J Korean Soc Phys Ther Vol. 25, No. 1, February, 2013 pISSN 1229-0475 • eISSN 2287-156X

The Journal of Korean Society of Physical Therapy Original Article

Mulligan의 Sustained Natural Apophyseal Glides Mobilization이 만성 요통 환자의 요부근 활성도에 미치는 효과

김세윤[1], 김난수[2]

[1]부산가톨릭대학교 일반대학원 물리치료학과, [2]부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Effects of Mulligan's Mobilization with Sustained Natural Apophyseal Glides on the Paraspinal Muscle Activity of Subjects with Chronic Low Back Pain

Se-Yoon Kim[1], Nan-Soo Kim[2]

[1]Department of Physical Therapy, Graduate School, Catholic University of Pusan, [2]Department of Physical Therapy, College of Health Science, Catholic University of Pusan

Purpose: Low back pain occurs and frequently recurs in many people. An imbalance of paraspinal muscle activity can cause low back pain. Mulligan's concept of mobilizations with sustained natural apophyseal glides (SNAG) is a common method for treating low back pain. The purpose of this study was to investigate the effects of this method on paraspinal muscle activity in patients with chronic low back pain.

Methods: Twenty-one patients with low back pain participated in this study. Patients were classified using the Oswestry disability index. The subjects' paraspinal muscles were measured by surface electromyography both before and after the SNAG mobilization. We measured the root mean square value of the paraspinal muscles during lumbar flexion and extension.

Results: Paraspinal muscle activity in patients with chronic low back pain was different between the right and left sides. Importantly, paraspinal muscle activity significantly decreased after using the SNAG mobilization method.

Conclusion: This study shows a difference between paraspinal muscle activity in chronic low back pain patients and finds that the Mulligan's concept of SNAG mobilization is effective at reducing imbalances in paraspinal muscle activity in low back pain patients.

Keywords: Low back pain, Sustain natural apophyseal Glides, Electromyography

I. 서론

요통은 일반적으로 사람들이 많이 겪고 있는 질환으로서 치료하는 데 많은 비용이 들고 치료 후에도 재발하기 쉽다.[1] 요통은 지속적으로 반복되기 때문에 그들의 직장 생활이나 사회적 행위를 하는 데 있어 상당한 영향을 준다.[2] 특히 요통은 양쪽 요부 근육의 불균형이 증가함으로써 발생하고, 만성 요통을 가진 사람들은 지속적으로 사회 경제적인 부담을 가지게 된다.[3] 그러나 현재 만성 요통에 대하여 많은 치료 방법이 행해지고 있고, 새로운 치료 방법이 개발되고 있으나 통증이 다른 신체 기능의 이상을 초래하여 복합적인 기능 저하를 초래하기 때문에 요통의 재발 방지 및 완치가 어렵다.[4]

Received January 7, 2013 Revised January 28, 2013
Accepted February 8, 2013
Corresponding author Se-Yoon Kim, ksymcta@naver.com

Copyright © 2013 by The Korean Society of Physical Therapy
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

사람들은 어떤 형태로든 근육을 움직이며 활동한다.[5] 하지만 요통의 발생으로 통증이 지속되면 척추주위근의 약화와 운동량의 감소로 인해 근육의 크기가 작아진다.[6] 만성 요통과 같은 척추 질환은 보통 근전도 신호에 의해 증명이 되는 양쪽 요부근육 사이에 비정상적인 신경근 조절이 나타나는 것과 관련이 있다.[7] 만성 요통 환자들은 근경축으로 인해 요부 근육이 능동적으로 이완되지 못한다. 또한 움직임의 관절가동범위가 감소하게 되고, 과도한 신장반사나 손상된 구조물을 보호하려는 양상이 나타난다.[8] Roy 등[9]의 연구에서는 표면 근전도를 이용한 측정에서 요통 환자들은 왼쪽과 오른쪽 요부 근육의 불균형이 나타났다고 하였다. 또 다른 연구에서는 근전도를 이용하여 요통 환자와 건강한 사람이 체간 굴곡과 체간 신전을 수행하는 동안의 양쪽 요부 근육의 대칭성을 측정한 결과, 건강한 사람은 양쪽 요부 근육이 체간을 굴곡하고 신전하는 동안 대칭성을 보였고, 요통 환자는 양쪽 요부 근육이 비대칭성을 보였다고 하였다.[10]

