

푸쉬업플러스와 데드리프트 운동 시 골반압박이 견관절과 요골반부 주위근의 근활성도와 체간 신전근 근력에 미치는 영향

황친중¹, 김선엽²

¹대전대학교 대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

The Effect of External Pelvic Compression on Shoulder and Lumbopelvic Muscle sEMG and Strength of Trunk Extensor During Push Up Plus and Deadlift Exercise

Tian-zong Huang¹, BA, Suhn-yeop Kim², PhD, PT

¹Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

²Dept. of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Abstract

Background: Lumbopelvic stability is highly important for exercise therapy for patients with low back pain and shoulder dysfunction. It can be attained using a pelvic compression belt. Previous studies showed that external pelvic compression (EPC) enhances form closure by reducing sacroiliac joint laxity and selectively strengthens force closure and motor control by reducing the compensatory activity of the stabilizer. In addition, when the pelvic compression belt was placed directly on the anterior superior iliac spine, the laxity of the sacroiliac cephalic joint could be significantly reduced.

Objects: This study aimed to compare the effects of EPC on lumbopelvic and shoulder muscle surface electromyography (EMG) activities during push-up plus (PUP) and deadlift (DL) exercise, trunk extensor strength during DL exercise.

Methods: Thirty-eight subjects (21 men and 17 women) volunteered to participate in this study. The subjects were instructed to perform PUP and DL with and without the EPC. EMG data were collect from serratus anterior (SA), pectoralis major (PM), erector spinae (ES), and multifidus (MF). Trunk extensor strength were tested in DL exercise. The data were collected during 3 repetitions of all exercise and the mean of root mean square was used for analysis.

Results: The EMG activities of the SA and PM were significantly increased in PUP with pelvic compression as compared with PUP without pelvic compression ($p<.05$). In DL exercise, a significant improvement in trunk extensor strength was observed during DL exercise with pelvic compression ($p<.05$).

Conclusion: The results of this study indicate that lumbopelvic stabilization reinforced with external pelvic compression may be propitious to strengthen PUP in more-active SA and PM muscles. Applying EPC can improve the trunk extensor strength during DL exercise. Our study shows that EPC was beneficial to improve the PUP and DL exercise efficiency.

Key Words: Deadlift; Electromyography; Pelvic compression; Push up plus.

I. 서론

현대 사회에 실내에 앉아서 사무직을 하는 사람이 많아졌기 때문에 운동 부족, 잘못된 작업 자세에서의 반복적인 움직임 등으로 인해 어깨와 요부의 근골격계 질환을 경험하는 사람들이 많이 있다. 둥근 어깨(round shoulder) 자세는 어깨에 대한 비정상 자세 중 하나이다 (Ghanbari 등, 2008). 둥근 어깨 자세는 경추 전만증과 흉추 후만증을 수반하여, 견갑골은 전인, 하방 회전과 전방 경사되어 있는 양상을 특징으로 보인다(Chansirinukor 등, 2001; Magee, 2002). 약화된 하부 승모근과 전거근, 긴장된 소흉근 등 요인으로 둥근 어깨 자세를 유발한다 (Borstad과 Ludewig, 2005; Sahrman, 2002). Kendall과 McCreary(1983)는 비정상적인 어깨 자세와 근육 불균형이 어깨 기능장애를 유발하는 중요한 요인이며, 피험자가 전방머리와 전방어깨 자세 등의 구부정한 자세를 장시간 유지하면 견갑골 후방 안정성을 제공하는 근육들이 약화 될 수 있고, 흉근들이 단축 될 수 있다고 하였다. 결과적으로, 두 근육 간에 힘의 불균형이 나타나 시간이 지나면 어깨가 둥근 어깨 자세로 바뀔 수 있다 (Kelley과 Clark, 1995).

둥근 어깨뿐만 아니라 익상(winging) 어깨는 어깨 손상 환자에서 자주 발견된다. 익상 어깨는 상지의 기능적 활동을 제한되고 어깨 약화 원인 중 하나이다. 전거근은 견갑대 주위에 위치하여, 견갑상완리듬과 견흉 근육의 균형을 잡고, 견흉부에 안정성을 제공하는 중요한 역할을 한다(Kamkar 등, 1993; Lear와 Gross, 1998; Ludewig 등, 1996; Smith 등, 2003). 익상 어깨가 아닌 사람이 익상 어깨를 하는 환자보다 견갑골 전인 시에 강도와 전거근의 근활성도가 더 컸고, 견갑골의 전인은 편칭이니 밀기, 전방굴곡 등의 동작 시에 항상 동반되어 일어나기 때문에, 권투나 농구와 같은 운동에서 특히 어깨의 전인 운동이 중요하다(Oh 등, 2016; Park 등, 2014). 따라서 비정상적인 어깨 자세를 교정하기 위한 치료적 운동 프로그램은 전거근과 대흉근의 균형에 초점을 맞춰야 한다. 관련된 운동으로 선행연구에서 익상 견갑골에 대해 푸쉬업 플러스(push up plus) 운동이 효과적인 방법이라고 제시된 바 있다(Choi 등, 2017; Park 등, 2014).

견갑골의 안정성은 체간에서 상지로의 연결로 인해 중요한 운동사슬을 형성하였고, 다리에서 손까지 여러 가지의 운동 패턴을 촉진시킨다(Yang 등, 2014). 체간 안정화 근육군은 척추와 골반의 안정성을 유지하고, 사지의 기능

적인 움직임을 하는 동안 몸의 근위부에서 원위부로 힘을 전달하는 중요한 역할을 한다(Baechle 등, 2000). Bergmark(1989)는 근육을 대(global) 근육과 소(local) 근육으로 구분하였다. 대근육은 몇 개의 척추분절을 뛰어넘고 전체적 체간 안정성을 제공하며, 소근육은 척추 간에 부분적인 안정성을 제공한다. 요부에서 대근육의 대표적인 근육은 척추기립근이 있고 소근육의 대표적인 근육은 다열근이 있다. 이러한 중심부위에 위치한 근육들이 원위부 특정한 움직임의 안정성을 조절하고, 원위부 분절 운동의 질과 관련이 있다(Jang 등, 2015). 견갑대의 안정성 수준은 체간 안정성에 기초를 두고, 견갑골 근육들의 협응과 조절능력을 결정한다(Borstad, 2006). 대부분의 견갑골을 움직이는 근육들의 기시점은 척추에 부착된다. 따라서 척추 정렬의 변화는 견갑골의 위치, 근육 활동 및 운동학에 큰 영향을 미친다(Jang 등, 2015).

