

*Original Article*

## 네발기기 운동시 체중이동 거리에 따른 몸통근육의 근활성도 비교

배창환, 김상현<sup>1)</sup>, 김명권<sup>2)</sup>

배창환 운동센터, 울산병원 물리치료실<sup>1)</sup>, 대구대학교 물리치료학과 교수<sup>2)</sup>

### Comparison of Muscle Activity of Trunk Muscles According to the Weight Shift Distance in Quadruped Exercise

Chang-hwan Bae, Sang-hyun Kim<sup>1)</sup>, Myoung-kwon Kim<sup>2)</sup>

*Dept. of Physical Therapy, Bae Chang Hwan Training Center*

*Dept. of Physical Therapy, Ulsan Hospital<sup>1)</sup>*

*Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Sciences, Daegu University<sup>2)</sup>*

#### ABSTRACT

**Background:** Exercise in the quadruped position is performed to improve body and shoulder stability. This study examined the muscle activity of the trunk muscles according to the distance of the weight shift when lifting one leg in the quadruped position.

**Methods:** Ten healthy 20 to 40 years old males were tested as subjects. All subjects moved their body weight to 0, 5, and 10cm on the opposite side of the leg lifter while maintaining the quadruped position. The surface electrodes recorded the electromyography data during the one leg lifting.

**Results:** As the weight shift distance was increased, there was a significant difference in muscle activity of both serratus anterior, multifidus and internal oblique muscles ( $p < .05$ ).

Left and right serratus anterior and right internal oblique were most activated when weight shift distance was 0cm ( $p < .05$ ).

**Conclusion:** Shoulder and lumbar stabilization exercises should be applied in the absence of a weight shift distance during quadruped exercise.

#### Key Words:

Muscle activity, Quadruped exercise, Stabilization

## I. 서론

몸통 안정화 운동은 허리통증을 줄이고(Grenier와 McGill, 2007), 재발을 막는데 효과적이며(Hides 등, 2001), 척추를 둘러싸고 있는 근육들의 동시 수축 패턴(co-activation patterns)을 발달시켜 척추 관절에 강성도 메카니즘(stiffening mechanism)을 제공하여 척추의 안정성을 높인다(Vera-Garcia 등, 2007; Andersen 등, 2004). 안정화 근육들의 불균형이 존재하는 환자들에게 안정화 근육들의 전반적인 근활성도를 높이는 운동보다는 안정화 근육의 힘의 불균형은 최소로 유지하며 선택적으로 활성화 할 수 있는 운동이 필요하다고 선행 연구들에서 볼 수 있었다(An 등, 2014; Jung과 Chung, 2012; Smith 등, 2008; Keller 등, 2004).

최근 균형과 움직임 조절에 대한 연구들 중 어깨와 관련하여 허리 안정화 또는 몸통 중심 안정화 연구들이 관심을 받고 있다(Kang과 Kim, 2014).

몸통 근육의 활동은 허리뼈의 안정성을 유지하는 필수적인 요소이며 배가로근과 뭇갈래근이 팔다리를 움직이는 동안 팔다리의 작용근보다 근 수축 시기가 더 빠르다는 많은 연구들이 있다(Hodges와 Moseley, 2003). 또한 배속빚근, 배바깥뿔근, 허리네모근도 운동성 뿐만 아니라 척추의 안정성 기능을 수행한다고 보고된다(Okubo 등, 2010). 몸통의 안정성은 복부 수축 기법과도 관련이 있는데, 복부 수축 기법은 복부 근육을 활성화 하여 몸통의 안정성을 향상시키며(Kahlae 등, 2017), 허리통증을 감소시킨다(Reiman, 2009). 이러한 복부 수축 기법에는 복부 드로인 기법과 복부 브레이싱 기법이 있으며, 임상에서 널리 사용되고 있다(Kahlae 등, 2017; Suehiro 등, 2014).

