

근육 횡방향 테이핑에 의한 α -운동 신경원 흥분 변화

김종순 · 김난수 · 이현옥

부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Change of α -motor Neuron Excitability by Taping Across a Muscle

Jong-soon Kim, PT, PhD, Nan-soo Kim, PT, PhD, Hyun-ok Lee, PT, PhD

Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

<Abstract>

Purpose : The application of tape to modulation of pain and muscular excitability has become common clinical practice among musculoskeletal physical therapy. However, the techniques of the tape application has been relied on empirical evidence in preference to the neurophysiological evidence. Thus, the mechanism of taping has to be elucidated further. The aim of this study was to determine whether elastic and non-elastic taping across a muscle does indeed change α -motor neuron excitability.

Methods : The study was performed on 10 neurologically healthy adults. Two different types of tape were applied to skin overlying gastrocnemius. The elastic tape stretched up to 120% of its original length but non-elastic tape didn't stretched up of its original length. The tape applied across the direction on thickest part of the gastrocnemius. The α -motor neuron excitability of the gastrocnemius was assessed using the gastrocnemius H-reflex. The amplitude of the M-wave and H-reflex were measured across three conditions: before tape application, with tape and with the tape removed.

Results : No significant changes of the excitability of the α -motor neuron were obtained across three condition, either in the elastic and non-elastic tape.

Conclusion : From the results, I could come to the conclusion that further clinical work will be required.

Key Words : α -motor neuron, H-reflex, M-wave, Taping

I. 서 론

피부로부터의 구심성 감각 입력은 증추에 전달되

어 원심성 반사 활동에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데(Jenner와 Stephens, 1982) 손상이 발생하게 되면 말초의 고유수용기로부터 비정상적인 구심

교신저자 : 이현옥, E-mail: holee@cup.ac.kr

논문접수일 : 2010년 09월 28일 / 수정접수일 : 2010년 11월 01일 / 게재승인일 : 2010년 11월 05일

성 신호가 척수로 들어가 a -운동 신경원 활성화와 같은 분절신경원의 활동을 증가시키고 이로 인해 반사적인 근육의 과긴장을 발생시키게 되며 이후 활성화된 근육으로부터의 입력 신호는 척수로 다시 들어가 되먹임고리(feedback loop)를 악화시키게 된다(Korr, 1975). 즉, 중추로 전달된 통증 신호는 근육의 과긴장을 발생시키고 근육의 과긴장은 말초의 모세혈관을 압박하게 된다. 말초의 모세혈관 압박은 손상 부위의 치유를 지연시켜 통증을 더 발생시키게 되고 이러한 통증은 다시 중추로 전달되어 근육의 과긴장을 더욱 심화시키는 통증-근육경축-통증이라는 부정적인 회로를 만들어내게 된다. 따라서 이러한 부정적인 통증 악화 회로를 조기에 차단하는 것이 통증 치료에 중요한 과제이며 통증 악화 회로 차단의 실패는 차후 심리적인 요인들과 결합하게 될 뿐 아니라 유해수용성 신호가 중단된 이후에도 근 긴장도가 지속되는 중추감작화(central sensitization)가 나타나게 되어(Woolf, 1995; Pokett, 1995) 통증은 급성의 경우와 전혀 다른 양상을 보이게 된다.

따라서 통증의 만성화로의 진행을 막기 위해서는 근육의 과긴장을 제거하는 노력이 수반되어야 한다. 근육의 긴장도를 변화시키기 위한 의학적 노력은 여러 가지 방법들을 제안해오고 있는데 크게 진통제, 항염증제 그리고 근육 이완제 등의 약물과 전기 자극, 열과 냉의 적용 그리고 근육의 이완을 목적으로 하는 여러 가지 수기적인 방법 등의 물리치료적 방법들로 나눌 수 있다. 이러한 물리치료적 방법들 중 최근 입상은 물론 일상에서도 흔하게 접하게 되는 방법이 탄력성이나 비탄력성의 테이프를 과긴장된 근육에 직간접적으로 적용하는 테이핑 방법이다. 테이핑이란 접착력을 가진 테이프를 근육에 부착시켜 근육의 긴장도를 조절하고 정상적인 신체활동의 회복을 유도하는 중재법으로 1920년대 미국과 유럽의 정골요법에서 이용된 것을 효시로 1970년대 일본에서 Kenzo Kase에 의해 탄력성 테이프의 형태로 고안되어 널리 사용되어 왔으며(García-Muro 등, 2010) 일본을 통해 우리나라에 소개된 이래 근골격계 질환에 흔하게 사용되는 방법이다. 가장 많이 알려져 있는 테이핑의 효과로는 과 흥분된 근육의 억제, 비활성화 된 협력근의 촉진, 고유수용성 감각

