푸쉬업플러스 운동시 다양한 자세에 따른 견갑골 안정근과 외복사근 활성도 비교

신종화, 정현희, 김수빈, 김민희, 이정훈, 김진영, 서한열, 김미림, 박준환, 손호희*
부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Comparison of Scapular Stabilizer and External Oblique Abdominis Muscle Activity on Push-up Plus in Various Postures

Jong-Wa Shin, Heon-Hui Jeong, Su-Bin Kim, Min-Hui Kim, Jung-Hun Lee, Jin-Young Kim, Han-Gyeol Seo, Mi-Rim Kim, Jun-Hwan Park, Ho-Hee, Son*
Dept. of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Purpose The purpose of this study is to examine the change to the muscle activity from the serratus anterior, upper trapezius, lower trapezius, external oblique when push-up plus exercise is performed in three postures which it can be applied clinically. In addition, it is compared the muscle activity of each posture in order to study the most safe and effective way to strengthen scapula stabilizers. ***Methods*** For this study, twenty-eight healthy males who are randomly performed Quadripedal Push-up Plus (QP), Quadripedal Push-up Plus with Supporter (QPS), Standard Push-up Plus with Supporter (SPS)postures of push up plus exercise are recruited to search influence on the muscle activity of scapula stabilizers, external oblique according to posture change of their exercise. ***Results*** There was a significant difference in the muscle activity of serratus anterior according to the posture, especially, between QPS SPS postures ($p<.05$). The muscle activity of external oblique had a significance difference between QPS and SPS postures ($p<.05$). The muscle activity of serratus anterior was increased, and the muscle activity of external oblique was relatively lower than other postures. Also, the muscle activity of serratus anterior was the most increased in SPS posture during push-up plus exercise, but the external oblique was simultaneously increased. ***Conclusion*** As the results, the QP posture is the most safe and effective to strengthen the serratus anterior, showing lower the muscle activity of external oblique. These results suggest that QP push-up plus exercise can be a very useful to improve safety and to selectively train serratus anterior for patients with shoulder instability for the future.

Key Words Push up plus, Scapula, EMG, Scapular stabilizer

책임 저자 Ho-Hee Son(sonhh@cup.ac.kr)

논문 접수일 2015년 8월 31일
수정 접수일 2015년 9월 30일
게재 승인일 2015년 10월 20일

Ⅰ. 서론

견갑골의 불안정한 동적 안정성은 목과 견관절 부위에 신경, 근골격계의 기능부전을 유발한다.[1] 견갑골의 기능은 견갑골 근육의 수행능력에 따라 다르며, 견갑골의 정적 또는 동적인 안정성은 움직임을 조절하는데 작용한다.[2]. 견갑골의 위치와 움직임 조절 능력은 정상적인 상지 기능을 위한 필수 요소이다.[3] 견갑골의 안정성을 제공하는 안정근(stabilizer)에는 전거근(serratus anterior), 상승모근(upper trapezius), 하승모근(lower trapezius)이 있으며, 상지를 거상시킬 때 상승모근과 하승모근, 전거근의 하부섬유가 견갑골을 상방회전 시키기 위한 짝힘(couple force)을 형성하고 세 개의 근육 힘이 협력하여 같은 방향으로 견갑골을 상방회전시킨다.[4] 이러한 견갑골 안정화에 관여하는 근육 중 특히 중요한 역할을 담당하는 근육은 전거근이며, 이런 전거근의 기능이 감소하게 되면 견갑골의 안정성이 떨어지고 견갑골의 익상(winging)을 초래하여 비정상적인 견갑골의 움직임이 발생하게 된다. 또한 이를 보상하기 위해 상승모근이 과도한 근활성도를 보이게 되고 견관절 충돌이 발생할 수 있다고 보고하였다.[5-8] 이런 견갑골 근육들의 비정상적인 근활성 패턴을 '근육 불균형'이라고 하며 대부분 상승모근이 과도하게 활성화되고 전거근과 중/하승모근의 근활성도는 감소하는 모습을 보인다.[2,9-11] Tucker 등은 높은 수준의 전거근 근활성도와 낮은 수준의 상승모근 근활성도를 만들어내는 적절한 운동이 2차적으로 견관절 충돌 증후군의 치료와 예방에