네발기기 자세에서의 운동은 어깨의 안정성 뿐만 아니라 몸통의 안정성을 위해 많이 사용하고 있다. 네발기기 자세는 낮은 강도의 난이도에서 시작하여 점차적으로 한쪽 팔을 굽히거나 팔과 다리를 교차로 뺀어 난이도를 높이는데 이는 코어근육 강화에 효율적이다(Akuthota V, 2004). 일반적으로 운동을 처음 시작할 때와 재활 초기 단계에서도 추천되는 자세이기도 하다(Queiroz, 2010). 네발기기 운동에서의 연구들을 보면 네발기기자세에서 팔 들기, 다리 들기, 팔다리 들기 운동을 통한 몸통의 근활성도 측정 하였고(McGill과 Karpowicz, 2009), 건강한 성인에게 엎드린 자세, 네발기기 자세, 앉은 자세에서 운동하는 동안 몸통근육의 근활성도 연구(Kelly 등, 2016), 만성 허리통증 환자에게 다양한 네발기기 자세에서 팔들

기, 다리들기, 팔다리 들기를 이용한 몸통근육의 근활성도에 대한 연구(Yoon 등, 2015), 네발기기 자세의 안정화 운동에서 몸통과 엉덩관절 근육들의 근활성도 연구(Stevens 등, 2007), 네발기기 자세에서 푸쉬업 플러스 동작시 오른쪽과 왼쪽 무릎 들기에 따른 앞뿔니근의 활성도를 비교한 연구들이 있었다(Kim, 2017). 또한, 체중 이동시 지지면에 따른 양쪽 체간근육의 근활성도를 비교한 연구에서 체간조절의 능력을 개선시키기 위해서는 환측으로만 체중이동 운동을 실시하는 것이 아니라, 양방향으로 체중이동운동을 훈련하는 것이 필요하다고 하였다(Jung과 Chung, 2012). 하지만 네발기기 자세에서 다리를 들 때 반대측으로 체중이동의 거리에 대한 몸통 근육의 근활성도를 분석한 연구가 없었다.

그러므로 본 연구는 건강한 성인을 대상으로 네발기기 자세에서 체중 이동의 거리에 따라 다리를 들 때 몸통 근육의 근활성도를 분석하여 임상에서 네발기기 자세의 안정화 운동을 선택하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 울산시에 거주하는 20~40세 남성으로 실험을 하기 전에 연구 목적과 방법에 대해 충분히 설명하고 자발적인 동의를 얻었다. 연구대상자 선정기준은 상하지에 신경학적 손상이 없는 자, 팔다리의 근육뼈대계통 이상이 없는 자, 최근 어깨, 팔꿈치, 손목, 발목, 무릎, 허리 수술 경험이 없는 자로 하였고, 실험 전 2명을 대상으로 예비실험을 한 후에 문제점을 수정한 후 12명 중에서 실험 절차를 끝까지 수행할 수 없었던 2명은 탈락시켰고 나머지 10명을 연구대상자로 확정하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 표 1에 제시하였다.

Table 1. General characteristics of subjects.

Variables	Mean±SD	Range
Sex (male/female)	10/0	
Age (yrs)	29.73±7.07	23~46
Height (cm)	177.45±5.10	169~187
Weight (kg)	72.64±9.05	62~89
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.97±1.67	20.3~25.2

## 2. 실험방법

본 연구에서는 실험 전 복부 드로잉 방법(abdominal drawing-in maneuver; ADIM)에 대한 내용을 숙지하기 위해 대상자에게 골반과 갈비뼈의 움직임 없이 배꼽을 내측 상방으로 당기면서 자연스러운 호흡을 하도록 하며(Bjerkefors 등, 2010; Urquhart 등, 2005), Stabilizer(Pressure Bio-feedback unit PBFU, Chattanooga, USA)압력이 4~5mmHg 감소시킨 상태에서 네발기기 자세를 실시하였다(Figure 1).



Figure 1. Quadrupedal exercise

네발기기 자세는 목 부위의 안정성을 주기 위해 턱을 당기는 동작과 어깨뼈가 익상 되지 않도록 어깨뼈를 최대한으로 전인을 유지한 상태에서 우세측 다리를 올렸다. 이때 들어 올린 다리와 머리, 몸통, 엉덩이와 같은 선상에 놓이도록 하였다(Stevens 등, 2007). 모든 대상자는 네발기기 자세를 유지한 상태에서 체중이동은 다리를 올리는 쪽 반대 측으로 체중을 0cm, 5cm, 10cm로 이동하였고 각 조건은 무작위로 진행 하였다(Figure 2).

각각의 조건은 5초간 3회씩 측정하였으며, 각 조건 간 휴식은 3분의 휴식시간이 주었다.

