

Effects of Lumbar Stabilization Exercise with Kinesio Taping on Pain, Muscle Strength, and Oswestry Disability Index in Patients with Chronic Low Back Pain

Kyunghun Kim^a 

^aDepartment of Physical Therapy, Gimcheon University

Objective: The purpose of this study was to examine the effects lumbar stabilization exercise with kinesio taping on pain, muscle strength, and oswestry disability index (ODI) in patients with chronic low back pain.

Design: Two groups pre-post randomized controlled design

Methods: Thirty-two subjects were randomly divided in two groups; 1) lumbar stabilization exercise with kinesio taping group (Experimental group, n=16), 2) lumbar stabilization exercise with sham kinesio taping group (Control group, n=16). The intervention was conducted in each group for thirty minutes a day, 5 times a week, for 4 weeks. Both group did 30 minutes of lumbar stabilization application. Evaluations were performed before the commencement of training and again 4 weeks after training was initiated. Visual analog scale (VAS) was used to evaluate pain level of patients with chronic low back pain. Distal muscle test was used to evaluate muscle strength of trunk extension. In addition, ODI was used to evaluate activity daily life of low back pain.

Results: After training, the VAS, muscle strength of trunk extension and ODI were significantly more improvement in Experimental group than in the control group ($p < 0.05$).

Conclusions: We confirmed that the effects of lumbar stabilization exercise with kinesio taping group on pain, muscle strength, and ODI in patients with chronic low back pain.

Key Words: Lumbar stabilization, Kinesio taping, Low back pain, Muscle strength

서론

만성 요통은 성별과 나이와 관계없이 모든 대상자에게 발생할 수 있는 질환이며 약 60~85% 정도 누구나 한 번쯤 경험하게 되는 흔한 증상이다[1]. 요통의 증상으로는 통증, 척추 주변 근육의 위축, 다리가 저리는 방사통, 요추부 주변 근육의 불균형이 발생하게 되며, 척추의 안정성 부족으로 인하여 반복적으로 증상이 재발되며 개인의 삶의 질 저하로 사회적으로 심각한 문제를 야기한다[2,3].

만성 요통의 치료 및 개선을 위한 운동으로는 보존적 물리치료, 물리치료 관련 의료기기를 사용한 물리치료[4], 도수 치료[5], 이완 치료와 연부조직 가동술[6], 네발기기 동시수축운동[7], 슬링 운동[8], 키네시오 테이핑[9], 요부

안정화 운동[10] 등이 있다.

키네시오 테이핑을 적용에 관한 논문을 살펴보면, Castro-Sanchez 등[11]의 연구에서 만성 요통 환자를 대상으로 키네시오 테이핑을 적용한 결과 통증과 손상의 정도가 감소하였다. 특히 키네시오 테이핑은 피부와 신축성이 비슷한 재질로 30% 탄성을 가지고 있으며 신체 각 부위의 크기나 근육을 감는 것으로 일상생활활동에 사용할 수 있는 장점이 있다. 또한 관절 기능과 구심성 감각 입력을 개선하고 신경 활성화를 통하여 통증이 감소한다고 보고하였다[12]. 혈액과 림프액의 순환이 증진되어 통증이 완화되며 근육 긴장도를 활성화하여 근육의 기능을 개선한다고 보고 하였다[13].

요부 안정화 운동은 운동 조절 훈련(motor control training),

Received: Jul 19, 2021 Revised: Aug 12, 2021 Accepted: Aug 26, 2021

Corresponding author: Kyunghun Kim (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5889-1948>)

Kyunghun Kim, Department of Physical Therapy, Gimcheon University, Republic of Korea [39528]

Tel : + 82-2-7110-4690, Fax : + 82-54-420-4467, E-mail : huni040@naver.com

This is an Open-Access article distributed 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.