요통은 현대 사회에서 가장 흔한 질환이고 재발률이 높다. 복횡근과 다열근 등의 요추부 '중립 영역(neutral zone)'의 근육들은 요추부에 안정성을 제공한다. 이러한 근육의 기능장애는 요통과 관련되어 있다(Freeman 등, 2010). 일반인이나 요통 환자의 건강관리 운동방법으로 데드리프트(deadlift) 운동은 운동센터나 물리치료실에서 사용되고 있다. 또한 지속적인 요통은 추간관의 병리학적 변화와 신경근 장애를 인해 유발할 수 있다. 데드리프트 운동은 요통 환자에 영향을 줄 수 있는 자유 웨이트 트레이닝 중 하나이다. 이 운동은 안정화 근육들을 활성화시키고, 근력을 증가시키며, 부상의 악화 예방과 환자의 리프팅(lifting) 기술을 향상시킨다(Holmberg 등, 2012).

골반압박(pelvic compression)의 적용이 체간 안정성 개선에 도움이 될 수 있다고 보고되었다(Stuge 등, 2004). 골반압박벨트의 효과에 대한 체계적 고찰 연구에서, 골반압박은 천장관절의 이완을 감소를 통해 형태 잠김(form closure)을 개선하고, 선택적으로 안정성 근육군의 동원을 감소를 통해 힘 잠김(force closure)과 운동 조절을 향상시킬 수 있는 것이 보고되었다(Arumugam 등, 2012). 또한 골반압박이 어깨 외전근의 근력에 영향을 미치는 것이 증명되었다(Jang 등, 2015). 그러나 골반압박이 푸쉬업 플러스와 데드리프트 운동 시 견갑골과 요골반부 주위근의 근활성도의 체간 신전근 근력에 미치는 영향에 대한 연구들은 아직 부족한 상태이다.

따라서 본 연구의 목적은 건강한 20대 대학생을 대상으로 푸쉬업 플러스와 데드리프트 운동 시 골반부에 압박력의 적용 전후에 전거근과 대흉근, 다열근, 척추기립근

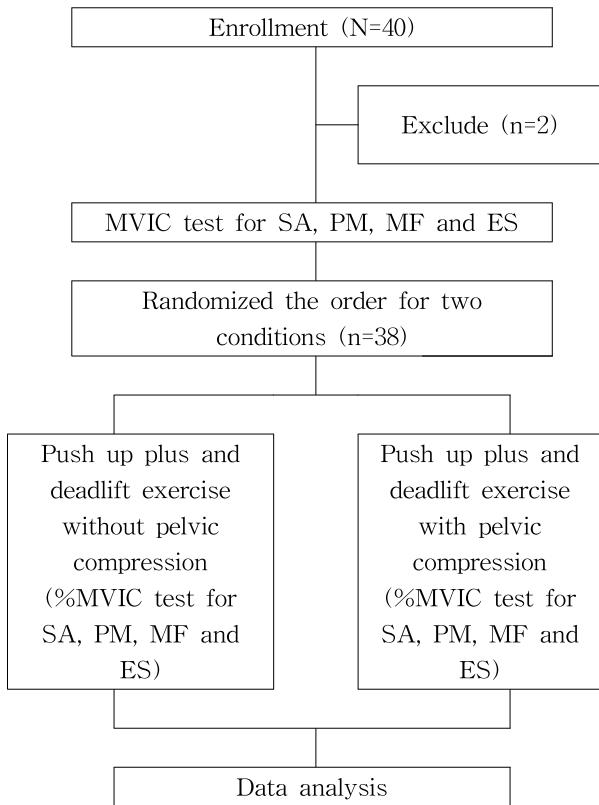


Figure 1. Study design (MVIC: maximal voluntary contraction, PM: pectorilis major, SA: serratus anterior, ES: erector spinae, MF: multifidus).

의 근활성도와 체간 신전근 근력의 변화를 비교해봄으로써 골반압박의 영향을 알아보려고 한다. 연구의 구체적인 가설은 다음과 같다; 첫째는 푸쉬업플러스 운동 시 골반압박 적용 전후에 견갑골 주위근과 요골반부 근육의 근활성도와 근활성도 비(ratio)는 차이가 있을 것이다; 둘째는, 데드리프트 운동 시 골반압박 적용 전후에 견갑골 주위근과 요골반부 주위근의 근활성도와 근활성도 비 그리고 체간 신전근 근력은 차이가 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구대상자의 수는 Cohen의 표본추출 공식에 따른 표본수 계산 프로그램인 G*Power software ver. 3.1.9.2(G*Power, University of Kiel, Kiel, Germany)을 이용하여 산출하였다. 본 연구에서 분석하고자 하는 운동치료의 전후 효과에 대한 검정력을 유지하기 위해 효

과크기는 .55, 유의수준 .05, 검정력은 .95로 설정한 후 표본 크기를 산출한 결과, 필요한 표본의 크기는 38명이었다. 실제 연구대상자의 탈락률을 10~20%로 감안하여 40명을 모집하였다.

본 연구는 대전광역시에 위치한 대전대학교에 건강한 대학생 40명을 대상으로 시행하였다. 모든 연구대상자는 본 연구의 목적과 절차에 대하여 구두로 설명을 시행한 후 자발적인 동의를 구하고 실험에 참여하였다. 대상자의 선정 조건은 다음과 같다: 1) 어깨 움직임에 현저한 약증이 없는 자; 2) 어깨관절의 푸쉬업플러스 동작과 데드리프트 동작을 수행 할 수 있는 자; 3) 요부 근육에 약증이 없는 자; 4) 연구의 목적을 이해하고 스스로 참여에 동의한 자이다. 연구대상자의 제외 조건은: 1) 최근 3개월 이내에 정형외과적, 신경학적, 심폐 기능 또는 심리적 질환의 외과적 진단을 받은 자; 2) 현재 어깨 통증이 있거나 어깨 수술의 경험이 있는 자; 3) 현재 허리 부위에 통증이 있거나 수술의 경험이 있는 자이다.

