

Variation of the Muscle Activity of Erector Spinalis and Multifidus According to Their Respective Cueing When Performing Tasks, Including Tactile Stimulation in Prone Position

Byeong-Uk, Gam^a, Changho Song^b

^aDepartment of Physical Therapy, Graduate School of Sahmyook University, Seoul, Republic of Korea

^bDepartment of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University, Seoul, Republic of Korea

Objective: Purpose of this study was to compare muscle activity ratio of multifidus to erector spinalis according to various cueing including tactile stimulation to provide an effective strategy to provide verbal and tactile feedback during exercise to provoke multifidus muscle activation.

Design: Cross-sectional study.

Methods: Participants of this study included 28 healthy adults. Muscle activities of the multifidus and erector spinalis were measured while the participants performed tasks according to the three different methods of verbal cueing and three different tactile stimulation. Surface EMG was used to measure the muscular activity of the muscles during all the tasks.

Results: Tactile stimulation to abdomen and lumbar vertebrae showed no significant difference in the muscle activity ratio ($p > 0.05$). However, muscle activity ratio of the multifidus in relation to the erector spinalis was increased when subjects were given verbal instructions to make lumbar curvature with little force and to make lumbar curvature while pulling navel ($p < 0.05$). However, it was decreased when they were provided with verbal instruction to make lumbar curvature with strong force ($p < 0.05$).

Conclusions: According to the results, proper verbal instruction was an effective tool to increase the muscular activity of multifidus. This study aimed to find and provide the most appropriate verbal cueing while doing exercises to activate multifidus.

Key Words: Verbal cues, Paraspinal muscles, Back pain, EMG

서론

척추주변근육은 몸통의 변위를 조절해주는 대근육인 척추기립근과 안정성을 조절해주는 소근육인 다열근 등으로 나눌 수 있다[1, 2]. 척추기립근은 외부의 부하를 견딜 때 작용하며, 다열근은 척추를 중립화 시키는데 작용한다[1, 3]. McGill 등[4]은 움직이거나 과제를 수행할 때 몸통의 대근육과 소근육의 협응이 중요하다고 하였다.

하지만, 요통환자들은 대근육과 소근육의 협응이 감소되면서[5], 척추기립근의 근활성도는 증가하고, 다열

근의 근활성도가 감소한다고 하였다[6-8]. 다열근의 근활성도가 감소하면 척추기립근의 과도한 수축을 일으켜 추간판과 척추후관절에 압박력이 증가하고 요통을 발생시킨다[9].

요통환자의 대부분은 척추기립근을 제외한 다열근에서 위축이 있으며, 다열근의 위축은 허리의 안정성을 감소시킨다[10]. 이는 요통의 중요한 원인중 하나이다[11].

허리의 불안정성으로 인해 생기는 요통의 치료에는 안정화 운동이 적용된다[12]. 안정화운동에는 네발기기 자세 또는 옆으로 누운 자세에서 팔과 다리를 들어 올리

Received: Mar 14, 2022 Revised: Mar 30, 2022 Accepted: Mar 31, 2022

Corresponding author: Changho Song (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5709-3100>)

Department of Physical Therapy

College of Health and Welfare, Sahmyook University.

Cheongnyangni P.O.Box 118 Seoul 130-650 Republic of Korea

Tel: +82-2-3213-1123 Fax: +82-2-3399-1638 E-mail: chsong@syu.ac.kr

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 © 2022 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

는 운동방법[13, 14]과 공과 같은 불안정한 지면 위에서 네발기기자세, 교각자세 등과 같은 방법[15-17], 압력 생체 신호 되먹임방법을 이용하여 복횡근의 수축을 유지시킨 상태에서 체간을 움직이는 방법[18, 19]들이 있다.

안정화 운동의 목적은 대근육의 근활성도를 줄이고, 대근육과 소근육의 적절한 협응을 이루게 하는 것이다 [12, 20, 21]. 하지만, Van Dieën 등[22]의 연구에서는 건강한 성인과 요통환자의 체간운동 시 척추기립근의 근활성도를 비교하였을 때 요통환자에서 척추기립근의 근활성도가 더 컸다고 하였다.