효과적일 것이라고 보고하였다.[12)]이러한 근육 불균형을 감소시키고 안정성을 높이기 위해 많이 실시하는 운동에는 안정화운동이 있다. 안정화란 사람이 의식적 또는 무의식적으로 관절에서의 크거나 작은 움직임을 조절할 수 있는 능력이라고 정의하였다.[13)] 안정화 운동의 목적은 근육과 움직임의 조절 능력을 회복시키는 것으로 최근에는 치료적 운동 뿐만 아니라 예방 차원의 관리로서도 주목을 받고 있다.[13,14)] 견관절 기능장애의 예방과 재활에 대해 견갑골 안정화 근육들의 균형을 중요하게 고려해야 하는데 이를 위해 닫힌 사슬 운동을 이용하는 경향이 많다.닫힌 사슬 운동이란 팔다리의 원위부는 고정을 한 상태에서 원위부와 근위부에 동시저항을 적용할 때 일어나는 운동이며, 팔다리에 가해지는 축성부하(axial load)에 의해 관절에 압박이 발생하며, 이로 인해 관절 주위에 있는 고유수용감각을 자극하고, 주위 근육의 협응 수축을 유도하며, 관절의 동적 안정성 및 자세유지 그리고 근력강화와 지구력을 증진시킬 수 있는 장점이 있다.[15,16)] 이러한 닫힌 사슬 운동은 부하가 가해지지 않는 열린 사슬 운동보다 통증이 있거나 불안정한 견관절 재활 운동프로그램에서 보다 안전하게 적용할 수 있기 때문에 더욱 더 기능적인 운동이라고 보고하였다.[17)] 견갑골 안정화에 효과적인 닫힌 사슬 운동에는 푸쉬업 운동, 푸쉬업 플러스 운동 등이 있다. 그 중 푸쉬업 운동을 수정한 푸쉬업 플러스 운동은 주관절이 신전 되었을 때 견갑골을 최대로 전인(protraction)시키는 동작이 추가된 동작이다.[18)] 푸쉬업 플러스 운동에 대한 선행연구를 살펴보면, Ellenbecker와 Davies은 견갑골의 안정 협력근을 위한 효과적인 닫힌 사슬 운동이 푸쉬업 플러스 운동이라고 하였고 Decker 등은 푸쉬업 플러스 운동, 네발기기 자세에서의 푸쉬업 운동, 다이나믹허그 운동이 전거근의 강화에 적합하다고 하였다.[18,19)] 푸쉬업 플러스 운동은 여러 가지 자세와 지지면을 변화시켜 수행할 수 있다. 일반적인 푸쉬업 플러스 운동은 재활 초기 환자들이 반복적으로 수행하기 어렵기 때문에 네발기기 자세에서 푸쉬업 플러스 자세(Quadripedal Push-up Plus, QP), 지지대를 이용한 네발기기 푸쉬업 플러스 자세(Quadripedal Push-up Plus with Supporter, QPS), 지지대를 이용한 일반적 푸쉬업 플러스 자세(Standard Push-up Plus with Supporter, SPS) 등과 같이 변형하여 임상적으로 많이 사용하고 있다. 그 중 네발기기 자세에서의 푸쉬업 플러스 운동은 척추에 가해지는 부하를 줄여주고 균형을 유지하기 쉬워 재활초기에 적용하기 좋고, 특정한 견갑골 및 체간 근육의 동원을 가져온다.[20)] 지지면을 변화시키기 위해서 스위스볼 또는 의자에 손을 위치시키고 실시할 수 있는데, 지지면의 변화로 인해 견갑골 안정근들의 근활성도를 증가시키는 것 뿐만 아니라 고유수용기의 균형을 증진시킬 수 있다. 대부분의 선행연구에서 자세에 대한 근활성도 비교가 많지만 일반적인 푸쉬업 플러스 운동과 자세, 지지면을 변화시켜 근활성도를 비교한 연구는 미비한 편이다. 체간근육 중 외복사근은 척추 안정성에 관여하는 대근육에 속하며 이런 대근육은 몸에 가해지는 중력이나 무거운 물건을 들어올리는 등 외적 부하에 대해 균형을 유지하는 근육이다. 외복사근은 체간근육임에도 불구하고 견갑골 안정근인 전거근 그리고 광배근 과기시점이 서로 맞물려 있어서 이런 근막사슬 연결로 인해 견갑골 안정화 운동 시 함께 작용할 수 있다. Juker등은 외복사근의 활동성이 몸통 구부리기(curl)운동에서보다 전거근과 광배근의 활동이 요구되는 푸쉬업 운동을 할 때 더 크다는 것을 밝혔다.[21)] 하지만 대근육의 과도한 운동이 척추의 과부하를 유발하고 이것은 요통을 발생시켜 통증을 유발하고 허리에 악영향을 끼친다. 김덕화 등은 대근육의 활동으로 인해 체간이 굽혀진 자세에서는 전거근의 근활성도가 감소하고 승모근의 근활성도는 증가하여 견관절의 안정성에 불균형이 발생한다고 하였다.[22)] 그러므로 임상적으로 안전하고 효과적인 운동을 위해 대근육의 과도한 활성을 피하는 방법을 찾아야 한다. 푸쉬업 플러스 운동 시 견갑골 안정화 근육의 근활성도에 미치는 영향에 대한 연구는 많이 보고되고 있으나 견갑골 안정화 근육과 복부근육과의 근활성도 비교에 관한 연구는 미흡한 편이다. 따라서 본 연구는 임상적으로 적용할 수 있는 3가지 자세에서 푸쉬업 플러스 운동을 했을 시 전거근, 상승모근, 하승모근, 외복사근에 어떠한 근활성도의 변화가 있는지 알아보고자 그리고 각각의 자세에서 근활성도를 비교하여 견갑골 안정근의 활성도가 높고 복부근육의 활성도가 낮은 견갑골 안정근을 가장 안전하고 효과적으로 강화시킬 수 있는 자세를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