Copyright © 2021 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

코어 강화 운동(core muscle strengthening) 동적 안정화 훈련(dynamic stabilization exercise)이라고 부른다[14]. 최근 요부 안정화 운동은 요통 환자를 대상으로 임상에 주요하게 사용되는 운동법 중에 하나이다. 요부 안정화 운동의 연구결과를 살펴보면, 요부 안정화 운동은 내적 안정화 운동으로 요부 및 복부의 등척성 수축(isometric contraction)을 통하여 척추안정성을 유지하거나 증진한다고 보고하였다[15]. Cairns 등[16]의 연구에서 요부 안정화 훈련군이 대조군 보다 시각상사척도, 요통장애지수, 그리고 삶의 질이 향상되었다고 보고하였다. 또한 Woo와 Kim [17]의 연구에서 30명의 만성 요통 환자를 대상으로 4주간 요부 안정화 운동을 결합한 흉요추 펌 운동이 요추 추의 장력과 요통장애지수에서 향상을 보였다.

거북목(forward head posture) 증상을 가지고 있는 29명을 대상으로 맥킨지 운동과 근막이완술 적용 그룹, 키네시오 테이핑을 결합한 맥킨지 운동, 그리고 키네시오 테이핑, 근막이완술, 맥킨지를 적용한 3그룹으로 나누어 1주일 3번 4주간 치료한 결과, 머리 척추각(craniovertebral angle)은 키네시오 테이핑, 근막이완술, 맥킨지 등 3가지 운동을 적용한 방법에서 유의한 차이가 있다고 보고하였다 [18].

그러므로 만성 요통 환자의 통증, 감각증진, 근력 강화, 기능 증진을 위해서 키네시오 테이핑 적용이 필요하고, 심부의 안정성과 가동성을 증진하기 위해서는 요부 안정화 운동이 중요하다고 생각된다. 또한 이 두가지 방법을 결합해서 재활훈련 프로그램으로 적용될 수 있다면 만성 요통의 악순환을 끊을 수 있는 중재 방법이라고 생각된다. 또한 만성 요통 환자를 대상으로 키네시오 테이핑과 요부 안정화 운동을 동시에 적용한 논문은 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 키네시오 테이핑을 결합한 요부 안정화 운동이 만성 요통 환자의 통증, 척추세움근의 근력, 요통장애지수에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구의 김천에 위치한 B 병원에 내원한 만성 요통 환자 32명을 대상으로 실험을 진행하였다. 연구대상자의 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 6개월이 지난 요통 진단을 받은 자, 둘째, 요통 치료 후에도 간헐적으로 통증을 호소하는 자, 셋째, 허리의 수술 경험이 없는 자, 넷째 의사전달에 장애가 없는 자, 다섯째, 독립적인 보행이 가능한 자로 선정하였다. 제외 기준은 다음과 같다. 첫째 척추 감염, 척추 종양 질환이 있는 자, 전정 기능에 장애가 있는 자, 실험에 영향을 미칠 만큼 요통의 통증을 심하게 호

소하는 자, 전신적 근골격계 및 신경계 질환이 있는 자는 연구에서 제외시켰다. 헬싱키 선언에 입각하여 윤리 규정을 준수하였으며 환자 또는 보호자에게 연구의 목적과 연구 방법에 대해서 충분히 설명하여야 하고, 이에 대한 서면 동의를 받고 실험을 진행하였다.

연구절차

본 연구는 두 집단 사전·사후 무작위설계방법이다. 연구 대상의 선정에 편견을 최소화하기 위하여 무작위 방법을 적용하였다. 주사위를 던져 홀수가 나오면 실험군(n=16), 짝수가 나오면 대조군(n=16)으로 분류하였다. 본 연구의 중재 적용 기간은 1일 1회, 주 5회, 총 4주간 실험을 진행하였다. 실험 전, 4주 후에 운동기능, 하지의 근력 검사 그리고 보행 검사를 실시하였다. 본 연구는 단일 맹검법을 적용하였으며 실험군과 대조군에 대해서 알지 못하는 임상 경력 5년 이상, 석사 이상의 물리치료사가 훈련 및 평가를 진행하였다.