안정화운동 시 “허리커브(만곡)을 만드세요”라는 구두적지시를 추가하였을 때 다열근의 선택적인 근활성화가 일어난다고 하였으며[9], 다열근의 선택적인 활성화를 위하여 구두적지시를 추가해야 한다고 하였다[23].

선행연구에서도 운동 중 구두적지시를 추가하였을 때 근 활성도를 변화시키거나 독립적으로 활성화시킬 수 있다고 하였다[24]. 근활성도를 높이기 위해서 불안정한 지지면이나, 부하를 높이는 것보다 적절한 구두적지시를 사용하는 것이 더 효과적이라고 하였다[25]. 파킨슨 환자에게 구두적지시를 추가하였을 때 보행속도와 보폭 및 보행주기가 향상되었다고 하였다[26, 27].

촉각적자극은 사용하기 쉽기 때문에 구두적지시와 함께 사용된다[23, 28]. 촉각적자극과 구두적지시는 과제 수행의 정확성을 높인다고 하였다[29]. 촉각을 이용한 선행연구[30]에서는 뇌졸중 환자의 보행 시 가벼운 촉각적자극을 주었을 때 근활성도가 증가한다고 하였으며, Dickstein 등[31]은 말초신경병증 환자에게 촉각적자극을 주었을 때 자세의 안정성에 도움이 된다고 하였다.

촉각적자극은 균형조절이나 자세를 적절한 위치에 유지시킬 수 있도록 보완적인 역할을 한다고 하였다[32].

따라서 본 연구는 구두적지시와 촉각적자극을 사용하여 다열근을 선택적으로 활성화 시키고자 한다. 본 연구를 통하여 임상에서 다열근 활성화를 위한 운동을 실시할 때 적절한 촉각적자극과 구두적지시를 제시하고자 한다.

연구방법

연구의 대상

본 연구는 서울 S대학교에 재학중인 28명의 건강한 20~30대 성인 남녀를 대상으로 하였으며, 대상자의 구체적 제외 기준은 다음과 같다.

척추종양 및 척추나 추간판의 감염이 있는 자, 구조적 기형을 가지고 있거나, 통증이 있는 자, 실험에 영향을 줄 수 있는 시각, 청각, 촉각, 전정 감각 장애 및 전신적 근골격계 및 신경계 질환이 있는 자는 대상에서 제외시켰다.

본 연구의 대상자는 실험을 이해하고 과정과 예상 효과에 대한 충분한 설명을 들은 후 연구참여에 대한 동의서에 서명한 자만 대상으로 하였으며 삼육대학교 임상시험심사위원회의 연구계획서 승인을 받아 진행하였다.

실험 절차

본 연구는 총 28명의 건강한 성인을 대상으로 하였고, 실험 전 대상자의 연령, 성별, 신장, 체중 등의 일반적 특성을 기록하였고, 최대 수의적 등척성 수축을 진행하였다. 이후 3분간 휴식하였고, 허리커브(만곡)를 만드는 지시를 처음으로 실시하였고, 그 이후의 구두적지시와 촉각적자극은 학습효과를 배제하기 위하여 무작위로 실시하였고, 근피로도를 예방하기 위하여 각 구두적지시 사이에 1분간 휴식하였다.

실험 방법

실험 전 대상자가 자신의 일반적인 특성인 성별, 나이, 키, 몸무게 등을 설문지를 통해 직접 작성하도록 하였다. 대상자의 척추기립근과다열근의 근활성도를 보기 위해 표면근전도(Telemyo DTS, NoraxonInc, Scottsdale, AZ, USA, 2010)를 사용하였다. 실험 대상자가 총 3개의 구두적지시와 3개의 촉각적자극을 받고 동작을 수행하는 동안 근활성도의 측정이 진행되었다. 근전도의 전극 부착 지점은 측정 오류의 방지를 위하여 털을 제거하고 알코올로 깨끗이 닦아 내었다.

다열근의 전극 부착지점은 L5의 가시돌기 양 옆에 부착하였으며, 척추기립근의 전극 부착지점은 L1의 가시돌기 양 옆에 표면 전극 간의 거리를 2 cm 유지한 후 부착하였다[28].

