JKPT Vol. 32, No. 4, August 2020
J Kor Phys Ther 2020:32(4):210-216
pISSN 1229-0475 eISSN 2287-156X

Original Article

https://doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.210

# The Effects of Curl-up Exercise using XCO on Trunk Muscle Activation in Healthy Adults

Jae-Heon Lim[1], Woon-Su Cho[2]

[1]Department of Physical Therapy, Wonkwang Health Science University, Iksan; [2]Department of Physical Therapy, Nambu University, Gwangju, Republic of Korea

**Purpose:** This study examined the effects of curl-up using XCO® on trunk muscle activation in healthy adults.
**Methods:** This study design was a single-blind randomized controlled trial. Twelve participants were enrolled in this study. The subjects were instructed to perform curl-up exercise in STCU (straight curl-up), LTCU (left twist curl-up), RTCU (right twist curl-up), TWCU (twist curl-up), and PPCU (power push curl-up). Electromyography was used to assess the percent maximal voluntary isometric contraction (%MVIC) of the rectus abdominis (RA), external oblique (EO), internal oblique (IO), and erector spinae (ES) muscles. The data were analyzed using two-way ANOVA with a repeated measure. The statistical significance level was set to $\alpha = 0.05$
**Results:** The IO showed significant differences in the main effect of the group and the interactions between the group and exercise ($p < 0.05$). In particular, the IO represented the interactions between group and exercise in the RTCU and PPCU ($p < 0.05$). The RA, EO, and ES did not show significant interactions between the group and exercise ($p > 0.05$). The RA, IO, and EO showed significant differences in the main effect of the group ($p < 0.05$). The EO showed a significant difference in the main effect of exercise ($p < 0.05$).
**Conclusion:** These findings suggest that XCO® can be used to increase the muscle activation of the internal oblique, which is the lumbar stabilizing muscle, when XCO® is combined in the curl-up exercise with rotation. In the future, research on the intensity, frequency, and duration of XCO® exercise will be needed according to the individual characteristics and preferences.

**Keywords:** Trunk, Vibration, Electromyography

## 서 론

몸통 근육은 일상생활의 모든 활동에 관여하며, 팔다리가 움직이면서 몸의 안정성을 유지하는 데 매우 중요하다. 특히 복부 근육은 근골격계 및 중추신경계 손상 환자의 허리 안정화 및 통증 감소에 중요한 역할을 하며, 스포츠 수행력 향상을 유지하는데도 필요한 근육이다.[1] 해부학적으로 복부 근육은 다른 역할을 수행하도록 여러 근육층으로 구성되어 있으며 각 근육의 역할은 수행할 과제와 환경에 따라 달라진다.[2] 복부 근육 강화 운동은 경기력 향상과 허리 통증 환자의 재활 목적으로 활용되고 있으며 경기력과 통증 회복에 필요한 부분이다.[3]

복부 근육을 강화하는 운동은 다양한 자세를 통해 여러 복부 근육을 특이적으로 활성화할 수 있다.[4] 복부를 강화하는 대표적인 윗몸일으키기 운동은 여러 연구에서 배곧은근과 배바깥빗근을 활성화하는 효과적인 방법이며 척추의 하중을 줄여줄 수 있는 운동이라고 보고하였다.[5,6] 윗몸일으키기의 수축력을 향상시키기 위해 윗몸일으키기 운동을 변경하여 다양한 방향의 근육을 촉진할 수 있는데, 팔의 위치를 변화시키거나, 대각선으로 위치한 배바깥빗근과 배속빗근을 더 많이 포함할 수 있도록 회전을 추가하여 수축력을 향상시키는 다양한 운동으로 변화되고 있다. 또한 지지면을 불안정하게 하거나 엉덩관절과 무릎관절 굽힘 정도를 변화시키거나, 척추의 굽힘 및 회전, 몸통굽힘 속도 변화를 주거나, 도구를 사용하여 수축력을 더 향상시킬 수 있다.[7-9]

그 중 도구를 사용하여 복부 수축력을 향상시키는 방법으로 진동을 이용한 플렉시바(flexi-bar), 바디블레이드(bodyblade), 익스코(XCO)와 같은 도구들이 소개되고 있으며 그 효과를 입증하려는 시도들이 이뤄지고 있다. 능동진동을 유발하는 플렉시바를 이용하여 몸통 근활성도를 알아본 연구에서 플렉시바 운동이 배바깥빗근과

**Received** Jul 7, 2020 **Revised** Aug 25, 2020
**Accepted** Aug 26, 2020
**Corresponding author** Woon-Su Cho
E-mail chiro8575@naver.com

Copyright © 2020 The Korean Society of Physical Therapy
This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (https:// creativecommons.org/license/by-nc/4.0.) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

배속빗근의 활성도를 향상시켜 몸통 돌림 근육 활성화의 효과를 입증하였다.[10] 14명의 건강한 남성들에게 바디블레이드를 이용하여 몸통 근육의 근활성도와 척추 안정성의 효과를 알아본 연구에서도 배속빗근과 배바깥빗근에서 큰 활성도를 나타냈다고 보고하였다.[11] 최근 플렉시바(flexibar)나 바디블레이드(bodyblade)와 같이 수동으로 유발되는 진동이 아닌 능동 진동을 이용한 익스코에 대한 연구들이 이뤄지고 있다. 익스코(extreme core training, XCO)는 네덜란드 물리치료사 Jan Hermans가 설계한 것으로 알루미늄 튜브 안에 존재하는 입자들이 양쪽 뚜껑으로 이동하면서 순간적인 충격이 발생하여 안정성과 근력을 향상시키는 도구이다.[12]