의 조장, 통증의 감소, 그리고 흥분된 신경조직의 부하 제거 등이 보고되어 오고 있다(Host, 1995; Morrissey, 2000).

그러나 테이핑으로 인한 피부로 부터의 구심성 입력이 운동신경원의 출력을 바꾼다고는 하나(Macgregor 등, 2005; McNair와 Heine, 1999; Simoneau 등, 1997) 테이핑의 정확한 신경생리학적 기전은 아직까지 명확히 알려져 있지 않다. 주로 테이핑 적용에 의한 연구를 통해 가설이 제시되고 있으며 다소 경험적이기는 하나 근육의 긴장도를 촉진시키기도 하고 억제시키기도 하는 것으로 알려져 있다(Alexander 등, 2003). 그러나 이러한 근육 긴장도의 촉진과 억제에 관한 실험적 연구들의(Alexander 등, 2003, 2008; Morrissey, 2000; Smith 등, 2009; Tobin과 Robinson, 2000) 결과는 서로 상반되게 보고되고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 테이프를 인체 근육에 적용하여 근육의 흥분성 수준을 변화시킬 수 있는지 여부를 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 설계 및 대상

본 연구는 유사 실험 연구로서 테이핑 적용 전과 테이핑 적용 시 그리고 테이핑 제거 후 a -운동 신경원의 흥분성 정도를 비교 분석하는 전후 조사 실험 설계에 기초하여 설계하였다. 본 연구는 C대학교에 재학중인 근골격계 질환 관련 과거력이 없는 건강한 20대 남성 피검자 10명을 대상으로 연구를 실시하였다. 실험에 참여한 피검자들의 평균 연령은 24.2세, 평균 신장은 173.7cm, 평균 체중은 69.8kg 이었다.

2. 연구 도구 및 측정방법

1) 테이프의 부착

테이프는 탄력성 테이프와 비탄력성 테이프 2종류를 사용하였다. 먼저, 피검자들을 검사용 테이블에 복와위로 엎드리게 하여 비복근 근복 중앙부의 직경을 줄자로 측정한 다음 탄력 테이프는 테이프

를 120%로 늘렸을 경우 비복근 근복 중앙부의 직경과 일치하도록 길이를 계산한 후 테이프를 잘라 비복근 근복 중앙부를 가로지르도록 부착하였다. 비탄력 테이프는 비복근 근복 중앙부의 직경과 일치하도록 자른 다음 탄력 테이프와 같은 방법으로 부착하였다.

2) α -운동 신경원의 흥분도 측정

α -운동 신경원의 흥분성 정도는 Hoffman 반사를 이용하였다. Hoffmann 반사는 척수 운동 신경원의 흥분과 억제를 관찰하는데 유용한 검사로서 Hoffmann 반사의 진폭은 척수 운동 신경원의 흥분과 억제 정도를 반영한다(Dishman과 Burke, 2003; Frijns 등, 1997). 즉, Hoffmann 반사 진폭의 증가는 운동 신경원 저장소(motor neuron pool)의 흥분을 의미하고 진폭의 감소는 운동 신경원 저장소의 억제를 의미한다(Leonard, 1998). Hoffmann 반사를 얻기 위한 전기 자극은 정중 슬와근 주름(midpopliteal crease)에서 후경골 신경을 양극성 전극을 이용하여 자극하였다. 자극은 1Hz의 자극 주파수를 정방향으로 하여 자극하였으며 자극 빈도는 2초당 1회로 하였고 저역통과 필터링(low-pass filtering) 10KHz, 고역통과 필터링(high-pass filtering) 5Hz, 민감도 5,000mV, 그리고 소인 속도(sweep speed)는 5ms로 설정하였다.