도수치료는 물리치료의 분야 내에서 전문화된 영역으로서 미국뿐만 아니라 영국이나 아일랜드에서도 요통을 관리하는 데 가장 일반적으로 사용되는 접근 방법이다.[11] Mulligan[12]은 요통을 치료하는 데 적용하는 새로운 도수치료 기법을 제시하였고 이는 MWM (mobilization with movement) 또는 sustained natural apophyseal glides (SNAG) mobilization으로 잘 알려져 있다. Mulligan의 개념은 환자의 능동적인 움직임과 치료사의 수동적인 부가적 운동이 결합되었다는 점에서 새로운 개념의 도수치료 기법이라고 할 수 있다.[13] Mulligan 개념은 임상에서 흔히 사용되는 치료 기법으로, 영국에서는 물리치료사의 41%가 요통을 치료하기 위해 Mulligan 개념의 치료 기법을 적용한다.[14] 많은 물리치료사들이 요통을 치료하는 데 이 기법을 사용하고 있지만, SNAG mobilization을 중재로 한 연구는 많지 않다.

몇몇 연구들은 만성 요통 환자들이 동적인 활동을 할 때 나타나는 척추주위근의 근 활성도를 분석했는데, 그 결과는 논란이 많다.[15] Keller와 Colloca[16]의 연구에서는 척추주위근 활성도의 증진이 나타난 반면에, Lehman과 McGill[17]은 동적인 과제 동안에 척추 가동술 전후의 척추 주위근 활성도에는 변화가 없다고 발표하였다. 또 다른 선행 연구에서는 불특정 만성 요통 환자에게 고속 척추 가동술(high-velocity spinal manipulation)을 적용하고 그 급성 효과를 분석하기 위하여 중재를 적용하기 전과 후의 척추주위근 활성도를 측정하였다. 체간의 움직임을 3단계(완전 굴곡, 굴곡에서 신전, 완전 신전)로 나누어 측정한 결과 완전 굴곡 자세와 굴곡에서 신전으로 가는 동작에서 비정상적인 근 활성도가 감소하였다. 또한 flexion-relaxation ratio (FRR), extension-relaxation ratio (ERR), extension-flexion ratio (EFR)를 측정한 결과 FRR과 ERR에서 중재 전과 후에 유의한 차이가 있었다고 보고하였다.[15]

본 연구는 Mulligan의 SNAG mobilization이 만성 요통 환자의 척추주위근 활성도의 변화에 효과가 있을 것이라는 가설하에 설계되었다. 따라서 이 연구의 목적은 Mulligan의 SNAG mobilization이 만성 요통 환자의 척추주위근 활성도의 변화에 미치는 효과에 대해서 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 Y시에 소재한 C병원에서 외래로 물리치료를 받는 만성 요통환자 중 실험에 자발적으로 참여하는 데 동의한 21명을 무작위로 추출하였다. 연구대상을 선정하는 최초의 평가 척도로 오스웨스트리 장애지수를 사용하였다. 연구대상자의 선정 기준으로는 다음과 같다. 1) 환자의 나이가 20세 이상인 자, 2) 6개월 이상 하지의 통증을 포함하거나 포함하지 않는 요통을 경험한 자, 3) 요통 재발의 경험이 있는 자, 4) 다른 특정한 근골격계, 신경계 질환이 없는 자, 5) 실험에 자발적으로 참여한다고 동의한 자, 6) 실험자의 지시를 이해하고 수행할 수 있는 자. 제외 대상으로는 다음과 같다. 1) 실험에 방해가 될 수 있는 심리학적 장애 진단을 받은 자, 2) 감각 결손, 운동 마비와 같은 신경학적 징후가 있는 자, 3) 임신한 자. 연구 진행 중 대상자가 불편함을 느끼는 상황이 발생하거나 개인적 사유로 참여가 어려울 경우에는 언제든지 자발적으로 연구 참여를 중단할 수 있도록 공지하였다. 대상자 선정 과정에서 연구자의 의도와 관계없이 대상자 모두 오른손이 우세하였다.