본 연구에는 부산, 경남에 거주하는 32명의 20대 남성을 대상으로 실시하였다. 연구 대상자들은 신체 질량 지수(Body mass index) 측정 시 18.5에서 25kg/m^{2}사이였으며, 실험에 요구되는 운동을 수행할 수 있는 근력, 균형 능력, 관절가동범위를 갖고 있다(Table 1). 정형 외과적・신경학적 손상이나 목과 어깨의 손상, 통증이 있는 자는 실험대상에서 배제시켰다. 본 연구를 실시하기 전에 연구 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 하였으며, 연구 내용을 이해하고 적극적으로 참여에 동의한다는 자발적인 동의를 얻은 참여자를 대상으로 실시하였다.

Table 1.The General Characteristics of participants

(N=26)

Variables	All participants
age	23.3±2.9[a]
height	172.9±8.2
weight	69.1±11.9

[a]Mean ± SD

상승모근, 하승모근, 전거근, 외복사근 근육들의 근전도 신호를 측정하기 위하여 표면 근전도 Laxtha LXM 3204 Korea를 사용하였다. 4개 채널로부터 들어오는 표면 근전도 아날로그 신호는 Laxtha LXM 3204 Korea의 시스템으로 보내져 디지털 신호로 전환한 다음 개인용 컴퓨터에서 Telescan software를 이용하여 자료를 처리하였다. Cram 등에 의하여 모든 대상자의 우세측상승모근, 전거근, 하승모근과 외복사근의 전극 부착 부위를 결정하였으며, 표면 전극 부착 부위에서 피부저항을 감소시키기 위해 알코올 솜으로 문질러 피부각질층을 제거하였다.[23] 전극 부착 부위는 다음과 같다. 상승모근의 전극은 C7 극돌기와 견봉 후면 사이의 중간 지점, 하승모근은 어깨를 최대한 굴곡한 상태에서 견갑골 하각 부위에서 척추 극돌기 방향으로 5cm정도에 위치한 지점, 전거근의 전극은 액와 바로 밑 광배근의전면부, 견갑골 하각 끝부분 높이의 지점, 외복사근의 전극은 복직근에서 외측으로 전상장골극 바로 위, 능선과 늑골사이 중간 지점에 부착하였다. 그리고 상승모근, 하승모근, 전거근, 외복사근의 활동전위를 정량화하기 위하여 맨손 근력 검사 자세에서 최대 등척성 수축(%MVIC)을 시행하였다. 측정은 5초 간 3회 반복 측정하며, 각 측정마다 5초 휴식하고 다른 근육의 최대 등척성 수축 측정 사이에는 2분간 휴식을 주었다. 최대 등척성 수축 과정은 상승모근의 최대 등척성 수축은 대상자가 바로 앉은 자세에서 아무런 지지없이 견관절 90도 외전에서 등척성 저항을 가하는 동안 측정, 하승모근의 최대 등척성 수축은 대상자가 엎드려 누운 자세에서 견관절을 180도 굴곡한 후 저항을 주관절 윗부분에 주고 상체를 고정한 상태에서 최대의 힘으로 팔을 상 방향으로 들어 올린 후 측정, 전거근의 최대 등척성 수축은 바로 누운 자세에서 견관절을 90도 굴곡, 견갑골을 전인 시킨 상태에서 손과 팔꿈치에 저항을 적용함으로써 측정, 외복사근의 최대 등척성 수축은 바로 누운 자세에서 무릎을 45도 굴곡한 후 체간을 굴곡, 반대측으로 회전하여 등척성 저항을 적용하여 측정하였다. 