네발기기 자세에서 과제난이도에 따라 몸통 근활성도의 차이

이경순*, 조지원
동주대학교 물리치료학과

The Differences of Trunk Muscle Activity According to Task Difficulty in Four Point Kneeling Position

Kyung-Soon Lee*, Ji-Won Jo
Dept. Physical Therapy, Dong-Ju College

Purpose This study examined the activation of the rectus abdominis(RA), external oblique abdominal(EOA). multifidus muscles while stabilization exercise was performed in a four point kneeling position. ***Methods*** Experiments were conducted on 10 healthy male adult, 10 healthy female adult. who voluntarily agreed to participate in the study. Each subject was instructed regarding maximal voluntary isometric contractions(MVIC) and stabilization exercise in four point kneeling position. ***Results*** In position 1(four point kneeling position), external oblique abdominis and multifidus showed more significant increase than rectus abdominis statisticall. In position 2(lifting right arm and left leg), external oblique abdominis showed more significant increase than multifidus and rectus abdominis statistically. In position 3(four point kneeling using gym ball), multifidus showed more significant increase than external oblique abdominis and rectus abdominis statistically. Figure of MVIC made no great difference between male and female statistically. ***Conclusion*** Selecting an optimal position can aid subjects on physical conditions while performing stabilization exercises in the four point kneeling position.

Key words Stabilization Exercise, Four Point Kneeling Position, Rectus Abdominis, External Oblique Abdominis, Multifidus

책임 저자 Kyung-Soon Lee (soonks68@hanmail.net)

논문 접수일 2016년 8월 9일
수정 접수일 2016년 9월 10일
게재 승인일 2016년 10월 28일

Ⅰ. 서론

최근 허리통증 뿐만 아니라 다양한 근골격계 및 신경계 질환을 가진 환자의 대부분은 주변근육의 약화와 근지구력 감소가 특징적으로 나타나 근기능 회복을 위한 운동프로그램의 중용성이 강조되고 있다. 그러므로 임상 및 운동센터 등 다양한 곳에서 질환을 가진 환자 및 건강관리를 추구하는 일반인들에게도 목표근육에 선택적 강화와 조절 훈련이 이루어지고 있는 실정이다.[1)]

자세조절을 위한 척추안정성을 유지하기 위해서는 체간 안정화 운동이 많이 사용되고 일반적으로 몸통의 안정성은 몸통의 굽힘근과 폄근의 동시수축으로 증가된다. 특히 선행연구에 의하면 배가로근(transverse abdominis), 골반바닥근(pelvic floor), 그리고 가로막(diaphragm)의 내부 코어근육사슬(inner core muscular chain)의 조화로운 활성화가 배 내부의 압력을 조절하여 몸통 안정성을 제공한다.[2,3)]

코어근육의 앞쪽은 배근(abdominals), 뒤는 척추세움근(erector spinae), 위로는 가로막과 아래로는 골반바닥근으로 구성된다. 코어근육들은 팔다리의 움직임과 관계없이 몸통을 안정화시키는 코르셋 기능을 한다.[3)] 코어운동을 통하여 몸통안정화를 시켰을 때 팔의 기능향상 및 일상생활 동작의 긍정적 효과가 발생한다고 보고하였다.[5)] 코어운동은 허리의 견고함을 제공하여 안정성 증가에 기여하며 허리통증을 감소시킨다.[6,7)]

모든 코어근육들은 몸통 안정화에 참여하지만 특히 배가로근과 뭇갈래근 같은 심부 국소안정화 근육들의 수축은 안정화에 깊이 관여한다.[8)] 체간근육들의 동시수축은 허리통증을 방지하기 위하여 적절한 척추안정성을 유지하는데 필요하다.[3,9)]

안정화운동은 다양한 신체 위치에서 수행 할 수 있지만 재활과정 초기단계에서는 가장 일반적으로 추천되는 자세가 몸통을 수평으로 유지한 위치에서 손과 무릎에 바닥에 닿는 네발기기자세이다.[10,11)] 이러한 운동은 척추의 부하를 감소시키고 몸통근육의 선별적인 훈련을 할 수 있다.