Hoffmann 반사의 전극 부착 부위는 환자를 복와위로 눕힌 후 기록 전극(active electrode)은 슬관절에서 경골 내측면을 이분하여 그 중간 지점과 내과의 끝을 연결한 선을 그어, 이 선의 정중앙부에서 경골능(tibia crest)의 바로 내측 비복근에 부착하였고 기준 전극(reference electrode)은 아킬레스 건 위에 부착하였으며 접지 전극(ground electrode)은 자

극 전극과 기록 전극 사이에 부착하였다. Hoffmann 반사와 M-파의 획득은 전기 자극 강도를 서서 증가시켜 최대 Hoffmann 반사를 구한 후 다시 강도를 증가시켜 최대 M-파를 구하였다. Hoffmann 반사 최대 진폭대 M-파 최대 진폭비(Hmax/Mmax ratio)는 두 개의 활동전위에 대한 각각의 최대치의 비율로 측정하였으며 각각의 진폭 측정은 양극정점(positive peak)에서 음극정점(negative peak)까지로 하였다.

3. 통계 처리

연구 과정에서 수집된 자료는 부호화한 후 자료 처리는 유의 수준 α 를 0.05로 하여 통계 패키지 SPSS for Windows(ver. 17.0)를 이용하여 분석하였다. 먼저 피검자들의 일반적 특성은 평균 및 표준편차를 산출하였으며 테이핑 적용 전, 테이핑 적용 시, 그리고 테이핑 제거 후 이들로부터 수집된 자료를 바탕으로 비복근 α -운동 신경원 흥분도 정도 차이를 비교하기 위해 일원배치 반복측정 분산분석(one-way repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 테이핑 적용 여부에 따른 조건별 차이 분석은 대비검정(contrast test)을 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 탄력 테이핑에 의한 H-파 최대 진폭 변화

탄력 테이핑 적용 유무에 따른 H-파의 최대 진폭 변화 추이는 다음과 같다(Table 1). 테이핑 적용 전 진폭은 4.35mV, 테이핑 적용 중의 경우는 3.94mV,

Table 1. Changes of maximum H-reflex amplitude by elastic taping (mV)

	Pre	With tape	Tape removed
Mean±SD	4.35±2.39	3.94±2.29	4.78±3.07
Conditions	Type III SS	MS	p
Pre~Tape removed	3.52	3.09	0.44
Contrast test	Type III SS	MS	p
Pre vs. With tape	1.68	1.68	0.63
With tape vs. Tape removed	7.05	7.05	0.37

Table 2. Changes of maximum H-reflex amplitude by non-elastic taping (mV)

	Pre	With tape	Tape removed
Mean±SD	3.94±2.10	4.31±2.37	4.50±2.64
Conditions	Type III SS	MS	p
Pre~Tape removed	1.43	1.20	0.31
Contrast test	Type III SS	MS	p
Pre vs. With tape	1.20	1.20	0.16
With tape vs. Tape removed	0.32	0.32	0.58

그리고 테이프를 제거한 다음 측정된 결과는 4.78mV 이었다. 이들 결과의 적용 시기에 따른 변화율은 의미 있는 변화가 없었으며(p>.05) 각 시기별 대비 검정에서도 유의한 차이가 없었다(p>.05).

2. 비탄력 테이핑에 의한 H-파 최대 진폭 변화

비탄력 테이핑 적용 유무에 따른 H-파의 최대 진폭 변화 추이는 다음과 같다(Table 2). 테이핑 적용 전 진폭은 3.94mV, 테이핑 적용 중의 경우는 4.31mV, 그리고 테이프를 제거한 다음 측정된 결과는 4.50mV이었다. 이들 결과의 적용 시기에 따른 변화율은 의미 있는 변화가 없었으며(p>.05) 각 시

기별 대비 검정에서도 유의한 차이가 없었다(p>.05).

3. 탄력 테이핑에 의한 M-파 최대 진폭 변화

탄력 테이핑 적용 유무에 따른 M-파의 최대 진폭 변화 추이는 다음과 같다(Table 3). 테이핑 적용 전 진폭은 26.89mV, 테이핑 적용 중의 경우는 27.70mV, 그리고 테이프를 제거한 다음 측정된 결과는 28.61mV이었다. 이들 결과의 적용 시기에 따른 변화율은 의미 있는 변화가 없었으며(p>.05) 각 시기별 대비 검정에서도 유의한 차이가 없었다 (p>.05).