익스코를 이용한 연구로는 12주간의 노르딕 보행과 익스코를 이용한 보행을 노인에게 적용한 결과, 두 운동 모두 노인의 심혈관 계통의 효율성을 증가시켜 지구력 훈련으로 유용하고 노인의 신체 수행력 전반을 유지하는데 도움이 된다고 보고하여 익스코 보행이 노르딕 보행을 대체할 수 있는 훈련방법이라고 제안하였다.[13] 익스코를 이용한 어깨 훈련이 탄력밴드 훈련보다 가시위근, 가시아래근, 작은원근, 어깨세모근 근 두께의 유의한 향상을 가져왔다고 보고하여 익스코가 어깨 근력 향상에 도움을 준다고 하였다.[14] 이러한 익스코를 통해 유발되는 능동 진동은 신경근 반응 및 큰 근육 활성에 긍정적인 효과가 있으며 환자의 운동감각 향상 및 협응 증진, 그리고 근력과 근지구력 향상을 위해 사용할 수 있다.[15-17]

익스코를 윗몸일으키기 운동과 결합하여 몸통 근육의 근활성도나 근 두께, 균형의 효과를 알아보려는 연구들이 진행되고 있다. 몸통 근활성도의 주요 측정 근육으로는 윗몸일으키기 운동 시에 주요 근육인 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근을 통해 알아보았으며 일부 연구에서는 척추세움근도 몸통 굽힘시 굽힘을 조절해주는 브레이크 역할로 작용하며, 특히 회전을 동반하는 경우 척추세움근, 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근의 활성화가 나타나서 척추세움근도 윗몸일으키기 운동 시 측정하였다.[18] 성인 남녀 22명을 대상으로 익스코를 이용한 몸통 근력 운동이 몸통근 두께에 미치는 효과를 알아본 연구에 배속빗근에서 유의한 증가를 나타내었다고 보고하였으며,[19] 허리 통증이 있는 남녀 대학생을 대상으로 익스코를 이용한 안정화운동을 시행한 결과 배바깥빗근, 배속빗근의 근 부피가 중재 전에 비해 향상됨을 보고하였다.[20] 허리 통증이 있는 대학생에게 익스코를 이용하여 안정화 운동을 시행한 결과 허리 유연성이 대조군에 비해 향상되었고, 배바깥빗근과 배속빗근, 배가로근의 근 두께가 중재 전에 비해 중재 후에 증가하였고 통증 개선에도 효과가 있다고 보고하였다.[20] Son[21]은 익스코를 이용한 몸통 운동과 허리 안정화 운동을 비교했을 때 익스코 운동이 배가로근의 근 두께 증가와 허리통증 감소에 효과적이어서 익스코 운동이 허리 안정화 운동과 유사한 운동효과가 있는 운동방법이라고 제시하였으며, 익스코 운동을 통해 만성 허리통증 환자의 몸통 근육의 활성도를 알아본 결과 안정화 운동보다 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척추세움근에서 근활성도의 유의한 증가와 통증감소를 나타냈다고 보고하였다.[22]

이처럼 선행연구에서 윗몸일으키기 운동과 익스코를 결합한 운동을 다양한 형태의 허리 안정화 운동과 비교하여 운동의 효과를 입증하고자 하였으나, 다양한 윗몸일으키기 운동 중 적용한 각 운동에서 익스코가 어떤 근육의 변화를 주는지 알아보는 연구는 아직 부족한 실정이다. 그러므로, 익스코를 이용하여 윗몸일으키기 운동 시 몸통 움직임 방향에 따라 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근, 척추세움근의 근활성도 변화를 알아보고 이를 통해 향후 몸통 운동으로 활용할 수 있는 기초자료로 활용하고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 광주에 거주하는 20대 대학생 남녀 12명을 대상으로 진행하였으며, 대상자 선정은 윗몸일으키기를 수행할 정도로 근력과 가동범위가 있고, 척추 질환과 허리 및 다리의 통증이 없으며, 규칙적인 운동을 하지 않는 대학생들로 선정하였다. 모든 대상자에게 이 연구의 목적 및 실험 참여에 따른 불편함과 참가자가 본인 의사에 따라 연구 참여와 중단을 할 수 있음을 자세하게 설명하였다. 자발적으로 실험에 참여하고자 하는 대상자에게만 동의서에 자필로 서명을 받고 실험을 진행하였다. 연구 동의서에는 연구목적, 연구 참여에 따른 이익, 개인정보와 비밀보장, 비밀보장 및 연구 철회 등의 내용을 포함하고 있다. 연구동의서 2부에 연구 참여에 대한 참가자의 서명을 받고 그 중 1부는 참가자에게 사본으로 제공하였다. 대상자의 나이는 평균 20.9 ± 1.4세, 키는 166.8 ± 7.7 cm, 몸무게는 67.0 ± 14.9 kg, 체질량 지수는 24.0 ± 4.2 kg/m$^2$ 이었다.