이처럼 코어운동들은 다양한 체위에서 수행하며 안정화 운동의 방법으로 기본운동에서 진전된 운동으로 진행된다.[12] 첫째, 몸통 웅크리기(curl-up), 둘째, 측면 교량운동(side bridge), 셋째, 새 사냥개 운동(bird dog)도 몸통안정화운동의 방법으로 다양하게 활용된다.[7,13,14]

네발기기 자세는 상대적으로 다른 자세에 비해 척추에 가해지는 하중을 줄이고 척추중립 자세로 쉽게 균형을 유지할 수 있는 비항중력 자세(non-anti gravity posture)이다. 이 자세는 국소근육계(local system)의 재활 초기에 외적 하중과 통증을 최소화하기 때문에 엎드린 자세와 함께 권장되는 자세이다.[10]

네발기기 자세에서 실시하는 안정화 운동은 단순하고 쉬운 동작이기에 체간 안정화를 위한 운동방법으로 임상에서 널리 사용된다. 네발기기자세의 진전은 네발기기 자세인 낮은 강도에서 시작하여 한쪽팔을 굽히거나 팔과 다리를 상호적으로 뻗는 닫힌사슬운동으로 코어근육 강화에 효율적이다.[4,15,16]

본 연구의 목적은 네발기기 자세에서 과제 난이도에 따라 변화하는 몸통 근활성도의 패턴 차이를 측정하여 재활의 초기단계에 선택적인 근육훈련 및 안정화운동으로 추천하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 B광역시에 거주하고 있으며 연구 목적과 방법에 대한 설명을 들은 후, 실험 참여에 자발적으로 동의한 건강한 성인 남·여 20명을 대상으로 실시했다. 연구 대상자의 성인 남자의 평균 연령은 23.30±2.98세, 평균 신장은 176.60±5.93cm, 평균 체중은 69.62±12.72kg이었고, 성인 여자의 평균 연령은 21.70±1.63세, 평균 신장은 161.30± 4.24cm, 평균 체중은 53.88±4.22kg이다. 운동을 수행하는 동안 상·하지에 통증이 있거나 기능부전이 있는 자, 지난 6개월 동안 요통을 경험한 자, 수술적 치료 경험이 있는 자, 신경계 질환이 발견된 참가자는 실험 대상에서 제외했다. 실험자의 특성은 (Table 1)과 같다.

2. 실험장비

본 연구에 사용한 장비는 (Table 2)와 같다.

3. 실험절차

실험 전 실험 대상자들의 신체정보를 측정했고 영양섭취에 따른 차이를 최소화하기 위해서 점심을 동일한 열량의 음식으로 실험자들에게 제공했다. 식사 후 30분간 휴식을 취했으며, 5분간 준비운동을 실시하고 표면근전도를 부착하여 각 근육의 MVIC를 측정했다. 운동방법은 사전에 미리 숙지시켰으며 실험절차는 아래와 같다.

본 실험에서는 실험자들의 모든 측정시간을 5초로 설정하고 처음과 마지막 1초를 제외한 3초의 측정값을 사용했다.

근전도 부착부위는 배곧은근, 배바깥빗근, 뭇갈래근 3가지 근육에 부착 했고 자세측정이 끝난 뒤 다음 자세측정까지 휴식시간 3분으로 하여 동일하게 측정하여 실험을 진행했다.

측정 순서는 네발기기 자세(Position 1), 오른팔과 왼다리를 들어 올린 네발기기 자세(Position 2), 짐볼을 이용한 네발기기자세(Position 3) 순으로 측정했다.

측정자세 중 네발기기자세(Position 1)는 기본 네발기기 자세로서 양팔과 무릎의 간격은 30 cm를 두며 머리는 정면을

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

Variable	male	female
Age (years)	23.30±2.98	21.70±1.63
Weight (㎏)	69.62±12.72	53.88±4.22
Height (㎝)	176.60±5.93	161.30±4.24
BMI	22.19±3.67	20.79±1.29

BMI: body mass index

Table 2. List of experimental equipment

equipment	model	manufacturer
EMG	MyoSystem 1400A(Norxon)	Telemyo clinical DTS
Computer	176.60±5.93	161.30±4.24
Gym ball	SDS 65cm	Thera-Band(USA)

Figure 1. position 1: four point kneeling.

Figure 2. position 2: lifting right arm and left leg in four point kneeling.

Figure 3. position 3: lifting right arm and left leg in four point kneeling using gym ball.

향하게 하여 실시했다.