## 3. 실험도구 및 측정방법

### 1) 실험도구

ADIM을 실시하기 위하여 복부 당김 기법을 통해 장비를 압박함으로써 수축 정도를 설정하고, 피드백 하기 위한 Stabilizer를 사용하였고, 체중이동을 확인하기 위해 바닥면을 가로 10cm 세로 30cm와 높이는 가로 10cm와 세로 65cm로 나무로 제작하였고, 체중이동을 확인하기 넓다리뼈 큰돌기와 무릎을 연결하는 선을 기준으로 바닥에 0cm, 5cm, 10cm로 마크로 붙였다.

### 2) 근전도 측정

연구 대상자의 네발기기 자세에서 앞뿔니근, 뿔갈래근, 배속뿔니근의 근활성도를 측정하기 위해서 표면근전도

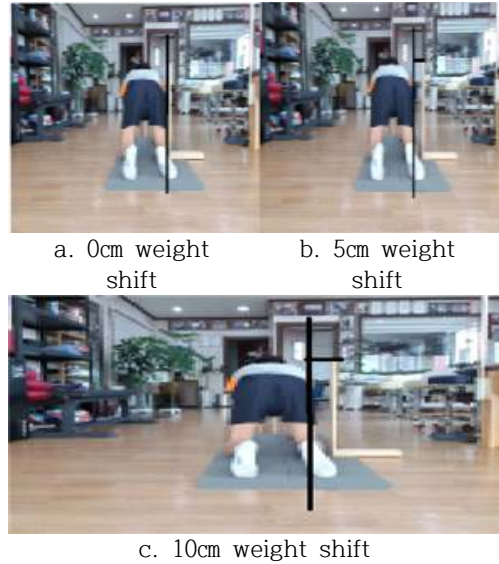


Figure 2. Weight shift in the quadrupedal

(Noraxon USA, Inc, Scottsdale AZ, USA)를 사용하여 수집 및 분석하였다(Figure 3). 표면 전극을 측정 부위에 부착하기 전, 피부 저항을 최소화하기 위해 체모가 있는 경우 면도를 하여 체모를 제거하였고, 사포를 이용하여 각질을 제거하고 알코올로 소독하였다. 전극은 Ag/AgCl 전극을 사용하였고, 근전도 신호 수집을 위한 표본추출률(sampling rate)은 1,500Hz로 하며, 수집된 신호는 완파 정류(full wave rectification)로 처리하였다. 자료 처리는 수집된 근전도 아날로그 신호를 Myosystem DTS로 보내서 디지털 신호로 전환 후 Myoresearch XP 1.72 소프트웨어를 이용하여 신호를 처리 하였다. 실험 전, 측정 데이터의 표준화를 위해 해당 근육의 최대 등척성 수축(maximum voluntary isometric contraction; MVIC)으로 근전도 값을 측정하였다. 양측 앞뿔니근, 양측 배속뿔니근, 양측 뿔갈래근의 측정자세는 도수근력 검사자세(manual muscle test)를 기준으로 시행하였다.

앞뿔니근은 대상자가 앉아서 어깨뼈를 내민 상태에서 어깨뼈를 내민 상태에서 위팔을 125° 굽히고, 측정자가 한 손으로 대상자의 어깨뼈 아래각에 위치시키고 안정화시킨 다음 어깨뼈를 뒤당김 방향으로 저항을 주어 버티도록 하였다(Ekstrom 등, 2003). 뿔갈래근은 엎드려 누운 자세에서 몸통을 편한 상태에서 측정하였고, 배속뿔니근은 팔의 움직임을 고정한 상태에서 몸통을 30° 굽힌 상태에서 자세를 유지할 수 있도록 신체를 고정하였다(Konrad, 2005). 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안

평균값을 제곱근의 평균제곱(root mean square; RMS) 처리하여 %MVIC로 설정하였다. 각 측정마다 근 피로도를 고려하여 5분간의 휴식을 제공하였다(Cram 등, 1998).



Figure 3. Equipment and measurement

(1) 전극 부착 부위

전극 부착 부위는 양쪽 앞톱니근, 배속빚근, 뭇갈래근에 전극을 부착하였다. 앞톱니근은 갈비뼈 7번을 지나 중간 겨드랑이선 부위에 부착하였다(Park와 Yoo, 2011) 배속빚근은 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에서 안쪽과 밑쪽으로 각각 2cm 떨어진 지점에 2cm 간격을 두고 근섬유와 평행하도록 사선으로 부착하였고, 뭇갈래근은 양측 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine)을 연결하는 선의 위아래 높이에서 극돌기 바로 옆 지점에 2cm의 거리를 두고 근섬유와 평행하도록 사선으로 부착 하였다(Tayashiki 등, 2016; Suehiro 등, 2014)(Figure 4).