최대 수의적 등척성 수축은 Kendall 등 [33]의 최대 수의적 등척성 수축 검사방법으로 엎드린 자세에서 하체를 고정한 뒤 두 손을 머리 뒤로 하고 상체를 들어 올리게 하여 5초간 자세를 유지하게 하였고, 총 3회 반복 실시하였다. 5초간의 수축 기간 동안 중간 값 3초의 평균값을 사용하였다. 실험 대상자는 기본자세인 “엎드린 자세에서 허리커브(만곡)를 만드세요.” 라는 구두적지시를 처음 받고, 그 이후에 3개의 구두적지시와 3개의 촉각적자극에 따라 과제를 수행하였다(Figure 1a).

측정 도구와 자료 수집 과정

표면 근전도

대상자의 척추기립근과다열근의 근활성도를 보기 위해 표면근전도(Telemyo DTS, NoraxonInc, Scottsdale, AZ, USA, 2010)를 사용하였다. 근활성도의 측정은 3개



Figure 1. Experimental Protocols; (A) Maximal voluntary isometric contraction, and (B) EMG placements for erector spinae and multifidus muscles.

의 구두적지시와 3개의 촉각적자극에 따라 대상자가 동작을 5초 유지하는 동안 측정 되었고, 3회씩 반복 실시하여 평균값을 구하였다. 근전도의 전극 부착지점은 측정오류를 방지하기 위하여 털을 제거하고 알코올로 깨끗이 닦아내었다. 수집된 자료는 근전도 소프트웨어(Myo research 1.08 master edition)를 사용하여 저장되고 분석되었다. 표본 추출률은 1,500Hz로 설정하였고, 주파수 대역 폭은 10~500Hz로 하였다. 각 근육별 근전도 신호는 MVIC에 대한 백분율로 정규화(normalization)하여 분석에 사용하였다(Figure 1b).

근전도 분석 시 연구 대상자의 개별성향을 고려하여 최대 수의적 등척성 수축의 측정시간을 5초간 세 번 실시하였다. 근활성도는 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 중간 3초간의 측정치 값의 평균값을 %MVIC로 사용하였다.

구두적지시에 따른 척추기립근과다열근의 근활성비

측정된 척추기립근과다열근의 근활성도는 좌·우 근활성도 값을 합한 평균값을 결과로 평가했으며, 척추기립근에 대한 다열근의 근활성도를 알아보기 위하여 척추

기립근에 대한 다열근의 근활성비를 사용하였다[9].

분석방법

본 연구의 모든 작업과 통계는 SPSS ver. 21.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하였고, 근육별 촉각적자극을 포함한 구두적지시의 차이를 알아보기 위해 일원배치 반복 측정 분산분석을 실시하였고 근육 간 차이는 Bonferroni검정으로 확인하였다. 척추기립근과다열근에 대한 구두적지시와 촉각적자극의 비율을 비교하기 위해 paired t-test를 실시하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

연구결과

연구 대상자의 일반적 특성

대상자는 남성이 12명, 여성이 16명으로 총 28명이며, 연령분포는 21~35세, 평균 23.66세였으며, 평균 신

Table 1. General Characteristics of Participants

(n=28)

Characteristics	Healthy Subjects
Sex (male / female)	12 / 16
Age (years)	23.66 (3.98)
Height (cm)	166.48 (8.32)
Weight (kg)	62.55 (12.31)

The values are presented mean (SD)

장은 166.72 cm 체중은 64.7 kg이었다(Table 1).

는 155.21로 증가하였다($p < 0.05$)

"배꼽 짊어 넣으세요"라는 구두적지시 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화

“배꼽 짊어 넣으세요”라는 구두적지시 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화는 다음과 같다(Table 2). 기본동작에서 척추기립근의 근활성도는 27.04%MVIC였으며, “배꼽 짊어 넣으세요”라는 구두적지시가 추가 되었을 때는 19.50%MVIC로 감소하였다($p < 0.05$). 기본동작에서 다열근의 근활성도는 32.85%MVIC였으며, “배꼽 짊어 넣으세요”라는 구두적지시가 추가되었을 때는 27.28%MVIC로 감소하였다($p < 0.05$). 기본동작에서 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 128.75였으며, “배꼽 짊어 넣으세요”라는 구두적지시가 추가되었을 때