2. 연구 절차

대상자는 사전에 준비한 조사지를 이용해 일반적 특성과 선정조건과 제외조건이 포함된 정보를 수집하였다. 그 후 선정조건에 해당되는 대상자에게 연구에서 수행하는 운동에 대해 설명 후 준비 운동을 3~4회 실시하여 운동을 정확하게 이해하는 것으로 판단된 후에 측정에 필요한 대흉근과 전거근, 척추기립근과 다열근에 각각 표면근전도 전극을 부착하였다. 그 다음, 측정된 근활성도 값을 표준화하기 위해 각 근육에 최대 등척성 수축량을 측정하였다. 그 후 대상자가 수행할 두 가지 운동의 수행 순서를 결정하기 위해 무작위 배정도구(Research randomizer; <http://www.randomizer.org/>)를 이용하여 순서를 배정하였다. 골반압박 기구의 적용하기 전과 적용한 후에 두 운동을 각각 시행하였다. 모든 측정은 3회 실시하였고, 근 피로를 피하기 위해 각 동작 후에 30초간 휴식을 취하도록 하였다. 본 연구의 절차는 Figure 1과 같다. 이 연구의 설계 단계에서 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 후에 연구를 진행되었다(approval number: 1040647-201804-HR-013-03).

3. 측정 도구 및 방법

1) 골반압박 방법

대상자는 골반압박을 적용하기 위해 골반압박 장비

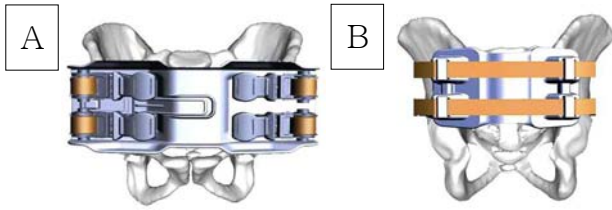


Figure 2. Location of application of external pelvic compression (A: Frontal view, B: Rear view).

(ReaLine[®] Core; RLC, GLAB corp., Japan)를 이용하였다. 이 압박 기구의 전방부는 전상장골극 높이에 바로 위 지점에 오도록 착용하고 후방부는 후상장골극 높이에 오게 하였다(Figure 2). 이 압박기구의 압박력 조절은 기구의 전방부에 설치된 4개의 기어 장치를 이용하여 압박 강도를 조절 하도록 고안되어 있다. 압박력은 장비를 부착되어 있는 벨트에 의해 골반부의 모든 방향에서 압박이 가해지도록 되어 있으며, 압박의 강도는 대상자가 편안하게 참을 수 있는 수준에 압박감을 느낄 때 “그만”이라고 말하도록 지시하였다. 기구 착용한 후 압박기구가 몸에 적응하고 신체에 정열이 되도록 하기 위해 편안한 제자리 걸음을 10초간 실시하였다.

2) 푸쉬업플러스(push up plus) 운동 방법

본 연구에서는 골반압박이 견갑골 주위근과 요추부 주위근의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위해 푸쉬업플러스 운동을 적용하였다. 시작 자세는 엎드린 자세에서 주관절을 완전히 펴고 양 팔은 어깨 넓이가 되게 하고 팔이 바닥과 수직이 되게 하였다. 운동의 시작 자세는 남녀 간에 차이를 두었다. 남자는 양 발을 편안한 거리로 벌리고 무릎을 완전히 편 상태에서 몸통과 하지가 일직선으로 유지하도록 하였다. 여자는 양 무릎을 바닥에 댄 상태에서 대퇴부와 몸통이 일직선이 되도록 유지하였다. 푸쉬업플러스 운동은 주관절을 편 상태에서 먼저 견갑골을 후인(retraction) 시키게 하였다. 그 다음 주관절을 펴면서 최대한 견갑골을 전인(protraction)시키도록 하였다(Figure 3).

3) 데드리프트(deadlift) 운동 방법

데드리프트 운동은 골반압박 적용 전후 간에 요골반부와 견갑골 주위근에 근활성도와 체간 신전근에 근력을 측정하였다. 데드리프트 운동 시에 체간 신전근의 근력을 측정하기 위해 디지털 근력 측정기(Dynamometer, Takei Scientific Instruments Co., Ltd., Japan)를 이용하였다. 근력 측정은 시작 전에 운동 동작을 정확하게

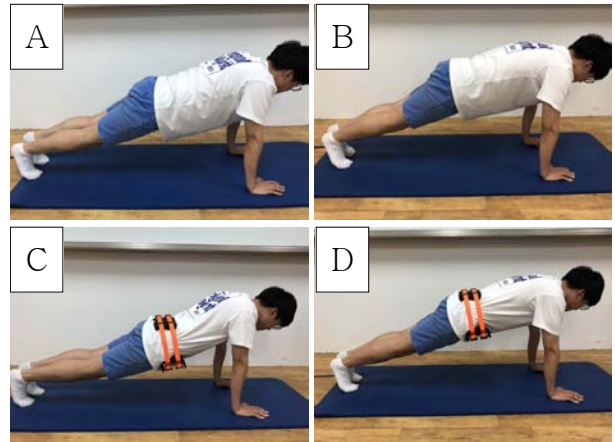


Figure 3. Push up plus exercise (A: Starting position without pelvic compression, B: Finish position without pelvic compression, C: Starting position with pelvic compression, D: Finish position with pelvic compression).

수행할 수 있도록 3~4번의 연습 동작을 실시한 후에 정확한 동작 수행을 확인한 후 본 실험을 실시하였다. 체간 신전근 근력 측정의 시작 자세는 평가 도구의 플랫폼 위에 양 발을 어깨 넓이만큼 벌리고 서서, 슬관절과 고관절을 각각 90도 굴곡한 자세를 취한 다음, 양 팔을 무릎 사이에 편안히 내려놓고 양 손으로 근력 측정기와 연결된 손잡이인 T바를 자연스럽게 잡게 한 후 플랫폼과 연결된 줄의 길이를 조절하였다. 데드리프트 운동의 동작은 대상자에게 엉덩이 부분을 전방으로 밀어 허리와 고관절, 슬관절이 동시에 자연스럽게 신전되도록 힘을 주라고 교육하였다(Figure 4).