오른팔과 왼다리를 들어 올린 네발기기 자세(Position 2)는 네발기기 자세(Position 1)에서 왼팔과 오른다리를 90도 세운 후 자세를 유지했다.

짐볼을 이용한 네발기기 자세(Position 3)는 짐볼을 복부 아래에 두고 오른팔과 왼다리를 들어올린 네발기기 자세(Position 2)와 같이 실시했다.

4. 측정항목

1) 네발기기 자세 과제난이도 설정

모든 대상자들에게 정확한 측정과 자세유지를 위하여 네발기기 자세에서 시선은 정면을 향하고 어깨와 귀가 수평을 이룬 상태에서 손목은 어깨 아래, 무릎은 엉덩이 아래 놓이게 하여, 중립적인 척추의 위치를 유지하도록 교육했다. 자세 1은 네발기기 자세이고(Figure 1), 자세 2는 네발기기 자세에서 왼다리와 오른팔을 동시에 어깨 높이까지 들어올리고(Figure 2), 자세 3은 몸통과 지면 사이에 짐볼을 이용하여 왼쪽다리와 오른쪽 팔을 동시에 어깨 높이까지 들어올렸다(Figure 3).

연속적인 측정으로 인해 발생할 수 있는 근피로를 최소화하기 위해서 각 자세에 따른 운동 후 3분간 휴식을 취하도록 했다. 정확한 측정을 위하여 팔 간격과 다리사이 간격을 30cm로 고정했고 검정색 테이프를 이용하여 바닥에 X자로 표시하여 각각의 자세를 5초간 실시하고, 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 3초 동안 측정된 근육의 신호량을 자료분석에 사용했다.

2) 전극 부착

전극은 Ag-Agcl 재질의 일회용 전극인 Electrode 2237 (3M, USA) 표면 전극을 사용하였으며, 전극의 거리는 1 cm 내에 위치했다. 표면전극은 (Figure 4, 5)와 같이 우측 근섬유에 부착했다. 배곧은근은 배꼽에서 외측으로 1 cm 그리고 아래쪽으로 2 cm 되는 부분에 부착했고, 배바깥빗근은 엉덩뼈능선과 갈비뼈 사이에서 약간 사선 방향으로 배꼽에서 외측 15 cm 지점에 부착했다. 뭇갈래근은 엉덩뼈능선의 끝 부분에서 L5 가시돌기로부터 외측으로 3 cm 떨어진 지점에 각각의 근섬유와 같은 방향으로 부착했다.[17)]

3) MVIC 측정

최대 수의적 등척성 수축(maximum voluntary isometric

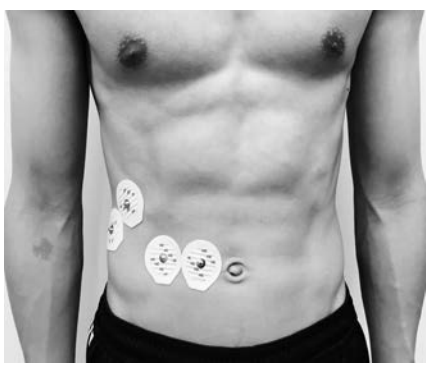

Figure 4. RA, EOA attaching electrodes.

Figure 5. Multifidus attaching electrodes.

contractions; MVIC)을 생성할 수 있는 자세에서 측정했다.[18] 배곧은근은 체간의 굴곡, 배가로근은 체간을 굽힘하면서 반대측으로 체간을 회전하여 측정했다. 뭇갈래근은 엎드린 자세에서 체간을 폄하여 측정했다. 각 근육의 최대 수의적 등척성 수축 값은 5초간 3회 실시 후 초기와 후기 각 1초를 제외한 중간 3초 동안의 평균신호량을 %MVIC으로 환산하여 표준화했다. 최대 수의적 등척성 수축 측정 시 근피로를 예방하기 위해 5초간 수축을 유지하고 3분간 휴식했다.

5. 자료 분석

1) 근전도 신호 처리방법

근전도기기와 컴퓨터를 연결하고 근전도 프로그램을 작동시켜 근전도 신호의 표본추출은 1,000 Hz로 했다. 중복된 파형은 80-250 Hz 대역 통과 필터(Band Pass Filter)로 필터링하였다. 노이즈를 제거하기 위해 60 Hz 노치필터(Notch Filter)를 사용하였다. 근육이 수축한 시간 동안 수집된 신호값은 RMS (Root Mean Square)로 처리한 후 평균 근전도 신호량을 %MVIC로 산출했다.