측정은 근전도 기기와 컴퓨터를 연결하고 컴퓨터상에서 근전도 프로그램을 작동시켜 다음과 같이 검사매개 변수를 설정하였다. 채널을 지정하여 각 채널에서 근전도 신호를 받을 수 있도록 하였으며, 근전도 신호의 표본추출율은 1,000Hz(1,000 samples/second)로 하였다. 잡음을 제거하기 위해 60Hz의 노치필터(notch filter)를 이용하였고, 증폭된 파형을 50~500Hz의 대역통과필터(band pass filter)로 필터링하였다. 수집한 신호는 완파정류(full wave rectification)한 후 실효값(Root Square RMS)으로 처리하였다. 각각의 대상자들은 EMG 신호의 평균값을 최대 등척성 수축의 백분율(%MVIC)로 표현하였다.최대 등척성 수축 측정(MVIC) 후 정확한 자세 교육과 예비시행을 실시하였다. 모든 자세는 동일하게 관상면에 따른 양쪽 견갑의 높이와 양쪽 골반의 높이를 같게 유지하고 흉추와 요추를 일직선으로 유지하고 견갑골의 익상이나 내전이 발생되지 않도록 하며 슬관절, 족관절의 외전 간격은 고관절 간격과 동일하게 유지시켰고, 시상면에 따라서는 경추에 대한 턱 당김 자세(Chin-in position)를 유지하고 견관절에 대한 주관절의 90도 굴곡하며 고관절·슬관절의 신전과 족관절의 중립자세 유지하며 네발기기 자세시고관절에 대한 대퇴골의 90도 굴곡·슬관절에 대한 경골의 90도 굴곡·족관절의 중립을 유지하였다.[24] 지지대의 높이는 대상자 비골의 경상돌기 높이에 맞추었으며, 바닥면에 대한 골반의 높이는 대상자 척골의 주두돌기 높이에 맞추었다. 3가지의 푸쉬업 플러스 운동을 무작위로 순서를 정하여 등척성 수축의 최대 범위에서 근피로를 유발하지 않는 유지기간 1동작 동안 5초씩 유지한 후 각 자세마다 3회 실시하였고, 근피로의 방지와 학습에 의한 적응 현상을 방지하기 위하여 1자세 측정마다 쉬는 시간 2분을 주었고, 1회 운동 측정마다 쉬는 시간 20분을 주었다. 근활성도의 측정치는 주관절굴곡기, 주관절신전기, 견갑골 최대 전인기 중 마지막 단계인 최대 전인기때의 실험 데이터로 사용하였다.푸쉬업 플러스 자세는 3가지로 나누었으며 네발기기 자세에서 푸쉬업 플러스 자세(Quadripedal Push-up Plus, QP), 지지대를 이용한 네발기기 푸쉬업 플러스 자세(Quadripedal Push-up Plus with Supporter, QPS), 지지대를 이용한 일반적 푸쉬업 플러스 자세(Standard Push-up Plus with Supporter, SPS)로 운동을 실시하였다(Figure 1). 다양한 자세에 따른 푸쉬업 플러스 운동을 하는 동안 자세에 따른 상승모근, 하승모근, 전거근, 외복사근의근활성도를 비교하기 위하여 일원배치 분산분석(one way ANOVA)을 사용하였다. 자세에 따른 유의성을 검증하기 위해 사후검정인 LSD를 사용하여 유의한 수준을 검정하였다. 통계학적 유의한 수준을 검정하기 위하여 유의수준(α)은 .05로 하였으며 자료의 통계처리를 위하여 상용 통계 프로그램인 SPSS 21.0 for Windows Program을 사용하였다.