4) 근전도 측정 및 자료처리

골반압박을 적용하기 전과 후에 어깨 주위근의 근활성도를 수집하기 위해 4채널 유선 근전도(QEMG-4, LXM 3204; LAXTHA Inc., Daejeon, Korea) 장비를 사용하였다. 측정은 대상자의 우세손 쪽에 전거근, 대흉근, 척추기립근과 요부 다열근에 근활성도를 측정하였다. 먼저 측정 근육에 표면전극 부착 부위에 피부저항을 감소시키기 위해 전극을 부착하기 전에 해당되는 대상자에게는 털을 제거하였고, 알코올로 피부를 청결히 한 후에 전극을 부착하였다.

전극의 부착부위는 전거근은 액와 하부에서 견갑골의 하각과 광배근 내측 부위에 부착하였고(Park 등, 2013), 대흉근은 쇄골 아래에서 4개 손가락 폭 정도 부위와 액와 전방 경계선 내측부에 부착하였다(Lehman 등, 2006). 다열근은 네 번째와 다섯 번째 요추 극들기

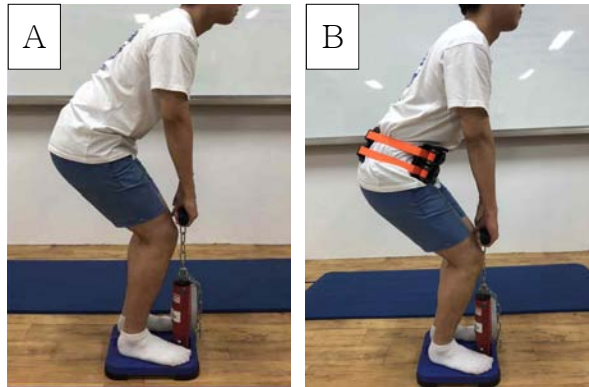


Figure 4. Deadlift exercise (A: Exercise with pelvic compression, B: Exercise without pelvic compression).

사이 높이에서 외측으로 2 cm 되는 지점에 부착하였고 (Marques 등, 2013), 척추기립근은 세 번째 요추 극돌기 높이에서 약 3 cm 외측 지점에 부착하였다(Kim 등, 2013). 접지(ground) 전극은 견갑골의 견봉과 삼각근 결절 사이에 부착하였다(Minning 등, 2007).

근전도 전극을 부착 후에, 각 근육에서 측정된 근전도 측정값을 표준화하기 위하여 도수적 근력 검사 자세에서 각 근육에 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 실시하고 그 근활성도를 측정하였다. 전거근의 MVIC 값을 측정하기 위해 바로 앉은 자세에서 견관절 내회전과 125도 외전 시킨 자세에서 연구자가 주관절 부위에 최대 저항을 가하였고(Ekstrom 등, 2005) 그 때 근활성도를 측정하였다. 대흉근의 MVIC 값은 주관절 90도 굴곡과 견관절 외전 75도 자세에서 양 손의 손바닥을 서로 대고 최대 힘으로 서로 미는 동작을 취하게 하였다(Lehman 등, 2006). 요추부 다열근은 엎드린 자세에서 대상자의 손을 머리 뒤로 가져가 각지를 끼게 하고 몸통을 신전한 상태를 유지하게 하고 검사자가 등 부위를 눌러 저항을 주었다(Choi 등, 2017). 척추기립근은 검사대 위에 엎드린 자세를 취하고 상체를 검사대 밖으로 오게 한 자세에서 몸통이 검사대와 평행하도록 유지하게 한 후 검사자가 흉추 중간 부위에 하방으로 도수적 저항을 가하였

다(Caldwell 등, 2003). 각 근육의 MVIC 근활성도는 총 5초 간 수집하였고 모든 자료는 제곱평균제곱근법[root mean square; RMS(단위: μV)]로 처리한 후 시작과 마지막 1초의 자료를 제외한 3초 간에 평균 근전도 신호량을 MVIC로 사용하였다(Kendall 등, 2005).

골반압박 적용 전후에 모든 측정은 끝 자세에서 5초 간 유지하여 3회 반복해 실시하였습니다. 근 피로를 최소화시키기 위해 각 동작 간에 최소 30초 쉬는 시간을 주었다. 수집된 근전도 신호는 TeleScan 3.2.8.0 소프트웨어(TeleScan, LAXTHA Inc., Daejeon, Korea)를 이용하여 처리하였다. 필터는 노치필터를 60 Hz로 설정하고 밴드패스(band-pass) 필터를 20~500 Hz로 설정한 후 RMS으로 처리하였다.

4. 분석방법

수집된 모든 자료의 통계처리는 윈도우용 SPSS ver. 20(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였고, 측정된 모든 변수는 평균과 표준편차로 제시하였다.

본 연구에서 실시한 푸쉬업플러스 운동과 데드리프트 운동 시 각각 골반압박 적용 전후 간에 측정 근육들의 근활성도와 체간 신전근 근력 수준의 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 측정 근육간에 영향의 정도를 비교하기 위해 효과크기(effect size; ES)를 계산하였다. 모든 통계분석 시 통계학적 유의수준 α 는 .05로 정하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 남자가 21명, 여자가 17명이었으며, 연령과, 신장, 체중 그리고 체질량지수와 같은 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다. 참여한 대상자들의 남녀 간에 평균 연령과 체질량지수는 차이가 없었고, 평균 신장과 평균 체중은 유의한 차이가 있었다.

Table 1. General characteristics of subjects

(N=38)

	Male (n ₁ =21)	Female (n ₂ =17)	Total	t	p
Age (year)	22.0±2.1 ^a	21.1±1.1	21.6±1.8	1.658	.106
Height (cm)	175.0±6.1	160.7±5.6	168.6±9.2	7.533	<.001*
Weight (kg)	70.7±13.3	56.4±7.9	64.3±13.3	3.900	<.001*
BMI ^b (kg/m ²)	23.0±3.6	21.8±2.9	22.5±3.3	1.081	.287

^amean±standard deviation, ^bbody mass index, *p<.01.

