

필라테스 동작시 폼롤러의 적용과 움직임에 따른 몸통근과 하지근의 근전도 반응에 미치는 영향

정서현^{1*} · 조상우² · 정상훈¹ · 김기홍^{1†}

¹단국대학교 스포츠과학대학, ²호서대학교 스포츠과학부.
(2018년 8월 21일 접수: 2018년 9월 19일 수정: 2018년 9월 22일 채택)

Effects of Foam Roller Application and Movement on EMG responses of Trunk and Lower Limb muscles in Pilates

Seo-Hyun Jeong^{1*} · Sang-Woo Cho² · Sang-Hoon Jung¹ · Ki-Hong Kim^{1†}

¹College of Sports Sciences, Dankook University

²Division of Sports Sciences, Hoseo University

(Received August 21, 2018; Revised September 19, 2018; Accepted September 22, 2018)

요 약 : 본 연구는 필라테스 동작 시 폼롤러의 적용과 움직임에 따른 몸통과 하지의 근활성도 차이를 알아보는 것이 목적이다. 피험자로 남자 8명을 선정하여 필라테스 네발자세, 교각자세, 코어컨트롤 동작을 매트위에서 정적동작, 폼롤러 위에서 정적동작, 폼롤러 위에서 동적동작으로 무선배정하여 1주간격으로 수행하였다. 각 동작의 수행 시 척추세움근, 배곧은근, 배바깥빗근, 중간볼기근, 넙다리두갈래근과 넙다리곧은근의 근활성도를 측정하여 일원분산분석으로 분석하였다. 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다. 첫째, 네발기기 동작에서 폼롤러 동적동작에서는 배곧은근, 배바깥빗근, 중간볼기근, 넙다리두갈래근의 근활성도가 높게 나타났으며($p < .001$)($p < .05$), 폼롤러 정적동작에서는 넙다리곧은근의 근활성도가 높게 나타났으며($p < .001$). 둘째, 교각자세 동작에서 폼롤러 동적동작에서는 넙다리두갈래근의 근활성도가 높게 나타났으며($p < .001$). 셋째, 코어컨트롤 동작에서 폼롤러 동적 동작에서는 배곧은근, 척추세움근, 중간볼기근의 근활성도가 높게 나타났으며($p < .001$)($p < .01$), 정적 동작에서는 배바깥빗근의 근활성도가 높게 나타났으며($p < .05$). 필라테스 운동시 근활성도를 고려하여 방법과 난이도를 적용하면 더욱더 효과적인 것이라 사료된다.

주제어 : 필라테스, 네발기기자세, 교각자세, 코어컨트롤, 폼롤러

Abstract : The purpose of this study is to investigate the difference of muscle activity according to application of a foam roller during pilates. The 8 male subjects were selected and quadruped position, bridge, and core control movement of pilates were randomly assigned to 9 movements on a static mat motion, static foam-roller motion, and dynamic foam-roller actions. This program was conducted

[†]Corresponding author
(E-mail: blue14471@daum.net)

once at intervals of 1 week. The muscle activity of erector spinae, rectus abdominis, external oblique, gluteus medius, rectus femoris, and biceps femoris were measured and the collected data was analyzed by one-way ANOVA. First, in the quadruped, the rectus abdominis and external oblique, rectus femoris of the dynamic foam-roller actions showed higher muscle activity than the static mat motion and the static foam-roller motion($p < .001$), gluteus medius muscle activity was also significantly higher ($p < .05$). biceps femoris were significantly higher in static foam-roller motions than in static mat-motion and dynamic foam-roller actions($p < .05$). Second, biceps femoris muscle activity was highest in dynamic foam-roller actions than static mat-motion and static foam-roller motions during bridge($p < .001$). Third, in the sitting core control, the rectus abdominis and gluteus medius of the dynamic foam-roller actions showed higher muscle activity than the static mat motion and the static foam-roller motion($p < .001$). and activity of erector spinae muscle was also significantly higher ($p < .01$). external oblique were significantly higher in static mat-motion than in static foam-roller motions and dynamic foam-roller actions($p < .05$). Considering the muscle activity during pilates exercise, it would be more effective to apply the method and difficulty.

Keywords : Pilates, Quadruped, Bridge, Sitting core control, Foam roller

1. 서론

체간근육은 신체가 다양한 자세를 유지하는데 필수적으로 사용되어야 하기 때문에 근력과 근지구력의 유지가 중요하다[1] 척추 주변근육을 단련하기 위한 몸통 안정화 운동은 척추 주변근육의 대근육(global muscle)과 국소근육(local muscle)을 동시활성화(co-activation)시켜 허리를 강화하고 기능장애를 개선하는데 사용된다[2]. 척추 주변근육을 발달시킬 수 있는 체간 안정화 운동은 불안정한 자세에서 외적부하에 적응할 수 있는 자세를 유지할 수 있도록 조절하는 것을 훈련하며 허리부상의 예방운동으로도 주목받고 있다[3].