중재방법

실험군은 키네시오 테이핑을 적용한 상태에서 요부 안정화 운동을 실시하였다. 실험군은 몸통 척추세움근의 키네시오 테이핑을 얇은 자세에서 적용하였다. I형 스트립을 3개 사용하였으며 양쪽 두 개의 I형 스트립 테이핑을 척추세움근의 통증이 발생하는 영역 L5-T12까지 테이핑을 하였다. 이때, 엉덩이 쪽에서 시작하여 키네시오 테이핑의 탄성 10~15%를 유지한 상태에서 최대한 굽힌 상태에서 수직 방향으로 나머지 테이핑을 부착하였다. 나머지 한 개의 테이핑은 요추 부분에 가로 방향으로 테이핑을 부착하였다[19,20]. 요부 안정화 운동은 선행 연구를 기반으로 수정 보완하여 준비운동 5분, 본 운동 20분, 마무리 운동 5분으로 총 30분으로 구성되었다. 요부 안정화 운동 프로그램은 바로 누운 자세에서 골반 운동, 교각 운동, 바로 누운 자세에서 상하지 교대 운동, 복부 드로잉 운동, 네발 기기 자세에서 교대 운동으로 구성되었다[21,22].

대조군은 위약 테이핑을 적용한 상태에서 요부 안정화 운동을 실시하였다. 대조군은 키네시오 테이핑의 텐션을 0%로 몸통을 중립위치에서 키네시오 테이핑을 부착하였으며 요부 안정화 운동프로그램은 실험군과 동일한 방법으로 적용하였다.

측정방법 및 도구

통증검사

연구대상자의 요통 정도를 평가하기 위해 100 mm 시

Table 2. Comparison of visual analog scale

(n=32)

		Experimental group (n=16)	Control group (n=16)	t(p)
VAS	Pre	7.94 (0.68)	7.81 (0.66)	0.530 (0.600)
	Post	5.44 (0.89)	6.63 (0.96)	
	△	-2.50 (0.82)	-1.19 (0.75)	-4.735 (0.000*)
	t(p)	12.247 (0.000*)	6.333 (0.000*)	

The values are presented mean(SD)

Experimental group: lumbar stabilization exercise with kinesio taping group, Control group: sham kinesio taping with lumbar stabilization exercise, VAS: visual analog scale.

*p<0.05.

각적 상사척도(Visual Analogue Scale; VAS)를 사용하였다. 시각적 통증척도는 환자의 통증 정도를 표현하는데 간단하고 재현성이 높으며 민감한 방법으로 다른 통증 평가 방법들과 상관성이 높은 장점이 있다. 0-10의 척도로 평가하며 결과해석은 0에서 10점으로 갈수록 통증이 심한 것을 의미한다[23]. VAS의 신뢰도 $r=0.760-0.840$ 이다 [24].

근력검사

척추세움근 근력은 디지털 근력계를 사용하여 근력을 평가하였으며, 정확도는 99%이고, 측정자 내 신뢰도와 측정자간 신뢰도는 각각 $r=0.900-0.960$, $r=0.760-0.970$ 이다[25]. 디지털 근력계는 각 신체부위 근력을 최대 125 lbs (56.7 kg)까지 측정할 수 있으며, 최대 근력 역치를 정할 수 있다. 근육은 엎드린 자세에서 몸통 편을 최대 등척성 수축된 상태에서 압력을 측정하였으며, 3회 측정값의 평균을 기록하였고, 각 측정 간 15초 동안 근피로를 배제하기 위하여 휴식을 취하였다[26,27].

요통장애지수검사

요통장애지수검사는 일상생활활동의 각각의 동작과 관련된 10개의 항목으로 구성되어 있으며, ODI (Oswestry Disability Index; ODI)로 표시된다. 평가 항목에는 통증 정도, 수면 방해, 자가 치료, 걷기, 앉기, 서있기, 옮기기, 성생활, 사회적인 활동, 여행 등이 포함되어 있다. 각 항목에서는 장애를 0~5점으로 6가지 단계로 평가한다. 점수에 대한 해석은 다음과 같다. 0~20%사이의 점수는 최소 장애, 20~40%는 중등도 장애, 40~60%는 중증 장애, 60~80%는 지체 부자유, 80~100%는 주의 관찰을 의미한다. 요통장애지수 설문지에 대한 검사-재검사(test-retest) 신뢰도는 $r=0.780-0.960$ 이다[28].

