

The Effect of Kinesio Taping Pre-intervention on Delayed Onset Muscle Soreness

Jae Cheol Park, Mi Sook Park, Tae Yeun Hwang

Department of Physical Therapy, Chunnam Techno University, Gokseong, Korea

Purpose: This examined the effect of Kinesio taping pre-intervention on the pain, tenderness, proprioceptive sensation, and muscle strength associated with delayed onset muscle soreness.

Methods: Thirty subjects were divided into a Kinesio taping application group of 15 subjects and a control non-taped group of 15 subjects, and the changes in individual variables were analyzed before taping and at 24, 48, and 72 hours after taping using two-way repeated ANOVA. Post-hoc t-tests were conducted in the cases with intergroup interactions, and the significance level α was set to $\alpha=0.01$.

Results: The changes in pain during rest were significantly different only for the times, while the changes in pain during exercise were significantly different for the times, interactions between the times and groups, and intergroup changes ($p<0.05$). The changes in tenderness were significantly different for the times and for interactions between the times and groups ($p<0.05$). The changes in proprioceptive sensation were significantly different for the times, interactions between times and groups, and intergroup changes ($p<0.05$). The changes in muscle strength were significantly different only for the times ($p<0.05$).

Conclusion: The application of Kinesio taping had positive effects on the pain, tenderness, and proprioceptive sensation of delayed onset muscle soreness. These results suggest that Kinesio taping can be a useful therapeutic factor in future studies and in clinical settings.

Keywords: Delayed onset muscle soreness, Kinesio taping, Pressure pain, Proprioception

서론

근력 증진을 위해 가장 많이 이용되는 운동이 저항성 운동이다. 하지만 자신의 체력 능력과 무관하게 높은 강도의 운동을 실시하거나 새로운 운동을 접할 때 운동 상해와 근육 조직 손상이 발생할 가능성이 높아지게 된다.^{1,2} 근육 손상이 발생하면 휴식과 운동 시 통증이 발생하고 일상생활에 제약이 뒤따른다.³ 이러한 증상과 제약을 유발하는 질환은 급성 근육통과 지연성 근육통(delayed onset muscle soreness, DOMS)으로 나뉜다. 급성 근육통은 격한 운동 후 혈류의 산소 결핍으로 발생하고 적절한 혈류와 산소 공급이 이루어지면 운동 후 빨리 사라져 큰 문제가 발생하지 않지만 DOMS는 다르다.⁴ 구심성 수축(concentric contraction)보다 편심성 수축(eccentric contraction)에서 자주 발생하는 DOMS는 신장성 저항 운동,⁵ 내리막 달리기⁶ 등 편심성 수축으로 구성된 운동으로 근섬유 손상이 발생하여 여러 부정적인 증상이 발생한다. 주요 증상으로는 근력 소실, 통증, 종창(swell-

ing), 압통(tenderness), 뻣뻣함(stiffness)이 있으며,⁷ 기능 손상과 관절 운동, 순발력, 가동범위 감소, 비대칭, 조직의 질감 변화, 운동 중 부상 등과 같이 여러 위험 요인을 포함하고 있다.⁸ 이러한 증상들은 운동 후 12-24시간 이내 발생하여 24-48시간 내에 최고조에 도달하고 10-14일 이상이 지나야 점차 사라진다.⁴ 소실된 근력이 정상으로 복귀하려면 24시간에서 2주간의 시간이 소요된다.⁹ 이처럼 오랜 시간 동안 여러 부작용과 일상생활의 제약이 뒤따르는 DOMS 증상을 감소시키기 위해 임상에서 많은 중재가 이루어지고 있다.