### 2. 실험방법

본 연구는 익스코 사용 유무에 따른 5가지 윗몸일으키기 운동이 건강한 성인의 몸통 근육의 근활성도를 알아보기 위한 단일군 반복측정 연구(cross-sectional experimental study with within-subject design)이다. 대상자들에게 윗몸일으키기를 실시하기 전에 정확한 움직임을 교육하였다. 바로 누운 자세에서 엉덩관절을 60° 굽힘, 양쪽 무릎을 90° 굽힘한 후 복부 근육의 활동을 증가시키기 위해 발을 고정하지 않은 채로 윗몸일으키기를 수행하고 다시 원위치로 되돌아 오도록 운동용 매트 위에서 진행하였다. 또한, 몸통 반동이 발생되지 않도록 유의사항과 수행 방법에 대해 설명한 뒤에 시범자가 먼저 운동을 보여주고 각각의 운동을 참가자가 2-3번 반복하여 제대로 시연할 수 있도록 하였다. 익스코를 이용한 윗몸일으키기 운동 교육은 익스코를

잡고 각 운동의 마지막 위치에서 입자가 튜브 끝 부위에 도달하면 발생되는 충격음을 들을 수 있도록 하였다. 한 대상자가 익스코를 이용한 5가지 윗몸일으키기 운동과 동일한 운동을 익스코 없이 팔 동작만 수행한 윗몸일으키기 5가지 운동을 수행하여 총 10가지 운동을 하도록 하였다. 모든 대상자의 측정에 사용된 5가지 윗몸일으키기 운동은 반듯한 윗몸일으키기(straight curl-up, STCU), 왼쪽으로 비틀면서 윗몸일으키기(left twist curl-up, LTCU), 오른쪽으로 비틀면서 윗몸일으키기(right twist curl-up, RTCU), 비틀면서 윗몸일으키기(twist curl-up, TWCU), 파워 밀기 윗몸일으키기(power push curl-up, PPCU)이다(Figure 1). 참가자들이 최대 노력을 하도록 구두로 격려하였으며, 머리와 어깨뼈만 들리도록 윗몸일으키기를 시행하였다. 대상자들이 10번의 윗몸일으키기를 수행하는 동안 반복적인 운동을 했을 때 나타나는 순서 효과를 제거하기 위해 랜덤화 방법 중 한 가지인 대형방법(method of counterbalancing)을 이용하였다. 하나의 운동마다 3번 반복하였으며 반복 간 90초의 휴식이 주어졌으며, 운동 간에 3분의 휴식시간을 부여하였다.

### 1) 운동 도구

연구에 사용된 익스코(XCO®, FLEXI SPORTS GmbH, Germany)의 의미는 신체의 중심근육을 일컫는 최고 코어(extreme core)를 뜻하며 이 도구를 이용하는 훈련 부위를 말하기도 한다. 연구에 사용된 도구크기는 운동 길이 30 cm, 폭 7 cm, 무게 900 g 라지 사이즈로, 알루미늄 뚜껑 안에 무게 입자가 가속과 감속을 통해 끝에서 끝으로 자연스럽게 이동하면서 반응충격이 발생되어 부가적인 기계적 부하가 커져 더 많은 반사적인 근 수축을 유발할 수 있는 능동 진동 기구이다. 다양한 방향으로 흔들면서 발생되는 반응충격이 관절 주변의 동시수축을 발생하여 근육과 결합조직의 구조를 강화할 수 있다.[12]

### 2) 측정 도구

#### (1) 근전도(Electromyography, EMG) 측정

몸통 근육의 근전도 측정값은 %MVIC로 표시하였으며, 8-EMG (LXM 5308, Laxtha, Korea)를 사용하였으며, 표본 수집률 1,000 Hz, 주파수 대역필터 20-500 Hz에서 각 운동의 마지막 위치에서 5초 동안 자료를 수집하였고, 데이터 값의 오류를 줄이기 위해 처음 1초와 마지막 1초를 제외하고 3 초 동안만 측정하였다. 3회 시행 후 평균값을 도출하였으며, 가장 높은 근활성도를 나타낸 영역의 3초 동안의 값을 자료로 처리하였다.

전도성을 위해 알코올 솜으로 부착 부위를 닦고 일회용 의료용 전극을 부착하였다. 접지 전극을 목뼈 7번에 부착하고 활성 전극을 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척추세움근에 부착하였다. 모든 측정은 오른쪽 몸통에서만 기록하였다. 측정 위치는 배곧은근은 지방조