본 연구는 부산가톨릭대학교 생명윤리위원회에서 IRB 승인을 받았다(CUPIRB-2012-004).

2. 연구방법과 절차

모든 연구대상자에게 오스웨스트리 장애지수 설문지를 이용하여 점수를 산출하였다. 중재 전 선 자세에서 체간을 굴곡하는 동안과 굴곡상태에서 체간을 신전하는 동안의 척추주위근 활성도를 측정하였다. 그리고 중재로 요통을 호소하는 분절에 SNAG mobilization을 적용한 직후에 다시 선 자세에서 체간을 굴곡하는 동안과 굴곡상태에서 체간을 신전하는 동안의 척추주위근 활성도를 측정하여 SNAG mobilization을 적용하기 전과 후의 척추주위근 활성도 차이를 살펴보았다.

3. 측정도구 및 방법

1) 오스웨스트리 장애지수(Oswestry disability index)

오스웨스트리 장애지수는 만성 요통 환자들의 기능상태를 평가하고 통증과 신체적 능력을 측정하는 자기 기입식 평가도구로서 그 신뢰도와 타당도가 높아 요통환자의 장애 정도를 평가하는 데 적절한 도구이다.[18] 오스웨스트리 장애지수 설문지는 총 10개의 항목으로 구성되어 있고 통증 정도, 개인 위생, 물건 들기, 걷기, 앉기, 서기, 수면, 성생활, 사회생활, 외출 등 10개의 항목에서 환자 본인이 느끼는 불편이나 장애 정도를 표시한다. 각 항목의 점수의 범위는 0 (문제 없음)에서 5 (불가능)까지이다. 점수는 '(항목별 점수의 합/총점)×100'으로 산출한다.[19] 본 연구에서는 Jeon 등[20]에 의해 번역된 한국어판 오스웨스트리 장애지수(Korean version of the Oswestry disability index, KODI)를 사용하였다. 선행 연구에서 보고된 한국어판 오스웨스트리 장애지수(KODI)의 신뢰성 계수는 0.9168이었고, test-retest의 신뢰성 계수는 0.9331이었다. 각 문항당 신뢰성 계수는 0.7 이상이었다.[20] 본 연구의 신뢰성 계수는 0.749이었다.

2) 척추주위근의 근 활성도

척추주위근의 활성도를 측정하기 위해 QEMG-4 (LXM 3204, Laxtha, Daejeon, Korea) 근전도 시스템을 사용하였고 수집된 자료를 분석하기 위해 근전도 소프트웨어 Telescan 3.03 (Laxtha)을 사용하였다. 근전도 신호의 표본 추출률은 1024 Hz이었고 20~500 Hz의 대역 필터(band pass filter)와 60 Hz의 노치필터(notch filter)를 사용하였다. 수집된 신호는 root mean sqare (RMS) 처리를 하였다. 전극을 붙이기 전에 전극의 피부저항을 줄이기 위해 전극 부착부위의 체모를 면도하고, 피부를 알콜 면봉으로 닦았다. 전극은 대상자의 L5-S1의 극돌기로부터 20 mm 외측의 양쪽 척추주위근의 근복에 부착했다. 대상자가 체간을 완전히 굴곡하는 동안 전극이 미끄러지는 것을 피하기 위해서 전극을 붙이는 동안에 대상자들의 체간을 굽힌 상태로 유지하도록 하고 전극을 붙였다. 근전도 검사는 바로 선 자세에서 체간을 굴곡할 때와 굴곡자세에서 체간을 신전할 때 측정하였다.[15]