대표적인 방법으로는 냉치료 및 간헐적 압박치료,¹⁰ 스포츠 마사지 적용,¹¹ 스트레칭 적용,¹² 초음파 치료,¹³ 미세전류자극치료,¹⁴ 고주파 치료,¹⁵ 테이핑 적용¹⁶ 등이 이용되고 있다. 이 중 키네시오테이핑(kinesio taping)은 다른 치료 방법들에 비해 간편하고 운동 전, 후에 적용 가능하며, 1회 적용으로 제거하지 않는 한 며칠 동안 테이핑의 효과인 근 긴장도를 감소와 기계적 자극의 증가로 고유수용성 감각의 증가 효과까지 기대할 수 있어 근육뼈대계와 중추신경계 물리치료에도

Received Jan 3, 2019 Revised Feb 13, 2019

Accepted Feb 27, 2019

Corresponding author Tae-Yeun Hwang

E-mail delta21kr@hanmail.net

Copyright ©2019 The Korean Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

자주 활용되고 있다.^{17,18} 또한 일반 운동 선수들이나 일반인들에게 운동과 일생활을 하기 전에 부상 위험도를 감소시키기 위해 많이 적용하고 있는 실정이다. 이러한 키네시오 테이핑 선행연구로는 근·뼈대계 질환인 목빚근 근막 통증 환자에게 테이핑 적용이 통증과 호흡 기능에 긍정적으로 작용하였다고 보고하였고,¹⁹ 뼈관절염 환자 대상으로 관절 가동술과 함께 테이핑 적용이 관절가동범위 회복에 도움이 될 거라고 하였다.²⁰ 신경계 질환에 테이핑 관련 연구를 살펴보면 마비된 앞정강근(tibialis anterior)에 테이핑을 적용하여 마비측 하지 균형 향상에 도움이 된다고 하였고,²¹ 또 다른 연구에서는 발등굽힘(dorsi flexion) 시 근력 증가와 보행 속도가 증가되었다고 하였다.²² 이처럼 키네시오 테이핑에 긍정적인 효과에 대하여 많은 연구가 발표되고 많이 이용되고 있지만 대부분 연구는 DOMS가 발생된 후 중재에 관련된 연구들뿐이고, 본 연구처럼 DOMS 발생 전 사전 키네시오 테이핑을 적용하여 DOMS 증상이 발생했을 때의 증상 변화에 대한 연구는 부족한 실정이다.

그러므로 위팔두갈래근에 키네시오 테이핑을 적용한 후 DOMS가 발생했을 때 시기별로 각 변수에 대한 그 효과를 검증하려고 하며, 본 연구는 사전 키네시오테이핑 적용이 위팔두갈래근에 인위적으로 발생한 DOMS의 통증, 압통, 고유수용성 감각, 근력의 변화를 분석 연구함으로써 임상에서 기초자료와 DOMS 예방 가능성을 제시해 본다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구 대상자는 전남 소재 C대학에 재학중인 오른손이 비우세손인 20대 30명으로 남성 18명, 여성 12명을 대상으로 근육뼈대계 질환이 없고 정기적으로 운동을 하지 않는 자로 선정하였다. 군 분류는 군에 대한 정보를 모든 대상자에게 설명하지 않고 키네시오 테이핑 처치군(kinesio taping applied group, KAG) 15명, 미 처치군(no tape group, NTG) 15명을 연구자 임의 배정방식에 의하여 무작위로 분류를 하였고 단일맹검법(single-blind test)에 의한 대상자 선정을 하였다. 실험 전 연구의 목적과 연구 방법 등을 대상자에게 설명하고 자발적으로 참여 의사를 밝힌 대상자로 연구동의서를 작성한 후 연구를 진행하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

	NT (n=15)	KAG (n=15)	p
Age (yr)	22.06±1.48	22.40±1.84	0.159
Height (cm)	167.80±9.14	169.80±4.79	0.953
Weight (kg)	64.70±13.80	62.80±8.02	0.925
Gender			
Male	9	9	
Female	6	6	

NT: no tape, KAG: Kinesio taping applied group.

행하였다. 대상자의 일반적 특성인 연령, 몸무게, 신장에 대하여 동질성 검정 결과 유의한 차이가 없어 동일한 집단임을 확인하였고, 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 연구절차

