

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제10권 제3호, 2012년 9월
J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association
Vol. 10 No. 3, september 2012, pp.1~6

네발기기 자세에서 PNF 후방흔듬 운동 시 견갑골 안정근의 근활성도

이현옥¹ · 박두진^{2*}

¹부산가톨릭대학교 물리치료학과, ²부산가톨릭대학교 생명과학대학원 물리치료학과

Scapular Stabilizing Muscle Activity during PNF Backward Rocking Exercise in Four Point Kneeling

Hyun-Ok Lee, PT, PhD¹; Du-Jin Park, PT, MS^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

²Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Life Sciences,
Catholic University of Pusan

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study was to examine activities of the scapular stabilizers during push-up plus and PNF backward rocking exercises.

Methods : 9 subjects performed randomly push-up plus and PNF backward rocking exercises in four point kneeling. The activities of 4 scapular stabilizing muscles were compared between push-up plus and PNF backward rocking exercises.

Results : PNF backward rocking exercise showed significantly higher lower trapezius and lower serratus anterior activations compared to push-up plus exercise. Push-up plus exercise showed significantly higher middle serratus anterior activation than PNF backward rocking exercise.

Conclusion : PNF backward rocking exercise facilitates the lower trapezius and serratus anterior activations compared to push-up plus exercise.

Key Words : Scapular stabilizing muscle, PNF backward rocking exercise, Push-up plus exercise

I. 서론

견갑골의 안정근 중 상부 승모근, 하부 승모근 그리고 전거근은 팔을 들어 올리는 동작에서 견갑골의 상방회전에 중요한 역할을 하는 짝힘 근육들이다. 이들 근육 중 전거근은 긴 모멘트 팔을 가지고 견갑골의 상방회전에 가장 큰 역학적인 이점을 제공하는 견갑골의 일차적인 안정근으로 작용한다(Dvir와 Berme, 1978). 또한, 이 근육은 팔을 거상하는 동안 흉곽에 대해 견갑골의 3차원적인 움직임에 많은 기여를 한다(Ludewig과 Cook, 1996). 하지만 전거근의 손상은 견갑골을 상방회전하는 동안 보상적으로 상부 승모근의 과도한 활동을 초래하여 어깨의 운동학적 문제와 어깨 끼임증후군을 발생시킬 수 있다(Ludewig과 Cook, 2000). 그러므로 어깨의 운동학적 문제와 어깨 끼임증후군을 가진 환자를 위한 중재 프로그램에 전거근의 강화 훈련은 필수적인 요소이다.

전거근을 강화하는 대표적인 훈련으로는 푸시업플러스(Push-up plus) 운동이 있다. 푸시업플러스 운동은 과도한 상부 승모근의 활동으로 인해 승모근과 전거근의 불균형한 활동을 보이는 환자들에게 상부 승모근의 활동은 최소화하면서 전거근의 활동을 증가시키는데 효과적이다(Ludewig 등, 2004). 하지만 이 운동은 팔을 90도 거상한 상태에서 견갑골의 전인을 시키는 운동으로 전거근의 전인 활동을 강화할 수 있다(McClure 등, 2004). 실제 일상생활을 하는 동안 팔을 90도 이상 거상하여 기능적인 과제를 수행하는 경우가 빈번하게 발생한다. 그리고 견갑골의 상방회전은 팔을 80~140도 거상한 범위에서 최대로 일어나기 때문에(Bagg와 Forrest, 1988), 팔을 90도까지만 거상한 상태에서 실시하는 푸시업플러스 운동은 상방회전을 촉진하는 전거근의 하부 기능을 개선시키기에는 한계가 있다.

푸시업플러스 운동의 효과를 규명한 근전도 연구들에서 전거근의 전극을 광배근과 겹치지 않는 액와부 바로 아래 5번째 늑골 부위에 부착하였다(Decker 등, 1999; Ludewig 등, 2004). 5~6번째 늑골 부위에 부착되는 전극은 중부 전거근의 부위에 해당한다(Moseley

등, 1992). 중부 전거근은 어깨를 최대로 전인할 때 작용하는 근육이다. 따라서 5~6번째 늑골 부위에 전극부착은 어깨 끼임 증후군을 가진 환자들의 기능적 개선을 위해서 팔을 거상하는 동안 상방회전을 수행하는 하부 전거근의 활동을 확인하기에는 미흡하다.