자료분석

본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS (Version 20.0, Chicago, Illinois)를 이용하였다. Shapiro-Wilk검정을 통해 변수들의 정규성 검정을 하였다. 대상자의 일반적인 특성과 두 그룹 간 사전 동질성 비교를 위하여 독립표본 t검정과 Chi-square test(for categorical variables)을 실시하였다. 그룹 내 종속변수의 전후 비교를 위하여 대응표본 t검정을 실시하였다. 그룹 간 훈련방법에 따른 종속변

Table 1. General Characteristics of Participants

(n=32)

	Experimental group (n=16)	Control group (n=16)	p
Gender(male/female)	5/11	3/13	0.683
Age (year)	51.56 (4.07)	51.00 (2.61)	0.645
Height (cm)	166.15 (7.48)	165.63 (6.53)	0.834
Weight (kg)	61.54 (9.28)	63.71 (9.90)	0.506
BMI (kg/m ²)	26.16 (2.16)	26.02 (1.90)	0.847

The values are presented mean(SD)

Experimental group: lumbar stabilization exercise with kinesio taping group, Control group: sham kinesio taping with lumbar stabilization exercise group.

수의 변화량 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t검정을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준(α)은 0.05 이하로 설정하였다.

연구결과

연구대상자의 일반적인 특성

실험군과 대조군의 일반적 특성에 대하여 두 군 모두 동질한 것으로 나타났다. 연구대상의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

통증 전·후 변화

통증 변화에 대한 그룹내 전후의 통증을 비교한 결과 두 그룹에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 그룹 간의 통증 변화량의 차이를 비교한 결과, 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

척추세움근의 전·후 변화

척추세움근의 근력 변화에 대한 그룹내 전후의 근력을 비교한 결과 두 그룹에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 그룹 간의 척추세움근의 근력 변화량의 차이를 비교한 결과, 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 3. Comparison of muscle strength of trunk extension

		Experimental group (n=16)	Control group (n=16)	t(p)	
Erector spinae muscle strength	Pre	3.06 (0.20)	3.09 (0.21)	-0.422 (0.676)	
	Post	3.73 (0.19)	3.34 (0.19)		
	Δ	0.67 (0.17)	0.25 (0.12)		8.019 (0.000*)
	t(p)	-15.719 (0.000*)	-8.257 (0.000*)		

The values are presented mean(SD)

Experimental group: lumbar stabilization exercise with kinesio taping group, Control group: sham kinesio taping with lumbar stabilization exercise.

* $p < 0.05$.

요통장애지수 전·후 변화

요통장애지수 변화에 대한 그룹내 전후를 비교한 결과 두 그룹에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 그룹 간의 요통장애지수 변화량의 차이를 비교한 결과, 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

고찰

일반적으로 만성 요통의 환자는 척추 주변의 근력 약화

Table 4. Comparison of Oswestry disability index

		Experimental group (n=16)	Control group (n=16)
ODI (score)	Pre	24.13 (1.89)	24.94 (1.3)
	Post	12.63 (1.46)	17.88 (1.3)
	Δ	-11.50 (1.86)	-7.06 (2.0)
	t(p)	24.706 (0.000*)	13.791 (0.000*)

The values are presented mean(SD)

Experimental group: lumbar stabilization exercise with kinesio taping group, Control group: sham kinesio taping with lumbar stabilization exercise, ODI: Oswestry disability index.

* $p < 0.05$.

로 인해 안정성이 결여되며 요부의 기능적인 움직임에 제한이 나타난다. 이것은 만성요통 환자의 통증과 근력의 문제가 발생하게 되며 요통 개선을 위해서는 이 두 가지 요소의 해결이 필수적인 것으로 알려져 있다[29]. 본 연구에서는 만성요통 환자를 대상으로 4주간 키네시오 테이핑을 적용한 요부안정화 운동 프로그램이 통증, 척추의 근활성도 그리고 요통장애지수에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 키네시오 테이핑을 병행한 요부안정화 운동이 통증 기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 VAS의 변화를 알아보았다. 실험군이 대조군에 비해 VAS의 변화량에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

(n=32)

