한국전문물리치료학회지 제 16권 제 1호
PTK Vol. 16 No. 1 2009.

교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 요부 전만과 체간 및 하지의 근 활성도에 미치는 영향

김은옥
한서대학교 대학원 물리치료학과
김택훈, 노정석, 신헌석, 최흥식, 오동식
한서대학교 물리치료학과

Abstract

The Influence of Abdominal Drawing-In Maneuver on Lumbar Lordosis and Trunk and Lower Extremity Muscle Activity During Bridging Exercise

Eun-ok Kim, M.Sc., P.T.
Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Hanseo University
Tack-hoon Kim, Ph.D., P.T.
Jung-suk Roh, Ph.D., P.T.
Heon-seock Cynn, Ph.D., P.T.
Houng-sik Choi, Ph.D., P.T.
Dong-sik Oh, M.Sc., P.T.
Dept. of Physical Therapy, Hanseo University

An abdominal drawing-in maneuver (ADIM) with a pressure biofeedback unit can be used to prevent excessive lumbar lordosis during bridging exercise. Therefore, in this research, the effects of an ADIM on lumbar lordosis and lower extremity muscle activity during bridging exercise were investigated in thirty healthy adults. Surface electromyography (EMG) and VICON system were used to collect kinematic data and muscle activity, respectively. A paired t-test was used to determine a statistical significance. The results showed as follows: (1) When performing bridging exercise with an ADIM, the height of the anterior superior iliac spine and greater trochanter decreased significantly ($p<.05$). (2) When performing bridging exercise with an ADIM, the trunk extension angle and pelvic angle increased significantly ($p<.05$). (3) When performing bridging exercise with an ADIM, the EMG signal amplitude increased significantly in the rectus abdominis, internal oblique abdominis, external oblique abdominis, medial hamstring, and lateral hamstring ($p<.05$). (4) When performing bridging exercise with an ADIM, the EMG signal amplitude decreased significantly in the erector spinae ($p<.05$). From the result of this research, an ADIM trained with pressure biofeedback unit during bridging exercise is effective to prevent excessive contraction of erector spinae, to limit excessive motion of pelvis from sagittal plane and to increase muscle activity of abdominal muscles and hamstring muscle.

Key Words: Abdominal drawing-in maneuver; Bridging exercise; Lumbar lordosis; Muscle activity.

통신저자: 김택훈 tack@hanseo.ac.kr

Ⅰ. 서론

하지의 닫힌-사슬 체중 부하 운동(closed-chain weight bearing exercise)은 엉덩관절 근육에만 국한되는 것이 아니고 닫힌-사슬 안에 있는 모든 관절과 근육의 움직임을 포함한다. 이러한 움직임은 길항적 두 관절 근육(antagonistic two-joint muscle)의 작용으로 이루어지며, 이때 한 관절에서 근육의 길이가 길어지면 다른 관절에서 길이가 짧아지는 적절한 길이-긴장 관계(optimal length-tension relationship)가 유지된다(Kisner와 Colby, 2002).

닫힌-사슬 체중 부하 운동에 속하는 교각운동(bridging exercise)은 임상에서 엉덩관절 신전근군(hip extensors) 즉, 큰볼기근(gluteus maximus) 및 오금 근육(hamstring)의 근력을 증진시키기 위하여 적용되어져 왔다(Kisner와 Colby, 2002). 또한 교각운동은 요통환자를 대상으로 요부 안정화(lumbar stabilization)를 증진시키기 위하여 이용되었다. 안정화 운동의 목적은 조절 능력을 회복시키기 위한 것이며, 현재 요통환자의 치료에 필수적인 접근방법으로 사용되고 있다. 체간의 올바른 정렬을 인식하고 교정하기 위해서는 정상적인 운동 감각이 반드시 필요하며, 이 운동 감각은 피부나 근육 그리고 관절에 분포되어 있는 감각수용기로부터 얻는 감각 입력에 의해 크게 영향을 받는다(Maffey-Ward 등, 1996). O'Sullivan 등(2003)은 요통환자의 심부근육이 정상인에 비하여 약화되어있고, 고유수용성 감각기능 저하에 의하여 재위치 감각(reposition sense) 능력이 결여되어 있기 때문에 척추의 안정성에 문제가 발생되며 요통 재발의 원인이 된다고 지적하고 있다. 요부 안정화에 관여하는 근육 중 뭇갈래근(multifidus)과 배가로근(transversus abdominis)은 인체의 모든 움직임에 있어서 다른 근육보다 먼저 수축하여 몸의 균형을 유지하는 작용을 한다(Hodges와 Gandevia, 2000). 또한 배속빗근(internal oblique abdominis), 배바깥빗근(external oblique abdominis)과 허리네모근(quadratus lumborum)도 척주의 안정화와 운동성이라는 두 가지 기능을 수행한다. 따라서 양측 배바깥빗근이 약화된 경우 척주의 굴곡 및 골반의 후방경사 능력이 감소되며, 양측 배속빗근의 약화 역시 척주의 굴곡 능력을 감소시킨다(신홍철 등, 1999).