III. 결과

상승모근의 근활성도는 모든 자세에서 유의한 차이가 없었다.(p>.05) 하승모근의 근활성도는 QP, SPS, QPS 순으로 근활성도가 높았으며(p<.05), 전거근의 근활성도는 QP, SPS, QPS 순으로 근활성도가 높았다.(p<.05) 외복사근의 근활성도 경우 SPS, QPS, QP순으로 근활성도가 높았다(p<.05)(Table 2)(Figure 2).

a b c

Figure 1. Push-up plus in various postures. a. Quadripedal Push-up Plus (QP), b.Quadripedal Push-up Plus with Supporter (QPS) c. Standard Push-up Plus with Supporter (SPS).

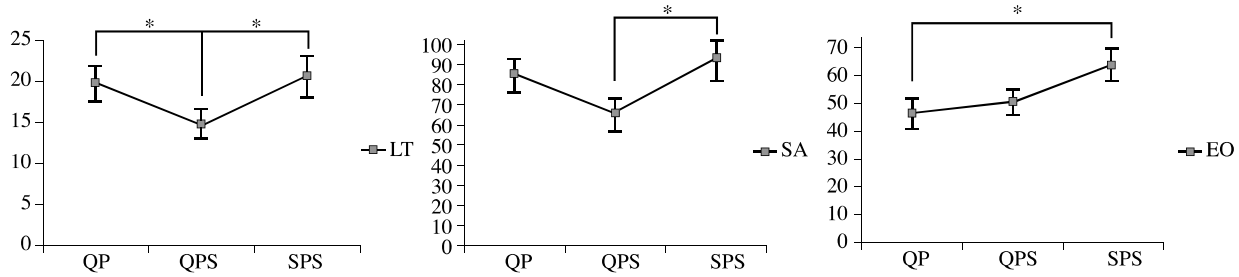

Figure 2. Comparisons of muscle activity in various postures

Table 2. Changes of muscle activity according to the various postures (N=26) (unit: %)

	QP	QPS	SPS	F
UT	20.65 ± 3.42	17.16± 2.34	22.92 ± 3.97	0.767
LT	19.84 ± 1.51	14.80± 1.25	20.71 ± 1.65	4.656*
SA	85.70 ± 7.30	65.86± 6.23	93.56 ± 9.12	3.489*
EO	46.67 ± 4.87	50.74± 3.81	64.10 ± 6.25	3.225*

Mean±SD; *p<.05.; UT, upper trapezius; LT, lower trapezius; SA, serratus anterior; EO, external oblique; QP, Quadripedal Push-up Plus; QPS, Quadripedal Push-up Plus with Supporter; SPS, Standard Push-up Plus with Supporter.