a. Multifidus b. Serratus anterior c. Internal oblique

Figure 4. Placement of surface electrodes

4. 자료 처리

수집된 자료는 상용 통계프로그램인 윈도우용 SPSS version 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 네발기 자세에서 우세 측 다리를 든 후 체중이동 거리에 따른 3가지 운동 방법을 선택하여 앞톱니근, 뭇갈래근, 배속빚근의 근활성도를 알아보기 위해 일요인 반복측정 분

산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였다. 사후검정은 본페로니 수정법(Bonferroni correction)을 이용하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준  $\alpha = .05$ 로 정하였다.

III. 결 과

1. 앞톱니근의 근활성도 비교

1) 오른쪽 앞톱니근 근활성도 비교

네발기 자세에서 체중이동 거리에 따른 오른쪽 앞톱니근(right serratus anterior muscle; RSA)의 근활성도 결과는 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ )(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 0~5cm, 0~10cm에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Figure 5).

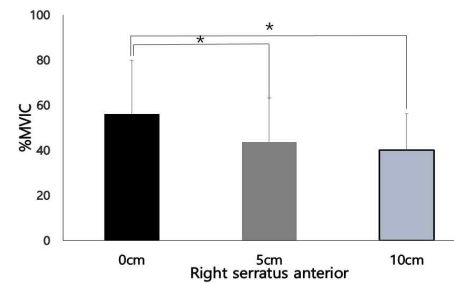


Figure 5. Comparison of the RSA between the 3 exercise(0cm, 5cm, 10cm)

2) 왼쪽 앞톱니근 근활성도 비교

네발기 자세에서 체중이동 거리에 따른 왼쪽 앞톱니근(Left serratus anterior muscle; LSA)의 근활성도 결과는 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ )(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 0~10cm에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Figure 6).

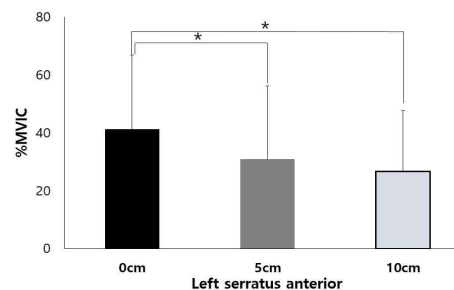


Figure 6. Comparison of the LSA between the 3 exercise(0cm, 5cm, 10cm)

## 2. 뭇갈래근의 근활성도 비교

### 1) 오른쪽 뭇갈래근 근활성도 비교

네발기기 자세에서 체중이동 거리에 따른 오른쪽 뭇갈래근(right multifidus muscle; RMT)의 근활성도 결과는 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ )(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

### 2) 왼쪽 뭇갈래근 근활성도 비교

네발기기 자세에서 체중이동 거리에 따른 왼쪽 뭇갈래근(left multifidus muscle; LMT)의 근활성도 결과는 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ ), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p > .05$ )(Table 2).

## 3. 배속빋근의 근활성도 비교

### 1) 오른쪽 배속빋근 근활성도 비교

네발기기자세에서 체중이동 거리에 따른 오른쪽 배속빋근(right internal oblique muscle; RIO)의 근활성도 결과는 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ )(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 0~5cm, 0~10cm에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Figure 7).

### 2) 왼쪽 배속빋근 근활성도 비교

네발기기 자세에서 체중이동 거리에 따른 왼쪽 배속빋근(left internal oblique muscle; LIO)의 근활성도 결과는 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ )(Table 2), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 0~5cm, 0~10cm, 5~10cm에

서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(Figure 8).

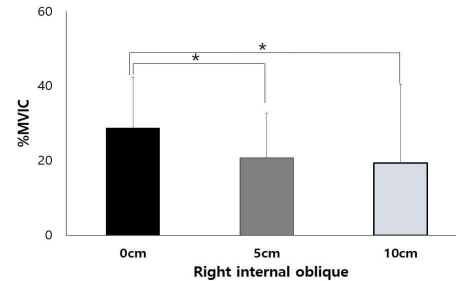


Figure 7. Comparison of the RIO between the 3 exercise(0cm, 5cm, 10cm)