교각운동에 관련된 연구들을 보면 주로 체간 안정화에 미치는 영향에 대해서 이루어졌다. Arokoski 등(2004)은 만성 요통환자가 교각운동을 하는 동안 배곧은근과 배바깥빗근의 근 활성도는 유의한 차이가 없었다고 하였다. Stevens 등(2006)은 건강한 대상자가 교각 안정화 운동(bridging stabilization exercise)을 수행하는 동안 국소 근육(local muscles)에 속하는 배속빗근이 전근육(global muscles)에 속하는 배곧은근(rectus abdominis)에 비해 유의하게 높은 비율로 활성화 되었다고 하였다. Konrad 등(2001)은 체간 훈련 운동(trunk-training exercises)과 교각운동의 체간 및 하지의 근 활성도를 비교한 결과, 교각운동의 요부와 흉부의 척주세움근(erector spinae)보다 체간 훈련 운동에서 큰볼기근 및 엉덩관절 신전근군의 근 활성도가 14%가 유의하게 낮다고 하였다. 그러나 이러한 선행 연구에서는 대상 작용(compensation)에 대한 연구가 거의 이루어 지지 않았다. Richardson과 Jull(1995)은 교각운동 시 심부근육 동시수축(deep muscle co-contraction)이 먼저 수행되어야 하며, 동시수축이 먼저 수행되지 않는 경우 대상작용으로 인하여 과도한 요부 전만(lumbar lordosis)이 발생한다고 하였다. 복부 드로잉-인(abdominal drawing-in maneuver) 방법은 복벽을 안쪽으로 당김으로써 배가로근과 배속빗근만을 수축시켜 복내압을 증가시키는 운동 방법이다. 즉, 복부 드로잉-인 방법은 복내압을 증가시켜 요부 안정화(lumbar stabilization) 훈련을 효과적으로 수행하게 하며, 근육의 동시수축을 유도하여 과도한 요부의 전만이나 골반의 전방경사를 줄여주는 방법이다(Kisner와 Colby, 2002).

그러나 적합한 측정 도구의 결여로 운동하는 동안 요부 안정화의 효과를 평가하는 것은 어렵다(Richardson 등, 1995). 압력 생체피드백 장치(pressure biofeedback unit)는 압력계가 연결되어 있으며, 내부 압력의 증가로 팽창되는 비탄력적 장치로 요부 안정화 운동을 평가하기에 임상적으로 유용하고, 요부 안정화 운동을 위한 훈련에 적합하다(Jull 등, 1993). 또한 압력 생체피드백 장치는 압력을 측정함으로써 간접적으로 복근의 활성화 정도를 알아볼 수 있다(Cairns 등, 2000). 그러나 복부 드로잉-인 방법을 치료에 사용하는 많은 치료사들은 압력 생체피드백 장치를 이용한 운동 조절과 관련 근육의 근 활성도 수준을 조절하는 방법에 대하여 정보가 없다고 하였다(Oh 등, 2007). 또한 여러 선행연구를 보면 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법을 사용하였으나 압력 생체피드백 장치를 이용한 정확한 프로토콜은 제시되지 않았다(Allison 등, 1998; Hubley-Kozey와 Vezina, 2002; Lehman 등, 2005; Marshall과 Murhpy,

2005; Richardson 등, 1992; Stevens 등, 2007).

본 연구의 목적은 압력 생체피드백 장치를 이용한 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법의 사용 유무가 요부 전만과 체간 및 하지의 근 활성도에 어떠한 영향을 미치는지를 연구하고자 한다.

본 연구의 가설은 다음과 같다.

첫째, 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 유지되면 요부 전만이 감소할 것이다.

둘째, 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 유지되면 척주세움근의 근 활성도가 감소할 것이다.