2. 골반압박 적용 유무에 따른 푸쉬업플러스 운동 시 각 근육의 근활성도 비교

푸쉬업플러스 운동 시 골반압박 유무에 따른 각 근육의 근활성도를 비교하였다(Table 2). 골반압박을 적용할 때 대흉근($p=.014$)과 전거근($p<.01$)의 근활성도는 골반압박을 적용하였을 때 모두 유의한 증가를 보였다. 두 근육 중 골반압박에 의한 영향은 전거근($ES=.36$)이 대흉근($ES=.26$)에 비해 더 많이 받았다. 그러나 척추기립근과 다열근의 근활성도는 골반압박 적용 전후 간에 차이가 없었다. 대흉근/전거근 근활성도 비는 골반압박 적용 후에 유의한 차이가 없었다.

3. 골반압박 적용 유무에 따른 데드리프트 운동 시 각 근육의 근활성도 비교

데드리프트 운동 시에 골반압박 유무에 따른 각 근육의 근활성도를 비교하였다(Table 3). 측정된 모든 근육들의 근활성도와 다열근/척추기립근 근활성도 비는 골반압박 전후 간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 체간 신전근의 근력은 남녀 모두 골반압박 적용 전후 간에 근력에 유의한 증가를 보였다($p<.05$). 골반압박이 체간 신전근의 근력에 미치는 영향의 정도는 남녀가 유사하였다.

IV. 고찰

본 연구는 임상에서 자주 사용되는 푸쉬업플러스와 데드리프트 운동 시 골반압박 적용 유무에 따른 전거근과 대흉근, 요추부 다열근, 척추기립근의 근활성도와 근활성도 비 그리고 체간 신전근 근력의 변화를 비교해봄으로써 골반압박의 영향을 알아보고자 시도하였다.

외부에서 가해진 골반압박은 천장관절의 형태 잠김을 보장하고, 선택적으로 요추부 안정성 근육군에 보상 작용의 감소를 통해 힘 잠김과 운동 조절을 강화시키며, 외적 골반압박은 천장관절에 운동형상학적으로 중요한 역할을 한다(Arumugam 등, 2012). 골반대의 외적 안정성을 향상시키기 위한 임상적 접근의 일환으로, 골반압박벨트를 전상장골극 수준에 적용하면 천장관절의 이완성을 현저하게 감소할 수 있었다(Mens 등, 2006). Jang 등(2013)은 앉아서 일어서기 동작 시 골반압박벨트의 적용 전후에 체간 근육들의 근활성도 변화에 대한 연구에서 요통 환자 골반압박벨트를 적용하면 위축된 척추기립근과 다열근의 역할을 보조해 줌으로써 움직임 조절에 긍정적인 영향을 줄 수 있다고 보고되었다. Richardson 등(2002)은 추가적으로 가해진 압박력은 추간관절을 수동적인 안정성을 증가시켜, 전단력에 저항하거나 마찰을 증가시킴으로써 척추를 안정화시킨다는 것을 증명되었다. 이에 본 연구는 골반압박벨트에 관한 기존 연구들을 바탕으로 푸쉬업플러스와 데드리프트 운동 시 골반압박 적용 전후에 어깨와 체간근육 근활성도의 변화를 탐구하였다. 골반압박벨트 위치에 대하여 Damen 등(2002)은 골반압박벨트를 낮은 위치(치골결합)보다 높은 위치(전상장골극)에 적용할 때 더 효과적이라고 보고하였다. 따라서 이 연구에서 골반압박의 적용 위치를 전상장골극 높이를 선택하였다. 골반압박을 위해 다양한 골반압박 방법과 기구가 사용되고 있다. 다이안리(Diane lee)에 의해 개발한 탄력밴드를 이용한 골반압박벨트(pelvic compression belt; Com-pressor, OPTP, Canada)가 하지 근육에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구들이 있었다(Kim 등, 2011; Park 등, 2010). 또한 Arumugam 등(2015)은 슬릭근 손상을 입은 환자에게 적용한 골반압박

Table 2. Comparison of muscle activity and muscle activity ratio in push up plus exercise with and without pelvic compression

EMG ^a activity (%MVIC ^b)	Push up plus exercise		t	p	ES ^c
	Without pelvic compression	With pelvic compression			
PM ^d	27.79±17.79 ^e	33.36±23.59	2.572	.014*	.26
SA ^f	109.10±46.11	127.27±54.09	3.041	.004**	.36
ES ^g	24.58±28.58	21.85±16.16	-.666	.510	-.11
MF ^h	19.24±17.81	21.61±22.78	1.691	.099	.12
PM/SA ratio	.30±.23	.32±.26	.383	.704	-.08

^aelectromyography, ^bmaximal voluntary isometric contraction, ^ceffect size, ^dpectoralis major, ^emean±standard deviation, ^fserratus anterior, ^gerector spinae, ^hmultifidus, * $p<.05$, ** $p<.01$.

벨트가 한 발 서기를 할 때 슬괵근에 미치는 영향을 알아보기 위해 비탄력성 Rafys 벨트(BP2436 and OR6-5, Advanced Medical Technologies, MA, USA)를 사용한 연구를 시도하였다. Jang 등(2015)은 골반압박이 어깨 외전 근력과 외전근들에 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위해 ATM2(active therapeutic movement version 2; BackProject Corporation, San Jose, California) 장비를 사용하였다. 이 장비는 설치된 4개의 벨트를 통해 골반부와 흉추부에 각각 조절된 압박을 가해 주도록 고안되어 있는 장비로 골반부와 체간에 선택적으로 안정성을 강화시켜 줄 수 있다. 본 연구에서는 ATM2의 원리와 유사한 리얼라인 코어(Realine core) 골반압박 기구를 사용하였다. 이 장비는 ATM2와 같은 방식으로 장비에 설치된 기아 조절 장치를 이용하여 단계적으로 체간에 가해지는 압박력을 쉽게 조절할 수 있다. 또한 장비가 바닥에 고정된 장비인 ATM2과는 다르게 이동성이 있어 다양한 환경에서 대상자에게 적용할 수 있다는 장점이라고 생각된다. 선행 연구에서 골반압박벨트의 압박강도는 100 N 적용했을 때와 50 N을 적용했을 때 천장관절에 대한 영향을 유의한 차이가 없었다고 보고하였다(Vleeming 등, 1992). 본 연구에서는 대상자들이 편안하게 참을 수 있는 수준에 압박감을 느낄 때까지로 압박강도를 설정하였다.