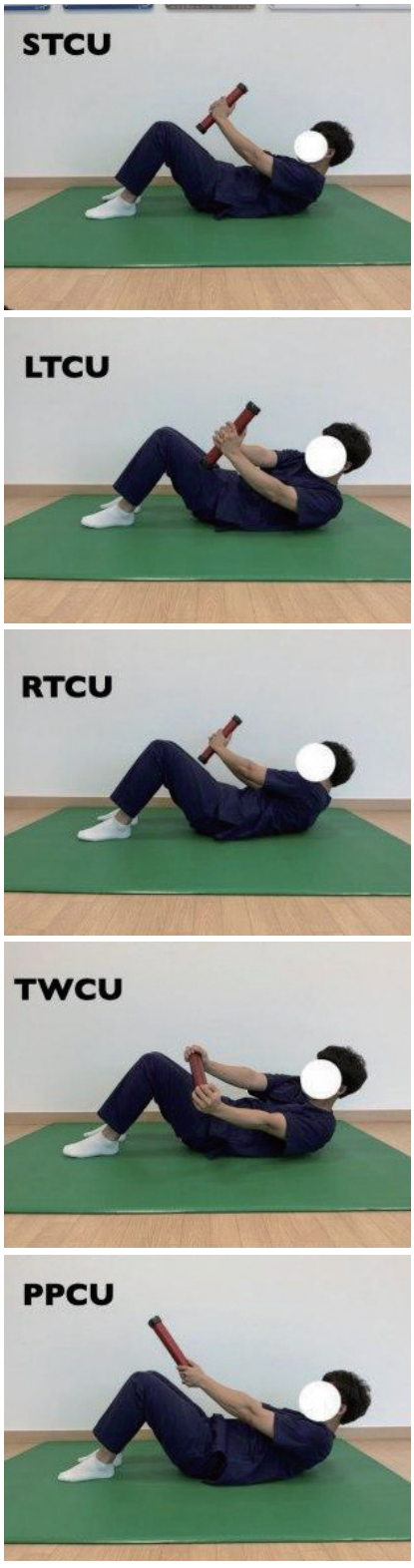


Figure 1. Curl-up exercise variation with XCO, STCU: straight curl-up, LTCU: left twist curl-up, RTCU: right twist curl-up, TWCU: twist curl-up, PPCU: power push curl-up.


https://doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.210

직의 가장 두꺼운 층을 피하기 위해 배꼽 위 3 cm에서 바깥쪽 3 cm,[23] 배바깥빗근은 배꼽에서 바깥쪽으로 15 cm지점,[24] 배속빗근은 배꼽과 위앞엉덩뼈가시(ASIS)의 중간지점,[25] 척추세움근은 허리뼈 2번 바깥쪽 2 cm[26]에서 측정하였다. 근전도 측정 시 오류를 최소화하기 위해서 실험에 꼭 필요한 장비를 제외하고 다른 전기 장치의 모든 전원을 제거하였다. 맨손도수검사 자세를 이용하여 최대수의적등척성수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)를 측정하였으며,[27] 수집된 모든 몸통 근육의 근전도 신호를 RMS 값으로 처리하였고, 각 근육의 수집된 자료에서 %MVIC로 정규화하였다. 표면 EMG 신호를 통해 수집된 데이터는 소프트웨어(Telescan, Laxtha, Korea)로 저장 후 분석하였다.

### 3. 자료 처리 및 분석

본 연구에서 모든 자료를 분석하기 위해 Window SPSS version 22.0을 이용하였다. 각 항목 별 데이터는 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차로 제시하였다. 익스코 적용 유무에 따른 5가지 윗몸일으키기 운동 수행 시 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척추세움근의 근활성도를 비교하기 위해서 이요인반복측정분산분석(two-way ANOVA with repeated measure)를 사용하였으며, 사후분석을 위해서 본페로니 수정법을 사용하였다. 통계학적 유의수준 $\alpha = 0.05$로 설정하였다.

## 결 과

### 1. 배곧은근 근활성도 변화

익스코 적용유무에 따른 윗몸일으키기 운동 시 배곧은근의 근활성도는 집단 주효과에서 유의한 차이가 나타났으며($p < 0.05$) 윗몸일으키기 운동 주효과, 운동과 집단에 따른 상호작용은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 1, Figure 2A).

### 2. 배속빗근 근활성도 변화

익스코 적용유무에 따른 윗몸일으키기 운동 시 배속빗근의 근활성도는 집단 주효과와 운동과 집단에 따른 상호작용에서 유의한 차이가 있었으며 사후분석 결과 RTCU와 PPCU ($F = 8.414$, $p = 0.008$)에서 유의한 차이가 나타났으며($p < 0.05$) 윗몸일으키기 운동 주효과는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 1, Figure 2B).

### 3. 배바깥빗근 근활성도 변화

익스코 적용유무에 따른 윗몸일으키기 운동 시 배바깥빗근의 근활성도는 집단과 윗몸일으키기 운동 주효과는 유의한 차이가 있었으며($p < 0.05$) 사후분석 결과 LTCU와 PPCU ($F = 12.636$, $p = 0.002$), RTCU와 PPCU ($F = 6.634$, $p = 0.017$), TWCU, PPCU ($F = 12.579$, $p = 0.002$)에서 유의한 차이가 있었다. 운동과 집단에 따른 상호작용은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 1, Figure 2C).

### 4. 척추세움근 근활성도 변화

익스코 적용유무에 따른 윗몸일으키기 운동 시 척추세움근의 근활성도는 집단과 윗몸일으키기 운동 주효과와 운동과 집단에 따른 상호작용에서 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 1, Figure 2D).

## 고 찰

익스코는 튜브 안에 물질이 양쪽 뚜껑 부위로 이동하면서 관절주변의 동시수축을 유발하는 도구로 강한 반응 충격을 통해 목표 근육 강화와 안정성 향상을 목표로 사용되는 도구이다. 능동적인 강한 진동 충격을 발생시키며, 한번의 흔듦으로 수동적으로 발생되는 빠른 진폭의 진동과의 차이점으로는 빠르고 강한 능동 진동으로 최대 근력 발생에 적합한 도구라는 점이다. 윗몸일으키기 운동 시에 익스코를 결