"천천히 허리커브(만곡)를 만드세요"라는 구두적지시 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화

“천천히 허리커브(만곡)를 만드세요”라는 구두적지시 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화는 다음과 같다 (Table 2). “배꼽 짊어 넣으세요”라는 구두적지시에 배와 허리뼈에 대한 촉각적자극에서 척추기립근의 근활성도는 21.16%MVIC였으며, “천천히 허리커브(만곡) 만드세요”라는 구두적지시가 추가되었을 때는 14.08%MVIC로 감소하였다($p < 0.05$). “배꼽 짊어 넣으세요”라는 구두적지시에 배와 허리뼈에 대한 촉각적자극에서 다열근의 근활성도는 27.93%MVIC였으며, “천천히 허리커브(만곡)를 만드세요”라는 구두적지시가 추가되었

Table 2. Changes of erector spinae and multifidus muscle activity and activity ration depending on different cues and stimulus (n=28)

	Erector Spinaea	Multifidus ^a	Multifidus muscle activity ratio relative to erector spinae ^b
Basic movement	27.04 (11.51)	32.85 (12.95)	128.75 (40.54)
Basic movement + Verbal cue (Draw in your belly)	19.50 (9.77)	27.28 (11.50)	155.21 (53.21)
t	2.830*	2.124*	3.347*
Verbal cue (Draw in your belly)	21.16 (11.05)	27.93 (11.66)	143.74 (54.56)
Verbal cue (Draw in your belly) + Verbal cue (Slowly make a curve)	14.08 (7.24)	22.29 (9.31)	176.28 (63.86)
t	3.143*	2.332*	3.281*
Basic movement	27.04 (11.51)	32.85 (12.95)	128.75 (40.54)
Basic movement + Verbal cue (Make a strong curve)	40.25 (13.45)	46.28 (13.92)	120.62 (35.12)
t	6.879*	6.233*	2.393*
Basic movement with drawing belly in	19.50 (9.77)	27.28 (11.50)	155.21 (53.21)
Basic movement with drawing belly in + Proprioceptive stimulus (abdominal)	18.83 (10.06)	25.93 (9.60)	160.18 (67.37)
t	0.098	0.115	0.773
Basic movement	27.04 (11.51)	32.85 (12.95)	128.75 (40.54)
Basic movement + Proprioceptive stimulus (Lumbar spine)	27.12 (14.95)	31.48 (15.10)	126.39 (42.19)
t	0.029	0.550	0.400
Basic movement	27.04 (11.51)	32.85 (12.95)	128.75 (40.54)
Basic movement + Proprioceptive stimulus (Multifidus)	7.19 (4.92)	10.12 (8.58)	131.58 (46.31)
t	8.318*	8.499*	0.629

^aThe values are presented mean (SD)

^b(Multifidus/Erector spinae)

* $p < 0.05$

을 때는 22.29%MVIC로 감소하였다($p < 0.05$). “배꼽 집어 넣으세요”라는 구두적지시에 배와 허리뼈에 대한 촉각적자극에서 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 143.74였으며, “천천히 허리커브(만곡)를 만드세요”라는 구두적지시가 추가 되었을 때는 176.28로 증가하였다($p < 0.05$).

“허리커브(만곡)를 강하게 만드세요”라는 구두적지시 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화

“허리커브(만곡) 강하게 만드세요”라는 구두적지시 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화는 다음과 같다 (Table 2). 기본동작에서 척추기립근의 근활성도는 27.04%MVIC였으며, “허리커브(만곡)를 강하게 만드세요”라는 구두적지시가 추가되었을 때는 40.25%MVIC로 증가하였다($p < 0.05$). 기본동작에서 다열근의 근활성도는 32.85%MVIC였으며, “허리커브(만곡)를 강하게 만드세요”라는 구두적지시가 추가 되었을 때는 46.28%MVIC로 증가하였다($p < 0.05$). 기본동작에서 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 128.75였으며, “천천히 허리커브(만곡)를 만드세요”라는 구두적지시가 추가 되었을 때는 120.62로 감소하였다($p < 0.05$).