본 연구에서 골반압박의 적용 전후 간에 측정 근육의 근활성도에 변화를 비교하기 위해 %MVIC로 표준화하는 과정을 이용하였다. 푸쉬업플러스 운동은 해부학적 관점에서 견관절 90도 굴곡 자세에서 견갑골 전인 동작을 실시할 때 전거근은 분리되어 독립적 수축을 하게 된

다. 따라서 본 연구에서는 전거근의 MVIC 측정을 위해, 견관절을 90도 굴곡한 상태에서 견갑골 전인 동작을 하고 이에 대한 최대저항을 주는 방법을 이용하였다. 견갑골 전인 동작에 소흉근은 중요한 역할을 한다(Moseley 등, 1992). Ekstrom 등(2005)은 견관절 90도 굴곡 자세에서 견갑골의 전인에 대한 저항을 주는 자세를 취할 때 전거근은 견갑골 주위근들과 협동 수축의 가능성이 높다는 것을 제시하였다. 그들은 연구에서 몇 가지의 측정 자세의 실험을 시도하였다. 그 중 앉은 자세에서 견관절 내회전과 125도 외전 자세에서 평가자가 주관절 부위에 저항을 주는 자세에서 전거근의 최대 등척성 수축이 발생되었다. 이 결과에 기초하여 본 연구에서는 이 자세를 이용하여 전거근의 최대 등척성 수축을 측정하였다.

푸쉬업플러스 운동은 기본 자세와 변형된 방법들이 있다. 기본 푸쉬업(standard push up plus; SPUP) 운동의 자세는 무릎을 완전히 편 상태에서 몸통과 일직선으로 유지하고 발로 지지하면서 양 팔의 푸쉬업 동작을 하게 한 후에 견갑골의 완전한 전인 동작을 하는 것으로 정의하였다. 또 다른 방법으로는 슬관절을 바닥에 대고 하는 슬관절 푸쉬업(knee push up plus; KPUP)과 벽에 양손을 대고 벽을 밀게 하는 푸쉬업(wall push up plus; WPUP) 등 다양한 수정된 운동법이 있었다(Park 등, 2014; Shin 등, 2015). Suprak 등(2011)은 KPUP를 상지 근력이 약한 환자의 초기 회복 단계에 적용할 것을 권장하였다. 본 연구에서는 남녀 간에 상지의 근력 차이와 근피로의 영향을 최소화시키기 위해 남자는 SPUP 방법을 시행하였고, 여자는 KPUP를 시행하도록 하였다. 불안정한 지지면에서의 푸쉬업플러스 운동이 안

Table 3. Comparison of muscle activity and muscle activity ratio in deadlift exercise with and without pelvic compression

EMG ^a activity (%MVIC ^b)	Deadlift exercise		t	p	ES ^c	
	Without pelvic compression	With pelvic compression				
PM ^d	24.20±22.13 ^e	26.10±24.63	.830	.412	.08	
SA ^f	55.77±37.16	56.83±39.02	.389	.699	.03	
ES ^g	98.18±35.66	98.17±44.73	-.004	.997	.00	
MF ^h	79.41±30.92	84.20±37.21	.806	.425	.14	
MF/ES ratio	.87±.26	1.24±1.97	1.131	.265	.26	
Back extensor strength (kg)	Male	94.18±26.81	104.79±31.70	2.854	.010*	.36
	Female	54.68±16.40	60.71±20.86	2.543	.022*	.32

^aelectromyography, ^bmaximal voluntary isometric contraction, ^ceffect size, ^dpectoralis major, ^emean±standard deviation, ^fserratus anterior, ^gerector spinae, ^hmultifidus, *p<.05.

정한 지지면에서 보다 더 효율성이 높았고, 불안정한 지지면을 이용한 운동 시에 전거근의 근활성도가 더 증가되었다고 하였다(Lee와 Bae, 2016). Kim(2012)는 지지면이 서로 다른 조건에서의 푸쉬업플러스 운동이 어깨 주위근의 근활성도에 미치는 영향을 연구한 결과, 상지와 하지 모두에서 불안정한 지지면을 적용하였을 때가 안정한 지지면과 상지에만 불안정한 지지면을, 하지에만 불안정한 지지면을 제공했을 때 보다 대흉근의 근활성도가 더 증가하였고, 전거근의 근활성도가 유의한 증가하였다고 보고되었다. 본 연구는 위에 제시한 결과와 일치하여 골반압박을 적용한 후 푸쉬업플러스 운동 시 대흉근과 전거근의 근활성도가 유의한 증가하였고 대흉근의 근활성도는 27.5% 증가한 반면, 전거근은 20.8%의 변화를 보였다.

이전 연구에서 이미 요통과 다열근의 관련성에 대해 증명되었다(Wang-Price 등, 2017). 다열근은 요추부의 중립 지역에서의 안정성을 제공하는 중요한 역할을 하며, 이 근육의 위축은 중립 지역을 제어하는 능력을 감소시키고, 이는 요통과 관련되어 있다. 따라서 임상에서 요통환자의 치료 시에 사용하는 여러 중재법들은 다열근의 작용을 증가시키는 방향으로 구성되는 근육 운동 프로그램이다(Freeman, 2010). Sung(2003)은 특별히 고안한 운동프로그램이 다열근의 기능 개선과 요통 수준을 감소시킬 수 있는가를 알아보았다. 그 결과, 4주간에 척추안정화 운동프로그램을 시행한 후 실험군의 다열근에 근활성도가 유의한 증가하였고, 요통 수준도 유의한 감소를 보였다고 하였다. 또한 Hides 등(1996)의 연구에서도 요통을 경험하는 운동선수를 대상으로 실험하였다. 결론은 성적이 우수한 운동선수에서도 다열근의 약화가 많이 발견되었고, 다열근에 대한 지속적인 안정화 운동이 요통 수준의 감소와 관련이 있었다고 제시하였다. 따라서 다열근에 대한 특별한 심부안정화 운동법(core stability exercise)이 필요하고 할 수 있다.