Table 1. Comparison of the trunk muscle activation according to XCO by curl-up exercise variation (%MVIC)

| Muscle | Group | Curl-up exercise | | | | | F | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | STCU | LTCU | RTCU | TWCU | PPCU | Group | Exercise | Group*Exercise |
| RA | CUXCO | 74.50±11.71 | 75.11±18.34 | 79.91±14.06 | 72.12±11.56 | 78.08±13.33 | 22.811* | 1.231 | 0.062 |
| | CUNXCO | 62.17±11.98 | 59.82±18.95 | 65.65±14.85 | 58.06±15.53 | 66.36±14.07 | | | |
| IO | CUXCO | 78.70±12.96 | 80.22±14.14 | 87.50±24.06 | 84.67±17.58 | 77.57±22.32 | 5.570* | 0.482 | 2.679* |
| | CUNXCO | 63.93± 25.05 | 60.33±27.13 | 57.62±23.08 | 63.30±25.81 | 64.98±28.01 | | | |
| EO | CUXCO | 82.22±14.96 | 92.66±14.00 | 86.84±16.99 | 86.85±9.80 | 79.01±14.27 | 8.001* | 4.836* | 0.604 |
| | CUNXCO | 71.72±13.74 | 77.44±14.50 | 79.32±14.79 | 80.73±8.58 | 65.67±16.65 | | | |
| ES | CUXCO | 54.78±18.19 | 52.18±18.23 | 55.35±21.20 | 52.48±18.60 | 57.62±18.70 | 3.820 | 0.587 | 0.745 |
| | CUNXCO | 40.32±12.22 | 44.89±9.64 | 47.54±11.87 | 43.85±13.79 | 43.02±10.55 | | | |

CUXCO: curl-up with XCO, CUNXCO: curl-up with non-XCO, RA: rectus abdominis, EO: external oblique, IO: internal oblique, ES: erector spinae, STCU: straight curl-up, LTCU: left twist curl-up, RTCU: right twist curl-up, TWCU: twist curl-up, PPCU: power push curl-up, MVIC: maximal voluntary isometric contraction.
*$p < 0.05$.