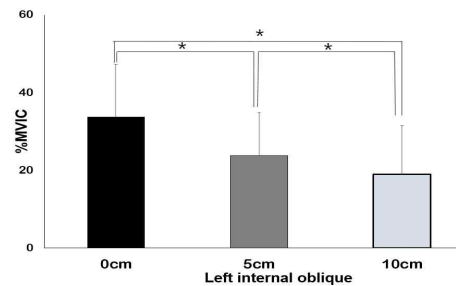


Figure 8. Comparison of the LIO between the 3 exercise(0cm, 5cm, 10cm)

## IV. 고찰

네발기기 자세는 국소 근육의 외적 하중과 통증을 최소화하여 재활 초기에 권장되는 자세로 상대적으로 다른 자세에 비해 척추에 가해지는 하중을 줄이고 척추 중립 자세로 쉽게 균형을 유지할 수 있다(Richardson과 Jull, 1995). 또한, 네발기기 자세에서 실시하는 안정화 운동

Table 2.

Electromyographic activity of the various muscles groups (n=10)

Group	0cm	5cm	10cm	F	p
RSA	56.15±23.95 <sup>a</sup>	43.82±19.33	40.16±16.13	57.704	.000
LSA	41.21±25.63	30.89±25.32	26.60±21.12	19.154	.002
RMT	31.46±25.24	39.41±25.98	40.30±28.70	20.643	.001
LMT	14.24±14.79	18.35±21.64	23.52±28.15	7.660	.022
RIO	28.71±13.62	20.78±11.98	19.35±12.59	33.742	.000
LIO	33.65±13.64	23.78±11.02	18.92±11.50	51.356	.000

<sup>a</sup>Mean(%MVIC)±SD, by one way repeated analysis of variance

RSA: Right serratus anterior muscle, LSA: Left serratus anterior muscle, RMT: Right multifidus muscle  
LMT: Left multifidus muscle, RIO: Right internal oblique muscle, LIO: Left internal oblique muscle

은 팔과 다리를 이용하여 몸통 근육을 강화시키고, 몸통 근육의 동원 패턴을 훈련 할 수 있다(Steven 등, 2007). 어깨뼈는 다른 신체 분절과 연결되어 안정성을 가지고 있으며(McMullen과 Uhl, 2000), 이러한 안정성은 골반에서부터 몸통을 지나 팔까지 연결하는 운동 사슬을 이루고 있다(Wilke 등, 2016). 최근 연구에서는 균형 및 움직임 조절에 관한 연구 중에서 어깨와 관련하여 코어 안정화 연구들이 관심을 받고 있다. 몸통 안정화 운동으로 다양한 자세의 교각 운동이 있으며, 이중 엎드린 교각운동 자세는 다른 교각운동 자세보다 몸통 근육의 근활성도를 높이는 방법이라 제안되며, 앞쪽 안정근을 활성화 시킨다(Kong 등, 2015).

어깨 안정화 운동과 근육 불균형의 감소를 위한 운동으로 네발기기 자세에서의 푸쉬업 플러스를 이용하여 앞뿔니근의 근활성도를 높이기 위해 많이 사용하고 있다(Ludewig 등, 2004). 본 연구의 결과로 볼 때 네발기기 운동 자세에서 오른쪽 다리를 들어 올린 후 체중 이동에 따른 오른쪽 앞뿔니근의 근활성도를 보았을 때 오른쪽 RSA의 근활성도는 체중 이동에 따라 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ ), 운동방법에 따른 결과는 체중이동 없이(0cm) 실시하였을 때가 5cm, 10cm 보다 효과적이었고, LSA의 근활성도는 체중 이동에 따라 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ ), 운동방법에 따른 결과는 체중이동 없이(0cm) 실시하였을 때가 5cm, 10cm 보다 효과적이었다. 이는 네발기기 운동 자세에서 오른쪽 발을 든 상태에서 반대측으로 체중 이동은 몸통의 중력중심(center of gravity: COG)을 왼쪽 상지 보다 다리로 이동시킴으로써 상대적으로 몸통에 적용되는 무게 저항을 줄여줄게 하여 앞쪽 몸통 안정성 근육의 낮은 동원이 되었으리라 생각된다.

Lee(2010)의 연구에서는 네발기기 자세에서 단일 팔 들어올리기, 단일다리 들어올리기, 팔다리 교차들기 과제 시의 몸통근육의 활성도를 비교하였다. 네발기기 자세에서 팔, 다리 교차들기 과제 시 배가로근, 배속빚근, 배바깥근, 배곧은근과 허리 못갈래근, 넓은등근, 큰볼기근의 근활성도 등 임상에서 여러 연구가 이루어져 왔다(Queiroz 등, 2010; Steven 등, 2007; Souza 등, 2001).