셋째, 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 유지되면 엉덩관절 신전근군의 근 활성도가 증가할 것이다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 건강한 20대 젊은 남성과 여성 각각 15명을 대상으로 하였다. 모든 연구대상자는 하지와 허리 부위에 통증이 없는 자로 하였다. 하지와 허리에 선천적인 기형, 정형외과적 혹은 신경학적 질환이나 기형이 있는 자는 제외하였다. 체질량지수(body mass index)를 키와 몸무게로 계산하였으며, 정상체중(18.5 ㎏/㎡ 이상 22.9 ㎏/㎡ 이하)에 속하는 자를 선정하였다(심경원 등, 2002).

2. 측정도구

본 연구는 시상면(sagittal plane)에서 체간 및 하지의 운동형상학적 자료(kinematic data)를 수집하기 위해 한서대학교 운동분석실에 설치된 VICON 동작 분석시스템[1]을 이용하였다. 표본 수집율(sampling rate)은 120 Hz로 측정하였고, 표식자의 움직임 경로를 재현하기 위해 WORK STATION 프로그램(VICON MX System, Oxford Metrics Ltd, Oxford, England.)을 사용하였다.

체간 및 하지의 근 활성도를 측정하기 위해 무선근전도기(wireless electromyography)[2]와 지름이 1 ㎝, 전극간의 간격이 2 ㎝인 일회용 이극표면전극(disposable bipolar surface electrode)[3]을 사용하였다. 접지전극은 지름이 1 ㎝인 일회용 일극표면전극(disposable unipolar surface electrode)[4]을 사용하였다.

3. 실험방법

가. 교각운동의 시작 자세 및 방법

교각운동은 복부 드로잉-인 방법 비사용 시 5회, 복부 드로잉-인 방법 사용 시 5회를 실시하였다. 교각운동의 시작 자세는 무릎관절 90° 굽힘 상태에서 양 팔은 약 30° 벌림하고, 손바닥은 지면으로 향하게 하였다. 무릎과 양 발은 어깨 넓이로 벌리고, 발바닥은 지면에 11자로 놓게 하였다. 머리와 목은 일자로 유지하였으며, 시선은 천장을 바라보게 하였다. 복부 드로잉-인 방법 비사용 교각운동 시에는 연구 대상자는 '엉덩이를 드세요'라는 측정자의 지시에 따라 골반을 들어올린 후 '유지하세요'라는 지시에 따라 5초간 유지하였다.

복부 드로잉-인 방법을 훈련한 후 교각운동 시에는 압력 생체피드백 장치를 이용한 복부 드로잉-인 방법을 유지한 상태에서 복부 드로잉-인 방법 비사용 시와 같은 방법으로 교각운동을 실시하게 하였다.

나. 복부 드로잉-인 방법 훈련

복부 드로잉-인 방법의 훈련은 교각운동의 시작 자세와 같은 자세로 발을 매트 위에 놓고 무릎관절은 90° 굽혀 누운 자세에서 실시하였다. 복부 드로잉-인 방법 훈련 동안 압력 생체피드백 장치는 연구 대상자의 요추(lumbar spine) 부위에 위치시켰다. 연구 대상자는 압력 생체피드백 장치에 연결되어 있는 압력계를 보고 40 ㎜Hg인 상태에서 10 ㎜Hg를 증가시킨 후 그 상태를 유지하도록 훈련하였다. 이때 검사자는 연구 대상자에게 호기할 때처럼 복부가 약간 들어가도록 배꼽을 상방과 후방(요추방향)으로 당기도록 지시하였다. 복부 드로잉-인 방법의 훈련은 복부 드로잉-인 방법 비사용 교각운동 후 30분간 실시하였다.

남성 18명 중 3명, 여성 17명 중 2명은 복부 드로잉-인 방법 훈련 중 배속빗근과 배가로근 수축 시 압력이 감소하여 실험에서 배제하였다.

다. 적외선 반사 표식자 부착 위치 및 운동형상학적 자료 처리 방법

운동형상학적 자료를 측정하기 위해 적외선 반사 표식자는 어깨 봉우리(shoulder acromion), 위앞엉덩뼈가시,

1) VICON MX System, Oxford Metrics Ltd., Oxford, England.
2) TELEMYO 2400 T G2, Noraxon U.S.A. Inc., CA. U.S.A.
3) Noraxon Dual Electrodes, Noraxon U.S.A. Inc., CA. U.S.A.
4) Noraxon Single Electrodes, Noraxon U.S.A. Inc., CA. U.S.A.

큰돌기 그리고 무릎관절 가쪽위관절융기에 부착하였다.