IV. 고찰

견갑골 주위 근육의 불균형과 잘못된 신경근 조절을 해결하기 위한 연구는 꾸준히 이루어지고 있다. 특히 견갑골 약화가 있는 환자의 운동치료 프로그램에서 다양한 형태의 전거근 근력 강화 운동이 적용되어 왔는데 여러 연구자들은 전거근의 훈련 및 견갑골 안정협력근(scapular stabilizing synergist)을 위한 효과적인 닫힌 사슬운동으로 푸쉬업 플러스를 추천하였다. Moseley 등도 어깨재활을 위한 16 가지 운동 중 상,중,하승모근, 견갑거근, 능형근, 소흉근, 중,하전거근의 5 가지 어깨근육의 근활성도를 비교한 연구에서 스캡션, 노 젓기, 푸쉬업 플러스, 프레스업이 어깨재활에 가장 효과적이라고 하였다. 이렇듯

견갑골 안정화 근육의 근 활성도에 미치는 영향에 대한 연구는 많이 보고되고 있다.[25] 하지만 Richardson 등은 푸쉬업 플러스 운동 시 전거근의 활성화보다 외복사근의 활성도가 지나치게 높아질 때 근막사슬구조의 연결에 의해 체간에도 힘이 들어가 오히려 요통이 발생할 수 있다고 하였다. 또한 김정빈 등은 푸쉬업 플러스 운동 시 다리의 움직임에 따른 견갑골 근육과 체간 근육에 미치는 영향에 대한 연구가 미흡하다고 하였다.[26] 따라서 본 연구는 임상에서 많이 적용되는 푸쉬업 플러스 자세들 중 네발기기 자세에서 푸쉬업 플러스 자세(Quadripedal Push-up Plus, QP), 지지대를 이용한 네발기기 푸쉬업 플러스 자세(Quadripedal Push-up Plus with Supporter, QPS), 지지대를 이용한 일반적 푸쉬업 플러스 자세(Standard Push-up Plus with Supporter, SPS)에서 푸쉬업 플러스 운동 시 상승모근, 하승모근, 전거근, 외복사근에 대한 근활성도의 변화와, 각 자세의 전거근과 외복사근의 근활성도 비를 비교하여 임상적으로 어떤 자세에서 전거근을 가장 안전하고 효과적으로 강화시키면서 외복사근은 상대적으로 낮게 활성화 시킬 수 있는지 알아보고자 하였다.연구결과 각 근육의 근활성도 변화에서 상승모근은 SPS자세에서 가장 높게 나왔으나 자세에 따른 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 각각의 자세에 따른 하승모근의 근활성도는 QP와 SPS 사이에는 유의한 차이가 없었으나 QP와 QPS, QPS와 SPS는 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 전거근의 근활성도는 QP과 QPS, QP와 SPS 사이에는 유의한 차이가 없었으나 QPS와 SPS는 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 외복사근의 근활성도는 QP와 QPS, QPC와 SPS 사이에는 유의한 차이가 없었으나 QP와 SPS는 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 각 자세에 따른 상승모근의 근활성도는 유의한 차이가 없었으나 전거근은 유의하게 차이가 있었다. 이는 승모근과 전거근의 불균형을 가지고 있는 환자들이 약화된 전거근을 보상하기 위해 상승모근의 과도한 근활성도를 보이며, 이로 인해 비정상적인 견갑골의 회전이 발생하여 충돌(impingement)이 발생할 수 있다는 Cools의 연구를 근거로 하여 상승모근과 전거근 사이의 불균형이 있는 환자에게 푸쉬업 플러스를 실시하였을 때 효과적인 운동임을 확인 할 수 있다.[8] 박준상도 견갑골 익상 유무에 따른 어깨 안정근 활성화 실험에서 견갑골 익상이 있는 집단과 없는 집단 모두 전거근, 극하근, 대흉근, 하승모근, 상승모근의 순서로 근활성도가 증가함을 입증했다.