배에 대한 촉각적자극 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화

배에 대한 촉각적자극 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화는 다음과 같다(Table 2). 기본동작에서 척추기립근의 근활성도는 19.50%MVIC였으며, 배에 대한 촉각적자극이 추가되었을 때는 18.83%MVIC로 유의하지 않았다. 기본동작에서 다열근의 근활성도는 27.28%MVIC였으며, 배에 대한 촉각적자극이 추가되었을 때는 25.93%MVIC로 유의하지 않았다. 기본동작에서 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 155.21였으며, 배에 대한 촉각적자극이 추가 되었을 때는 160.18로 유의하지 않았다.

허리뼈에 대한 촉각적자극 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화

허리뼈에 대한 촉각적자극 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화는 다음과 같다(Table 2). 기본동작에서 척추기립근의 근활성도는 27.04%MVIC였으며, 배에 대한 촉각적자극이 추가 되었을 때는 27.12%MVIC로 유의하지 않았다. 기본동작에서 다열근의 근활성도는 32.85%MVIC였으며, 배에 대한 촉각적자극이 추가 되었을 때는 31.48%MVIC로 유의하지 않았다. 기본동작에서 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 128.75였으며, 배에

대한 촉각적자극이 추가 되었을 때는 126.39로 유의하지 않았다.

다열근에 대한 촉각적자극 시 척추기립근과다열근의 근활성도 변화

다열근에 대한 촉각적자극 시 척추기립근과다열근의 근활성도변화는 다음과 같다(Table 2). 기본동작에서 척추기립근의 근활성도는 27.04%MVIC였으며, 다열근에 대한 촉각적자극이 추가 되었을 때는 7.19%MVIC로 감소 하였다($p < 0.05$). 기본동작에서 다열근의 근활성도는 32.85%MVIC였으며, 다열근에 대한 촉각적자극이 추가 되었을 때는 10.12%MVIC로 감소하였다($p < 0.05$). 기본동작에서 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 128.75였으며, 다열근에 대한 촉각적자극이 추가 되었을 때는 131.58로 유의하지 않았다.

논의

본 연구는 엷드린 자세에서 과제 수행 시 촉각적자극이 포함된 구두적지시가 척추기립근과다열근의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 수행하였다.

“배꼽을 집어 넣으세요”라는 구두적지시가 포함되었을 때는 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 증가했다($p < 0.05$). Teyhen 등[34]은 배꼽을 집어 넣는 방법은 복부 끌어당김 운동(abdominal draw-in maneuver)이라고 하였으며, Suchiro 등[35]과 Loukas 등[36]은 복부 끌어당김 운동은 불필요한 요추골반의 움직임을 최소화 하며, 배 근육을 수축시킨다. 이는 복부내압을 증가시키며 등허리근막의 장력을 증가시킨다고 하였다. Richardson 등[37]과 Fredericson과 Moore [38]와 Panjabi [39]은 복횡근과다열근이 동시 수축하면서 허리를 안정화시켜서 허리에 가해지는 전단력과 압박력을 최소화하는데 협력적으로 작용한다고 하였다. Kahlae 등[40]과 Lee 등[41]과 Matthijs 등[42]은 복부 끌어당김 운동을 하였을 때 척추기립근의 근활성도는 감소하고 다열근의 근활성도는 증가한다고 하였으며, 이는 본 연구의 결과를 뒷받침 한다.

“천천히 허리커브(만곡)를 만들어주세요”라는 구두적지시가 포함되었을 때는 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 증가했다($p < 0.05$).

이는 커브(만곡)를 천천히 만들기 위하여 움직임은 조절하는 과정에서 다열근이 활성화 되었기 때문이라고 생각된다. Schuenke 등[43]과 Comerford와 Mottram[44]은 느린 속도에서 다열근과 같은 국소근육이 활성화 된

다고 하였으며, 이는 본 논문의 연구결과와 일치하였다.