체간 신전 각도는 어깨 봉우리와 위앞엉덩뼈가시를 연결한 직선과 위앞엉덩뼈가시와 무릎관절 가쪽위관절융기를 연결한 직선이 이루는 각도로 정의하였다(그림 1). 엉덩관절 각도는 위앞엉덩뼈가시와 큰돌기를 연결한 직선과 큰돌기와 무릎관절 가쪽위관절융기를 연결한 직선이 이루는 각도로 정의하였고, 골반 각도는 어깨 봉우리와 위앞엉덩뼈가시를 연결한 직선과 위앞엉덩뼈가시와 큰돌기를 연결한 직선이 이루는 각도로 정의하였다. 각도의 측정 방법은 각 표식자의 위치를 x축(머리에서 꼬리쪽 방향, cephalocaudal direction)과 z축(지면과의 수직방향)의 거리를 이용하여 삼각함수로 계산하였다. 삼각함수의 계산식은 c2=a2+b2-2abcosC을 이용하였다. 골반의 높이를 정의하기 위하여 위앞엉덩뼈가시, 큰돌기의 높이를 구하였다. 높이의 계산은 지면으로부터 수직선상에 있는 z축을 기준으로 하였다. 5초 동안 측정된 모든 자료는 앞과 뒷부분의 1초씩을 제외한 중간부분 3초의 평균값을 계산하였으며, 5회 측정된 값 중 최대값과 최소값을 제외한 3개의 측정값의 평균값을 계산하였다.

라. 근전도 전극 부착 부위

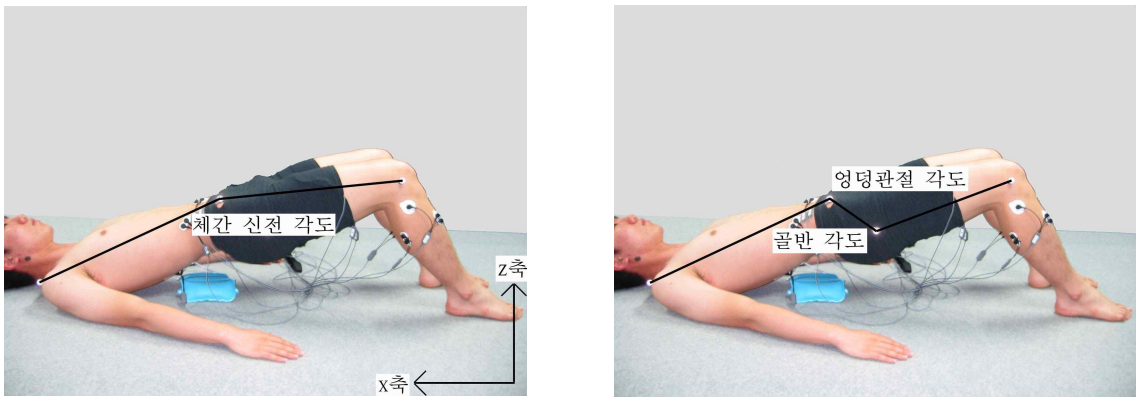
복부와 하지 근육의 활성도를 측정하기 위해 모든 연구 대상자에게 이극표면전극을 우세측(dominant) 근육에 부착하였다. 표면전극 부착 부위에서 피부저항을 감소시키기 위해 털을 제거하고, 가는 사포로 3~4회 문지른 다음 알코올 솜으로 문질러 피부각질층을 제거하였다.

접지전극은 우세측 종아리뼈머리(fibular head)에 부착하였다. 이극표면전극 부착 위치는 다음과 같았다. 배꼽과 두덩뼈(pubis) 사이, 근팽부(muscle belly)의 중간 지점에 배곧은근의 전극을 부착하고, 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac crest)와 두덩뼈결절(symphysis pubis)의 중간 지점에서 서혜인대(inguinal ligament)의 위쪽 부위에 배속빗근의 전극을 부착하였다. 배바깥빗근의 전극은 배꼽에서 외측으로 15 ㎝ 부위에 부착하였다(Vezina와 Hubley-Kozey, 2000).

첫 번째 요추(L1)의 가시돌기(spinous process)와 체간의 가쪽면(lateral aspect)의 중간 지점에 척주세움근의 전극을 부착하였다(Stevens 등, 2007). 큰볼기근의 전극은 큰돌기(greater trochanter)와 두 번째 천추(second sacral vertebra)의 중간 지점에 부착하였다(Oh 등, 2007).

넙다리곧은근(rectus femoris)의 전극은 대퇴의 앞쪽, 무릎뼈(patella) 상연과 위앞엉덩뼈가시의 중간 지점에 부착하였고, 무릎관절 가쪽위관절융기(lateral condyle)와 발목관절 가쪽복사(lateral malleolus)를 연결한 선의 상위 75% 부위에 앞정강근(tibialis anterior)의 전극을 부착하였다(Cram 등, 1998).