2) 통계분석

통계분석은 SPSS 22.0 Window 프로그램을 이용과제난이도에 따라 근육활성도를 비교하기 위하여 일원배치분산분석(one way ANOVA)을 했고, 사후 검정은 Duncan을 실시했다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준 .05로 정했다.

III. 결과

1. 과제 난이도에 따른 몸통 근활성도 비교

과제 난이도에 따른 몸통 근활성도를 측정한 결과는 (Table 3(과 같다.

자세 1에서는 뭇갈래근 20.35±5.21과 배바깥빗근 20.35±5.21이 배곧은근 13.13±2.74보다 통계적으로 유의하게 증가했다(p<.05)(3·2>1).

자세 2에서는 배바깥빗근 51.61±4.29, 뭇갈래근 34.15±8.63, 배곧은근 16.21± 3.62순으로 유의하게 증가했다(p<.05)(2>3>1).

자세 3에서는 뭇갈래근 53.78±8.82, 배바깥빗근 35.04±3.90, 배곧은근 7.96± 1.62순으로 유의하게 증가했다(p<.05)(3>2>1).

2. 단일 근육에서 자세에 따른 몸통 근활성도의 비교

단일 근육에서 몸통 근활성도를 측정한 결과는 (Table 4)와 같다.

배곧은근은 자세 2 20.35±5.21, 자세 1 13.13± 2.74, 자세 3 5.34±2.68 순으로 통계적으로 유의하게 증가했다(p<.05)(2>1>3).

배바깥빗근은 자세 2 51.61±4.29, 자세 3 32.93±6.47, 자세 1 16.21±3.62 순으로 통계적으로 유의하게 증가했다(p<.05)(2>3>1).

뭇갈래근은 Position 3 52.60±6.90, Position 2

Table 3. Comparison of the activity of the trunk muscle according to task difficulty (N=20) (%MVIC)

position	RA	EOA	Multifidus	F	p	Duncan
position 1	13.13±2.74	20.35±5,21	20.35±5,21	16.88	.000	3·2>1
position 2	16.21±3.62	51.61±4.29	34.15±8.63	177.16	.000	2>3>1
position 3	7.96±1.62	35.04±3.90	53.78±8.82	337.27	.000	3>2>1

*p<.05
position 1: four point kneeling
position 2: lifting right arm and left leg in four point kneeling
position 3: lifting right arm and left leg in four point kneeling using gym ball
RA: Rectus abdominis
EOA: External oblique

Table 4. Comparison of trunk muscle activity in single muscle (N=20) (%MVIC)

muscles	position 1	position 2	position 3	F	p	Duncan
RA	13.13±2.74	16.21±3.62	7.69±1.62	48.08	.000	2>1>3
EOA	20.35±5.21	51.61±4.29	35.04±3.90	177.16	.000	2>3>1
Multifidus	5.34±2.68	32.93±6.47	52.60±6.90	337.27	.000	3>2>1

*p<.05

35.04±3.90, Position 1 7.69±1.62 순으로 통계적으로 유의하게 증가했다(p<.05)(3>2>1).

IV. 고찰

몸통 안정화 운동은 코어근육을 강화시키면서 신체의 정렬을 바르게 유지할 수 있는 방법이다. 코어근육 중 배속빗근과 배바깥빗근은 척추의 뒤쪽굽힘이나 가쪽굽힘을 일으킬 수 있는 외부의 부하를 조절하며 골반의 앞기울임에 대응하는 안정성을 제공하고 압박력을 증가시켜 척추를 견고하게 수축시키고, 배곧은근은 다른 배근육의 안정화, 배안의 압박, 등허리근막의 장력을 증가시킨다.[10,14] 뭇갈래근은 척추의 전·후·측면의 안정성을 유지하는 역할을 하는 긴장성 근육이다.[2]

본 연구는 배곧은근의 근활성도는 자세 2에서 자세 1과 자세 3보다 통계적으로 유의하게 증가했다. 배바깥빗근의 근활성도는 자세 2에서 자세 1과 자세 3보다 통계적으로 유의하게 증가했다. 뭇갈래근의 근활성도는 자세 3에서 자세 1과 자세 2보다 통계적으로 유의하게 증가했다. 한쪽 팔 들어올린 자세, 한쪽 다리 들어올린 자세, 오른팔과 왼다리를 올린자세에서 점차 활성도가 증가한다고 보고하였다.[7]