Dangpei 등[30]의 연구에 의하면 만성 요통을 76명을 대상으로 키네시오 테이핑 훈련을 병행한 일반적인 물리치료 적용한 그룹, 일반적인 물리치료를 적용한 결과, 키네시오 테이핑을 병행한 일반적인 물리치료 그룹이 일반적인 물리치료 적용 그룹보다 VAS에서 유의한 차이를 보고한 논문과 일치한다. France 등[31]의 연구에서 만성 요통 환자를 대상으로 짐볼을 이용하여 요부 안정화 운동 프로그램을 6주 동안 하루에 30분씩 2번 적용한 결과 통증에서 감소하였다. 또한 Ji와 Leedml[27]에 연구에 의하

면 요통환자 20명을 대상으로 올바른 지시에 따른 요부안정화 운동 그룹이 대조군 보다 통증과 고유감각에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 키네시오 테이핑의 역할이 피부와 근육의 공간이 커지게 되어 이 공간으로 혈액과 관련된 순환이 증가되어 근육의 운동기능이 활성화되어 통증이 감소하였다고 사료된다. 또한 요부안정화 훈련을 통하여 심부의 근육이 먼저 수축하여 운동단위의 순서가 정상화되고 요부의 내외적 안정성이 증가로 인하여 척추의 올바른 정렬을 통해서 통증이 감소된 것으로 사료된다.

본 연구에서는 키네시오 테이핑을 병행한 요부안정화 운동이 통증 기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 척추세움근의 근력 변화를 알아보았다. 실험군이 대조군에 비해 척추세움근의 근력 변화량에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

de Souza Júnior 등[32]의 연구에서 16명의 만성 요통 환자를 대상으로 신체활동과 관련된 여부에 따라 키네시오 테이핑을 적용한 결과 척추세움근의 최대 토크에서 즉각적인 영향을 미친다고 보고하였다. Han 등[33]의 연구에서 27명의 만성 요통 환자를 대상으로 키네시오 테이핑 부착 유무에 따른 재활 트레이닝을 실시한 결과 키네시오 테이핑 적용 그룹이 비부착 키네시오 테이핑 그룹보다 요부 신근력, 유연성 그리고 통증이 감소한 논문과 일치한다. 볼을 이용한 요부안정화 운동을 8주간, 1주일에 3번 적용한 결과 체중부하와 요부 신전근의 근력의 변화에 유의한 차이가 있었다[34]. 이는 키네시오 테이핑의 역할이 몸통의 부위에 안정성이 확보되어 요부안정화 운동을 4주간 적용하여 척추 세움근의 변화량에 큰 변화를 미친 것으로 보아 키네시오 테이핑이 몸통 근육의 감마 운동반사가 근방추를 조절하여 몸통 펌근의 근육이 활성화되었으며 바로 누운 자세와 네발기기 자세에서 동작들이 척추세움근 근력에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 키네시오 테이핑을 병행한 요부안정화 운동이 통증 기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 요통장애지수의 변화를 알아보았다. 실험군이 대조군에 비해 요통장애지수의 변화량에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

10대에서 60대 만성 요통 환자를 대상으로 키네시오 테이핑 훈련을 일반적인 물리치료 그룹과 일반적인 물리치료를 시행한 결과 요통장애지수와 통증 감소에 유의한 차이를 보인 논문과 일치한다[30]. Moselet[35]는 만성 요통환자 57명을 대상으로 도수치료와 분절 안정화 운동을 실시한 결과 요통장애지수에서 유의한 차이를 있다고 보고하였다. 또한 Hicks 등[36]의 연구에서 8주간의 요부안정화 프로그램을 시행한 결과 요통장애지수와 시각 사상척도 모두 통계학적으로 유의한 감소를 보였다. 이는

키네시오 테이핑을 통하여 혈관 운동 반사에 의해 혈액의 순환이 증가되었고 요부안정화 운동을 적용하여 근육의 온도가 약간 상승되어 여러 가지 물질들이 혈관으로 분비되어 통증에 영향을 주었다고 생각된다. 또한 피부를 통해 키네시오 테이핑의 자극의 영향을 받아 자연회복 능력이 향상되어 만성 요통 환자의 삶의 질이 향상되었다고 사료된다.