배와 허리뼈 그리고 다열근에 대한 촉각적자극에는 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 유의하지 않았다. 배에 대한 촉각적자극은 배꼽을 당기고 있는지 확인하기 위한 촉각적자극이었으며, 허리뼈에 대한 촉각적자극은 허리커브(만곡)를 만드는 방법을 알려주기 위한 촉각적자극이었다. 다열근에 대한 촉각적자극은 다열근의 위치를 알려주기 위한 촉각적자극이었다. 다열근에 대한 촉각적자극에서 척추기립근과다열근은 감소하였다($p < 0.05$). 이는 다열근에 대한 촉각적자극이 커브(만곡)를 만드는 동작을 감소시켰을 것이라고 생각된다. Persson등[45]과 Takasaki등[46]은 촉각적자극인 손의 직접적인 접촉은 근활성도 억제를 위한 테이핑이 수직으로 적용된 것과 유사하다고 하였으며, Beneck등[9]은 다열근에 대한 촉각적자극을 적용하였을 때 촉각적자극이 근활성도를 증가시키기 보다는 이완과 억제효과가 크다고 하였으며, 이는 본 연구의 결과를 뒷받침한다.

“허리커브(만곡)를 강하게 만들어주세요”라는 구두적지시가 포함되었을 때는 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비는 감소하였으며($p < 0.05$), 척추기립근과다열근의 근활성도는 가장 높았다($p < 0.05$). Comerford와 Mottram [44]와 Montgomery와 Connolly [47]는 척추기립근과 같은 빠른 운동단위는 큰 힘과 빠른 속도에서 활성화 된다고 하였으며, 다열근과 같은 느린 운동단위는 작은 힘과 느린 속도에서 활성화된다고 하였다. Danneels 등[5]의 연구에서는 높은 강도의 운동을 하였을 때 다열근보다 척추기립근의 근활성도가 높았고, 낮은 강도의 운동에서는 다열근과척추기립근의 근활성도에 유의한 차이가 없다고 하였다. 또한, “강하게”라는 구두적지시로 인하여 큰 힘을 내기 위해 작은 힘과 느린 속도에서 활성화되는 다열근보다 상대적으로 척추기립근이 더 많이 활성화 되었기 때문이라고 생각된다. 또한 “강하게”라는 구두적지시로 인하여 큰 힘을 내기 위해서 큰 동작을 만들기 위하여 움직이는 것은 대근육인 척추기립근의 근활성도가 높아지면서 안정성을 제공하는 다열근에서도 근활성도가 높아졌다고 생각되며, 이는 Belkhiria 등[48]의 연구에서 “강하게”라는 구두적지시가 추가되면 근활성도가 증가한다는 주장과 본 논문의 연구결과가 일치하였다.

따라서 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비를 증가시키기 위해서는 “배꼽을 집어 넣으세요”, “약한 힘으로 커브(만곡)를 만들어주세요”라는 구두적지시가 도움이 될 것이라고 생각된다.

본 연구의 제한점으로 대상자 수가 적어 결과를 통한 결론을 일반화하는데 어려움이 있다고 생각한다. 큐잉의 방법이 한국어로 되어 있어 다른 언어로 했을 때에

결과는 다르게 나올 수도 있다.

본 연구를 바탕으로 요통이 있는 환자를 대상으로 하는 실험연구와 안정화 운동 중 구두적지시를 적용하는 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론

본 연구는 엎드린 자세에서 촉각적자극이 포함된 구두적지시에 따른 과제 수행 시 척추기립근과다열근의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지에 알아보기 위하여 실시되었으며 결과는 다음과 같다.

본 연구에서 실험 대상자에게 “배꼽을 집어 넣으세요”, “허리커브를 약한 힘으로 만들어주세요” 라는 구두적지시는척추기립근에 대한 다열근의 근활성비가 증가함을 확인하였다($p < 0.05$).

“허리커브를 강하게 만들어주세요” 라는 구두적지시는척추기립근에 대한 다열근의근활성도비가 감소함을 확인하였다($p < 0.05$).

배와 허리뼈, 다열근에 대한 촉각적자극에서는 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비에 유의한 효과가 없음을 확인하였다.