본 연구에서는 배바깥빗근은 오른팔과 왼다리를 들어올린 네발기기자세(Position 2)에서 가장 높은 근활성도를 보였고, 짐볼을 이용한 네발기기 자세(Position 3), 네발기기 자세(Position 1)순으로 근활성도의 차이가 나타났다. 짐볼을 이용한 결과, 배바깥빗근의 활성도가 감소했다.[19] 이러한 결과는 본 연구와 유사하다. 짐볼을 이용하여 BOS(Base of Support)를 증가시켜 몸통의 안정성이 증가함으로 인해 배바깥빗근의 활성도가 감소한 것으로 사료된다.

뭇갈래근은 짐볼을 이용한 네발기기 자세(Position 3)에서 가장 높은 근활성도를 나타냈고, 오른팔과 왼다리를 들어올린 네발기기 자세(Position 2), 네발기기 자세(Position 1)순으로 근활성도의 차이가 나타났다. 네발기기 자세와 엉덩관절을 30도 굽힘시킨 자세, 팔을 들어올린 자세에서 뭇갈래근의 활성도가 점차 증가한다고 보고했다.[20] 이러한 결과는 본 연구와 유사하며, 자세의 불안정성이 척추의 각 분절에 불안정성을 만들었고 그로 인해 뭇갈래근의 활성도가 증가된 것이라 사료된다.

네발기기 자세(Position 1)에서는 뭇갈래근과 배바깥빗근에서 배곧은근보다 더 높은 근활성도가 나타났고, 오른팔과 왼다리를 들어올린 네발기기 자세(Position 2)에서는 배바깥빗근이 높은 근활성도가 나타내며 뭇갈래근, 배곧은근 순서대로 근활성도의 차이가 나타났다. 짐볼을 이용한 네발기기 자세(Position 3)에서는 뭇갈래근이 높은 근활성도가 나타났고, 배바깥빗근, 배곧은근 순서대로 근활성도의 차이가 나타났다. 모든 자세에서 배곧은근은 배바깥빗근과 뭇갈래근보다 낮은 활성도를 보였다. 똑바로 누운 상태와 네발기기 자세에서 팔과 다리 운동 시에 대근육인 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근의 활성도를 비교했고, 네발기기 자세에서 운동 강도와 상관없이 배바깥빗근과 배속빗근의 활성도가 배곧은근보다 높았으며 배바깥빗근과 배속빗근의 활성도가 일정 했다.[21] 이러한 결과는 배바깥빗근과 배속빗근의 운동 강도에 상관없이 다리를 들어올릴 때 허리의 회전을 막아 척추를 정상적으로 유지해주는 허리의 지지대가 된다고 하였고, 배곧은근은 척추의 안정화에 크게 기여하지 못한다고 했다.[21] 네발기기 자세에서 몸통 안정화 동작인 팔·다리 들기에서 뭇갈래근의 활성도가 전체적으로 증가함을 보고하였는데, 이러한 결과는 운동의 난이도가 높아질수록 같은 쪽과 반대쪽 팔다리를 들어 올리면서 발생하는 척추의 회전을 조절하기 때문에 이러한 결과가 나타난 것이라 보고했다.[7]

네발기기자세에서 왼쪽어깨와 오른쪽 골반 자세 각도에 따라 근두께의 변화를 연구하여 근두께의 효율적인 증진을 위한 자세를 보고하였다.[14] 네발기기에서 실시하는 안정화운동이 대근육들과 심부 국소근육들의 활성을 증가시킬 수 있는 운동이라 보고했다. 이처럼 네발기기 자세에서 과제별 난이도에 따라 몸통 근육인 배곧은근, 배바깥빗근, 뭇갈래근의 근활성도는 유의한 차이를 나타냈다.[7]

그러므로 몸통의 안정성을 증가시키기 위해서는 자세의 변화와 과제별 난이도를 다양하게 하여 목적에 따른 근육을 강화시키기 위해서는 선택적인 운동이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 20대 성인을 대상으로 네발기기 자세에서 척추안정화 운동을 하는 동안 과제난이도에 따른 근육활성의 차이를 알아보고자 했다. 네발기기 자세에서 3가지 과제를 실시하는 동안, 표면 근전도기기를 이용하여 배곧은근, 배바깥빗근, 뭇갈래근의 근활성도를 분석한 결과는 다음과 같다.