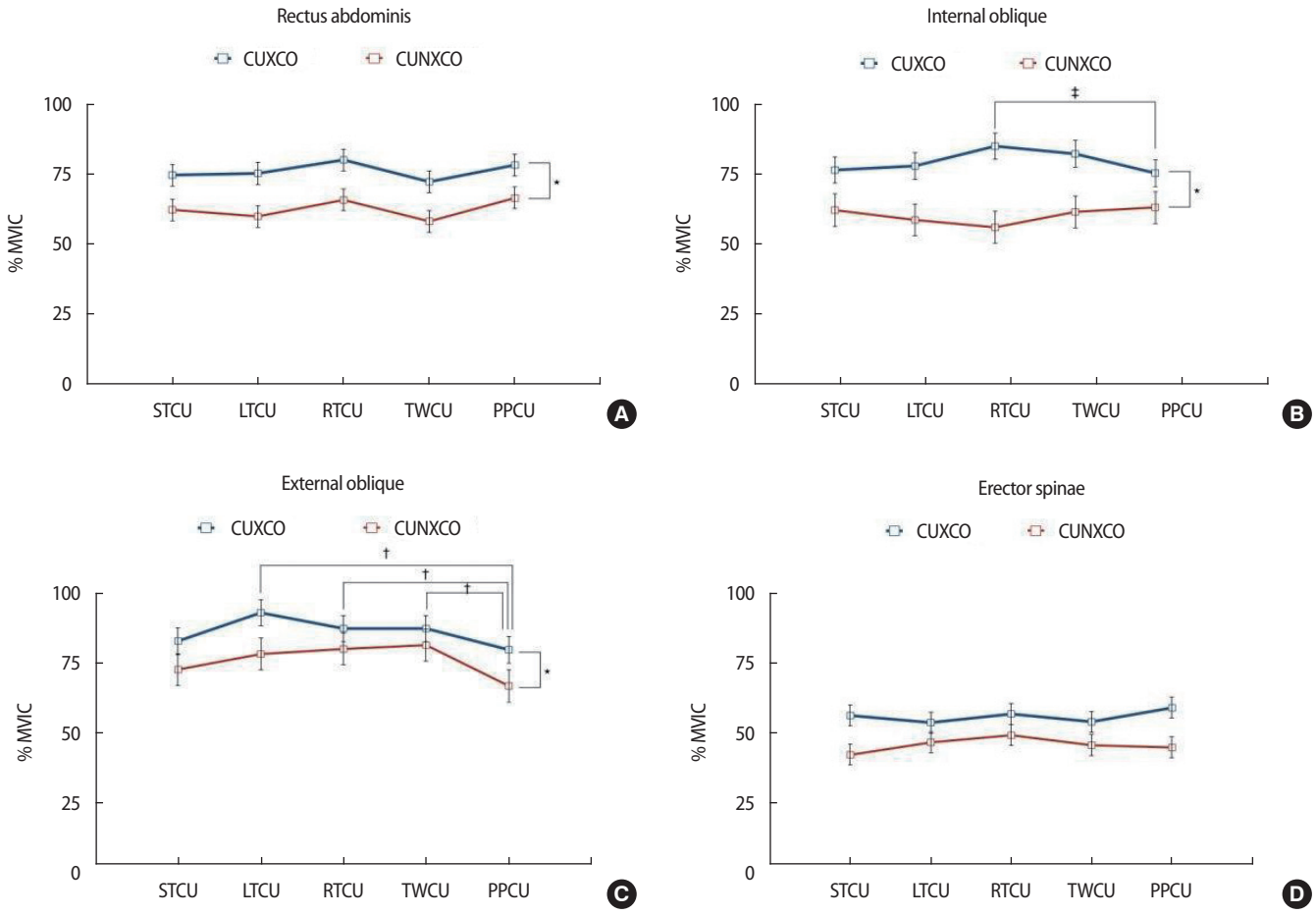


Figure 2. The change of trunk muscles activation according to XCO by curl-up exercise variation, *Significant main effect of group ($p<0.05$), †Significant main effect of exercise ($p<0.05$), ‡Significant interaction effect (group×exercise)($p<0.05$). CUXCO: curl-up with XCO, CUNXCO: curl-up with non-XCO, STCU: straight curl-up, LTCU: left twist curl-up, RTCU: right twist curl-up, TWCU: twist curl-up, PPCU: power push curl-up, MVIC: maximal voluntary isometric contraction.

합하면 일어날 때 빠른 팔 동작으로 튜브 안의 입자들이 중력에 빠른 속도로 대항하면서 발생되는 충격이 몸통 근육의 수축을 유발한다.

익스코를 윗몸일으키기 운동과 결합하여 몸통 근육의 근활성도에 차이가 있는지 알아본 결과는 다음과 같다. 첫째, 배속빗근이 익스코 유무에 따라 RTCU와 PPCU로 윗몸일으키기 운동 수행 시 유의한 상호작용이 나타났으며, 이는 익스코 사용유무가 윗몸일으키기 운동에 따라 근활성도 변화 양상이 서로 다르게 나타남을 의미한다. 이는 운동 시 작용한 근섬유 방향의 차이로 인해 발생한 것으로 생각되며, RTCU는 오른쪽 몸통회전을 동반하면서 윗몸일으키기를 수행하는데, 본 연구에서 오른쪽 몸통 근육만을 측정했으므로 왼쪽 배바깥빗근과 오른쪽 배속빗근이 가장 많은 근육이 동원되는 RTCU에서 배속빗근이 높은 활성도를 나타낸 것으로 생각된다. 특히, 익스코를 이용한 RTCU 수행 시 익스코 내부의 무게입자가 몸을 더 오른쪽 대각선으로 이동시켜 부하가 보다 더 바깥쪽으로 이동하게 됨으로써 외적 모멘트 팔이 더 길어져서 동원되는 근섬유가 더 많았을 것으로 생각된다. 빠르게 입자들이 이동하면서 순간적으로 충격이 발생하고 그 발생된 힘이 배속빗근에 강한 저항으로 작용한 것도 한 가지 요인이 될 수 있을 것이다. 또한 근육의 수축요소인 근육원섬유마디(sarcomere)의 상대적 위치에 따라 근활성도가 차이가 나타나며, 짧아진 근길이에서 근활성도가 증가한다고 보고한 연구를 토대로 강한 반응충격이 중력에 대항하여 근육을 더 짧게 만드는 익스코의 특성이 RTCU에서 가장 높은 근활성도를 나타낸 것으로 생각된다.[28] Son[22]의 연구에서 익스코를 이용한 운동프로그램을 6주간 적용 후 측정한 배곧은근, 배속빗근과 배바깥빗근, 척추세움근의 근활성도에서 운동 전보다 6주후에 근활성도가 유의하게 증가했으며 허리안정화 운동과 비교했을 때 모든 근육에서 시기에 따라 집단 간 유의한 상호작용이 나타났다고 보고하였다. 적용한 운동 자세는 윗몸일으키기 운동뿐만 아니라 교각자세와 양 하지의 엉덩관절과 무릎관절을 90도로 다리를 들어올린 자세에서 훈련한 결과이므로 본 연구의 윗몸일으키기 운동에 국한하여 측정한 결과와는 차이가 있을 것으로 생각된다.


https://doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.210

RTCU와 PPCU에서 익스코 적용유무에 따라 배속빗근의 활성 변화의 차이가 발생하는 요인으로는 광범위하게 척추뼈 몸통에 붙어있어 배속빗근이 허리 부위의 안정성을 제공하는데 중요한 역할을 하기 때문이다.[29] 익스코로 발생되는 몸통의 동요와 기계적인 부하를 줄 수 있는 익스코 안에 있는 입자들의 빠른 진동를 통해 배속빗근의 활성도를 더 증가시켜 익스코를 적용했을 때 RTCU가 PPCU보다 안정화에 더 많이 기여했을 것으로 생각된다.[12] 몸통의 빠른 움직임을 할 때 그 움직임이 가능하도록 하는 배속빗근과 같은 안정근육을 통해 충분한 동적안정성이 뒷받침되어야 한다고 하였다.[30]

RTCU와 PPCU에서 익스코 유무에 따라 배속빗근이 유의한 상호작용을 나타냈지만, 배바깥빗근이 가장 많이 활성화되는 LTCU에서는 PPCU와 상호작용은 나타나지 않았다. 이마면과 시상면에서 배빗근과 배가로근이 안정화 역할을 하는데,[31] 윗몸일으키기 시에 익스코로 인한 반응충격으로 시상면에서 안정성을 위해 배속빗근이 동원된 것으로 생각된다. 진동을 이용한 플렉시바를 통해 진동유무가 몸통 근육의 근활성도에 미치는 효과를 비교한 연구에서 플렉시바 집단이 배속빗근의 활성도가 진동이 없는 도구보다 72% 증가를 나타내어 척추 안정화를 보강하고 조절하는 훈련으로 유용하다고 제안하였다.[29] 윗몸일으키기 시 플렉시바를 결합하여 몸통 근육의 근활성도를 알아본 결과 배바깥빗근과 배속빗근에서 유의한 증가를 나타내어 본 연구의 결과와 일부 일치하였다.[10] 하지만 한 가지 운동에 국한되어 알아본 연구였으며 근활성도의 평균 값이 본 연구보다 낮게 나타난 것으로 보아 익스코가 더 많은 수축력을 동원한 것을 알 수 있다.