오금근육 안쪽갈래(medial hamstring)의 전극은 대퇴의 뒤쪽, 궁둥뼈결절(ischial tuberosity)과 정강뼈(tibia) 안쪽관절융기(medial condyle)의 중간 지점에 부착하였으며, 오금근육 가쪽갈래(lateral hamstring)의 전극은 대퇴의 뒤쪽, 궁둥뼈결절과 종아리뼈머리(fibular head)의 중간 지점에 부착하였다. 무릎관절 안쪽위관절융기와 발꿈치뼈(calcaneus)를 연결한 선의 상위 35% 부위에 장딴지근 안쪽갈래(medial head of gastrocnemius)



A B

그림 1. 운동형상학적 자료 측정. A: 체간 신전 각도, B: 엉덩관절 각도와 골반 각도.

의 전극을 부착하였고, 무릎관절 가쪽위관절융기와 발꿈치뼈를 연결한 선의 상위 30% 부위에 장딴지근 가쪽갈래(lateral head of gastrocnemius)의 전극을 부착하였다(Cram 등, 1998).

마. 근전도 신호의 기록 및 신호처리

근전도 신호의 표본 수집율은 1024 Hz이었으며 잡음을 제거하기 위해 60 Hz 대역 정지 필터(band stop filter)와 10~500 Hz 대역 통과 필터(band pass filter)를 사용하였다. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 5초간 유지하며 얻어진 근전도 신호 중 앞과 뒤의 각 1초를 제외한 후 3초의 신호를 수집하였다. 수집된 모든 근전도 신호를 root mean square(RMS) 처리하였다. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 수집된 신호는 RMS된 최대 수의적 등척성 수축으로 정규화하였다. 최대 수의적 등척성 수축의 측정은 5초간 3회를 측정하였으며, 앞과 뒤의 각 1초를 제외한 3초간의 근 활성도의 최대값의 평균값을 계산하였다. 최대 수의적 등척성 수축의 측정 자세는 Daniels와 Worthingham의 도수근력검사 방법(Hislop 등, 1995)을 참고하였다. 복부 드로잉-인 방법 전과 후에 수집된 각각의 5개의 자료 중 최대값과 최소값을 제외한 3개의 자료로 평균값을 계산하였다. 근전도 신호는 %MVIC로 표기하였다.

4. 분석방법

자료의 통계처리를 위해 윈도용 SPSS Version 10.1 프로그램을 사용하였다. 복부 드로잉-인 방법의 유무에 따른 교각운동 시 운동형상학적 차이와 근육의 근 활성도를 비교하기 위하여 짝비교 t-검정(paired t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 α=.05로 하였다.

Ⅲ. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 30명(남성 15명, 여성 15명)이며 평균 연령은 22.1세, 평균 신장은 167.6 ㎝, 평균 몸무게는 60.3 ㎏으로 평균 체질량지수는 21.4 ㎏/㎡이었다(표 1).

2. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 시상면 골반의 높이

복부 드로잉-인 방법을 사용 시 위앞엉덩뼈가시의 높이와 큰돌기의 높이가 비사용 시보다 유의하게 낮았다($p<.05$). 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 무릎관절 높이는 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(표 2).

3. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 시상면 각도

복부 드로잉-인 방법 사용 시 체간 신전 각도와 골반 각도는 유의하게 증가하였다($p<.05$). 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 엉덩관절 각도는 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(표 3).

4. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 근 활성도

복부 드로잉-인 방법 사용 시 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근, 오금근육 안쪽갈래, 오금근육 가쪽갈래의 근 활성도는 유의하게 증가하였다($p<.05$). 복부 드로잉-인 방법 사용 시 척주세움근의 근 활성도는 유의하게 감소하였다($p<.05$).

복부 드로잉-인 방법 사용 유무에 따른 큰볼기근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근 안쪽갈래, 장딴지근 가쪽갈래의 활성도는 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(표 4).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=30)

연령(세)	신장(㎝)	몸무게(㎏)	체질량지수(㎏/㎡)
22.1±1.6[a]	167.6±8.4	60.3±9.9	21.4±2.4

[a]평균±표준편차.