Table 3. Changes of maximum M-wave amplitude by elastic taping (mV)

	Pre	With tape	Tape removed
Mean±SD	26.89±7.24	27.70±4.72	28.61±4.26
Conditions	Type III SS	MS	p
Pre~Tape removed	14.80	7.40	0.63
Contrast test	Type III SS	MS	p
Pre vs. With tape	6.56	6.56	0.67
With tape vs. Tape removed	8.28	8.28	0.63

Table 4. Changes of maximum M-wave amplitude by non-elastic taping (mV)

	Pre	With tape	Tape removed
Mean±SD	25.88±5.94	27.24±3.96	28.20±4.30
Conditions	Type III SS	MS	p
Pre~Tape removed	24.27	20.45	0.19
Contrast test	Type III SS	MS	p
Pre vs. With tape	16.53	16.53	0.21
With tape vs. Tape removed	8.21	8.21	0.24

4. 비탄력 테이핑에 의한 M-파 최대 진폭 변화

비탄력 테이핑 적용 유무에 따른 M-파의 최대 진폭 변화 추이는 다음과 같다(Table 4). 테이핑 적용 전 진폭은 25.88mV, 테이핑 적용 중의 경우는 27.24mV, 그리고 테이프를 제거한 다음 측정된 결과는 28.20mV이었다. 이들 결과의 적용 시기에 따른 변화율은 의미 있는 변화가 없었으며($p>.05$) 각 시기별 대비 검정에서도 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

5. 탄력 테이핑에 의한 H-파 최대 진폭과 M-파 최대 진폭의 진폭 비 변화 비교

탄력 테이핑 적용 유무에 따른 H-파의 최대 진폭과 M-파의 최대 진폭 비 변화 추이는 다음과 같다(Table 5). 테이핑 적용 전 진폭 비는 16.55%, 테이핑 적용 중의 경우는 14.51%, 그리고 테이프를 제거한 다음 측정된 결과는 16.88%이었다. 이들 결과의 적용 시기에 따른 변화율은 의미 있는 변화가 없었으며($p>.05$) 각 시기별 대비 검정에서도 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

6. 비탄력 테이핑에 의한 H-파 최대 진폭과 M-파 최대 진폭의 진폭 비 변화 비교

비탄력 테이핑 적용 유무에 따른 H-파의 최대 진폭과 M-파의 최대 진폭 비 변화 추이는 다음과 같다(Table 6). 테이핑 적용 전 진폭 비는 15.97%이었으며 테이핑 적용 중의 경우는 16.13%이었다. 그리고 테이프를 제거한 다음 측정된 결과는 15.99%이었다. 이들 결과의 적용 시기에 따른 변화율은 의미 있는 변화가 없었으며($p>.05$) 각 시기별 대비 검정에서도 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

IV. 고 찰

테이프의 작용 기전에 관한 신경생리학적 논란에도 불구하고 테이프는 오랜 기간 동안 다양한 근골격계 질환의 치료와 예방을 위해 물리치료사들 사이에서 사용되어져오고 있는데(Alexander 등, 2008) 주로 통증의 억제(McConnell, 2002; O'Leary 등, 2002)나 근육 활동의 변조(Ackermann 등, 2002; Alexander 등, 2003, 2008; Cools 등, 2002) 등에 관한 연구들이 많이 이루어지고 있다. 그러나 근육에

Table 5. Changes of Hmax / Mmax ratio by elastic taping

(unit : %)

	Pre	With tape	Tape removed
Mean±SD	16.55±7.91	14.51±8.02	16.88±10.61
Conditions	Type III SS	MS	p
Pre~Tape removed	33.02	26.37	0.58
Contrast test	Type III SS	MS	p
Pre vs. With tape	41.86	41.86	0.53
With tape vs. Tape removed	56.17	56.17	0.51

Table 6. Changes of Hmax / Mmax ratio by non-elastic taping

(unit : %)

	Pre	With tape	Tape removed
Mean±SD	15.97±8.50	16.13±8.34	15.99±8.62
Conditions	Type III SS	MS	p
Pre~Tape removed	0.13	0.10	0.95
Contrast test	Type III SS	MS	p
Pre vs. With tape	0.21	0.21	0.91
With tape vs. Tape removed	0.17	0.17	0.85