익스코를 결합한 5가지 윗몸일으키기 운동에서 척추세움근을 제외한 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근에서 집단 간 주효과가 유의한 차이를 나타내었다. 척추세움근을 제외한 모든 근육이 굽힘 작용에 동원되며, 특히 익스코의 반응충격을 일으킨 방향과 속도에 달렸다고 사료된다. 중력에 대항하는 방향으로 적용된 익스코의 방향이 골반과 가슴우리로 힘을 보내어 몸통 굽힘 모멘트를 더 크게 유발시켰기 때문으로 생각된다.[32] 하지만 익스코를 적용했을 때 마지막 위치에서 보다 빠른 속도의 수축이 발생되며 이때 대항근인 척추세움근은 몸통 굽힘을 제동시키는 편심성 수축이 발생된다. 근육의 길이가 순간적으로 늘어날 때 근활성도는 감소된다고 보고하였으며, 건강한 대학생을 대상으로 다양한 속도로 윗몸일으키기를 비교한 결과 근활성도 값은 척추세움근이 가장 낮게 나타났게 나타났다.[33] 윗몸일으키기 운동 형태에 따라 근활성도를 비교한 연구에서 배곧은근과 척추세움근의 근활성도의 변화가 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았고,[9] 윗몸일으키기 시에 허리네모근과 척추세움근 또한 활성도가 낮게 나타났다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.[34]

몸통 돌림에 기여하는 배속빗근, 배바깥빗근 중에서 배바깥빗근만 LTCU, RTCU, TWCU가 PPCU 운동보다 더 높은 근활성도를 나타내었다. 능동적으로 유발하는 흔듦을 통해 발생되는 익스코의 진동은 잡는 위치와 흔듦 방향에 따라 동원되는 근육이 서로 달라지게 된다.[35] 배바깥빗근은 세로 축을 중심으로 몸통 돌림 조절에 기여하며 팔 동작과 익스코의 움직임을 통해 몸통 돌림을 의도적으로 사용하려 했기 때문으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 본 연구에서 익스코 유무에 따른 5가지 윗몸일으키기 운동을 몸통 근활성도로 알아보았으나, 표준편차 값이 대부분 10 이상으로 크게 나타났다. 대상자의 표본수가 적었으며 성별에 따른 근육량의 차이로 인해 나타난 것으로 판단된다. 향후 실험 대상자의 표본 수를 늘리고 대상자 선정에 보다 주의를 기울여 설정해야 할 것이다. 둘째, 익스코는 다양한 자세에서 적용되는데 윗몸일으키기 운동에 국한하여 알아보아 다양한 자세에서 유발되는 근활성도의 차이를 알아보지 못하였다. 또한 2가지 중요한 안정화 근육인 허리네모근과 배가로근을 측정하지 못하였다. 특히 몸통 안정화 운동으로 사용될 수 있는 앉은 자세나 네발기기 자세 등에서의 익스코 유무에 따른 근활성도 비교가 이뤄질 필요가 있을 것이라 생각된다. 셋째, 몸통의 길이, 척추의 가동성, 골반의 움직임 등 몸통 근활성도에 영향을 줄 수 있는 부분을 고려하지 못하였다. 또한, 젊고 건강한 20대 대학생을 대상으로 했으므로 이 결과를 일반화하기가 어려운 점이 있다.

위의 결과로 볼 때, 윗몸일으키기 운동에 회전 동작과 함께 익스코를 결합했을 때 허리 안정화 근육인 배속빗근의 근활성도를 증가시킬 수 있는 방법으로 사용될 수 있을 것이라 생각된다. 향후 몸통 안정성을 증가시키는 다양한 프로그램으로 활용될 수 있을 것이며, 개인의 특성과 선호도에 맞춰 익스코 운동의 강도, 빈도, 기간 등을 설정한 다양한 프로그램을 개발하고 이를 비교하는 연구가 필요할 것이다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 2020년도 원광보건대학교 교내연구비 지원에 의해서 수행됨.

## REFERENCES

1. Escamilla RF, McTaggart MS, Fricklas EJ et al. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: Implications for rehabilitation and training. J Orthop Sports Phys Ther. 2006;36(2):45-57.
2. Cholewicki J, VanVliet JJ. Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. Clin Biomech. 2002;17(2):99-105.