체간근육의 강화를 위한 운동방법 중 필라테스 운동은 유연성과 신체균형을 개선하고 근력강화와 자세교정에 효과적으로 알려져 있으며[4], 골반의 기울기 및 척추만곡정렬에 긍정적인 효과를 가지고 있어[5], 국내 재활의학과 의사, 물리치료사, 건강운동관리사들을 비롯해 일반인들도 쉽게 접근할 수 있도록 제시되고 있다[6]. 또한 필라테스는 매트나 기구를 사용하여 운동이 진행되며[7], 폼롤러(Form roller), 짐볼(Gym ball)과 같은 불안정한 지지면을 적용할 수 있어 균형능력을 향상시키고 체간 안정근들을 단련하는 데 효과적일 수 있다[8,9].

특히 체간 안정화 운동과 필라테스 운동에서

많이 시행되는 동작인 네발기기자세(Quadruped), 교각자세(Bridge), 다리 들어올리기(Leg raise)는 낮은 강도의 몸통근력운동을 필요로 하는 체간 안정근을 단련하기 위하여 사용되며[10, 11], 앉은 자세에서 일어서기 동작을 할 때 자세조절능력을 향상시키는데 효과적인 운동방법으로 알려져 있다[12]. 불안정한 지지면에서의 체간 안정화 운동은 관절의 고유수용기(Proprioceptor)를 자극하고 대뇌 운동피질에 자극을 주게 되며[13], 주동근과 협력근의 동시수축(Co-contraction)을 유도하여 더 많은 운동단위를 동원할 수 있어 고정된 지지면보다 높은 단계의 운동이라 여겨지고 있다[14].

최근 지지면을 불안정하게 만드는 다양한 소도구를 사용하여 체간의 안정성을 기르기 위한 운동방법이 연구되어지고 있으며, 그 중 특히 슬링, 짐볼 및 균형판을 이용한 체간 안정화 운동방법이 검증되고 있다[15,16]. 선행연구는 볼 위에서 교각자세 운동을 하였을 때 안쪽빗근(Vastus medialis), 가쪽빗근(Vastus lateralis), 배곧은근(Rectus abdominis), 척추세움근(Erector spinae)에서 지면보다 높은 근활성도가 나타났다고 하였으며[17], 볼 위에서 교각자세 운동을 실시하였을 때 보다 높은 배곧은근과 가쪽복사근(External oblique)의 활성이 나타났다고 하였다[18]. 또한 다른 불안정 기구인 슬링을 이용하여 교각자세 운동을 실시하였을 때, 안정된 지지면보다 배가로

근(Transverse abdominis)의 두께가 증가하였다고 보고되었다[19]. 반면, 안정된 지지면과 짐볼, 슬링을 이용하여 교각자세 운동을 실시하였을 때, 배가로근 및 안쪽복사근(Internal oblique), 못갈래근(Multifidus)의 활성이 증가하였으나 가쪽복사근의 활성도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다고 하였으며[16], 볼 위에서 팔과 다리를 교차하여 뻗은 네발기기자세를 수행하였을 때 안정된 지면이 볼 위에서 수행하였을 때보다 체간근의 활성도가 낮게 나타났다고 하여[20], 운동 방법과 단련부위에 따라 도구를 다르게 적용할 필요가 있겠다.

근육은 대뇌로부터 전달된 활동전위로 인해 근섬유를 동원하게 되면서 힘을 발휘하며[21], 근섬유의 길이가 변하지 않고 힘을 발휘하는 등척성 수축(Isometric contraction)과 근섬유의 길이변화와 함께 힘을 발휘하는 등장성수축(Isotonic contraction)으로 나뉘질 수 있다[22]. 이 두가지의 근수축 방법은 운동 효과도 다르게 나타나는 것으로 알려져 있다[23]. 등척성 운동은 관절의 움직임이 일어나지 않기 때문에 근수축이 수행되는 관절각도에서만 근력이 향상된다고 하였으며[24], 등척성운동 시 근력이 향상되는 생리학적 진전(Overflow)은 운동이 수행되는 각도에서 총 20° 범위 내에 나타난다고 하여[25], 하나의 관절각도에서만 시행된 등척성 운동보다 다양한 각도를 사용하는 등장성 운동이 운동수행능력 향상에 효과적인 것으로 여겨지고 있다[26].