본 연구의 제한점은 첫째, 대상자의 샘플수가 적어 만성 요통환자를 일반화시키는데 어려움이 있다. 둘째, 요부안정화에 관여하는 많은 근육들의 근력을 평가하지 못한 점이다. 추후 연구에는 이런 점을 보완하여 키네시오 테이핑을 병행한 요부안정화 운동 중재의 효과의 지속성이 이루어져야 하며 더 많은 만성 요통환자를 대상으로 요부안정화 훈련과 병행하여 다른 방법들의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서는 키네시오 테이핑을 결합한 요부안정화 운동이 만성 요통 환자의 통증, 척추세움근의 근력, 요통장애지수에 미치는 영향 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 본 연구결과, 키네시오 테이핑을 결합한 요부안정화 운동이 대조군보다 통증, 척추세움근의 근력, 그리고 요통장애지수에서 유의한 향상을 보였다. 향후 만성 요통 환자의 통증, 척추세움근의 근력, 요통장애지수의 효과를 입증하기 위해서 임상에서는 키네시오 테이핑을 결합한 요부안정화 운동이 재활 프로그램으로 적용될 수 있을 것이다.

감사의 글

This paper was supported by the fund Gimcheon University in 2020.

이해충돌

본 연구의 저자들은 연구, 저작권, 및 출판과 관련하여 잠재적인 이해충돌이 없음을 선언합니다.

참고문헌

1. van Tulder K. low back pain (non-specific). Best Practice & Research Clinical Rheumatology. 2007;21:77-91.
2. Wallden M. The neutral spine principle. J Bodyw Mov Ther. 2009;13:350-61.

3. Alexanderson KA, Borg KE, Hensing GK. Sickness absence with low-back, shoulder, or neck diagnoses: an 11-year follow-up regarding gender differences in sickness absence and disability pension. *Work*. 2005; 25:115-24.
4. Facci LM, Nowotny JP, Tormem F, Trevisani VF. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial. *Sao Paulo Med J*. 2011; 129:206-16.
5. Nougrou F, Dugas C, Deslauriers C, Page I, Descarreaux M. Physiological responses to spinal manipulation therapy: investigation of the relationship between electromyographic responses and peak force. *J Manipulative Physiol Ther*. 2013;36:557-63.
6. Hall AM, Maher CG, Latimer J, Ferreira ML, Lam P. A randomized controlled trial of tai chi for long-term low back pain (TAI CHI): study rationale, design, and methods. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009;10:55.
7. Shah J, Tanwar T, Iram I, Aldabbas M, Vequar z. Effect of Increased Lumbar Lordosis on Lumbar Multifidus and Longissimus Thoracis Activation During Quadruped Exercise in Patients With Chronic Low Back Pain: An EMG Study. *J Appl Biomech*. 2002;22:1-8.
8. Park H, Jeong T, Lee J. Effects of Sling Exercise on Flexibility, Balance Ability, Body Form, and Pain in Patients With Chronic Low Back Pain. *Rehabil Nurs*. 2017;42:E1-E8.
9. Castro-Sanchez AM, Lara-Palomo IC, Mataran-Penarrocha GA, Fernandez-Sanchez M, Sanchez-Labraca N, Arroyo-Morales M. Kinesio Taping reduces disability and pain slightly in chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *J Physiother*. 2012; 58:89-95.
10. Kostadinović S, Milovanović N, Jovanović J, Tomašević-Todorović S. Efficacy of the lumbar stabilization and thoracic mobilization exercise program on pain intensity and functional disability reduction in chronic low back pain patients with lumbar radiculopathy: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2020;33:897-907.
11. Castro-Sanchez AM, Lara-Palomo IC, Mataran-Penarrocha GA, Fernandez-Sanchez M, Sanchez-Labraca N, Arroyo-Morales M. Kinesio Taping reduces disability and pain slightly in chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *J Physiother*. 2012; 58:89-95.
12. Kase K, Wallis J, Kase T. *Clinical Therapeutic Applications of the Kinesio Taping Method*, 3rd ed. Tokyo, 2003.
13. Yang JM, Lee JH. Is kinesio taping to generate skin convolutions effective for increasing local blood circulation? *Med Sci Monit*. 2018;24:288-93.
14. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85(3 Suppl 1):S86-92.
15. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 4th ed. Philadelphia: FA Davis; 2002
16. Cairns MC, Foster NE, Wright C. Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine*. 2006;31:E670-81.
17. Woo SD, Kim TH. The effects of lumbar stabilization exercise with thoracic extension exercise on lumbosacral alignment and the low back pain disability index in patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*. 2016;28:680-4.
18. Kim JY, Kim SJ, Shim JM, Kim HB, Moon SJ, Lee NY, et al. Effects of McKenzie exercise, Kinesio taping, and myofascial release on the forward head posture. *J Phys Ther Sci*, 2018;30:1103-7.
19. Al-Shareef AT, Omar MT, Ibrahim AH. Effect of Kinesio taping on pain and functional disability in chronic nonspecific low back pain: a randomized clinical trial. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41:E821-8.
20. Added MAN, Costa LOP, de DG, et al. Kinesio taping does not provide additional benefits in patients with chronic low back pain who receive exercise and manual therapy a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016;46:506-13.
21. McGill SM, Karpowicz A. Exercises for spine stabilization: motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:118-26.
22. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*: FaDavis. 2012.
23. Natour J, Cazotti Lde A, Ribeiro LH, Baptista AS, Jones A. Pilates improves pain, function and quality of life in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2015;