적용한 테이프에 의해 근육 활동의 변화에 대한 연구 결과를 살펴 보면 근육의 횡방으로 적용한 경우 근육 활동이 억제 되었다는 보고(Tobin과 Robinson, 2000)와 유의한 변화가 없었다는 보고(Alexander 등, 2008) 그리고 오히려 근육의 주행 방향으로 부착한 경우 근육 활동의 억제가 있었다는 보고가(Alexander 등, 2003, 2008) 있는 등 그 결과가 서로 상반되게 보고되고 있어 이에 대한 보다 심도 있는 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

이에 본 연구는 탄력성 테이프와 비탄력성 테이프를 비복근의 횡방상으로 부착하여 이러한 테이프의 부착이 근육 작용에 관여하는 α -운동 신경원의 흥분성에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보하고자 하였다.

본 연구에서는 α -운동 신경원의 흥분 정도를 Hoffmann 반사의 H-파와 M-파의 진폭과 진폭비를 근거로 판단하였는데 H-파와 M-파 진폭비의 증가는 α -운동 신경원의 흥분 증가를 의미하고 진폭비의 감소는 α -운동 신경원의 흥분 감소를 의미한다.

본 연구에서 M-파의 최대 진폭은 탄력 테이프를 적용하기 전 26.89mV, 탄력 테이프를 적용한 경우 27.70mV 그리고 탄력 테이프를 제거한 후에는 28.61mV로 나타나 변화율에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 비탄력 테이프의 경우도 테이프를 적용하기 전에는 25.88mV 테이프를 적용한 경우 27.24mV 그리고 테이프를 제거한 경우 28.20mV로 나타나 별다른 변화를 보이지 않는 것으로 나타났으며 테이프 적용 시점별 대비 검정에서도 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 비록 Lagerquist 등(2005)은 전기 자극 후 M-파의 진폭 증가를 보고하고 있으나 근육에 여러 물리치료적 중재를 적용한 후 M-파의 변화 양상을 살펴본 여러 선행 연구들(Alexander 2003, 2008; Hardy 등, 2002; Leonard 등, 1998; Cheng 등, 1998)에서 M-파의 변화가 관찰되지 않았다는 보고와는 일치하는 결과이다. 따라서 Hoffmann 반사의 M-파는 외부 요인의 영향에도 불구하고 비교적 일정하게 유지되는 것으로 사료된다.

H-파 최대 진폭의 경우, 탄력 테이프를 적용하기 전 4.35mV, 탄력 테이프를 적용한 경우 3.94mV 그리고 탄력 테이프를 제거한 후에는 4.78mV로 나타

나 변화율에 유의한 변화를 보이지 않았다. 비탄력 테이프의 경우도 테이프를 적용하기 전에는 3.94mV 테이프를 적용한 경우 4.31mV 그리고 테이프를 제거한 경우 4.50mV로 나타나 변화율에는 별다른 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으며 테이프 적용 시점별 차이도 나타나지 않았다. 또한 Table 5와 6에 제시한 바와 같이 탄력 테이프를 적용한 경우, H-파 최대 진폭과 M-파 최대 진폭의 진폭 비에서도 유의한 차이가 나타나지 않았으며 비탄력 테이프를 적용한 경우도 H-파 최대 진폭과 M-파 최대 진폭의 진폭 비에 유의한 차이가 없었다.

이러한 연구결과는 하퇴삼두근에 솔질을 하는 동안 H-파의 진폭이 감소하였다는 보고(Wood 등, 1998) 그리고 하퇴삼두근에 적용한 마사지에 의해 H-파의 감소가 있었다는 연구(Morelli 등, 1998)와는 차이가 있었다. 또한 근육 횡방향 테이핑에 의해 근육 활동의 억제가 있었다는 연구(McCarthy Persson 등, 2009; Smith 등, 2009), 근육의 주행 방향을 따라 테이프를 적용한 결과 H-반사의 억제가 관찰되었다는 선행 연구들(Alexander 등, 2003; O'Leary 등, 2002) 그리고 근육의 주행 방향을 따라 테이프를 적용하는 경우 근육의 흥분을 촉진 시킬 수 있다고 주장한 연구(Morrissey, 2000)와도 차이를 보였다.