결과를 통해 적절한 구두적지시는 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비 증가에 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 본 연구는 척추기립근에 대한 다열근의 근활성비를 증가시키는 효과적인 구두적지시를 제시하고, 향후 이에 대한 연구와 임상에서 적절한 촉각적자극과 구두적지시를 선택하는데 도움을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

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

참고문헌

1. Wilke H-J, Wolf S, Claes LE, Arand M, Wiesend A. Stability Increase of the Lumbar Spine With Different Muscle Groups. *Spine*. 1995;20:192-7.
2. Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and Superficial Fibers of the Lumbar Multifidus Muscle Are Differentially Active During Voluntary Arm Movements. *Spine*. 2002;27:E29-E36.
3. McGill SM, Hughson RL, Parks K. Changes in lumbar lordosis modify the role of the extensor muscles. *Clinical Biomechanics*. 2000;15:777-80.

4. McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003;13:353-9.
5. Danneels LA, Coorevits PL, Cools AM, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, et al. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2002;11:13-9.
6. MacDonald D, Moseley LG, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain*. 2009;142:183-8.
7. Tsao H, Druitt TR, Schollum TM, Hodges PW. Motor Training of the Lumbar Paraspinal Muscles Induces Immediate Changes in Motor Coordination in Patients With Recurrent Low Back Pain. *The Journal of Pain*. 2010;11:1120-8.
8. van Dieën JH, Selen LPJ, Cholewicki J. Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003;13:333-51.
9. Beneck GJ, Story JW, Donald S. Postural Cueing to Increase Lumbar Lordosis Increases Lumbar Multifidus Activation During Trunk Stabilization Exercises: Electromyographic Assessment Using Intramuscular Electrodes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2016;46:293-9.
10. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De Cuyper HJ. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J*. 2000;9:266-72.
11. Wallden M. The neutral spine principle. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2009;13:350-61.
12. Kennedy C, Levesque L. Therapeutic Exercise for Mechanical Low Back Pain. *Manual Therapy for Musculoskeletal Pain Syndromes: an evidence-and clinical-informed approach*. 2015:255.
13. Akbari A, Khorashadizadeh S, Abdi G. The effect of motor control exercise versus general exercise on lumbar local stabilizing muscles thickness: Randomized controlled trial of patients with chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2008;21:105-12.
14. Souza GM, Baker LL, Powers CM. Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82:1551-7.
15. Desai I, Marshall PWM. Acute effect of labile surfaces during core stability exercises in people with and without low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010;20:1155-62.
16. Drake JDM, Fischer SL, Brown SHM, Callaghan JP. Do Exercise Balls Provide a Training Advantage for Trunk Extensor Exercises? A Biomechanical Evaluation. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2006;29:354-62.
17. Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005;86:242-9.
18. França FR, Burke TN, Hanada ES, Marques AP. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics (Sao Paulo)*. 2010;65:1013-7.
19. O'Sullivan PB, Phyt GDM, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of Specific Stabilizing Exercise in the Treatment of Chronic Low Back Pain With Radiologic Diagnosis of Spondylolysis or Spondylolisthesis. *Spine*. 1997;22:2959-67.
20. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar Stabilization. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2007;86:72-80.
21. Costa LOP, Maher CG, Latimer J, Hodges PW, Herbert RD, Refshauge KM, et al. Motor Control Exercise for Chronic Low Back Pain: A Randomized Placebo-Controlled Trial. *Physical Therapy*. 2009;89:1275-86.
22. van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk Muscle Recruitment Patterns in Patients With Low Back Pain Enhance the Stability of the Lumbar Spine. *Spine*. 2003;28:834-41.
23. Wang-Price S, Zafereo J, Brizzolara K, Sokolowski L, Turner D. Effects of different verbal instructions on change of lumbar multifidus muscle thickness in asymptomatic adults and in patients with low back pain. *J Man Manip Ther*. 2017;25:22-9.
24. Cowling EJ, Steele JR, McNair PJ. Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing. *British journal of sports medicine*. 2003;37:126-30.