3. Liddle SD, Baxter GD, Gracey JH. Exercise and chronic low back pain: What works?. Pain. 2004;107(1-2):176-90.
4. Comfort P, Pearson SJ, Mather D. An electromyographical comparison of trunk muscle activity during isometric trunk and dynamic strengthening exercises. J Strength Cond Res. 2011;25(1):149-54.
5. Juker D, McGill S, Kropf P et al. Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. Med Sci Sports Exerc. 1998;30(2):301-10.
6. Shields RK, Heiss DG. An electromyographic comparison of abdominal muscle synergies during curl and double straight leg lowering exercises with control of the pelvic position. Spine. 1997;22(16):1873-9.
7. Guimaraes AC, Vaz MA, De Campos MI et al. The contribution of the rectus abdominis and rectus femoris in twelve selected abdominal exercises. An electromyographic study. J Sports Med Phys Fitness. 1991;31 (2):222-30.
8. Vera-Garcia FJ, Brown SH, Gray JR et al. Effects of different levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads. Clin Biomech. 2006;21(5):443-55.
9. Rutkowska-Kucharska A, Szpala A. Electromyographic muscle activity in curl-up exercises with different positions of upper and lower extremities. J Strength Cond Res. 2010;24(11):3133-9.
10. Lim JH. Effects of flexible pole training combined with lumbar stabilization on trunk muscles activation in healthy adults. J Kor Phys Ther. 2018;30(1):1-7.
11. Moreside JM, Vera-Garcia FJ, McGill SM. Trunk muscle activation patterns, lumbar compressive forces, and spine stability when using the bodyblade. Phys Ther. 2007;87(2):153-63.
12. Müller-Wohlfahrt HW, Schmidtlein O. Besser trainieren!: Den ganzen körper und nicht nur muskeln stärken. München, Zabert Sandmann, 2007: 200-216.
13. Morat T, Krueger J, Gaedtke A et al. Effects of 12 weeks of nordic walking and XCO walking training on the endurance capacity of older adults. Eur Rev Aging Phys Act. 2017;14:16.
14. Jeong JG, Park JC. The impact of vibration exercises on shoulder muscle thickness. J Kor Phys Ther. 2018;30(4):117-22.
15. Schulte R, Warner C. Oscillatory devices accelerate proprioception training. Clin Biomech. 2001;6:85-91.
16. Cohen LG, Starr A. Vibration and muscle contraction affect somatosensory evoked potentials. Neurology. 1985;35(5):691-8.
17. Lee DK, Kim EK. Effects of active vibration exercise on trunk muscle activity, balance, and activities of daily living in patients with chronic stroke. J Kor Phys Ther. 2018;30(4):146-50.
18. Pope MH, Andersson GB, Broman H et al. Electromyographic studies of the lumbar trunk musculature during the development of axial torques. J Orthop Res. 1986;4(3):288-97.
19. Cho WS, Park CB, Lim JH. The effect of trunk strengthening exercise using oscillation on trunk muscle thickness and balance. J Korean Soc Phys Med. 2017;12(2):91-101.
20. Lee HJ, Kim JU, Park JS et al. The effect of stabilization exercise using XCO on flexibility, muscular volume and pain of university students with low back pain. KAPTS. 2018;25(1):62-74.
21. Son PY. The effect XCO exercise and lumbar stabilization exercise onthickness of lumbar muscle and pain disability index withchronic low back pain patients. Nambu University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
22. Son SA. The effects of XCO and lumbar stabilization exercise on trunk muscle activity, backstrength, and pain in the patients with chronic low back pain. Nambu University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
23. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. J Orthop Sports Phys Ther. 2007;37(12):754-62.
24. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC et al. Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. Br J Sports Med. 2001;35(3):186-91.
25. Bressel E, Dolny DG, Gibbons M. Trunk muscle activity during exercises performed on land and in water. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(10):1927-32.
26. Tsao H, Druitt TR, Schollum TM et al. Motor training of the lumbar paraspinal muscles induces immediate changes in motor coordination in patients with recurrent low back pain. J Pain. 2010;11(11):1120-8.
27. Danneels LA, Cagnie BJ, Cools AM et al. Intra-operator and inter-operator reliability of surface electromyography in the clinical evaluation of back muscles. Man Ther. 2001;6(3):145-53.
28. Miwa N, Tanaka T, Matoba M et al. Electromyography in kinesiologic evaluations. Subjects on the two joint muscle and the relation between the muscular tension and electromyogram. Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi. 1963;36:1025-35.
29. Goncalves M, Marques NR, Hallal CZ et al. Electromyographic activity of trunk muscles during exercises with flexible and non-flexible poles. J Back Musculoskelet Rehabil. 2011;24(4):209-14.
30. McGill S. Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation. 2nd ed. Leeds, Human Kinetics, 2007:114-9.
31. Andersson EA, Grundstrom H, Thorstensson A. Diverging intramuscular activity patterns in back and abdominal muscles during trunk rotation. Spine. 2002;27(6):E152-60.
32. McGill SM. A revised anatomical model of the abdominal musculature for torso flexion efforts. J Biomech. 1996;29(7):973-7.
33. Vera-Garcia FJ, Flores-Parodi B, Elvira JL et al. Influence of trunk curl-up speed on muscular recruitment. J Strength Cond Res. 2008;22(3):684-90.
34. Andersson EA, Oddsson LI, Grundstrom H et al. EMG activities of the quadratus lumborum and erector spinae muscles during flexion-relaxation and other motor tasks. Clin Biomech. 1996;11(7):392-400.
35. Sanchez-Zuriaga D, Vera-Garcia FJ, Moreside JM et al. Trunk muscle activation patterns and spine kinematics when using an oscillating blade: Influence of different postures and blade orientations. Arch Phys Med Rehabil. 2009;90(6):1055-60.


https://doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.210