지금까지 체간 안정화 운동의 선행연구는 많이 보고되고 있으나 소도구들의 검증과 운동방법간의 비교만 이루어졌을 뿐더러 정적인 운동방법간의 비교에만 치우쳐져 동적 안정화 운동과 정적 안정화 운동의 효과의 검증이 필요하다. 이에 본 연구에서는 필라테스 네발기기(Quadruped), 교각자세(Bridge) 및 시팅코어컨트롤(Sitting core control) 동작 시 평평한 지면에서의 정적동작, 폼롤러 위에서의 정적동작, 폼롤러 위에서의 동적동작에 따른 몸통근과 하지근의 근활성도를 비교분석하여 폼롤러 적용과 동작 유무에 따른 운동 효과를 규명하는데 목적이 있다.

2. 연구방법

본 연구는 폼롤러 적용 및 근수축 방법에 따른 필라테스 동작(네발자세, 교각자세, 코어컨트롤)

시 몸통근과 하지근육의 근활성도를 비교하기 위해 8명의 피험자를 선정하여 네발자세, 교각자세, 코어컨트롤 동작을 사전교육 하였으며 평평한 매트위에서 정적동작, 폼롤러 위에서의 정적동작과 폼롤러 위에서의 동적동작 3가지 조건에서 피험자를 무선배정하여 1주 간격으로 각각 1회씩 수행하였으며, 동작 수행 중 우측 배곧근, 배바깥빗근, 척추세움근, 중간볼기근(Gluteus medius), 넓다리곧은근(Rectus femoris)과 넓다리두갈래근(Biceps femoris)의 근활성도를 측정하였다.

2.1. 연구 대상

이 연구의 대상은 충남 C시의 20대 남성 8명으로 선정하였다. 모든 연구 대상자들에게 실험 전 연구의 필요성과 목적 그리고 연구방법 등에 대한 설명을 하였고, 동의를 얻기 위해 연구 참여 동의서에 서명을 받았다. 실험이 진행되는 동안 신뢰성 있는 결과를 얻기 위해 실험 전 24시간 동안 과도한 신체활동을 자제하고 충분한 수면을 취하도록 했으며, 평상시와 같은 식사를 하고 약물복용과 알콜은 금하도록 교육하였다 <Table 1>.

Table 1. Subject characteristics(M±SD)

	Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)
N=8	26.75±1.83	175.78±3.09	81.5±10.99

2.2. 실험 방법

2.2.1 네발기기 자세(Quadruped)

네발기기 자세는 양손과 두 무릎을 바닥에 닿게 한 엎드린 자세에서 배꼽을 척추쪽으로 잡아당기고 정수리는 앞을 향해, 꼬리뼈는 뒤를 향해 늘인다. 폼롤러 정적동작은 폼롤러를 무릎아래에 놓고 실시하며, 폼롤러 동적동작은 정적자세에서 다리를 서서히 피면서 폼롤러를 뒤쪽으로 굴렀다가 다시 다리를 구부리며 처음자세로 돌아오도록 하였다[27].

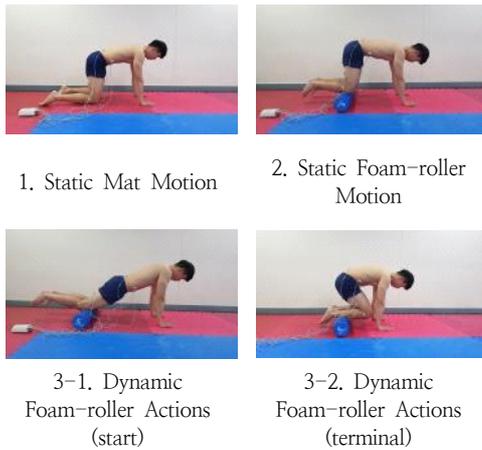


Fig 1. Quadruped.

2.2.2 교각자세(Bridge)

교각자세는 바르게 누운 자세(Supine)에서 무릎을 90도 구부리고 발바닥은 지면에 닿도록 한 상태에서 손바닥은 지면에 닿도록 하고 엉덩이를 들어올린다. 폼롤러 정적동작은 폼롤러 위에 발바닥을 올려놓고 실시하였다. 폼롤러 동적동작은 정적자세에서 무릎을 폄다가 처음자세로 돌아오도록 하였다[27].

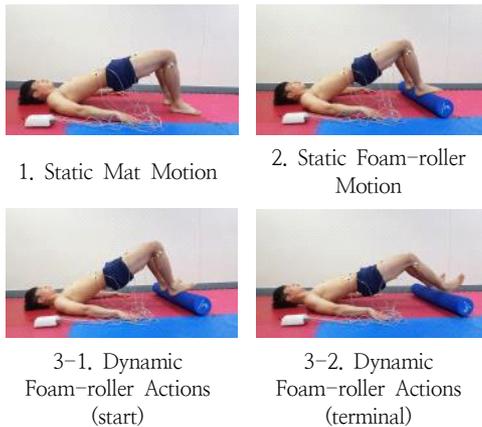


Fig 2. Bridge.