[28] 이는 전거근의 선택적 강화를 위해서 푸쉬업 플러스 자세가 효과적이라는 선행연구들과 본 연구내용이 일치하는 것을 알 수 있다. 위 내용을 바탕으로 푸쉬업 플러스 운동을 통하여 전거근을 강화시킨 뒤 팔들기와 같은 기능적 활동을 적용하면 견갑골 안정화에 많은 도움이 될 것 이다. 자세에 따른 전거근과 외복사근의 근활성도 비교에서 QP 자세는 푸쉬업 플러스 운동을 하는 동안 전거근의 근활성도는 증가하였고, 외복사근의 근활성도는 다른 자세에 비해 상대적으로 낮게 나타났다. SPS 자세에서 푸쉬업 플러스 운동을 하는 동안 전거근의 활성도는 제일 많이 증가했으나, 외복사근도 높게 증가됨을 확인할 수 있었다. QPS자세에서 전거근의 활성도는 크게 증가 되지 않았으나 외복사근의 근활성도는 매우 증가하였다. 이는 서론에서 설명한 근막연결(Myofascial connections)로 인한 것으로 생각되며 근막연결로 인해 외복사근이 견갑골 안정화 운동 시 함께 작용될 수 있다. Meyers 등의 실험에서 한 쪽 다리를 신전시켰을 때, 대둔근이 수축하여 흉요추근막을 타이트하게 하고, 흉요추 근막에 가해진 힘이 반대쪽 견갑골에 전달되어 근막 연결이 견갑골 안정근과 하지의 근활성에 영향을 미친다고 하였다.[28] 따라서 전거근이 내복사근, 외복사근과 근막사슬구조로 연결되어 있기 때문에 푸쉬업 플러스 운동시 하지 체중 부하를 이용하여 체간근육을 자극할 때 전거근까지 영향을 준다고 볼 수 있다. Behm등는 전통적인 상체 근육 운동시 체간과 다리 근육의 활동도 함께 증가된다 하였고, Gregory 등은 푸쉬업 플러스 운동 시 외복사근의 근활성도가 증가한다 하였다.[29] 그러므로 견갑골 안정화 운동시 견갑골 안정화근을 활성화 시키면서 체간근의 근활성은 상대적으로 낮은 자세를 찾아야 할 것이다. 본 연구에서는 전거근과 외복사근의 활성도를 볼 때 QP 자세로 훈련하는 것이 본 연구의 목적과 가장 부합하는 자세라고 사료된다.본 연구에서도 몇 가지 한계가 있었다. 우선 한 자세와 한 운동 각 측정마다 쉬는 시간을 주었으나, 각 자세 당 3회 반복 측정했다는 점에서 학습에 의한 적응 현상을 방지할 수 없었다. 또 어깨에 이상이 없는 정상인을 대상으로 하였기 때문에 어깨에 이상이 있는 환자에게 일반화하기에는 어려운 점이 있었다. 향후 연구에서는 수일에 걸쳐 자세를 측정하여 학습효과를 방지하고, 어깨 통증이 있는 환자들을 대상으로 실험을 실시하고, 또한 이번 실험에 연구되지 않은 다른 자세의 푸쉬업 플러스 운동에 대한 연구도 필요할 것이다.본 연구는 26명의 건강한 성인에게 푸쉬업 플러스 운동 시 자세 변화에 따른 견갑골 안정근과 외복사근의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 QP, QPS, SPS 자세의 3가지 방법의 운동을 무작위로 실시하였다. 연구결과, 외복사근이 활성도가 낮으면서 견갑골 안정근을 가장 안전하고 효과적으로 강화시킬 수 있는 자세는 QP자세였다. 따라서 향후 어깨의 불안정성을 가지고 있는 환자에게 안정성 증진을 위하여 전거근을 선택적으로 훈련시키기 위하여는 네발기기 푸쉬업 플러스 운동을 시행하여야 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kim DH, Kwon OY, Yi CH, et al. The Effects of 4-week serratus anterior strengthening exercise program on the scapular position and pain of the neck and interscapular