사전 키네시오테이핑 적용이 DOMS 유발로 발생하는 통증, 압통, 고유수용성감각, 근력에 미치는 영향을 확인하고자 KAG과 NTG를 이용해 모두 DOMS 유발 하루 전에 각 변수 항목을 측정하고 1일 후 KAG는 키네시오테이핑 5 cm; (Hygenic Corp., Akron, USA)을 위팔두갈래근의 시작점과 끝나는 지점 범위까지 10-15%의 장력을 이용하여 부착한 상태에서 인위적으로 DOMS를 유발하였고, NTG는 키네시오테이핑을 적용하지 않았다. 키네시오테이핑 적용은 일반적인 가이드라인을 적용하였다.²³ DOMS 유발 방법은 최대 등척성 근력을 측정 후 최대 등척성 근력의 70%인 무게의 아령을 사용하여 대상자가 바로 선 자세에서 팔굽 관절 90°에서 1초간 유지한 후 3초에 걸쳐 팔굽 관절 완전 폼 편심성 수축 운동을 하고 다시 팔굽 관절 90°로 위치시킨 것을 1회로 하여 10회씩 7세트를 실시하였고, 세트 간 1분간 휴식시간을 주었다.²⁴ 그 후 각 변수의 측정 항목을 시기별로 24시간 후, 48시간 후, 72시간 후에 측정하였다.

3. 측정도구

1) 통증 측정

본 연구에서는 10 cm 표시가 있는 시각적 상시척도(visual analog scale, VAS)를 이용하여 극심한 통증을 10, 통증이 없는 상태를 0으로 구분하여 환자에게 설명하고 환자 본인이 통증의 정도를 기록하게 하였고 VAS의 측정은 휴식 시와 운동 시 각각 측정하였다. VAS는 높은 신뢰도를 보이는 척도로 측정자내 신뢰도는 0.99이다.²⁵

2) 압통 측정

압통 측정을 위해서 디지털 압통 측정계(algometer, JTECH, USA)를 이용하여 오목위팔관절과 팔굽관절의 정중앙을 줄자를 이용하여 유성펜으로 표시한 후 동일 지점에서 측정하였다. 압통 측정계를 측정 지점과 직각으로 유지하고 일정한 속도로 압력을 가하여 “아”하고 통증이 유발되는 시점을 역치 값으로 정하고 3회 측정 후 그 평균값을 이용하였다.

3) 고유수용성감각 측정

고유수용성 감각 측정을 위해 관절가동범위시스템(BPMpro, England)을 이용하였다. 손목에 모션센서를 착용하고 해부학적 자세에서 팔굽관절 60° 굽힘을 눈 뜬 상태에서 확인하고 다시 눈을 감게 한 후 팔굽관절 60° 굽힘을 운동하여 자세 재현 오차각도(error angle)로

측정하였고, 3회 측정 후 그 평균값을 이용하였다.

4) 근력 측정

근력 측정을 위해 디지털 근력측정기(manual muscle tester, LI, USA)를 이용하였다. 이 장비는 객관적으로 근육의 힘을 정량화하기 위한 핸드 헬드 장비로 손에 착용하고 대상자의 사지에 힘을 가하고 대상자는 등척성 운동을 통해 근력을 측정하는 장비이다. 근력 측정 자세로는 이 장비를 대상자가 손에 착용하고 팔결이 있는 의자에 앉아 팔 굽관절 90° 굽힘하여 안정화시킨 후 실험자의 근력을 측정하기 위해 책상 아래 부분에서 이 장비를 대고 책상을 들어 올려 최대 등척성 운동을 실시하였다. 1회 측정 후 3분간 휴식이 주어졌으며, 3회 측정 후 그 평균값을 이용하였다.

4. 분석 방법

수집된 자료는 SPSS 18.0 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 두 그룹의 실험 전, 24시간 후, 48시간 후, 72시간 후

의 측정 변인에 대한 차이를 알아보기로 반복측정 2요인 분산분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였으며, 유의수준은 0.05로 하였다. 시기와 군 간 상호 작용이 나타날 경우 사후분석으로 t-검정을 실시하였고,²⁶ I종 오류를 줄이기 위해 유의수준 0.01로 하였다.

결 과

1. 휴식 시와 운동 시 통증의 변화

휴식 시 통증의 변화에 대한 반복측정 2요인 분산분석 결과 시기별로 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), 시기와 군 간 상호작용과 집단 간 변화에서 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 운동시 통증의 변화는 시기별, 시기와 군 간 상호작용과 집단 간 변화에서 유의하게 차이가 있었고(p<0.05), 사후분석 결과 48시간 후의 두 군과 72시간 후의 두 집단 간 비교에서 유의한 차이가 있었다(p<0.01)(Table 2).