2.2.3 코어컨트롤 자세(Sitting core control)

싱팅코어컨트롤 동작은 궁둥뼈(Ischium)가 바닥에 닿도록 하고 두 손을 회내(Pronation)하여 몸통 뒤에서 지지하도록 한 다음 엉덩관절을 90

도 굴곡하고 종아리는 지면과 평행하도록 하였다. 폼롤러 정적동작은 폼롤러 위에 궁둥뼈가 닿도록 하여 실시하였으며, 폼롤러 동적동작은 정적동작에서 복부에 힘을 주면서 엉덩뼈(Ilium)를 뒤기울임(Posterior tilt)하여 폼롤러를 앞으로 굴렀다가 다시 처음자세로 돌아오도록 하였다[27].

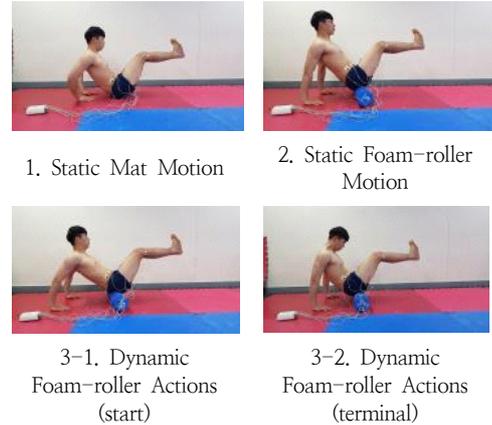


Fig 3. Sitting core control

2.2.4 근전도 측정

필라테스 동작을 정적동작, 폼롤러 정적동작, 폼롤러 동적동작 시 몸통과 하지의 근전도 반응을 비교하기 위하여 무선 근전도 측정기(Laxtha, Korea)를 사용하였다. 표면전극은 척추세움근, 배곧은근, 배바깥빗근, 중간볼기근, 넓다리두갈래근, 넓다리곧근 총 6부위에 부착하였으며, 배곧은근은 복부 정중앙에서 손가락 2마디 외측 지점, 배바깥빗근은, 12번 늑골과 위앞엉덩뼈가시(Anterior superior iliac spine, ASIS)사이 3cm 외측 지점, 척추세움근은 요추 4-5번의 중간 지점으로부터 외측 2cm 지점, 중간볼기근은 엉덩뼈능선의 중간지점, 넓다리곧은근은 아래앞엉덩뼈가시(Anterior inferior iliac spine, AIIS)와 무릎뼈의 중간지점, 넓다리두갈래근은 종아리뼈머리(Fibular head)와 궁둥뼈거친면(Ischium tuberosity) 사이의 중간지점에 부착하였다[28]. 표면전극은 근내전극 삽입 위치에서 각각 1cm씩 거리를 두어 2개씩 부착하였으며, 측정 중 발생할 수 있는 노이즈를 방지하기 위하여 전극부착 위치에 제모를 실시하고 소독용 알코올을 이용하여 피부표면을 닦아내어 피부저항을 최소화 하였다.

측정 후 원자료(Low data)는 TeleScan software(ver 3.28, Korea)을 사용하여 400-10Hz의 고역 통과 필터(Band pass FFT-Flitering)로 필터링 한 다음 적분근전도(integrated EMG)를 산출하였다.

2.2.5 자료처리

이 연구의 자료처리는 SPSS(ver 22.0) 통계 프로그램을 사용하였으며, 모든 변인은 평균 및 표준편차를 산출 하였다. 또한 3가지 필라테스 동작에 따른 몸통과 하지의 근전도 반응의 차이를 분석하기 위하여 반복측정 일원분산분석(Repeated measurements one-way ANOVA)으로 분석하였으며, 유의한 차이가 나타났을 시 사후비교를 위해 contrast의 repeated 방법을 적용하였다. 통계적인 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

3. 결과

3.1. 네발기기 동작 시 iEMG의 변화

〈Table 2〉는 지지면 및 근수축 형태에 따른 네발기기(Quadruped) 동작 시 iEMG의 차이를 비교 검증하기 위해 실시한 One-way ANOVA 결과이다. 몸통근의 배곧은근과 배바깥근에서 근활성도에 유의한 차이($p < .001$)가 있는 것으로 나타나 사후검증을 실시한 결과, 폼롤러 동적동작이 정적동작과 폼롤러 정적동작 보다 근활성이 유의하게 높게 나타났다. 하지근은 중간볼기근과 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근에서 유의한 차이가 나타났으며, 중간볼기근의 근활성도는 폼롤러 동적동작이 정적동작, 폼롤러 정적동작 보다 높게

나타났고($p < .05$), 넙다리두갈래근의 근활성도는 폼롤러 정적동작이 정적동작, 폼롤러 동적동작보다 높게 나타났다($p < .05$). 넙다리곧은근의 근활성도는 폼롤러 동적동작이 정적동작, 폼롤러 정적동작보다 높게 나타났다($p < .001$).

