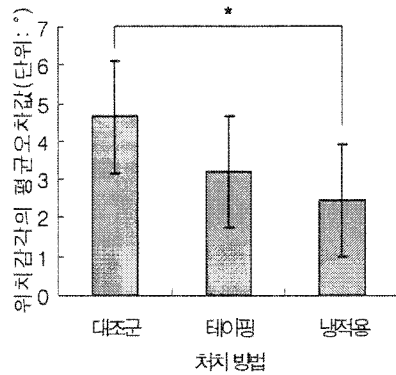


그림 3. 처치 방법에 따른 위치감각의 평균 오차 값

* p<0.05

표 3. 처치 방법에 따른 위치감각의 평균 오차 값 (단위: °)

치치 방법		평균±표준편차
대조군	휴식	4.63±1.84
실험군 1	테이핑	3.20±2.13
실험군 2	냉적용	2.45±1.47

표 4. 집단 간 위치감각의 평균 오차 값에 대한 일요인 분산분석

	제공합	자유도	평균제곱	F	p
집단 간	24.53	2	12.27	3.64	.040
집단 내	91.01	27	3.37		
합계	115.54	29			

IV. 고찰

본 연구는 건강한 성인에게 근피로를 유발 후 테이핑과 냉을 적용시켰을 때 나타나는 슬관절의 위치감각의 변화를 알아보기

위하여 시행되었다. 근 피로는 트레드밀을 이용하여 유발시켰고, 최대 심박동수 90%로 근피로를 유발시킨 다음 대조군에는 20분의 휴식, 실험군 1에는 테이핑, 실험군 2에는 냉을 적용 하였다. 그 결과 대조군과 실험

군 1, 실험군 2에서 근피로 유발 전에 비해 근피로 유발 후 각각의 처치에 따른 위치감각의 평균 오차 값이 유의 하게 증가하였고, 각 군 간의 위치감각의 평균 오차값의 증가량에는 유의한 차이가 있었다. 유의한 차이는 대조군과 냉적용군 사이에서 나타났는데, 이는 트레드밀 운동 후 유발된 피로에 의해 슬관절의 위치감각이 감소하였음을 의미한다. 또한 대조군에 비해 냉을 적용한 실험군 2에서 위치감각의 향상을 볼 수 있었다.

Skinner 등(1986)에 의하면 Cybex에서 180°/s 속도로 슬관절 굴곡과 신전을 반복하는 등속운동을 하여 근 피로를 유발시킨 결과 슬관절의 위치감각이 감소하였는데, 이는 근 피로가 관절의 위치를 의식하고 있는 근육 수용기에 중요한 역할을 제공하기 때문이라고 하였다. Sharpe 등(1993)은 팔꿈치관절에 등척성 운동으로 최대 수의적인 수축(maximal voluntary contraction)을 20 초 동안 5번 실시하여 근 피로를 유발시켰는데 팔꿈치관절의 위치감각은 일정한 패턴을 보이지 않았다. 이는 근 피로가 말초 고유 감각과 중추 고유 감각의 변화로 인한 것이라면 위치감각의 오차가 일정한 패턴으로 나왔을 것이라고 하였는데 위치감각이 일정한 패턴을 보이지 않은 것은 말초, 중추 또는 그 이상의 요소가 결합되어 나타나기 때문이라고 하였다.

Johnston 등(1998)은 피로에 의해 고유수용성 감각이 영향을 받으며 이로 인해 근육의 반응이 감소하고 균형유지 능력이 떨어질 수 있다고 하였다. Baker 등(2002)의 연구에서는 슬관절에 병변이 있는 사람은 고

유감각이 감소하고 한쪽의 슬관절에 병변이 있어도 반대쪽에서 고유감각의 능력이 감소한다고 하였다. 또 비정상적인 고유 감각은 비정상적인 스트레스로 인해 근골격계 질환에 걸리기 쉽다고 하였다. 그리고 Bouet 등(2000)은 피로가 없는 적절한 운동 후 슬관절의 위치감각 능력이 증가하고 운동능력 또한 향상된다고 하였다. 위치감각이 변하는 원인은 운동 시 위치감각에 관여한다고 알려진 제 Ia형 근방추 구심성 섬유와 민감성 감소와 중추신경계로 정보를 전달하는 기능이 떨어져서 위치감각이 감소하는 것이라고 하였고(Marks, 1994), 피로로 인해 근육기능이 감소되거나 근육 수용기 효율의 감소로 위치감각의 능력이 떨어지고 근육수용기가 크게 신장될 것으로 기대된다고 하였다(Skinner, 1986). 그 밖의 실험적인 요인들 이외에도 대상자의 신경학적 통합능력의 개인차에 의해서도 위치감각의 차이를 보일 수 있다. 따라서 위치감각의 오차가 나타나는 이유는 근피로가 운동하는 동안 위치감각을 인지하고 통합하는 능력을 방해하는 것으로 생각된다.