25. Bressel E, Willardson JM, Thompson B, Fontana FE. Effect of instruction, surface stability, and load intensity on trunk muscle activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2009;19:e500-e4.
26. Lim I, van Wegen E, de Goede C, Deutekom M, Nieuwboer A, Willems A, et al. Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*. 2005;19:695-713.
27. Rubinstein TC, Giladi N, Hausdorff JM. The power of cueing to circumvent dopamine deficits: A review of physical therapy treatment of gait disturbances in Parkinson's disease. *Movement Disorders*. 2002;17:1148-60.
28. Wang-Price S, Zafereo J, Brizzolara K, Anderson E. Effects of tactile feedback on lumbar multifidus muscle activity in asymptomatic healthy adults and patients with low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2018;22:956-62.
29. Hopkins K, Kass SJ, Blalock LD, Brill JC. Effectiveness of auditory and tactile crossmodal cues in a dual-task visual and auditory scenario. *Ergonomics*. 2016;60:692-700.
30. Boonsinsukh R, Panichareon L, Phansuwan-Pujito P. Light Touch Cue Through a Cane Improves Pelvic Stability During Walking in Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;90:919-26.
31. Dickstein R, Shupert CL, Horak FB. Fingertip touch improves postural stability in patients with peripheral neuropathy. *Gait & Posture*. 2001;14:238-47.
32. Shiva T, Misiaszek JE. Activation of ankle muscles following rapid displacement of a light touch contact during treadmill walking. *Experimental Brain Research*. 2017;236:563-76.
33. Peterson-Kendall F, Kendall-McCreary E, Geise-Provence P, McIntyre-Rodgers M, Romani W. *Muscles testing and function with posture and pain*. US: Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, Ltd. 2005.
34. Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, Del Toro YM, Pulliam JN, Childs JD, et al. The Use of Ultrasound Imaging of the Abdominal Drawing-in Maneuver in Subjects With Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2005;35:346-55.
35. Suehiro T, Mizutani M, Watanabe S, Ishida H, Kobara K, Osaka H. Comparison of spine motion and trunk muscle activity between abdominal hollowing and abdominal bracing maneuvers during prone hip extension. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2014;18:482-8.
36. Loukas M, Shoja MM, Thurston T, Jones VL, Linganna S, Tubbs RS. Anatomy and biomechanics of the vertebral aponeurosis part of the posterior layer of the thoracolumbar fascia. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2007;30:125-9.
37. Richardson C, Hodges P, Hides J. *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization*. Churchill Livingstone. Churchill Livingstone. 2004.
38. Fredericson M, Moore T. *Muscular Balance, Core Stability, and Injury Prevention for Middle- and Long-Distance Runners*. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2005;16:669-89.
39. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003;13:371-9.
40. Kahlaee AH, Ghamkhar L, Arab AM. Effect of the Abdominal Hollowing and Bracing Maneuvers on Activity Pattern of the Lumbopelvic Muscles During Prone Hip Extension in Subjects With or Without Chronic Low Back Pain: A Preliminary Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2017;40:106-17.
41. Lee AY, Kim EH, Cho YW, Kwon SO, Son SM, Ahn SH. Effects of abdominal hollowing during stair climbing on the activations of local trunk stabilizing muscles: a cross-sectional study. *Annals of rehabilitation medicine*. 2013;37:804-13.
42. Matthijs OCG, Dedrick GS, James CR, Brismée J-M, Hooper TL, McGalliard MK, et al. Co-contractile Activation of the Superficial Multifidus During Volitional Preemptive Abdominal Contraction. *PM&R*. 2013;6:13-21.
43. Schuenke MD, Herman JR, Gliders RM, Hagerman FC, Hikida RS, Rana SR, et al. Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. *European Journal of Applied Physiology*. 2012;112:3585-95.
44. Comerford M, Mottram S. *Kinetic control-e-book: The management of uncontrolled movement*: Elsevier

Health Sciences; 2011.

45. McCarthy Persson JU, Hooper ACB, Fleming HE. Repeatability of skin displacement and pressure during “inhibitory” vastus lateralis muscle taping. *Manual Therapy*. 2007;12:17-21.
46. Takasaki H, Delbridge BM, Johnston V. Taping across the upper trapezius muscle reduces activity during a standardized typing task – An assessor-blinded randomized cross-over study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2015;25:115-20.
47. Montgomery PC. *Clinical applications for motor control*. 2003.
48. Belkhiria C, De Marco G, Driss T. Effects of verbal encouragement on force and electromyographic activations during exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2018;58.