Table 2. Comparison of state of rest VAS and state of motion VAS

		0 hr	24 hr	48 hr	72 hr	Source	F	p
SR VAS	KAG	0	1.80±0.86	1.13±1.06	0.13±0.35	Time	34.656**	0.000**
	NTG	0	1.93±1.27	1.20±0.94	0.46±0.91	Group	0.660	0.841
	t		0.335	0.182	1.316	Time×Group	0.861	0.716
	p		0.740	0.857	0.199			
SM VAS	KAG	0	3.73±1.03	2.80±0.67	1.20±0.41	Time	120.087**	0.000**
	NTG	0	4.73±1.57	4.33±1.58	2.46±1.55	Group	14.532**	0.001**
	t		2.052	3.440 [†]	3.054 [†]	Time×Group	3.739*	0.014*
	p		0.050	0.002 [†]	0.005 [†]			

SR VAS: state rest visual analog scale, SM VAS: state of motion visual analog scale, KAG: kinesio tapping applied group, NTG: no tape group. *p<0.05; **p<0.001; [†]post-hoc t-test p<0.01, Mean±SD.

Table 3. Comparison of pressure pain and proprioception, strength

		0 hr	24 hr	48 hr	72 hr	Source	F	p
PP	KAG	3.14±1.00	2.36±0.64	2.39±0.44	2.69±0.49	Time	32.176**	0.000**
	NTG	3.27±1.07	1.81±0.70	2.08±0.65	2.18±0.47	Group	2.123	0.156
	t	0.322	2.233	1.563	2.878 [†]	Time×Group	3.088*	0.031*
	p	0.749	0.034	0.129	0.008 [†]			
PRO	KAG	6.77±2.33	6.20±2.83	5.06±1.87	3.86±1.25	Time	5.730**	0.001**
	NTG	6.29±1.63	7.28±2.74	6.57±1.51	6.35±2.18	Group	4.266*	0.048*
	t	0.660	1.068	2.429	3.824 [†]	Time×Group	3.997*	0.010*
	p	0.514	0.295	0.022	0.001 [†]			
STR	KAG	13.34±6.24	12.58±6.00	12.78±6.23	13.23±6.15	Time	6.720*	0.002*
	NTG	13.55±5.00	11.94±3.93	11.74±3.43	11.97±3.47	Group	0.134	0.717
	t	0.105	0.347	0.566	0.694	Time×Group	1.275	0.304
	p	0.917	0.731	0.576	0.495			

PP: pressure pain, PRO: proprioception, STR: strength, KAG: Kinesio tapping applied group, NTG: no tape group. *p<0.05; **p<0.001; [†]post-hoc t-test p<0.01, Mean±SD.

2. 압통의 변화

압통의 변화에 대한 반복측정 2요인 분산분석 결과 시기별, 시기와 군 간 상호작용에서 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 집단 간 변화에서는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 사후분석 결과 72시간 후의 두 집단 간 비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$)(Table 3).

3. 고유수용성 감각의 변화

고유수용성 감각에 대한 반복측정 2요인 분산분석 결과 시기별, 시기와 군 간 상호작용과 집단 간 변화에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 사후분석 결과 72시간 후의 두 집단 간 비교에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$)(Table 3).

4. 근력의 변화

근력에 대한 반복측정 2요인 분산분석 결과 시기별에서 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$), 시기와 군 간 상호작용과 집단 간 변화에서는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 3).