그러나 다른 선행 연구들(Cools 등, 2002; Janwan-tanakul과 Gaogasigam, 2005; Greig 등, 2008; Ng, 2005)에서는 근육을 촉진억제한다고 알려진 방법대로 테이프를 부착한 후 근전도로 근육의 활성 정도를 테이프를 부착하지 않은 상태와 비교한 결과 근육의 활성도에는 아무런 변화가 없었다고 보고하였으며 Alexander 등(2008)도 근육의 횡방상으로 테이프를 부착한 경우 α -운동 신경원의 흥분성에는 아무런 변화가 없었다고 보고하여 본 연구와 일치하는 연구 결과를 보고하였다.

테이프 적용을 통해 고려할 수 있는 근육의 흥분성 변화를 발생 시킬 수 있는 가능 기전은 첫째, 고유수용기에 미치는 영향이다. 근방추의 관점에서 근육의 주행 방향으로 테이프를 부착한 경우 테이프는 근육을 짧아지게 만들고 이로 인해 추내근 섬유를 짧아지게 만들뿐 아니라 근 방추(muscle spindle)에 부하를 줄여주게 되며 이러한 추내근 섬유 내

변화는 결국 긴장성 방전률(tonic discharge rate)의 감소를 초래하여 α -운동 신경원의 흥분을 감소시킬 수 있을 것이다(Alexander 등, 2008). 골지건 기관(Golgi tendon organ)의 경우는 근육의 주행 방향대로 테이프를 부착하는 경우 근육을 근복 중심부 쪽으로 당겨지게 만들고 이렇게 당겨진 근육은 건부위에 있는 골지건 기관을 자극하여 자가억제(auto-genic inhibition)에 의한 근육의 이완을 유도 할 수 있을 것으로 여겨진다. 둘째는 실험적으로 검증되지는 않았으나 심리적인 영향도 고려 가능한 기전으로 제시되고 있다(Smith 등, 2009). 아울러 본 연구에서는 20대 건강한 피검자를 대상으로 하여, 흔히 임상에서 테이핑 적용의 사례에 해당하는 근육 긴장도 변화 문제를 가진 경우와는 다른 상황의 연구이므로 상기 연구 결과를 일반화하기에는 어려움이 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 결과 탄력 테이프와 비탄력 테이프를 이용하여 근육을 가로지르는 횡방향성 테이프 적용 후 측정된 H-파 및 M-파의 최대 진폭과 이들 H-파와 M-파 최대 진폭 비는 유의한 차이가 없었다. 따라서 근육 횡방향성 테이핑은 근방추나 골지건 기관과 같은 고유수용기들을 자극하기에 적합한 방법이 아닌 것으로 사료된다. 그러나 테이핑에 의한 α -운동 신경원의 흥분 변화 여부는 전술한 고찰의 가능 기전에 대한 직접적인 연구의 진행이 필요하며 테이프의 부착 방법이 다양하게 임상에서 적용되고 있으므로 이들 여러 테이핑 방법의 직접적인 적용 후 α -운동 신경원의 흥분 변화에 대한 보다 세밀한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Ackermann B, Adams R, Marshall E. The effect of scapula taping on electromyographic activity and musical performance in professional violinists. *Aust J Physiother.* 2002;48(3):197-203.
Alexander CM, Stynes S, Thomas A et al. Does

tape facilitate or inhibit the lower fibers of trapezius?. *Man Ther.* 2003;8(1):37-41.

Alexander CM, McMullan M, Harrison PJ. What is the effect of taping along or across a muscle on motorneuron excitability? A study using triceps surae. *Man Ther.* 2008;13(1):57-62.

Cheng J, Brooke JD, Misiaszek JE et al. Crossed inhibition of the soleus H reflex during passive pedalling movement. *Brain Res.* 1998;779(1-2):280-4.

Cools AM, Witvrouw EE, Danneels LA et al. Does taping influence electromyographic muscle activity in the scapular rotators in healthy shoulders?. *Man Ther.* 2002;7(3):154-62.

Dishman JD, Burke J. Spinal excitability changes after cervical and lumbar spinal manipulation: a comparative study. *Spine J.* 2003;3(3):204-12.

Frijns CJ, Laman DM, van Duijn MA et al. Normal values of patellar and ankle tendon reflex latencies. *Clin Neurol Neurosurg.* 1997;99(1):31-6.