본 연구의 결과로 볼 때 네발기기 자세에서 체중이동에 따른 RMT, LMT 모두 근활성도 결과는 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ ), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과 RMT, LMT에서 그룹 간 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았으나 0cm에서 5cm 이동 시 21%, 23% 증가, 5cm에서 10cm로 이동 시 각각 3%, 22% 증가를 나타내었다. 이는 체중 이동 거리가 증가 될수록 골반의 회전적인

움직임을 억제하기 위해 ADIM의 효과가 높아져 회전적인 움직임을 제어하는 못갈래근의 근활성도가 증가되었다고 사료된다. Kahlae 등(2017)은 만성 허리통증 환자에게 엎드려 누운 자세에서 엉덩관절 펌 시 ADIM이 척추세움근의 근활성도를 줄인다고 하였고, Suehiro 등(2014)도 역시 ADIM이 대근육의 근활성을 줄여서 불필요한 허리 뼈골반의 움직임을 최소화 한다고 하였다. 이에 따라 네 발기기 자세의 못갈래근의 체중 이동에 따른 근활성도 증가 역시 적절한 ADIM 적용이 중요한 역할을 했다고 생각된다.

배속빚근은 척추에 직접 연결되어 있어 척추의 움직임을 조절하며 배바깥근보다 섬세한 근 활성도를 가지는데(McGill 등, 2003), 우세측 다리를 들 때 우세측 배바깥근의 증가함은 지지측 배속빚근의 활성화와 더불어 힘선 방향에 의한 회전토크를 조절하기 위해 활성화 된다고 생각된다.

그리고 본 연구에서 RIO, LIO의 체중이동에 따른 근활성도 결과 또한 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ ), 운동방법에 따른 사후검정을 실시한 결과는 RIO에서 0~5cm, 0~10cm에서, LIO에서 0~5cm, 0~10cm, 5~10cm에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). RIO 근활성도 비교에서는 0~5cm, 0~10cm에서 각각 19%, 29% 감소하였고, LIO의 근활성도 비교에서는 0~5cm, 0~10cm, 5~10cm에서 각각 29%, 56%, 21% 감소하였다. 이는 네발기기 운동 자세에서 오른쪽 하지를 든 상태에서 반대 측으로 체중 이동은 무게 중심을 왼쪽 다리로 이동시킴으로써 상대적으로 몸통에 적용되는 무게 저항을 줄여줄게 하여 배속빚근의 낮은 동원이 되었으리라 생각된다.

네발기기 자세에서 오른쪽 다리를 들 때 LIO이 증가된 이유는 지지측 다리에서 체중 부하가 증가하게 되고, 엉덩관절의 안정성을 위해 안정화 근육인 배속빚근이 보다 증가하였다고 선행연구에서 밝혔다(Maenhout 등, 2009).

네발기기 자세의 다리 들기 시 다리를 들어 올리는 쪽 배바깥근이 팔과 다리 들기 시 발생하는 척추의 회전을 조절하고 척추를 중립 위치로 유지하는 역할을 하고(Stevens 등, 2007; Souza 등, 2001), 동시에 반대 측 배속빚근은 측면의 전단력과 내부에서 발생하는 모멘트에 균형을 맞춰서 척추의 중립 자세를 유지하려고 하기 때문인 것으로 생각된다(Stevens 등, 2007; Callaghan 등, 1998).

몸통의 안정성을 증가시키기 위해 자세의 변화와 과제별 난이도를 다양하게 해야 한다는 주장이 있었고(Lee와 Cho, 2016). 운동방법에 따라 몸통 안정성을 유지하는

근육의 활성도가 다르고, 각 근육의 근력을 증가시키기 위해서는 선택적 운동이 필요하다고 하였다(Choi 등, 2005). 임상에서는 코어 안정성을 높이기 위한 일환으로 네발기기 자세운동을 사용한다. 최근 균형과 움직임 조절에 대한 연구들 중 어깨와 관련하여 몸통 중심 안정화 연구들이 관심을 받고 있다. 몸통 근육은 배가로근, 못갈래근, 배속빗근, 배바깥빗근, 허리네모근이 있으며 이러한 근육들이 상호협력하여 몸통의 안정성을 유지한다고 알려져 있다(Kisner와 Colby, 2012). 이에 본 연구에서의 체중이동에 따른 근활성도와 운동방법에 따른 이에 여러 선행연구에서 볼 수 없었던 반대측 체중이동에 따른 근활성도 및 운동방법에 따른 차이를 알아보았다.