고 찰

본 연구는 20대 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 KAG는 DOMS 유발 전 키네시오 테이핑을 적용하고, NTG는 적용하지 않은 상태에서 인위적인 DOMS를 유발한 후에 유발 24시간 후, 48시간 후, 72시간 후로 시기를 나누어 휴식과 운동 시 통증, 압통, 고유수용성감각, 근력을 분석하였다. 편심성 운동으로 인해 발생하는 DOMS는 여러 부정적인 증상을 발생시켜 일상생활 동작에 제약을 유발하며, DOMS 관련 증상이 발생된 후에 치료에만 집중하여 많은 비용과 시간이 소요된다. 그러므로 예방이 가장 좋은 치료 방법이라 생각하여 키네시오 테이핑 적용이 DOMS에 의해 발생하는 증상에 미치는 영향을 연구하기 위해 본 연구를 설계하였고 진행된 결과, 통증의 변화는 휴식 시는 시기별에서만 유의한 차이가 있었다. 운동 시는 시기별, 시기와 군 간 상호작용, 집단 간 변화에서 유의한 차이가 발생하였고, 48시간 후와 72시간 후에서 KAG와 NTG 두 집단에서 유의한 차이가 발생하였다. Cordun과 Tecuceau²⁷는 목 통증이 있는 환자 6명을 대상으로 1주일간 물리치료와 함께 적용한 테이핑이 마사지 적용보다 목의 통증이 유의하게 감소하였다고 하였고, Goto과 Morishima²⁸는 근육 손상 운동 후에 압박 의류 착용이 근기능의 빠른 회복과 통증 감소에 효과적이라고 하였다. DOMS에 의한 통증과 테이핑 적용 연구는 아니지만 선행연구와 비슷한 결과가 발생하였다. DOMS 메커니즘을 보면 근조직이 손상되어 발생하는 염증의 문제로서²⁹ 혈관의 생화학적 변화로 인해 통증 물질들의 출현으로 통증이 발생한다. 염증과 통증간의 관련성을 언급하기엔 부족하지만 키네시오 테이핑 적용이 피부의

반사운동을 유발하고 그로 인해 피부와 결합조직 사이의 혈액과 림프의 순환을 증가시켜³⁰ 염증 정도를 최소화시키고 피부에 발생하는 자극으로 관문조절설(gate control theory)에 의해 통증이 최소화된 결과로 생각된다.³¹ 사후분석 결과 DOMS가 발생한 하루가 지난 시점부터 운동 시 통증이 NTG에 비해 적게 발생되었고 48시간과 72시간에서 통증 발생률이 감소되어 두 군의 차이가 있었다. 이러한 점을 보면 사전 테이핑 적용이 근육 조직을 보다 적게 손상시켜 염증을 최소화시켰고 그로 인해 통증의 발생은 최소화 되었으며 그 결과 NTG에 비해 48시간만에 능동 근수축에 의해 발생하는 운동 시 통증이 감소된 것으로 생각된다.

통증과 관련성이 깊은 압통의 변화는 시기별, 시기와 군 간 상호작용에서 유의한 차이가 발생하였고, 72시간 후 두 집단에서 유의한 차이가 발생하였다. 테이핑은 적용 부위의 압력을 감소시키며 손상된 조직의 재생을 촉진시킨다.³² 이러한 변화는 통증 감소와 압통 역치 증가로 이어진다.³³ Mahbobeh 등³⁴은 요추 추간판 탈출증 환자에게 근막이완요법을 적용한 후 압통 역치가 증가했다고 하였다. 적용 기법은 다르지만 테이핑도 근막이완요법처럼 근육에 직접적으로 적용하여 혈관의 변화를 유도하며 근육 내부 순환을 촉진하고,³⁵ 손상된 근섬유의 회복을 시키는 것으로 알려져 있다. 사전 테이핑 적용이 지속적인 감각 자극을 주게 되어 이로 인한 감각 역치가 NTG에 비해 적게 감소되었다고 생각된다. 집단 간 변화의 유의하지 않은 결과는 상호작용의 효과가 주효과를 가리는 가면효과(masking effect)로 인한 결과로 해석된다.³⁶

고유수용성감각 변화는 시기별, 시기와 군 간 상호작용, 집단 간 변화에서 유의한 차이가 발생하였고, 72시간 후 두 집단에서 유의한 차이가 발생하였다. 고유수용성감각은 근육, 힘줄, 관절 수용기로부터 정보를 받아 관절과 근육을 무의식적으로 조절하며 대부분 근육 손상에 의해 상실되며 DOMS가 고유수용성감각에 변화를 발생시켜 생체 회귀에 영향을 미친다.³⁷ 특히 편심성 수축은 근육의 기계적 성질(mechanical property)을 변화시키며 고유수용성감각을 감소시키기 때문에³⁸ 본 연구에서 KNG의 고유수용성감각 변화는 감소하였고 테이핑 적용으로 인한 근 손상과 근육의 성질 변화는 최소화되어 고유수용성감각 변화가 감소되어 이러한 결과가 발생된 것으로 생각된다.