3.2. 교각자세 동작 시 iEMG의 변화

〈Table 3〉는 지지면 및 근수축 형태에 따른 교각자세(Bridge) 동작 시 iEMG의 차이를 비교 검증하기 위해 실시한 one-way ANOVA 결과이다. 넙다리두갈래근에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 사후검증을 실시한 결과, 폼롤러 동적동작, 폼롤러 정적동작, 동적동작 순으로 나타났다($p < .001$). 배곧은근, 배바깥근, 척추세움근, 중간볼기근, 넙다리곧은근은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

3.3. 시팅코어컨트롤 동작 시 iEMG의 변화

〈Table 4〉는 지지면 및 근수축 형태에 따른 시팅코어컨트롤(Sitting core control) 동작 시 iEMG의 차이를 비교 검증하기 위해 실시한 one-way ANOVA 결과이다. 몸통근은 배곧은근, 배바깥근, 척추세움근에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 사후검증을 실시한 결과, 배곧은근의 근활성도는 폼롤러 동적동작, 폼롤러 정적동작, 정적동작 순으로 높게 나타났으며($p < .001$), 배바깥근의 활성도는 정적동작, 폼롤러 동적동작, 폼롤러 정적동작 순으로 나타났다($p < .05$). 척추세움근의 활성도는 폼롤러 동적동작, 정적동작, 폼롤러 정적동작 순으로 나타났다($p < .01$). 하지근은 중간볼기근에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 사후검증을 실시한 결과, 근활성도는 폼롤러 동적동작, 정적동작, 폼롤러 정적동작 순으로

Table 2. iEMG response according to Quadruped position and movement using form roller(μV)

Region	Muscles	① Mat	② On the foam-roller	③ Using foam-roller	F	Contrast
Trunk	Rectus abdominis	5.71±2.05	5.08±2.04	17.57±3.54	69.203***	①,②<③
	External oblique	12.10±6.78	10.86±6.96	30.16±9.46	15.059***	①,②<③
	Erector spinae	9.69±3.34	8.76±3.99	7.43±2.01	2.038	
Lower limb	Gluteus medius	4.59±1.07	4.91±2.01	6.58±1.84	5.807*	①,②<③
	Rectus femoris	3.18±0.33	3.55±0.66	33.45±9.16	83.822***	①,②<③
	Biceps femoris	3.49±1.12	13.13±9.57	7.01±4.65	6.088*	①,③<②

M±SD * $p < .05$, *** $p < .001$

Table 3. iEMG response according to Bridge position and movement using form roller(μV)

Region	Muscles	① Mat	② On the foam-roller	③ Using foam-roller	F	Contrast
Trunk	Rectus abdominis	4.82±1.58	4.79±2.24	4.59±0.83	.100	
	External oblique	9.19±5.45	6.85±2.99	9.32±4.67	.917	
	Erector spinae	39.35±13.49	44.25±18.16	45.31±13.47	2.599	
Lower limb	Gluteus medius	13.06±1.17	10.36±4.28	10.54±5.08	.750	
	Rectus femoris	5.33±2.75	4.18±0.99	5.26±1.02	1.085	
	Biceps femoris	20.47±13.17	44.64±15.92	73.85±25.28	22.625***	①<②<③

M±SD ***p<.001

Table 4. iEMG response according to Core control position and movement using form roller(μV)

Region	Muscles	① Mat	② On the foam-roller	③ Using foam-roller	F	Contrast
Trunk	Rectus abdominis	20.53±14.14	33.90±22.94	52.59±21.25	36.255***	①<②<③
	External oblique	45.51±13.93	31.53±15.98	39.31±14.69	3.833*	①>③>②
	Erector spinae	9.65±2.50	9.64±2.90	13.22±3.03	8.112**	①,②<③
Lower limb	Gluteus medius	7.82±1.00	7.79±1.69	9.74±1.30	15.435***	①,②<③
	Rectus femoris	85.23±84.86	93.35±91.57	71.13±50.53	1.567	
	Biceps femoris	3.36±0.35	3.38±0.30	4.67±2.83	1.857	

M±SD *p<.05, **p<.01, ***p<.001

나타났다(p<.001).

4. 논 의

불안정한 면에서의 운동은 신체의 안정성을 유지하기 위하여 자세 정렬을 향상시킨다고 하였다[8,9]. 폼롤러를 이용한 운동은 불안정한 지면에서의 흔들리는 무게 중심을 제어하려는 노력으로 인해 몸의 중심부의 근육을 활성화 시켜 하지 정렬에 긍정적인 영향을 미친다[13]. 또한 폼롤러 위에서 하는 운동은 지면이 불안정하기 때문에 매트에서 하는 운동 동작에 비해 운동 능력과 균형감을 가지고 있는 고유수용기의 기능 증가, 근력과 유연성 및 협응력을 향상시키는데 효과가 있고 더 많은 근육을 사용하게 한다[14].