3) SNAG mobilization

대상자는 바로 선 자세로 있는다. 치료사는 대상자의 뒤에서 환자와 함께 치료벨트를 두르고 환자가 통증을 느끼는 척추분절의 위쪽 척추의 극돌기 아래 부위에 한쪽 손의 척골연을 접촉시킨다. 그리고 치료사는 접촉한 극돌기를 상방으로 밀어주고 대상자는 요부를 능동적으로 굴곡시킨 후 다시 신전한다.[12] 1세트에 10회 반복으로 3세트를 실시하였다.[21]

4. 자료 분석

수집된 자료는 SPSS 12.0 ver. (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 만성 요통 환자의 양쪽 척추주위근 활성도의 차이는 독립 t-검정(independent t-test)로 분석하였고, 만성 요통 환자에게 SNAG mobilization을 중재하기 전과 중재한 후의 양쪽 척추주위근 활성도의 차이는 대응 t-검정(paired t-test)으로 분석하였다. 유의수준은 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 참여자는 총 21명으로 남자 16명(70%), 여자 5명(30%)이 참여하였고 구체적인 내용은 Table 1과 같다.

2. 만성 요통 환자의 좌우 척추주위근 활성도 비교

요부 굴곡 시 SNAG mobilization을 적용하기 전 좌우 척추주위근 활성도는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 요부 굴곡시 SNAG mobilization을 적용한 후 좌우 척추주위근 활성도는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 요부 신전시 SNAG mobilization을 적용하기 전 좌우 척추주위근 활성도는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 요부 신전 시 SNAG mobilization을 적용한 후 좌우 척추주위근 활성도는 유의한 차이가 있었다는 결과를 보였다($p<0.05$) (Table 2).

3. SNAGs 기법을 적용하기 전과 후의 좌우 척추주위근 활성도 차이 비교

요부 굴곡 시 SNAG mobilization을 적용하기 전과 후의 좌우 척추주위근 활성도의 차이는 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 요부 신전 시 SNAG mobilization을 적용하기 전과 후의 양쪽

Table 1. General characteristics of subjects (N=21)

Variable	Value
Gender (male/female)	21 (16/5)
Age (yr)	24.8±2.8
Height (cm)	175.1±7.8
Weight (kg)	72.9±10.0
Oswestry disability index score	26.4±6.0

Values are presented as number or mean±standard deviation.

Table 2. Comparison of paraspinal muscle activity between left and right in flexion and extension

Movement phase		Pre-intervention	t	p	Post-intervention	t	p
Flexion	Right	55.22±6.51	5.39	0.00*	50.90±4.71	3.95	0.00*
	Left	46.05±4.29			45.83±3.55		
Extension	Right	87.83±15.80	4.63	0.00*	81.46±13.15	4.46	0.00*
	Left	65.38±15.63			63.03±13.60		

*p<0.05.

Table 3. Comparison of differences in both paraspinal muscle activity between pre- and post-intervention

Movement phase	Pre-diffefence	Post-difference	t	p
Flexion	11.30±6.62	6.32±3.11	2.99	0.01*
Extension	24.29±8.65	19.00±8.62	2.95	0.01*

*p<0.05.

척추주위근 활성도의 차이는 유의하게 감소하였다($p<0.05$) (Table 3).