요추부에 대한 심부안정화 운동법 중 스쿼트(squat) 운동이나 데드리프트, 벤치 프레스(bench press) 등이 있다(Willardson, 2007). 데드리프트 운동은 물리치료실이나 운동센터에서 요통의 치료와 체간 신전근의 근력강화를 목적으로 많이 사용되고 있다. 본 연구에서 골반압박을 적용한 후에 데드리프트 운동 시 척추기립근과 다열근은 각각 -5%와 16.2%의 변화를 보였다. 골반압박의 적용 전후에 다열근의 근활성도는 통계학적으로 유의한 차이는 없었지만 골반압박을 적용 시에 다열근

의 근활성도가 증가하는 경향을 보였다. Park 등(2010)은 골반압박이 옆으로 누운 자세에서 고관절 외전 운동 시에 고관절과 골반 주위근에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 골반압박 적용 후에 고관절 외전 시 다열근의 근활성도가 증가하였고, 요방형근의 근활성도는 감소되었고 하였다. 또한 데드리프트 운동 시에 체간 신전근의 근력은 골반압박을 적용한 후에 남녀 모두에서 근력이 11% 이상 유의한 증가를 보였다. 이것은 본 연구의 가설을 일치하였다. Cogill와 Fitz-Ritson(1996)의 연구에서도 대전자 높이에서의 골반부 압박이 요통 환자들의 리프트(lift) 운동 시 근력이 유의한 증가와 요부 통증의 유의한 감소를 보였다고 보고되었다. 데드리프트 운동 시에 체간 신전근의 근력이 증가하였으나 근활성도를 측정할 근육들의 유의한 변화가 없었던 것은 측정할 근육 외에도 골반압박에 더 영향을 받은 체간근들이 존재할 수 있다는 것으로 예상된다. 향후 이러한 결과에 영향을 주는 다른 근육들을 찾아보는 연구도 필요하다 사료된다. 또한 요통 환자나 하지의 기능장애를 가진 사람들을 대상으로 하는 연구도 필요할 것이라 판단된다. 그리고 골반압박력을 제공하는 또 다른 방법이나 장비의 개발과 그 효과에 대한 연구 또한 의미가 있을 것이라 생각된다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째는 본 연구가 건강한 20대 대학생을 대상으로 하여 모든 연령층이나 장애를 가진 대상자에게 일반화하는데 한계가 있다. 둘째는, 데드리프트 운동 시 대상자의 체간 신전 각도, 고관절과 슬관절의 굴곡 각도 등의 운동학적 특성을 정확히 일치하지 않았다는 점이다. 셋째, 실시한 운동의 조건에서 운동 패턴의 변화를 명확히 일치시키지 못했다는 점이다. 추후에 이루어지는 관련 연구에는 이러한 제한점을 보완하여 실시되기를 바란다.

V. 결론

본 연구는 건강한 성인 38명을 대상으로 푸쉬업플러스와 데드리프트 운동 시에 골반압박 적용 유무에 따른 상지와 요추부 주위근에 근활성도와 체간 신전근 근력 수준에 미치는 영향을 알아보았다. 골반압박은 푸쉬업플러스 운동 시에 대흉근의 근활성도를 약 27% 증가하였고, 전거근은 약 20% 유의하게 증가하였다. 데드리프트 운동 시에 골반압박 적용은 체간 신전근에 근력은

남녀 모두 약 11%의 유의한 증가를 보였다. 결론적으로 골반압박의 적용은 푸쉬업플러스 운동 시에 대흉근과 전거근에 영향을 주었고, 데드리프트 운동 시에는 체간 신전근에 근력을 증가시킨다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 통해 골반안정성이 요구되는 대상자들에게 상지나 체간 신전 운동치료 시에 골반압박을 적용할 근거가 될 수 있을 거라 판단된다.

References

- Arumugam A, Milosavljevic S, Woodley S, et al. Effects of external pelvic compression on form closure, force closure, and neuromotor control of the lumbopelvic spine—A systematic review. *Man Ther.* 2012;17(4):275-284.
- Arumugam A, Milosavljevic S, Woodley S, et al. Effects of external pelvic compression on isokinetic strength of the thigh muscles in sportsmen with and without hamstring injuries. *J Sci Med Sport.* 2015;18(3):283-288. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.05.009>
- Baechle TR, Earle RW, Wathen D. Resistance Training. In: Baechle TR, Earle RW, eds. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 2nd ed. Champaign, IL, Human Kinetics, 2000: 395-425.
- Bergmark A. Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1989;230:1-54.
- Borstad JD, Ludewig PM. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2005;35(4):227-238. <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.4.227>
- Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: Evidence to support a posture-impairment association. *Phys Ther.* 2006;86(4):549-557.
- Caldwell JS, McNair PJ, Williams M. The effects of repetitive motion on lumbar flexion and erector spinae muscle activity in rowers. *Clinical Biomechanics.* 2003;18(8):704-711.
- Chansirinukor W, Wilson D, Grimmer K, et al. Effects of backpacks on students: Measurement of cervical and shoulder posture. *Aust J Physiother.* 2001;47(2):110-116.
- Choi WJ, Yoon TL, Choi SA, et al. Different weight bearing push-up plus exercises with and without isometric horizontal abduction in subjects with scapular winging: A randomized trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(3):582-588. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.08.018>
- Cogill L, Fitz-Ritson D. The effect of trochanteric support on low back strength: A pilot study. *J Can Chiropr Assoc.* 1996;40(2):104-107.
- Damen L, Spoor CW, Snijders CJ, et al. Does a pelvic belt influence sacroiliac joint laxity? *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2002;17(7):495-498.
- Ekstrom RA, Soderberg GL, Donatelli RA. Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(4): 418-428. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.09.006>
- Freeman MD, Woodham MA, Woodham AW. The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: A review. *PM R.* 2010;2(2):142-146. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.11.006>
- Ghanbari A, Ghaffarinejad F, Mohammadi F, et al. Effect of forward shoulder posture on pulmonary capacities of women. *Br J Sports Med.* 2008; 42(12):622-623. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.040915corr1>
- Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine.* 1996; 21:2763-2769.
- Holmberg D, Crantz H, Michaelson P. Treating persistent low back pain with deadlift training—A single subject experimental design with a 15-month follow-up. *Adv Physiother.* 2012;14(2):61-70.
- Moseley JB Jr, Jobe FW, Pink M, et al. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med.* 1992;