region. Physical Therapy Korea. 2007;14(4):58-65.
2. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe? Am J Sports Med. 2007;35(10):1744-51.
3. Glousman R, Jobe F, Tibone J, et al. Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. J Bone Joint Surg Am. 1988;70(2):220-6.
4. Neumann D. Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundation for physical rehabilitation. ST. Louis: Mosby; 2002.
5. Smith R Jr, Nyquist-Battie C, Clark M, et al. Anatomical characteristics of the upper serratus anterior: cadaver dissection. J Orthop Sports PhysTher. 2003;33(8):449-54.
6. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. Phys Ther. 2000;80(3):276-91.
7. Johnson G, Bogduk N, Nowitzke A, et al. Anatomy and actions of the trapezius muscle. ClinBiomech (Bristol, Avon). 1994;9(1):44-50.
8. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. Am J Sports Med. 2003;31(4):542-9.
9. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. Am J Sports Med. 1998;26(2):325-37.
10. 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):484-93.
11. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, et al. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. Scand J Med Sci Sports. 2007;17(1):25-33.
12. Tucker WS, Armstrong CW, Gribble PA, et al. Scapular muscle activity in overhead athletes with symptoms of secondary shoulder impingement during closed chain exercises. Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(4):550-6.
13. Magee DJ. Instability and stabilization, Theory and treatment: 2nd. Seminar Workbook; 1999.
14. Choi HS. comparison of trunk muscle activities during sling and mat exercise: Yonsei university; 2005.
15. Prentice W, Voight M. Techniques in Musculoskeletal Rehabilitation: McGraw Hill Professional; 2001.
16. Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H, et al. Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction. Tohoku J Exp Med. 2006;209(1):33-40.
17. Steindler A. Kinesiology of the human body. Springfield: Chales C Thomas; 1955.
18. Ellenbercker TS, Davies GJ. Closed kinetic chain exercises.champaign: Human kinetics; 2001.
19. Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, et al. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. Am J Sports Med. 1999;27(6):784-91.
20. McGill SM. Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation. second, editor. Champaign: Human Kinetics; 2007.
21. Juker D, McGill S, Kropf P, et al. Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. Med Sci Sports Exerc. 1998;30(2):301-10.
22. Kim DH, Choi JD, Oh JS. Analysis of muscle sctivity of the dcapulartotators with changes of shoulder abduction angle in bot... . Physical Therapy Korea. 2004;11(1):45-52.
23. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction tosurface electromyography. Maryland: Aspen pub; 1998.
24. Freeman S, Karpowicz A, Gray J, et al. Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. Med Sci Sports Exerc. 2006;38(3):570-7.
25. 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):128-34.
26. Kim JB. A Comparison of the shoulder and trunk muscle activity according to the various resistance condition during push up plus in four point kneeling: Inje university; 2011.
27. Park JS. A comparison of the shoulder stabilizer muscle activities during push-up plus between persons with and without winging scapular: Yonseiuniversity; 2006.
28. Meyers TW. Anatomy trains. Myofascial meridians for manual an movement therapists: Churchill Livingstone; 2001.
29. Behm DG, Leonard AM, Young WB, et al. Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. J Strength Cond Res. 2005;19(1):193-201.