표 2. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 시상면 골반의 높이 단위: ㎜

	복부 드로잉-인 방법 비사용	복부 드로잉-인 방법 사용	t	p
위앞엉덩뼈가시 높이	300.58±131.69[a]	247.27±30.83	2.13	.04
큰돌기 높이	197.62±31.51	177.65±29.99	3.91	.00
무릎관절 높이	341.75±33.01	340.67±28.46	.25	.80

[a]평균±표준편차.

표 3. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 시상면 각도 단위: °

	복부 드로잉-인 방법 비사용	복부 드로잉-인 방법 사용	t	p
체간 신전 각도	159.30±7.87[a]	165.84±6.55	-5.04	.00
엉덩관절 각도	119.65±8.43	117.03±13.33	-1.54	.13
골반 각도	112.38±6.67	117.72±6.25	-5.10	.00

[a]평균±표준편차.

표 4. 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동 시 근 활성도 단위: %MVIC

	복부 드로잉-인 방법 비사용	복부 드로잉-인 방법 사용	t	p
배곧은근	3.26±2.38[a]	5.52±4.90	-3.02	.01
배속빗근	7.57±7.71	25.98±21.07	-6.92	.00
배바깥빗근	5.74±5.13	9.63±8.57	-3.99	.00
척주세움근	42.72±13.58	34.20±10.78	4.28	.00
큰볼기근	21.69±14.73	18.40±12.79	1.51	.14
넙다리곧은근	3.97±2.22	4.66±5.44	-.91	.37
앞정강근	7.14±7.58	6.35±6.92	.84	.41
오금근육 안쪽갈래	50.04±16.34	54.70±16.52	-2.48	.02
오금근육 가쪽갈래	37.18±16.01	41.45±17.26	-2.06	.04
장딴지근 안쪽갈래	13.93±11.73	16.55±15.16	-.83	.41
장딴지근 가쪽갈래	23.88±18.68	20.45±15.81	.97	.34

[a]평균±표준편차.

Ⅳ. 고찰

교각운동은 닫힌-사슬 체중 부하 운동으로 엉덩관절 신전근군의 근력을 증진시키며, 체간 안정화를 증진시키는 운동이다. 이러한 교각운동 시 심부근육의 동시수축이 먼저 수행되지 않으면 대상작용으로 인해 과도한 요부 전만이 발생한다(Richardson과 Jull, 1995). 따라서 많은 연구자들이 대상작용을 예방하기 위해 교각운동 시 심부근육 동시수축의 유도를 권장하였다(Richardson과 Jull, 1995; Stevens 등, 2007). 그러나 복부 드로잉-인 방법을 이용한 교각운동 시 척주세움근, 복근의 근 활성도에 미치는 영향에 대한 연구는 있었으나, 압력 생체피드백 장치를 이용한 정확한 프로토콜은 제시되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 압력 생체피드백 장치를 이용하여 정확한 교각운동 프로토콜을 제시하고, 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 하지의 근 활성도와 요부 전만에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

Stevens 등(2007)은 건강한 대상자에서 교각운동을 하는 동안 특정한 안정화 훈련(specific stabilization training)이 체간 근육의 동원 패턴(recruitment patterns)에 미치는 영향에 대한 연구에서 요추를 중립 자세(lumbar neutral spine position)로 유지하며 교각운동 시 요추를 중립 자세로 유지하지 않고 교각운동을 할 때보다 배속빗근과 배곧은근의 근 활성도는 증가하였다고 보고하였으며($p<.05$), 배바깥빗근의 근 활성도는 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 본 연구에서는 복부 드로잉-인 방법 유지하며 교각운동 시 배속빗근, 배곧은근, 배바깥빗근의 근 활성도가 모두 증가하였다($p<.05$). 이는 배가로근 수축 시 종종 다른 복근들이 동시수축을 하기 때문이다(Richardson과 Jull, 1995). Beith 등(2001)은 복부 할로잉 방법(abdominal hollowing maneuver) 수행 시 배바깥빗근의 수축을 억제하는 것은 매우 어렵다고 하였다. Kavcic 등(2004)은 건강한 성인에서 요부 안정화 운동(low back stabilization exercises)을 수행하는 동안 근육의 부하량(tissue loads)과 척주의 안정성(spine stability)에 대한 연구에서 복부 윗몸일으키기(abdominal curl), 오른쪽으로 등척성 지지를 하는 측면 교각운동(side bridging exercise of right isometric side support), 교각운동 자세에서 하지 들기(bridging exercise with right leg lift)와 교각운동이 배곧은근의 근 활성도

와 매우 높은 연관성이 있다고 보고하였다.