실험군 1에서는 근피로 유발 후 테이핑을 적용 하였는데 일반적으로 테이핑은 경기의 특성상 장애를 받기 쉬운 부위나 운동방향의 강화 또는 제한을 목적으로 한다. 한번 손상을 입은 부위는 또다시 손상을 일으키기 쉽고, 더욱이 정신적으로 불안감을 조성하게 된다. 그래서 다시 손상을 일으키지 않도록 강화, 제한을 하고 정신적으로도 안정감을 주기 위해서 실시한다. 또한 손상을 입은 직후에 의사가 현장에 없을 때에는 의료기관으로 이송 또는 의사가 현장에 도착

할 때까지 고정, 압박에 의한 안정을 목적으로 하기도 하는데, 이 경우 환부를 지나치게 압박하여 감게 되면 순환장애를 일으킬 수 있으므로 주의를 요한다. 그 외에도 손상을 입고 정형외과에서 처치를 받은 후 조기에 재활을 시행하는 경우, 임의로 운동 방향을 제한하거나 통증 완화를 목적으로 실시하기도 한다(김경미와 유병규, 2002).

테이핑은 근·관절계의 기능을 전반적으로 유지 또는 강화시키는 효과가 있다(최규환과 김현태, 2001). 선행 연구에서는 근피로 유발 후 계속적인 운동 시 테이핑을 한 경우, 하지 않은 경우에 비해 위치 감각의 변화가 유의하게 감소하였다(김경미와 유병규, 2002). 또한 테이핑 적용 전과 적용 직후, 적용 전과 보행 5분 후, 적용 전과 보행 10분 후 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었으나, 테이핑 직후, 보행 5분 후, 보행 10분 후 사이에는 유의한 차이가 없었다(김창인과 권오윤, 2001). 근피로 유발 후 휴식과 냉적용 간의 위치감각의 오차를 비교한 본 연구에서는 대조군과 테이핑군 간에 유의한 차이를 확일 할 수 없었다.

실험군 2에서는 근피로 유발 후 냉을 적용 하였는데 냉적용 시 피부온도 변화량에 유의한 차이를 보였다. Chesterton 등(2002)은 피부온도에 알맞은 냉의 적용은 신경 전달 속도를 감소시킨다고 하였고, Quinterm 등(1999)은 고유수용성에서 구심성 유입의 감소는 냉의 적용 때문이라고 하였다. 또한 Tremblay 등(2001)은 대퇴내갈래근에 20분간 냉을 적용한 결과 위치감각의 변화에 유의한 차이가 없었다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 근피로를 유발 시킨 후 온도가

상승한 근육과 관절의 수용기에 냉을 적용한 군이 근피로 유발 후 아무런 처치를 하지 않은 군보다 고유수용성 감각이 향상되었다.

본 연구에서는 슬관절의 위치감각을 측정하기 위해 N-K 테이블에 장착시키는 무게를 제거하였지만 발등 위에 닿는 부분의 무게는 제거하지 못하였다. 추후에는 이 부분을 보완한 연구가 필요하겠다. 그리고 트레드밀 운동 이외에도 등속성 운동기구 등 다양한 운동기구와 다양한 프로그램에 의해 유발된 피로가 위치감각의 변화에 미치는 영향에 대해서도 연구가 필요할 것으로 보이고, 테이핑과 냉을 함께 적용 했을 때의 영향에 대해서도 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결론

본 연구에서는 신체 건강한 성인 30명을 대상으로 트레드밀을 이용하여 근 피로를 유발시킨 후 테이핑 적용군, 냉 적용군, 그리고 아무런 처치를 하지 않은 군으로 나누어 관절의 위치감각에 미치는 영향 대해 알아보았다. 연구대상자는 정형외과적 장애, 신경근육계 질환, 심장질환이 없는 피험자 총 30명중 대조군에 10명, 테이핑 적용군에 10명, 그리고 냉 적용 군에 10명을 임의로 정하였고, 각 군의 근피로 유발 전과 유발 후의 위치감각의 오차 값의 차를 비교 하였다. 결과는 다음과 같다.