근력 변화는 시기별에서만 유의한 차이가 있었다. 최근 키네시오 테이핑 관련 메타분석 결과 테이핑 적용이 근육의 힘을 증가시키지 않는다고 하였고,³⁹ Lemos 등⁴⁰은 키네시오 테이핑은 개인의 근활동을 용이하게끔 보완적인 도구로만 설계되어 근력의 이득은 발생하지 않는다고 하여 본 연구 결과와 비슷하였다. 근력은 최대 2주가 지나야만 회복이 된다.⁹ 하지만 본 연구의 시기별 변화량을 보면 KAG는 근력 감소는 NTG에 비해 적고 회복 기간도 72시간만에 초기 근력의

대부분을 회복한 것에 비해 NTG는 72시간이 지나도 초기 근력을 회복하지 못하였다. 이러한 변화는 상호작용이나 집단 간 변화는 없었지만 사전 테이핑 적용이 근육 손상을 최소화한 결과로 해석된다. 결과적으로 사전 키네시오 테이핑 적용은 DOMS의 증상인 운동 시 통증, 압통, 고유수용성 감각에 관여하는 근기능 손상과 회복속도에 영향을 미치며 테이핑 적용이 DOMS에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수가 있었다.

본 연구는 특정 연령대와 소수의 대상자를 이용하였고 생체 내(in vivo)연구를 밝히지 못하여 연구 결과를 일반화하기에는 무리가 있다. 하지만 키네시오 테이핑 적용이 DOMS에 미치는 효과는 긍정적으로 생각하며 DOMS 관련 기초 자료와 임상에서 DOMS 예방을 위한 중재 방법으로 유용할 것으로 생각된다. 후속 연구에서 대상자의 다변화와 본 연구에서 확인하지 못한 생체 내 변화와 생화학적, 형태학적 변화에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.