Ⅳ. 고찰

최근에 근전도 측정을 통해 근육의 기능과 만성 요통이 강력한 연관성이 있다는 연구결과들이 보고되고 있다. Roy 등[9]은 근육이 비대칭적으로 수축하는 패턴이 요추에 가해지는 비대칭적인 부하와 관련이 있다고 발표하였다. Finneran 등[7]의 연구는 요통 환자는 비대칭적이거나 비정상적인 요부 근육의 표면 근전도 패턴이 나타난다는 연구결과를 뒷받침한다. Finneran 등[7]은 또한 Large-Array 표면 근전도를 이용하여 요통이 없는 실험군과 요통이 있는 실험군의 요부 근육의 활성도를 바로선 자세, 20° 굴곡한 자세, 무게가 있는 물체를 들고 바로 선 자세에서 각각 비교하였는데, 요통이 없는 실험군에서는 요부 근육의 기능이 대칭적으로 나타난 반면에 요통이 있는 실험군에서는 요부 근육의 기능이 비대칭적으로 나타났다고 발표하였다. 또 다른 선행 연구에서는 표면 근전도를 이용한 객관적인 측정을 통하여 요통 환자에게 발생하는 통증이 생리학적인 영향과 관련이 있다는 것을 증명하였다.[22] Oddsson과 De Luca[22]는 검사를 통증이 있는 아급성기 요통 환자들과 만성 요통 환자들이 대칭적인 체간 신전을 하는 동안 근육의 생리학적 손상을 반영하는 특정한 근 활성도의 불균형이 나타났다고 보고했다. 그리고 이러한 RMS 진폭의 불균형은 요부에서 가장 현저하게 나타난다고 발표했다. 이러한 선행 연구들의 결과는 요통 환자에게 척추주위근의 비대칭성이 있다는 본 연구의 결과와 일치한다.

본 연구에서는 SNAG mobilization이 만성 요통 환자의 척추주위근 활성도에 미치는 효과를 알아보기 위해 20~30대의 요통이 있는 환자 21명을 대상으로 바로 선 자세에서 체간을 굴곡하는 동안과 굴곡 상태에서 체간을 신전하는 동안에 SNAG mobilization을 적용하기 전과 적용한 후의 양쪽 척추주위근 활성도를 비교하여 그 차이값을 측정하였다. 그 결과 선 자세에서 체간을 굴곡하는 동안 양쪽 척추주위근 활성도의 차이는 중재 후에 유의하게 감소하였고, 굴곡 상태에서 체간을 신전하는 동안 양쪽 척추주위근 활성도의 차이 역시 유의하게 감소하였다. 이는 앞서 요통 환자에게 척추가동술을 적용하여 척추주위근 활성도의 변화를 관찰한 Bicalho 등[15]과 Keller와 Colloca[16]의 연구 결과와도 일치한다고 볼 수 있다. 특히 Bicalho 등[15]의 연구에서는 양쪽 요부근 활성도의 차이가 감소함으로써 통증이 감소하였고 관절가동범위가 증가하였음을 보고하였다. Neblett 등[23]은 만성 요통 환자를 대상으로 기능적 회복 프로그램에서 표면 근전도 보조 스트레칭(surface electromyography assist-stretching)을 이용한 바이오피드백 치료 프로토콜(biofeedback treat protocol)을 중재한 실험군, 기능적 회복만 중재한 실험군, 통증이 없는 대조군의 요부 굴곡 관절가동범위, 최대 수의적 굴곡 표면 근전도(maximum voluntary flexion surface electromyography)를 각각 측정하여 비교하였다. 그 결과 치료 후에 기능적 회복만 중재한 실험군은 최대 수의적 굴곡 표면 근전도와 관절가동범위 측정에서 통증이 없는 정상인 대조군과 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이가 있었지만, 표면 근전도 보조 스트레칭을 중재한 실험군은 대조군과 비교하여 굴곡-이완을 포함한 모든 측정에서 치료 후 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 또 다른 선행 연구에서도 척추 가동술이 비정상적으로 과민한 척추주위근 활성도가 나타나는 몇몇 요통 환자들에게 즉각적으로 이로운 효과가 있다는 연구 결과를 보고하였다.[24] 이는 요통이 비정상적인 척추주위근 활성도와 관련이 있고, 비정상적인 근 활성도를 회복하였을 때 요통이 감소되었다는 본 연구의 내용과

일치한다.