등척성 수축은 최대근력을 향상시키는데 효과적인 것으로 알려져 있지만[29], 근수축을 발휘하게 되는 특정각도에서만 근력이 향상되기 때문에 운동수행능력에는 긍정적인 효과를 가져 오지 못할 수도 있다. 그러나 등장성 수축은 전체 관절가동

범위를 사용하기 때문에 보다 다양한 각도에서의 근력을 향상시키는데 효과적이다[26]. 하지만 체간 안정화 운동은 주로 정적인 자세로 실시되고 있어 수축 방법에 따른 운동 효과 검증이 필요하다. 이에 본 연구에서는 폼롤러 적용 및 근수축 방법에 따른 필라테스 동작 시 몸통근과 하지근육의 근활성도를 비교분석하였다.

네발자세(Quadruped) 시 폼롤러 동적동작에서 근활성도의 증가는 불안정한 상태에서의 움직임은 고유수용기를 자극하는 데 효과적이기 때문인 것으로 보여 지며[13], 동적동작은 다양한 각도에서 수축 하는 등장성 운동의 형태가 되고[26], 신장성 수축에서의 운동단위 동원의 증가로 더욱 높은 근활성도가 나타났을 것이라 생각된다[30]. 배곧은근은 골반의 앞기울임에 대응하며 몸통 굴곡에 직접적으로 관여하기 때문에 동적동작 시 체중을 이겨내기 위한 근활성이 증가되었을 것으로 보여 진다[31]. 배바깥쪽근은 동적동작 시 배곧은근과 골반 앞기울임에 대응하며, 단독적으로는 움직임 시 뒤쪽굽힘과 가쪽굽힘으로부터 척추의 중립을 유지하기 위해 근활성이 증가되었을

것이라 보여진다[32]. 넓다리곧은근은 무릎관절의 펌, 엉덩관절 굽힘에 기여하며 동적동작에서 배곧은근과 배바깥근이 골반의 뒤기울임을 일으키고, 엉덩관절이 펴질수록 넓다리곧은근의 신장성 근수축이 나타나게 되어 높은 근활성이 나타났을 것이라 보여진다[31]. 한편 척추세움근과 중간볼기근, 넓다리두갈래근의 낮은 근활성도는 몸통 전면부를 안정화시키기 위한 엉덩관절 굽힘에 기여하지 않기 때문일 것으로 보여진다[33].

교각자세(Bridge)에서 폼롤러 사용 시 넓다리두갈래근의 근활성도 증가는 발바닥의 위치에 따라 허리를 들어올리기 위해 엉덩관절의 펌 동작이 나타나야 하며, 이때 주동근으로 사용되는 근육이 넓다리두갈래근이기 때문인 것으로 보여진다[31]. 특히 교각자세(Bridge) 시 폼롤러 위에서의 동적 자세는 폼롤러가 몸과 멀어질수록 넓다리두갈래근의 신장성 수축이 나타나고 이때 근섬유에 가해지는 스트레스가 증가하게 되며 추가적인 운동단위의 동원을 일으키게 되어 근활성도가 높게 나타난 것으로 보여진다[30]. 그리고, 매트 위 정적교각자세(Bridge) 시 배곧은근, 배바깥근, 넓다리곧은근은 몸통 전면부 안정화에 기여하며, 동적 동작시 나타는 몸통과 엉덩관절의 펌동작 근활성도는 없는 것으로 생각된다[33].

싱팅코어컨트롤(Sitting Core control) 동작에서 폼롤러 동적동작 시 배곧은근의 높은 활성도는 폼롤러는 원통 형태이기 때문에 시상면상(Sagittal plane)의 불안정성이 가중되며, 다리를 들고 있는 동작에서 골반의 앞기울임에 저항하기 때문인 것으로 보여지며[34], 폼롤러는 원통 형태이기 때문에 Core control 자세에서 시상면상(Sagittal plane)의 불안정성이 가중되며, 배곧은근의 사용이 증가하게 된다[35]. 한편 평평한 매트 위에서의 코어컨트롤(Core control) 자세는 모든 면에서의 불안정성이 증가하게 되어 몸통의 회전을 막기 위한 배바깥근의 활성이 증가된 것으로 보여지며[33], 동적동작에서의 낮은 근활성도는 운동의 범위가 배바깥근의 동적수축을 일으키기에 부족하였기 때문인 것으로 보여진다. 척추세움근은 배곧은근과 반대로 몸통의 후면부를 안정화하며 코어컨트롤(Core control) 자세에서 몸통을 펴서 유지하기 위해 두 근육의 협력수축이 요구된다. 동적동작에서의 증가된 근활성도는 단축성수축과 신장성수축을 반복하여 나타난 결과인 것으로 보여진다[26]. 중간볼기근의 동적동작 시 높은 근활성도는 열린 사슬형태에서 하지의 위치를 조절하기 위하여 나

타난 것이라 생각된다[13].