본 연구에서의 제한점은 첫째, 표본이 많지 않아 연구 결과를 일반화시키는데 어려움이 있다. 둘째, 체중이동에 대한 도구를 거리로 사용하였기 때문에 체중이동에 대한 객관화가 부족하였고, 추후 연구에서는 압력센스를 이용한 객관화된 연구가 필요하다고 생각된다. 셋째, 체중 이동시 골반의 회전적인 움직임을 통제하지 못하였다. 넷째, 본 연구의 대상자가 정상인을 대상으로 수행한 실험 연구로서 추후에는 임상에서 환자를 대상으로 하는 연구가 필요할 것으로 사료 된다.

## V. 결론

본 연구는 네발기기 운동 시 체중 이동에 따른 몸통근육의 근활성도를 비교하며 운동방법에 따른 차이를 알아본 연구이다. 앞뿔니근, 못갈래근, 배속빗근의 좌,우 근활성도를 각각 비교하였다. 연구 결과는 앞뿔니근, 배속빗근에서 체중이동이 없을 때(0cm) 근활성도가 가장 높음을 확인하였고( $p < .05$ ). 못갈래근은 운동방법에 따른 그룹간 결과에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 본 연구 결과를 토대로 임상에서 어깨 및 허리 안정화 운동으로 네발기기 운동 시 체중 이동 없는 상태에서 적용할 것을 제안한다.

## 참고문헌

Akuthota V, Scott FN. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85:86-92. <https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>

Andersen TB, Essendrop M, Schibye B. Movement of the upper body and muscle activity patte

rns following a rapidly applied load; The influence of pre-load alterations. Eur J Appl Physiol. 2004;91(4):488-492. [http://doi.org/10.1016/s0003-6870\(02\)00028-5](http://doi.org/10.1016/s0003-6870(02)00028-5)

An KO, Kang DK, Lee KK. Effect of Local Muscle Activation through Spinal Segmental Stabilization Exercise on Golf Performance. AJK. 2014;16(2):117-125.

Bjerkefors A, Ekblom MM, Josefsson K, et al. Deep and superficial abdominal muscle activation during trunk stabilization exercises with and without instruction to hollow. Man Ther. 2010;15(5):502-507. <http://doi.org/10.1016/j.mather.2010.05.006>

Callaghan JP, Gunning JL, McGill SM. The relationship between lumbar spine load and muscle activity during extensor exercises. Physical Therapy. 1998;78(1):9-18. <http://doi.org/10.1093/ptj/78.1.8>

Cho SH. Comparative analysis of the right shoulder's muscle activity when lifting ipsilateral and contralateral legs during the push up plus exercise. J. Korean Soc. Precis. Eng. 2015;32(8):749-754.

Choi HS, Kwon OY, Yi CH, et al. The comparison of trunk muscle activities during sling and mat exercise. J Kor Phys Ther. 2005;12(1):1-10.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Maryland Aspen pub. 1998.

Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg GL. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. J Orthop Sports Phys Ther. 2003;33(5):247-258. <http://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.5.247>