한편, 앞서 말한 Bicalho 등[15]은 불특정 만성 요통 환자에게 고속 척추 가동술(high-velocity spinal manipulation)을 적용하였을 때 바로 선 자세에서 체간을 굴곡하는 동안과 굴곡 상태에서 체간을 신전하는 동안에 양쪽 척추주위근 활성도의 차이는 유의하게 감소하였지만, 바로 선 자세에서 굴곡으로 가는 동안에는 중재 전과 후의 유의한 차이가 없었다고 하였다. Lehman과 McGill[17] 또한 동적인 과제를 수행할 때 척추 가동술을 적용하기 전과 후의 근 활성도를 비교하였으나 유의한 차이를 발견하지 못하였다. Lehman[25]은 대부분의 가동술이 빠른 속도와 작은 진폭으로 미는 것으로 치료사의 손으로 행해지는데, 이러한 형태의 힘의 전달로는 근 활성도의 변화를 나타낼 수 있는 조건이 되지 않는다고 하였다. 이는 중재 방법에서 다소 차이가 있기 때문인 것으로 사료된다. 선행 연구들에서 사용된 중재는 환자의 능동적인 움직임이 없이 정적인 자세를 유지한 상태에서 중재가 오직 치료사에 의해 수동적으로 주어진 반면에 본 연구에서 사용한 SNAG mobilization은 바로 선 자세에서 굴곡하는 동안에도 환자의 능동적인 움직임과 치료사의 수동적인 기술이 복합적으로 작용하였다. 그렇기 때문에 본 연구에서 사용한 SNAG mobilization의 특징이라고 할 수 있는 환자의 능동적인 움직임과 치료사의 수동적인 치료 중재가 정적인 자세에서만 수행하는 치료기법들에서 나타나는 미흡한 부분을 보완해줄 수 있을 것이라 사료된다.

본 연구는 중재의 효과가 얼마나 지속되는지 확인하지 못한 점은 본 연구의 제한점으로 남는다. 그러나 본 연구는 실험에 참여한 만성 요통 환자들에게 일회적으로 SNAG mobilization을 적용한 후 양쪽 척추주위근 활성도의 차이를 검증한 것이므로 장기간적인 중재의 효과를 검정하는 것이 필요하다고 사료된다.

본 연구의 목적은 요통 환자의 양쪽 척추주위근의 근 활성도 차이를 비교하고, Mulligan의 SNAG mobilization이 만성 요통 환자의 척추주위근 활성도의 변화에 미치는 효과에 대해서 알아보는 것이었다. 실험군 21명을 대상으로 중재 전 양쪽 척추주위근 활성도를 측정하고 Mulligan의 SNAG mobilization을 중재한 후 곧바로 다시 양쪽 척추주위근 활성도를 측정하였다. 체간을 굴곡할 때와 신전할 때 모두 중재를 적용하기 전과 중재를 적용한 후 양쪽 척추주위근 활성도의 차이 값이 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 그러므로 만성 요통 환자들의 척추주위근 활성도의 차이를 줄여줄 수 있는 치료적 중재가 요통을 감소시키고 보다 안정적인 일상생활을 하는 데 도움을 줄 수 있을 것이고, Mulligan의 SNAG mobilization이 만성 요통 환자의 척추주위근 활성도의 차이를 감소시키는 효과적인 치료적 중재라고 사료된다.