- 29:59-68.
24. Boonstra AM, Reneman MF, Posthumus JB, Stewart RE, Schiphorst Preuper HR. Reliability of the Life Satisfaction Questionnaire to assess patients with chronic musculoskeletal pain. *Int J Rehabil Res.* 2008;31:181-83.
 25. Koblbauer IF, Lambrecht Y, van der Hulst ML, Neeter C, Engelbert RH, Poolman RW, et al. Reliability of maximal isometric knee strength testing with modified hand-held dynamometry in patients awaiting total knee arthroplasty: useful in research and individual patient settings? A reliability study. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2011;12:1.
 26. Roy JS, MacDermid JC, Woodhouse LJ. Measuring shoulder function: a systematic review of four questionnaires. *Arthritis Rheum.* 2009;61:623-32.
 27. Ji SH, Lee DJ. Effects of lumbar stabilization exercise according to correct verbal instructions in pain and muscle strengthening of low back pain patient *Phys Ther Rehabil Sci.* 2021;10:69-75.
 28. Fritz JM, Irrgang JJ. A comparison of a modified Oswestry low back pain disability questionnaire and the Quebec back pain disability scale. *Phys Ther.* 2001;81:776-788.
 29. Kankaanpää M, Colier WN, Taimela S, et al. Back extensor muscle oxygenation and fatigability in healthy subjects and low back pain patients during dynamic back extension exertion. *Pathophysiology.* 2005;12(4):267-273.
 30. Dangpei J, Li L, Zhiqiang W. Kinesio taping in treatment chronic non-specific low back pain. *Shenzhen J Integrated Traditional Chinese Western Med.* 2017;27:171-72.
 31. Franca FR, Burke TN, Hanada ES, Marques AP. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics (Sao Paulo).* 2010;65:1013-17.
 32. de Souza Júnior JR, Lemos TV, da Silva Hamu TCD, Calaça FIR, Dos Santos MGR, Faria AM, et al. Effects of Kinesio Taping on peak torque and muscle activity in women with low back pain presenting fears and beliefs related to physical activity. *J Bodyw Mov Ther.* 2020;24:361-366
 33. Han GS, So YY, Kim KR. Effects of Rehabilitation Training on Lumbar Extension Strength, Flexibility and VAS in Taping & Non-Taping group of LBP Patients. *J Coah Develop.* 2013;15:98-106.
 34. Chung SH, Lee JS, Yoon JS. Effects of stabilization exercise using a ball on multifidus cross-sectional area in patients with chronic low back pain. *J Sports Sci Med.* 2013;12:533.
 35. Moseley L. Combined physiotherapy and education is efficacious for chronic low back pain. *Aust J Physiother.* 2002;48:297-302.
 36. Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, McGill SM. Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:1753-62.