Grenier SG, McGill SM. Quantification of lumbar s

- tability by using 2 different abdominal activation strategies. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(1):54-62. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.014>
- Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine.* 2001;26(11):243-248. <http://doi.org/10.1097/00007632-200106010-00004>
- Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):361-370. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(03\)00042-7](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(03)00042-7)
- Jung KS, Chung YJ. Effects of the support surface condition on muscle activity of trunk muscles during weight shifting exercise. *J Kor Soc Ther.* 2012;24(5):300-305.
- Kahlaee AH, Leila G, Amir MA. 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. *J Manipulative Physiol Ther.* 2017;40(2):106-117. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.10.009>
- Kang MH, Kim MS. EMG Activity in the abdominal muscles and the kinematics of the lumbar spine during unilateral upper-limb resistance exercises under stable and unstable conditions. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(6):873-875. <http://doi.org/10.1589/jpts.26.873>
- Keller R, Brox I, Gunderson. Trunk muscle strength, cross-sectional area, and density in patients with chronic low back pain randomized to lumbar fusion or cognitive intervention and exercises. *Spine.* 2004;29:3-8. <http://dx.doi.org/10.1097/01.BRS.0000103946.26548.EB>
- Kelly M, Jacobs D, Wooten ME, et al. Comparison of electromyographic activities of lumbar iliocostalis and lumbar multifidus muscles during stabilization exercises in prone, quadruped, and sitting positions. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(10):2950-2954. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2950>
- Kim JW. Comparative analysis of the serratus anterior muscle activity when right and left knee lift during quadruped position on push up plus. Catholic University of Daegu. Master Thesis. 2017.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: Foundations and techniques.* FA Davis, 2012.
- Kong YS, Lee WJ, Park S, et al. The effects of prone bridge exercise on trunk muscle thickness in chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(7):2073-2076. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2073>
- Konrad, Peter. *The abc of EMG. A practical introduction to kinesiological electromyography.* 2005:1:30-35.
- Lee HO. Activation of trunk muscles during stabilization exercises in four-point kneeling. *J Kor Phys Ther.* 2010;22(5):33-38.
- Lee KS, Cho JW. The Differences of trunk muscle activity according to task difficulty in four-point kneeling position. *J Korean Soc Neur Ther.* 2016;23(2.98):21-70.
- Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med.* 2004;32(2):484-493. <http://doi.org/10.1177/0363546503258911>
- Maenhout A, Van Praet K, Pizzi L, et al. Electromyographic analysis of knee push up plus variations: What's the influence of the kinetic



- chain on scapular muscle activity? *Br J Sports Med.* 2009. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.0303>
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, et al. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):353-359. [http://doi.org/10.1016/S1050-6411\(03\)000439](http://doi.org/10.1016/S1050-6411(03)000439)
- McGill SM, Karpowicz A. Exercises for spine stabilization: Motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. *Arch Phys Med.* 2009;90(1):118-126. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.026>
- McMullen J, Uhl TL. A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *J Athl Train.* 2000;35(3):329.
- Okubo Y, Kaneoka K, Imai A, et al. Electromyographic analysis of transversus abdominis and lumbar multifidus using wire electrodes during lumbar stabilization exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(11):743-750. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3211>
- Park SY, Yoo WG. Differential activation of parts of the Serratus anterior muscle during push-up variations on stable and unstable bases of support. *J Electromyogr Kinesiology.* 2011;21(5):861-867. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.07.001>
- Queiroz BC, Caqliari MF, Amorim CF, et al. Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(1):86-92. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.09.016>
- Reiman MP. Trunk stabilization training: An evidence basis for the current state of affairs. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2009;22:131-142. <http://doi.org/10.3233/BMR-2009-0226>
- Richardson CA, Jull GA. Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Man Ther.* 1995;1(1):2-10. <https://doi.org/10.1054/math.1995.0243>
- Smith J, Nyland P, Caudill, et al. Dynamic trunk stabilization: A conceptual back injury prevention program for volleyball athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38:703-720. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2008.2814>
- Souza GM, Baker LL, Power CM. Electromyographic activity of selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(11):1551-1557. <http://doi.org/10.1053/apmr.2001.26082>
- Stevens VK, Vleeming A, Bouche KG, et al. Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point kneeling in healthy volunteers. *Eur Spine J.* 2007;16(5):711-718. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0181-1>
- Suehiro T, Mizutani M, Watanabe S, et al. Comparison of spine motion and trunk muscle activity between abdominal hollowing and abdominal bracing maneuvers during prone hip extension. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(3):482-488. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.04.012>
- Tayashiki K, Maeo S, Usui S, et al. Effect of abdominal bracing training on strength and power of trunk and lower limb muscles. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(9):1703-1713. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3424-9>
- Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, et al. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther.* 2005;10(2):144-153. <https://doi.org/10.1016/j.math.2004.08.011>

Bae, et al. Comparison of muscle activity of trunk muscles according to the weight shift distance in quadruped exercise

Vera-Garcia FJ, Elvira JL. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17(5):556-567. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.07.004>

Wilke J, Krause F, Voqt L, et al. What is evidence-based about myofascial chains: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(3):454-461. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.07.023>

Yoon TL, Cynn HS, Choi SA, et. al. Trunk muscle activation during different quadruped stabilization exercises in individuals with chronic low back pain. *Physiother Res Int.* 2015;20(2):126-132. <https://doi.org/10.1002/pri.1611>

논문접수일(Date received) : 2020년 03월 16일

논문수정일(Date Revised) : 2020년 03월 17일

논문게재확정일(Date Accepted) : 2020년 05월 21일