REFERENCES

- Hicks K, Onambélé G, Winwood K et al. Muscle damage following maximal eccentric knee extensions in males and females. *PLoS one*. 2016; 11(3):e0150848.
- Lima LC, Denadai BS. Attenuation of eccentric exercise-induced muscle damage conferred by maximal isometric contractions: a mini review. *Front Physiol*. 2015;6:300.
- Nosaka K, Lavender A, Newton M et al. Muscle damage in resistance training. *Int J Sport Health Sci*. 2003;1(1):1-8.
- Kisner C, Colby LA, Borstad J. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 7th ed. Philadelphia, FA. Davis Company, 2017.
- Radaelli R, Bottaro M, Wagner DR et al. Men and women experience similar muscle damage after traditional resistance training protocol. *Isokinet Exerc Sci*. 2014;22(1):47-54.
- Miller PC, Bailey SP, Barnes ME et al. The effects of protease supplementation on skeletal muscle function and DOMS following downhill running. *J Sports Sci*. 2004;22(4):365-72.
- McHugh MP, Connolly DA, Eston RG et al. Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Med*. 1999;27(3):157-70.
- Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness. *Sports Med*. 2003;33(2):145-64.
- Fridén J. Delayed onset muscle soreness. *Encyclopedia of Pain*, Springer, 2013:874-7.
- Kim SJ, Kim YN, Lee KH et al. The influences of cryotherapy and intermittent compression on experimental delayed onset muscle soreness. *J Kor Phy Ther*. 2001;13(3):653-64.
- Nelson N. Delayed onset muscle soreness: Is massage effective? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2013;17(4):475-82.
- Lee SY, Kim JY. The comparison of low intensity eccentric exercise and dynamic stretching on delayed onset muscle soreness. *JKAIS*. 2012; 13(10):4676-85.
- Yoon CK, Lee J. Prevention and treatment of muscle damage induced by eccentric muscle contraction. *Journal of Coaching Development*. 2005; 7:35-45.
- Cho NJ, Song SH. Effects of microcurrent delayed onset muscle soreness on creatine Kinase. *KSIM*. 2014;2(3):31-8.
- Guimaraes B, Barreto J, Martins A et al. The role of tecar therapy in the delayed onset muscle soreness and functional recovery. *Ann Phys Rehabil Med*. 2018;61:e75-6.
- Bae YS, Kim NS. The effect of Kinesio taping on delayed onset muscle soreness. *J Kor Phy Ther*. 2005;17(4):469-76.
- Murray H, Husk L. Effect of Kinesio™ taping on proprioception in the ankle. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001;31:A-37.
- Halseth T, McChesney JW, DeBeliso M et al. The effects of Kinesio™ taping on proprioception at the ankle. *J Sports Sci Med*. 2004;3(1):1-7.
- Park YN, Bae YS. Change of pain and breathing function following Kinesio taping of myofascial pain in sternocleidomastoid muscle. *J Kor Phy Ther*. 2014;26(5):302-7.
- Park SJ, Lee JH. Effect of joint mobilization and Kinesio taping on pain, range of motion, and knee function in patients with knee osteoarthritis. *J Kor Phy Ther*. 2016;28(5):279-85.
- Rojhani-Shirazi Z, Amirian S, Meftahi N. Effects of ankle Kinesio taping on postural control in stroke patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2015; 24(11):2565-71.
- Koseoglu BF, Dogan A, Tatli HU et al. Can Kinesio tape be used as an ankle training method in the rehabilitation of the stroke patients?. *Complement Ther Clin Pract*. 2017;27:46-51.
- Kase K, Wallis J, Kase T. *Clinical therapeutic applications of the Kinesio taping method*. 3rd ed. Albuquerque, Kinesio, 2003.
- Behm DG, Baker KM, Kelland R et al. The effect of muscle damage on strength and fatigue deficits. *J Strength Cond Res*. 2001;15(2):255-64.
- Wagner DR, Tatsugawa K, Parker D et al. Reliability and utility of a visual analog scale for the assessment of acute mountain sickness. *High Alt Med Biol*. 2007;8(1):27-31.
- Jung DY, Koh EK, Kwon OY et al. Effect of medial arch support on displacement of the myotendinous junction of the gastrocnemius during standing wall stretching. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(12):867-74.
- Mariana C, Carmen-Oana T. Massage versus kinesio taping possibilities to enhance the kinetic program in mechanically triggered neck pain. *Procedia Soc Behav Sci*. 2014;117:639-45.
- Goto K, Morishima T. Compression garment promotes muscular strength recovery after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2014; 46(12):2265-70.
- Halliwell B. Reactive species and antioxidants redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant physiol*. 2006;141(2):312-22.
- Chang HY, Chou KY, Lin JJ et al. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Phys Ther Sport*. 2010;11(4):122-7.
- Chen PL, Hong WH, Lin CH et al. Biomechanics effects of Kinesio taping for persons with patellofemoral pain syndrome during stair climbing. 4th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering. 2008;21:395-7.
- Hammer WI. *Functional Soft-Tissue Examination and Treatment by Manual Methods*. 3rd ed. Burlington, Jones & Bartlett Learning, 2007.
- Kahanov L. Kinesio taping®, part I: an overview of its use in athletes.

- Athl Ther Today. 2007;12(3):17-8.
34. Mahbobeh S, Alireza M, Soheila Y et al. Effects of myofascial release technique on pain and disability in patients with chronic lumbar disc herniation: a randomized trial. *Phys Med Rehab Kuror*. 2017;27(04): 218-25.
 35. Moraska AF, Hickner RC, Kohrt WM et al. Changes in blood flow and cellular metabolism at a myofascial trigger point with trigger point release (ischemic compression): a proof-of-principle pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(1):196-200.
 36. Sung NK. Analysis and experiment of repetitive measurement. *Paju, Free Academy*, 1997:113.
 37. Choi KH, Nam SN. Effects of the eccentric exercise induced delayed muscle soreness on proprioception, muscle strength and muscle fatigue. *J Korea Soc Phys Ther*. 2004;16(3):176-91.
 38. Weerakkody N, Percival P, Morgan D et al. Matching different levels of isometric torque in elbow flexor muscles after eccentric exercise. *Experimental brain research*. *Exp Brain Res*. 2003;149(2):141-50.
 39. Csapo R, Alegre LM. Effects of Kinesio[®] taping on skeletal muscle strength—a meta-analysis of current evidence. *J Sci Med Sport*. 2015; 18(4):450-6.
 40. Lemos TV, de Souza Júnior JR, dos Santos MGRD et al. Kinesio taping effects with different directions and tensions on strength and range of movement of the knee: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2018;22(4):283-90.