네발기기 자세(Position 1)에서는 뭇갈래근과 배바깥빗근이 배곧은근보다 근활성도가 유의하게 증가했다.

오른팔과 왼다리 들어올리기(Position 2)에서는 배바깥빗근, 뭇갈래근, 배곧은근 순으로 근활성도가 유의하게 증가했다.

짐볼을 이용한 네발기기(Position 3)에서는 뭇갈래근, 배바깥빗근, 배곧은근 순으로 근활성도가 유의하게 증가했다.

배곧은근에서는 자세 2, 자세 1, 자세 3순으로 몸통 근활성도가 유의하게 증가했다.

배바깥빗근에서는 자세 2, 자세 3, 자세 1순으로 몸통 근활성도가 유의하게 증가했다.

뭇갈래근은 자세 3, 자세 2, 자세 1순으로 몸통 근활성도가

유의하게 증가했다.

참고문헌

1. Kim SY, Kim SY, Jang HJ. Effect of manual postural correction on the trunk and hip muscle activities during bridging exercises. The journal physical therapy korea. 2014;21(3):38-44.
2. Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. Arch Phys Med Rehabil. 2005;7(1):39-44.
3. McGill SM. Low back disorders: evidenced-based prevention and rehabilitation. 2nd ed. Champaign, Human Kinetics, 2007:226-34.
4. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85:86-92.
5. Miyake Y, Kobayashi R, Kelepecz D, et al. Core exercises elevate trunk stability to facilitate skilled motor behavior of the upper extremities. J Bodyw Mov Ther. 2013;7(1):39-44.
6. Bliss LS, Teeple P. Core stability the centerpiece of any training program. Curr Sports Med Rep. 2005;4(3): 179-83.
7. Lee HO. Activation of Trunk Muscles during Stabilization Exercises in Four-point Kneeling. J Kor Soc Phys Ther. 2010;22(5):33-8.
8. Magee DJ. Instability and stabiluzation. Theory and treatment. 2nd. seminar workbook. 2000.
9. McGill SM. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. Phys ther.1998;78(7):754-65.
10. Bergson CQ, Mariana FC, Cesar FA, et al. Muscle activation during four pilates core stability exercise in quadruped position. Arch phys Med Rehabil, 2010;91:86-92.
11. Smith, CJ. Nyland, P. Caudill, et al. Dynamic trunk stabilization: a conceptual back injury prevention program for vollryball athletes. J Orthop Sports Phys Ther. 2008;38(11):703-20.
12. Saal JA. The new back school prescription: stabilization training. Part II. Occup Med. 1992;7(1):33-42.
13. McGil, SM. Grenier, N. Kavicic, et al. oordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. Jounnal of Electromyography and Kinesiology. 2003;13(4):353-9.
14. Han JM, Kim KS. The change of muscle thickness in accordance with angle of shoulder joint and hip joint at the quadrupedal position. The journal Korea academia-Industrial cooperation society. 2014;15(2):934-9.
15. Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques. Philadelphia: FA. Davis Co, 2007
16. Vezina, MC. Hubley-Kozey. muscle activation in therapeutic exercises to improve trunk stability. Arch Phys Med Rehabil. 2000;7(1):39-44.
17. Queiroz BC, Cagliari MF, Amorim CF, et al. Muscle activation during four Pilates core stability ex-ercises in quadruped position. Arch Phys Med Rehabil. 2010;7(1):39-44.
18. Kendall FP, McCrearyl EK, Provance PG. Muscle: Testing and function with posture and pain. Lippincott Williams & Wilkins, Inc. 2005.
19. Drake JD, Fischer SL, Brown SH, et al. Do exercise balls provide a training advantage for trunk extensor exercises? A biomechanical evaluation. J Manipulative Physiol Ther. 2006;29(5):354-62.
20. Staven VK, Vleemming A, Bouche KG. Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four point kneeling in healthy volunteer. Eur Spine J, 2007;16(5):711-718.
21. Souza GM, Backer LL, Powers CM. Electromyographic activity of selected trunk muscles during spine stabilization exercises. Arch Phys Med Rehabil. 2001; 82(11):1551-1557.