- 20(2):128-134. <https://doi.org/10.1177/036354659202000206>
- Jang HJ, Kim SY, Oh DW. Effects of augmented trunk stabilization with external compression support on shoulder and scapular muscle activity and maximum strength during isometric shoulder abduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(2):387-391. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.12.005>
- Jang HJ, Kim SY, Park HJ. Effects of the pelvic compression belt on trunk muscles activities during sit-to-stand, and stand-to-sit tasks. *Phys Ther Korea.* 2013;20(1):1-9.
- Kamkar A, Irrgang JJ, Whitney SL. Nonoperative management of secondary shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1993;17(5):212-224. <https://doi.org/10.2519/jospt.1993.17.5.212>
- Kelley MJ, Clark WA. *Orthopedic Therapy of the Shoulder.* Philadelphia, JB. Lippincott, 1995.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance P, et al. *Muscles Testing and Function With Posture and Pain.* 5th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 2005.
- Kim JS, Lee DY. A effect of the shoulder stabilizer muscle activity during a push-up-plus on a different condition surface. *Journal of Digital Convergence.* 2012;10(1):399-405
- Kim SH, Kwon OY, Park KN, et al. Comparison of erector spinae and hamstring muscle activities and lumbar motion during standing knee flexion in subjects with and without lumbar extension rotation syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(6):1311-1316. <https://doi.org/doi:10.1016/j.jelekin.2013.07.004>
- Kim SH, Pak MH, Sim JA, et al. Effects of pelvic compression belt on the thickness of transversus abdominis during active straight leg raising in healthy subjects. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy.* 2011;17(1):15-23.
- Lear LJ, Gross MT. An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1998;28(3):146-157. <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.28.3.146>
- Lee KC, Bae WS. Effect of push-up plus exercise on serratus anterior and upper trapezius muscle activation based on the application method of Togu. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine,* 2016;4(2):29-36. <https://doi.org/10.15268/ksim.2016.4.2.029>
- Lehman GJ, MacMillan B, MacIntyre I, et al. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dyn Med.* 2006;5:7. <https://doi.org/10.1186/1476-5918-5-7>
- Ludewig PM, Cook TM, Nawoczenski DA. Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1996;24(2):57-65. <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.2.57>
- Magee DJ. *Assessment of Posture.* In: Magee DJ, ed. *Orthopedic Physical Assessment.* 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 2002:579-608.
- Marques NR, Morcelli MH, Hallal CZ, et al. EMG activity of trunk stabilizer muscles during centering principle of Pilates method. *J Bodyw Mov Ther.* 2013;17(2):185-191. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.06.002>
- Mens JM, Damen L, Snijders, CJ, et al. The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21(2):122-127. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.016>
- Minning S, Eliot CA, Uhl TL, et al. EMG analysis of shoulder muscle fatigue during resisted isometric shoulder elevation. *J Electromyogr Kinesiol,* 2007;17(2):153 - 159.
- Oh JS, Kang MH, Dvir Z. Reproducibility of isometric shoulder protraction and retraction strength measurements in normal subjects and individuals with winged scapula. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(11):1816-1823. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.03.001>
- Park KM, Kim SY, Oh DW. Effects of the pelvic compression belt on gluteus medius, quadratus lumborum, and lumbar multifidus activities dur-

- ing side-lying hip abduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(6):1141-1145. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.05.009>
- Park KM, Cynn HS, Kwon OY, et al. Comparison of pectoralis major and serratus anterior muscle activities during different push-up plus exercises in subjects with and without scapular winging. *J Strength Cond Res.* 2014;28(9):2546-2551. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000443>
- Park KM, Cynn HS, Yi CH, et al. Effect of isometric horizontal abduction on pectoralis major and serratus anterior EMG activity during three exercises in subjects with scapular winging. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(2):462-468. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.11.013>
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine.* 2002;27(4):399-405.
- Sahrmann S. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes.* St. Louis, Mosby, 2002: 193-245, 338-341, 382-383.
- Shin JW, Jeong HH, Kim SB, et al. Comparison of scapular stabilizer and external oblique abdominis muscle activity on push-up. *Journal of Korea Society for Neurotherapy.* 2015;19(3): 17-22.
- Smith R Jr, Nyquist-Battie C, Clark M, et al. Anatomical characteristics of the upper serratus anterior: cadaver dissection. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2003;33(8):449-454. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.8.449>
- Stuge B, Laerum E, Kirkesola G, et al. The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy: A randomized controlled trial. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(4):351-359.
- Sung PS. Multifidi muscle median frequency before and after spinal stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(9):1313-1318.
- Suprak DN, Dawes J, Stephenson MD. The effect of position on the percentage of body mass supported during traditional and modified push-up variants. *J Strength Cond Res,* 2011;25(2):497-503.
- Vleeming A, Buyruk HM, Stoeckart R, et al. An integrated therapy for peripartum pelvic instability: A study of the biomechanical effects of pelvic belts. *Am J Obstet Gynecol,* 1992;166(4):1243-1247.
- Wang CH, McClure P, Pratt NE, et al. Stretching and strengthening exercises: Their effect on three-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(8):923-929.
- Wang-Price S, Zafereo J, Brizzolara K, et al. Effects of tactile feedback on lumbar multifidus muscle activity in asymptomatic healthy adults and patients with low back pain. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;25(1):22-29.
- Willardson JM. Core stability training for healthy athletes: A different paradigm for fitness professionals. *Strength Cond J.* 2007;29(6):42-49.
- Yang J, Lee J, Lee B, et al. The effects of active scapular protraction on the muscle activation and function of the upper extremity. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(4):599-603. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.599>
-
- This article was received August 13, 2018, was reviewed September 10, 2018, and was accepted September 10, 2018.