Oh 등(2007)은 엎드린 자세에서 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 엉덩관절 신전 운동을 한 결과 전방 골반 경사와 척주세움근의 근 활성도가 유의하게 감소하였고($p<.05$), 큰볼기근과 오금근육 안쪽갈래의 근 활성도는 유의하게 증가하였다고 보고하였다($p<.05$). 또한, Stevens 등(2007)의 연구에서 보면 특정한 안정화 훈련을 유지하며 교각운동 시 흉부의 허리엉덩갈래근(iliocostalis lumborum pars thoracis)의 근 활성도가 유의하게 감소하였다($p<.05$). 이러한 선행연구 결과는 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 시 척주세움근의 근 활성도가 유의하게 감소한 반면, 오금근육 안쪽갈래와 오금근육 가쪽갈래의 근 활성도는 유의하게 증가한 본 연구의 결과와 일치하였다($p<.05$).

본 연구에서 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동을 하였을 때 체간 신전 각도와 골반 각도가 유의하게 증가하였다($p<.05$). 즉, 체간의 과신전이 감소하여 요부 전만이 감소하였다고 해석될 수 있다. 위앞엉덩뼈가시 높이는 복부 드로잉-인 방법을 사용하지 않고 교각운동을 하였을 때보다 300.58 ㎜에서 247.27 ㎜로 17.74%가 낮아졌으며($p<.05$). 큰돌기의 높이는 복부 드로잉-인 방법 비사용 시보다 복부 드로잉-인 방법 사용 시 197.62 ㎜에서 177.65 ㎜로 10.105가 낮아졌다($p<.05$). 이는 복부 드로잉-인 방법 사용 시 위앞엉덩뼈가시가 큰돌기보다 큰 폭으로 z축(지면과의 수직방향)에서 지면으로 가깝게 이동한 것을 의미하며 즉, 골반이 후방경사 되었음을 알 수 있다. 이러한 결과는 복부 드로잉-인 방법을 사용하여 복근의 활동이 증가함에 따라 요부 전만 대상작용이 최소화 되어진 것으로 보인다. 이로 인하여 척주세움근의 활동이 감소한 반면 안쪽갈래와 오금근육 가쪽갈래의 활동을 증가시킨 것으로 보인다.

교각운동 시 압력 생체피드백 장치를 이용하여 복부 드로잉-인 방법을 실시하였을 때 두 관절 근육인 오금근육의 근 활성도는 유의하게 증가한 반면, 한 관절 근육(one-joint muscle)인 큰볼기근의 근 활성도와 시상면 엉덩관절 각도에서의 유의한 차이는 없었다. 이 결과는 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 자세를 유지하는 자세에서 과도한 골반의 전만을 방지하는 동시에 양 발을 지면에 고정시켜야 하는 즉, 무릎관절과 발목관절을 지면에 안정화시키기 위한 요구도를 충족시키기 위하여 무릎관절 원위부에 정지하는 두 관절 근육의 활성도가 유의하게 증가하였다고 생각할 수 있다. 또한 복부 드로잉-인 방법이 실시된 자세에서 앞정강근과 장딴지근의 근 활성도의 유의한 차이가 없었기 때문에 엉덩관절과 무릎관절을 조절할 수 있는 오금근육이 골반과 하지를 안정화시키는 역할을 수행하였다고 할 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 표면전극과 피부 사이의 저항에 관련된 요소를 최소화하기 위해 털을 제거하는 등 피부 저항에 미치는 영향을 최소화 하였으나, 운동을 하는 동안 근육의 움직임이 근전도 신호에 미치는 영향을 완전히 배제할 수 없었다. 또한 연구 대상자를 건강한 성인으로 선정하였기 때문에 향후 요통환자를 대상으로 하여 압력 생체피드백 장치를 이용한 복부 드로잉-인 방법 유무에 따른 교각운동의 효과를 살펴보는 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 코어 안정화(core-stabilization)에 사용되는 가로막(diaphragm)과 골반 저근(pelvic floor muscles)의 활성도의 변화를 살펴보는 연구가 필요하다고 생각된다.

Ⅴ. 결론

본 연구는 20대 정상 성인 남자, 여자 각각 15명을 대상으로 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법 사용 유무에 따른 골반과 요부의 운동형상학과 체간 및 하지의 근 활성도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 시 위앞엉덩뼈가시, 큰돌기의 높이가 유의하게 감소하였다($p<.05$).
2. 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 시 체간 신전 각도와 골반 각도가 유의하게 증가하였다($p<.05$).
3. 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 시 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근, 오금근육 안쪽갈래, 오금근육 가쪽갈래의 활성도가 유의하게 증가하였다($p<.05$).
4. 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 시 척주세움근의 근 활성도가 유의하게 감소하였다($p<.05$).