본 연구를 통하여 필라테스 동작 시 폼롤러의 사용과 움직임의 유무에 따라 몸통근과 하지근의 근활성도 차이를 확인할 수 있었다. 근활성도를 고려하여 폼롤러의 사용과 움직임 적용은 체력 수준에 따른 필라테스 동작의 난이도 조절에 효과적일 것이라 사료된다.

4. 결론

본 연구는 필라테스 네발기기(Quadruped), 교각자세(Bridge), 싱팅코어컨트롤(Sitting core control)동작 시 평평한 지면에서의 정적동작, 폼롤러 위에서의 정적동작, 폼롤러 위에서의 동적동작에 따른 몸통근과 하지근의 근활성도를 비교분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

네발기기(Quadruped) 동작에서 배곧은근, 배바깥근, 중간볼기근 및 넓다리곧은근을 발달시키기 위해선 폼롤러 위에서 동적인 동작을 하는 것이 효과적이며, 넓다리두갈래근은 폼롤러 위에서 정적인 동작을 하는 것이 효과적일 것이라 보여진다.

교각자세(Bridge)에서 넓다리두갈래근을 발달시키기 위해서는 폼롤러 위에서 동적인 동작을 하는 것이 효과적일 것이라 사료된다.

싱팅코어컨트롤(Sitting core control) 동작에서 배곧은근, 척추세움근, 중간볼기근 발달을 위해선 폼롤러 위에서 동적인 동작을 하는 것이 효과적일 것이라 보여지며, 배바깥근은 매트 위에서의 정적인 동작을 하는 것이 효과적일 것이라 사료된다.

향후 연구에서는 남녀 모두와 다양한 연령층을 대상으로 하여 상체와 하체의 여러 가지 자세와 동작이 다양한 근육에 미치는 영향을 분석하여 볼 필요가 있다. 또한 전극을 좌우에 부착하여 좌우 비대칭 혹은 불균형을 확인하거나, 숙련된 필라테스 지도자와 일반인들의 필라테스 동작시 근활성도 차이를 비교 분석하여 올바른 자세에 의한 운동 효과를 규명하는 연구도 필요할 것으로 본다.

References

1. H. S. Choi, O. Y. Kwon, C. H. Yi, H. S. Jeon, & J. S. Oh, "The Comparison of Trunk Muscle Activities During Sling and Mat Exercise", *Journal of Korean Physical*

- Therapy*, Vol.12, No.1 pp. 1-10, (2005).
2. N. P. Reeves, & J. Cholewicki, "Modeling the human lumbar spine for assessing spinal loads, stability, and risk of injury", *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, Vol.31, No.1-2 pp.73-139, (2003).
 3. S. H. An, "The therapeutic approach of Chronic back pain", *Journal of Coaching Development*, Vol.7, No.3 pp.3-13, (2005).
 4. J. Patrick, J. S. Culligan, D. Keisha, L. Jennifer, G. G. Priestly, D. Donna, & V. Margi, "A randomized clinical trial comparing pelvic floor muscle training to Pilates exercise program for improving pelvic muscle strength", *International neurogynecology journal*, Vol.21, No.4 pp.401-408, (2010).
 5. J. H. Lee, H. Y. Lee, & K. T. Yoo, "Effect of Pilates Mat Exercise Program to Pelvis and Spine Angle of the 20's Woman", *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, Vol.8, No.3 pp.399-405, (2014).
 6. J. H. Kallander, & M. S. Park, "A Qualitative Approach to the Effects of Pilates Exercise", *Korean journal of physical education*, Vol.43, No.5 pp.791-803, (2004).
 7. J. Kloubec, "Pilates: how does it work and who needs it?", *Muscles Ligaments Tendons J*, Vol.1, No.2 pp.61-66, (2011).
 8. M. J. Kim, "Effect of Bridging Stabilization Exercises on Trunk Muscles Activity on and Off a Swiss Ball", *Journal of Korean Society of Physical Therapy*, Vol.16, No.1 pp.18-24, (2009).
 9. M. J. Yun, J. Y. Byon, H. J. Kim, & K. J. Kim, "Effects of 12-week Pilates and Complex Exercises on Female Farm Workers of Cumulative Trauma Disorders", *KINESIOLOGY*, Vol.13, No.3 pp.13-22, (2011).
 10. G. Lehman, W. Hoda, S. Oliver, "Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss ball", *Chiropr Osteopat*, Vol.13, No.7 pp. 1-8, (2005).
 11. C. Kisner, L. Colby, *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. FA. Davis Co, (2007).
 12. S. B. O'Sullivan, T. J. Schmitz, *Physical Rehabilitation : Assesment and treatment*. Davis company, (2001).
 13. P. B. O'Sullivan, L. T. Twomey, G. T. Allison, "Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis", *Spine*, Vol.22, No.24 pp.2959-2967, (1997).
 14. J. P. Arokoski, T. Valta, O. Airaksinen, M. Kankaanpaa, "Back and abdominal muscle function during stabilization exercises", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.82, No.8 pp.1089-1098, (2001).
 15. B. O. Goo, Y. H. Jung, & S. M. Kim, "The Effect of Trunk Muscles Activity on the Unstable Surface during Stabilization Exercises in Four-point Kneeling", *J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, Vol.9, No.3 pp.1-9, (2011).
 16. J. H. Kang, & J. H. Shim, "Comparison of Trunk Muscles Thickness in Three Different Bridge Exercises by Ultrasound Fusion Imaging", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.6, No.5 pp.123-130, (2015).
 17. M. J. Kim, & W. J. Lee, "The Effect of a Swiss Ball and Lower Limb Resistance Exercise on Trunk Muscle Activity during Bridging Stabilization Exercises", *Journal of KSSPT*, Vol.8, No.1 pp.1-7, (2012).
 18. H. S. Kim, W. S. Bae, & K. C. Lee, "Comparison of the Abdominal Muscle Thickness and Activity by Using Tool and Unstable Surface which is Accompanied Bridge Exercise Doing Abdominal Drawing-in Breath", *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*, Vol.5, No.1 pp.25-24, (2017).
 19. M. Y. Eom, J. G. Hur, S. H. Chung, C. S. Park, & S. Y. Lee, "Effect of Support