García-Muro F, Rodríguez-Fernández AL, Herrero-de-Lucas A. Treatment of myofascial pain in the shoulder with Kinesio taping. A case report. *Man Ther.* 2010;15(3):292-5.

Greig AM, Bennell KL, Briggs AM et al. Postural taping decreases thoracic kyphosis but does not influence trunk muscle electromyographic activity or balance in women with osteoporosis. *Man Ther.* 2008;13(3):249-57.

Hardy SG, Spalding TB, Liu H et al. The effect of transcutaneous electrical stimulation on spinal motor neuron excitability in people without known neuromuscular diseases: the roles of stimulus intensity and location. *Phys Ther.* 2002;82(4):354-63.

Host HH. Scapular taping in the treatment of anterior shoulder impingement. *Phys Ther.* 1995;75(9):803-12.

Janwantanakul P, Gaogasigam C. Vastus lateralis and vastus medialis obliquus muscle activity during

- the application of inhibition and facilitation taping technique. *Clin Rehabil.* 2005;19(1):12-9.
- Jenner JR, Stephens JA. Cutaneous reflex responses and their central nervous pathways studied in man. *J Physiol.* 1982;333(1):405-19.
- Korr IM. Proprioceptors and somatic dysfunction. *J Am Osteopath Assoc.* 1975;74(7):638-50.
- Lagerquist O, Klakowicz PM, Baldwin ERL et al. M-wave and H-reflex amplitude increases during tetanic stimulation over triceps surae muscle. 10th Annual Conference of the International FES Society. 2005
- Leonard CT. The neuroscience of human movement. St. Louis. Mosby. 1998.
- Leonard CT, Diedrich PM, Matsumoto T et al. H-reflex modulations during voluntary and automatic movements following upper motor neuron damage. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1998;109(6):475-83.
- Macgregor K, Gerlach S, Mellor R et al. Cutaneous stimulation from patella tape causes a differential increase in vasti muscle activity in people with patellofemoral pain. *J Orthop Res.* 2005;23(2):351-8.
- McCarthy Persson U, Fleming HF, Caulfield B. The effect of a vastus lateralis tape on muscle activity during stair climbing. *Man Ther.* 2009;14(3):330-7.
- McConnell J. Recalcitrant chronic low back and leg pain-a new theory and different approach to management. *Man Ther.* 2002;7(4):183-92.
- McNair PJ, Heine PJ. Trunk proprioception: enhancement through lumbar bracing. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(1):96-9.
- Morrissey D. Proprioceptive shoulder taping. *J Bodyw Mov Ther.* 2000;4(3):189-94.
- Morelli M, Sullivan SJ, Chapman CE. Inhibitory influence of soleus massage onto the medial gastrocnemius H-reflex. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1998;38(2):87-93.
- Ng GY. Patellar taping does not affect the onset of activities of vastus medialis obliquus and vastus lateralis before and after muscle fatigue. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(2):106-11.
- O'Leary S, Carroll M, Mellor R et al. The effect of soft tissue deloading tape on thoracic spine pressure pain thresholds in asymptomatic. *Man Ther.* 2002;7(3):150-3.
- Pokett S. Spinal cord synaptic plasticity and chronic pain. *Anesth Analg.* 1995;80(1):173-9.
- Smith M, Sparkes V, Busse M, Enright S. Upper and lower trapezius muscle activity in subjects with subacromial impingement symptoms: is there imbalance and can taping change it?. *Phys Ther Sport.* 2009;10(2):45-50.
- Simoneau GG, Degner RM, Kramper CA et al. Changes in ankle joint proprioception resulting from strips of athletic tape applied over the skin. *J Athl Train.* 1997;32(2):141-7.
- Tobin S, Robinson G. The effects of McConnell's vastus lateralis inhibition taping technique on vastus lateralis and vastus medialis obliquus activity. *Physiother.* 2000;86(4):173-83.
- Wood L, Nicol DJ, Thulin CE. The effects of skin brushing on H reflex amplitude in normal human subjects. *Exp Physiol.* 1998;83(2):175-83.
- Woolf CJ. Somatic pain-pathogenesis and prevention. *Br J Anaesth.* 1995;75(2):169-76.