본 연구의 결과는 압력 생체피드백 장치를 이용한 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 시 복근의 활성도가 유의하게 증가하였고, 골반 높이와 골반 각도가 유의하게 감소하였으며, 체간 신전 각도는 유의하게 증가함에 따라 척주세움근의 활성도가 유의하게 감소하

였다. 또한 큰볼기근의 활성도는 유의한 차이가 없었으나, 오금근육의 활성도가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 압력 생체피드백 장치를 이용한 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동 시 요부 대상작용이 감소하는 것임을 알 수 있다. 그러므로 교각운동 시 압력 생체피드백 장치를 이용한 복부 드로잉-인 방법을 정확하게 적용하는 것이 필요하다고 생각한다. 또한, 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 교각운동을 하였을 때 엉덩관절 신전근군 중 큰볼기근보다 오금근육의 근력 증진이 주된 목적으로 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 본 연구의 연구 대상자가 정상 성인이었기 때문에 일반화에 제한적이었던 점을 감안하여 향후 임상에서 엉덩관절 신전근군의 근력 약화를 호소하는 환자와 요부 신전근의 과활동으로 요부 통증을 호소하는 환자를 대상으로 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법을 적용하여 효과를 살펴보는 것이 요구된다.

인용문헌

신홍철, 구봉오, 권춘숙 등 공역. 기능해부학. 현문사. 1999.

심경원, 김지연, 서희선 등. 한국 비만 여성의 신체 계측에 의한 체지방 추정. 대한비만학회지. 2002;11(2):150-157.

Allison GT, Godfrey P, Robinson G. EMG signal amplitude assessment during abdominal bracing and hollowing. J Electromyogr Kinesiol. 1998;8(1):51-57.

Arokoski JP, Valta T, Kankaanpää M, et al. Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(15):823-832.

Beith ID, Synnott BE, Newman A. Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four-point kneeling and prone positions. Man Ther. 2001;6(2):82-87.

Cairns MC, Harrison K, Wright C. Pressure biofeedback: A useful tool in the quantification of abdominal muscular dysfunction? Physiother. 2000;86(3):127-138.

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

Hislop HJ, Montgomery J, Connelly BM, et al. Daniels and Worthingham's Muscle Testing: Techniques of manual examination. 6th ed. Philadelphia, PA, W.B. Saunders, 1995;34-37, 41-49, 176-178, 207-208, 211-220.

Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. J Physiol. 2000;522 pt 1:165-175.

Hubley-Kozey CL, Vezina J. Muscle activation during exercises to improve trunk stability in men with low back pain. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(8):1100-1108.

Jull GA, Richardson CA, Toppenberg R, et al. Towards a measurement of active muscle control for lumbar stabilization. Aust J Physiother. 1993;39(3):187-193.

Kavcic N, Grenier S, McGill SM. Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. Spine. 2004;29(20):2319-2329.

Kisner C, Colby LA. Therapeutic Excercise: Foundations and techniques. 4th ed. Philadelphia, PA, F.A. Davis, 2002;497-500, 657-659.

Konrad P, Schmitz K, Danner A. Neuromuscular evaluation of trunk training exercises. J Athl Train. 2001;36(2):109-118.

Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercise on and off a Swiss ball. Chiropr Osteopat. 2005;13:14.

Maffey-Ward L, Jull G, Wellington L. Toward a clinical test of lumbar spine kinesthesia. J Orthop Sports Phys Ther. 1996;24(6):354-358.

Marshall PW, Murhpy BA. Core stability exercise on and off a swiss ball. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(2):242-249.

Oh JS, Cynn HS, Won JH, et al. Effects of performing an abdominal drawing-in maneuver during prone hip extension exercises on hip and back extensor muscle activity and amount of anterior

pelvic tilt. J Orthop Sports Phys Ther. 2007;37(6):320-324.

O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. Spine. 2003;28(10):1074-1079.

Richardson CA, Jull GA. Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? Man Ther. 1995;1(1):2-10.

Richardson C, Jull G, Toppenberg R, et al. Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: A pilot study. Aust J Physiother. 1992;38:105-112.

Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN, et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. BMC Musculoskelet Disord. 2006;7:75

Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. Man Ther. 2007;12(3):271-279.

Vezina MJ, Hubley-Kozey CL. Muscle activation in therapeutic exercises to improve trunk stability. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81(10):1370-1379.

논 문 접 수 일 2008년 10월 31일

논문게재승인일 2009년 1월 8일