1. 근피로 유발 전에 비해 유발 후에 모든 군의 위치감각 오차가 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

2. 근피로 유발 후 휴식을 취한 대조군과 냉을 적용한 실험군 2 간에는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

이상의 결과에서 보는 바와 같이 근 피로 유발 후 고유수용성 감각의 오차는 증가함을 보였고 대조군에 비해 냉 적용의 고유수용성 감각의 오차가 유의하게 감소함을 알 수 있었다. 근피로는 스포츠 활동, 일상생활 그리고 재활치료에 영향을 미치는 요소이다. 따라서 근 피로 발생의 지연이나 예방을 통한 최고의 운동수행 능력 유지가 필요 하리라 보고 냉적용은 이에 도움이 되리라 생각된다.

참고문헌

김종만. 임상 신경학 : 운동조절의 신경학적 기전. 둘째판. 정담미디어. 34-36, 2003.
김진호, 한태륜. 재활의학 : 물리치료. 둘째판. 군자출판사. 105-115, 2002.
김창인, 권오윤, 이충휘. 테이핑이 발목의 관절가동범위와 고유수용성감각에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 8(3);195-201, 2001.
이원택, 박경아. 의학신경해부학 : 척수. 고려의학. 269-299, 1996.
김경미, 유병규, 정호발, 등 : 슬관절 테이핑이 정상인의 근 피로와 고유수용성 감각에

미치는 효과. 대한물리치료학회지. 14(4); 195-201, 2002.

김명기, 김창국, 이성기 : 키네시오 테이핑 적용 후 시간경과에 따른 요부근력의 최대 발현시점. 한국체육학회지. 44(5);353-362, 2005.

최규환, 김현태 : 하퇴부 보조테이핑 족관절의 근기능에 미치는 효과. 대한물리치료학회지. 13(2);445-452, 2001.

Baker V, Bennell K, Stillman B, et al. Abnormal knee joint sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. J Orthop Res. 20:208-214, 2002.

Hassan BS, Doherty M, Mockett S : Influence of elastic bandage on knee pain, proprioception, and postural sway in subjects with knee osteoarthritis. Ann Rheum Dis. 61;24-28, 2002.

Ulkar B, Kunduracioglu B, Cetin C et al. : Effect of positioning and bracing on passive position sense of shoulder joint. Br J Sport med 38;549-552, 2004.

Bouet V, Gahery Y. : Muscular exercise improves knee position sense in humans. Neuroscience Letters. 289;143-146, 2000.

Chesterton LS, Foster NE, Ross L. : Skin Temperature Response to Cryotherapy. Arch Phys Med Rehabil. 83;543-9, 2002.

Conard DW., Skinner HB., Wyatt MP. et al. : Effect of Fatigue on Joint Position Sense of the Knee. Journal of orthopaedic research 4:112-118.

Jacqueline A, Michael J, Pam J. The Effects of Patellar Taping on Knee Joint

- Proprioception. *Journal of Athletic Training*. 37(1);19? 4, 2002.
- Johnston RB, Howard ME, Cawley PW, et al. : Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Med Sci Sports Exerc*. 30(12);1703-1707, 1998.
- Marks R, Quinney HA. : Effect of fatiguing maximal isokinetic quadriceps contractions on ability to estimate knee-position. *Percept Mot skills*. 77;1195-1202, 1993.
- Bartlett MJ, Warren PJ : Effect of warming up on knee proprioception before sporting activity. *Br Sports Med*. 36;132-134, 2002.
- Quintern J, Immisch I, Albrecht H, et al. : Influence of visual and proprioceptive afferences on upper limb ataxia in patients with multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences*. 163;61-69, 1999.
- Scott K, Edward T. : power 운동생리학: 피로 원인. 라이프사이언스. 354, 2001.
- Sharpe MH, Miles TS. : Position sense at the elbow after fatiguing contractions. *Exp Brain Res*. 94;179-182, 1993.
- Tremblay F, Eatephan L, Legendre M, et al. : Influence of local cooling on proprioceptive acuity in the quadriceps muscle. *J Athletic training*. 36(2);119-123, 2001.