참고문헌

1. Kent P, Kjaer P. The efficacy of targeted interventions for modifiable psychosocial risk factors of persistent nonspecific low back pain - a systematic review. Man Ther. 2012;17(5):385-401.
2. Walker BF, Muller R, Grant WD. Low back pain in Australian adults: prevalence and associated disability. J Manipulative Physiol Ther. 2004;27(4):238-44.
3. Liddle SD, Gracey JH, Baxter GD. Advice for the management of low back pain: a systematic review of randomised controlled trials. Man Ther. 2007;12(4):310-27.
4. Yoon JY, Jang MG, Hyun SJ et al. Influence of the application to hyperbaric oxygen therapy and physical therapy on chronic low back pain in elderly. J Korean Soc Phys Ther. 2011;23(4):23-8.
5. Kim DD, Han DU. The effects of sports on the general features of low back pain. J Korean Soc Phys Ther. 2003;15(1):185-95.
6. Kim SY. Changes in cross-sectional area of lumbar muscle in patients with chronic back pain. J Korean Soc Phys Ther. 2010;22(5):39-47.
7. Finneran MT, Mazanec D, Marsolais ME et al. Large-array surface electromyography in low back pain: a pilot study. Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(13):1447-54.
8. Neblett R, Mayer TG, Gatchel RJ et al. Quantifying the lumbar flexion-relaxation phenomenon: theory, normative data, and clinical applications. Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(13):1435-46.
9. Roy SH, De Luca CJ, Emley M et al. Classification of back muscle impairment based on the surface electromyographic signal. J Rehabil Res Dev. 1997;34(4):405-14.
10. Liu A, Wang ZJ, Hu Y. Network modeling and analysis of lumbar muscle surface EMG signals during flexion-extension in individuals with and without low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2011;21(6):913-21.
11. Foster NE, Thompson KA, Baxter GD et al. Management of nonspecific low back pain by physiotherapists in Britain and Ireland. A descriptive questionnaire of current clinical practice. Spine (Phila Pa 1976). 1999;24(13):1332-42.
12. Mulligan BR. Manual therapy: "Nags," "Snags," "MWMS" etc. 4th ed. Wellington, Plane View Services Ltd., 1999.
13. Konstantinou K, Foster N, Rushton A et al. The use and reported effects of mobilization with movement techniques in low back pain management; a cross-sectional descriptive survey of physiotherapists in Britain. Man Ther. 2002;7(4):206-14.
14. Hall T, Hardt S, Schäfer A et al. Mulligan bent leg raise technique--a preliminary randomized trial of immediate effects after a single intervention. Man Ther. 2006;11(2):130-5.
15. Bicalho E, Setti JA, Macagnan J et al. Immediate effects of a high-velocity spine manipulation in paraspinal muscles activity of nonspecific chronic low-back pain subjects. Man Ther. 2010;15(5):469-75.
16. Keller TS, Colloca CJ. Mechanical force spinal manipulation

increases trunk muscle strength assessed by electromyography: a comparative clinical trial. J Manipulative Physiol Ther. 2000;23(9):585-95.
17. Lehman GJ, McGill SM. Spinal manipulation causes variable spine kinematic and trunk muscle electromyographic responses. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2001;16(4):293-9.
18. Bombardier C. Outcome assessments in the evaluation of treatment of spinal disorders: summary and general recommendations. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25(24):3100-3.
19. Kim GM, Park SY, Yi CH. A rasch analysis of the Korean version of Oswestry disability questionnaire according to general characteristics of patients with low back pain. Phys Ther Kor. 2011;18(2):35-42.
20. Jeon CH, Kim DJ, Kim DJ et al. Cross-cultural adaptation of the Korean version of the Oswestry disability index (ODI). J Korean Soc Spine Surg. 2005;12(2):146-52.
21. Moutzouri M, Billis E, Strimpakos N et al. The effects of the Mulligan Sustained Natural Apophyseal Glide (SNAG) mobilisation in the lumbar flexion range of asymptomatic subjects as measured by the Zebris CMS20 3-D motion analysis system. BMC Musculoskelet Disord. 2008;9:131.
22. Oddsson LI, De Luca CJ. Activation imbalances in lumbar spine muscles in the presence of chronic low back pain. J Appl Physiol. 2003;94(4):1410-20.
23. Neblett R, Mayer TG, Brede E et al. Correcting abnormal flexion-relaxation in chronic lumbar pain: responsiveness to a new biofeedback training protocol. Clin J Pain. 2010;26(5):403-9.
24. DeVocht JW, Pickar JG, Wilder DG. Spinal manipulation alters electromyographic activity of paraspinal muscles: a descriptive study. J Manipulative Physiol Ther. 2005;28(7):465-71.
25. Lehman G. Kinesiological research: the use of surface electromyography for assessing the effects of spinal manipulation. J Electromyogr Kinesiol. 2012;22(5):692-6.