- Surface Difference in Bridging Exercise on Thickness of Transverse Abdominis", *J Korean Acad Ther*, Vol.4, No.2 pp.102-110, (2012).
20. K. S. Lee, & J. W. Jo, "The Differences of Trunk Muscle Activity According to Task Difficulty in Four Point Kneeling Position", *Journal of Korea Society for Neurotherapy*, Vol.20, No.3 pp.33-38, (2016).
 21. T. Moritani, M. Muro, A. Nagata, "Intramuscular and surface electromyogram changes during muscle fatigue", *Journal of Applied Physiology*, Vol.60, No.4 pp.1179-1185, (1986).
 22. E. L. Fox, R. W. Bowers, M. L. Foss, *The physiological basis of physical education and athletics*, William C Brown Pub, (1981).
 23. K. H. Kim, & J. P. Yom, "The Effects of Three Different Squat Exercises on iEMG, MEF of Rectus femoris, Biceps femoris and Gastrocnemius", *KINESIOLOGY*, Vol.17, No.1 pp.1-8, (2015).
 24. M. Lindh, "Increase of muscle strength from isometric quadriceps exercises at different knee angles", *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, Vol.11, No.1 pp.33-36, (1979).
 25. J. J. Knapik, J. E. Wright, R. H. Mawdsley, & J. Braun, "Isometric, isotonic, and isokinetic torque variations in four muscle groups through a range of joint motion", *Physical therapy*, Vol.63, No.6 pp.938-947, (1983).
 26. A. B. Brown, N. McCartney, & D. G. Sale, "Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly", *Journal of applied physiology*, Vol.69, No.5 pp.1725-1733, (1990).
 27. R. Isacowitz, & K. Clippinger, *Pilates anatomy*. Human Kinetics, (2010).
 28. R. Merletti, P. A. Parker, & P. J. Parker, *Electromyography: physiology, engineering, and non-invasive applications*, John Wiley & Sons, (2004).
 29. J. Royce, "Isometric fatigue curves in human muscle with normal and occluded circulation. Research Quarterly", *American Association for Health, Physical Education and Recreation*, Vol.29, No.2 pp.204-212, (1958).
 30. W. J. Kraemer, N. A. Ratamess, & P. Komi, "Endocrine responses and adaptations to strength and power training", *Strength and power in sport*, Vol.2, pp.361-86, (2003).
 31. B. C. Queiroz, M. F. Cagliari, C. F. Amorim, & I. C. Sacco, "Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position", *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.91, No.1 pp.86-92, (2010).
 32. J. M. Han, & K. S. Kim, "The change of muscle thickness in accordance with angle of shoulder joint and hip joint at the Quadrupedal position", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.15, No.2 pp.934-939, (2014).
 33. D. A. Neumann, *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences, (2013).
 34. P. W. Hodges, & C. A. Richardson, "Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb", *Physical therapy*, Vol.77, No.2 pp.132-142, (1997).
 35. I. A. Kapandji, *The Physiology of the Joints*. Elsevier Science, (2008).