전거근의 하부 섬유는 스캐프션면(scaption plane)에서 팔을 능동적으로 거상하는 동안 그 활동이 점차적으로 증가하며(Bagg와 Forrest, 1986), 특히 부하가 적용된 상태에서 팔을 120도 이상 거상할 때 하부 전거근의 활동이 최대가 된다(Moseley 등, 1992; Ekstrom 등, 2003). 그리고 하부 전거근은 하부 승모근과 더불어 견갑골의 상방회전에 대한 짝힘을 제공하여 상부 승모근의 부하를 감소시켜 줄 수 있다(Holtermann 등, 2010). 그러므로 팔을 들어 올리는 동작을 개선하기 위한 견갑골 근육의 훈련 시 하부 전거근을 강화할 수 있는 훈련 방법이 선택되어야 한다.

고유수용성신경근 축진법(PNF)의 다양한 운동 중 네발기기에서 실시하는 PNF 후방흔듬 운동은 지면에 팔을 고정하여 체간을 발뒤꿈치 방향으로 후방 이동하여 상지의 굴곡, 외전 그리고 외회전 패턴을 간접적으로 적용할 수 있다. 이런 PNF 후방흔듬 운동은 후방흔듬 정도에 따라 팔을 90도 이상 거상할 수 있는 닫힌 사슬운동으로 기능적인 팔 거상 범위에서 직접적으로 하부 전거근을 활성화시킬 수 있을 것으로 생각된다. 비록 임상에서 이 운동이 많이 적용되고 있지만, 전거근의 부위별로 그 효과를 규명한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 PNF 후방흔듬 운동이 푸시업플러스 운동과 비교하여 견갑골 안정근 즉 상부 승모근, 하부 승모근 중부 전거근 그리고 하부 전거근의 활동에 미치는 영향을 규명하기 위해 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 연구 과정과 목적에 대한 설명을 듣고, 동의한 건강한 남성 9명을 대상으로 실시하였다. 지난 6개월 간 상지의 통증과 불편함을 지닌 자, 운동 수행이 불가능한 자, 그리고 견갑골 이상이 있는 자는 본 연구에서 제외하였다. 모든 참가자는 연구의 일관성을 위해 오른손잡이로 선정하였다.

2. 측정도구

표면근전도는 4채널로 구성된 LXE 3204 (Laxtha Inc., Daejeon, Korea)을 사용하였으며, 대역폭은 20-450Hz이고, 표본 추출률은 1024Hz로 실시하였다. 표면 전극은 상부 승모근, 하부 승모근, 중부 전거근 그리고 하부 전거근에 부착하였다. 상부 승모근은 제7번 경추 극돌기와 견봉 사이의 거리의 중간 지점, 하부 승모근은 제6번 흉추 극돌기의 외측 사선방향으로 1.5cm 떨어진 지점, 중부 전거근은 제5번 늑골의 위치한 근복 부분 그리고 하부 전거근은 제7번 늑골의 위치한 근복에 전극을 부착하였다(Holtermann 등, 2010; Park과 Yoo, 2011). 전극을 부착하기 전 피부 저항을 감소시키기 위하여 알코올로 피부를 세척한 후, 면도를 실시하였다.

3. 실험방법

견갑흉곽 근육들에 대한 MVIC (Maximal voluntary isometric contraction) 측정은 많은 변수들이 존재한다(Ekstrom 등, 2005). 그리고 승모근과 전거근에 대한 MVIC 측정은 저항이 상완골에 적용되어 근피로 및 근좌상을 유발시킬 수 있기 때문에, 고정된 하중에 대한 개인의 반응이 더 안정적인 베이스를 제공할 수 있다(Park과 Yoo, 2011). 그리하여 본 연구에서는 근전도 진폭을 표준화하기 위하여, 모든 대상자들

의 오른쪽 전완부에 15-lb 모래주머니를 착용하고 어깨가 스냅션면(전방에서 외측 35도)에서 90도 굴곡한 채 3초간 유지하여 RVIC(Reference voluntary isometric contraction)를 측정하였다(Park과 Yoo, 2011). 이러한 동작을 3번 반복하여 그 평균값을 RVIC로 선정하였다. 근피로를 예방하기 위해 모든 참가자들은 각각의 동작을 수행한 후, 1분간의 휴식을 가졌다. 그리고 모든 참가자들은 손과 무릎을 어깨 관절과 고관절 아래 수직으로 둔 네발기기 자세에서 푸시업플러스와 PNF 후방흔듬 운동을 수행하였다.

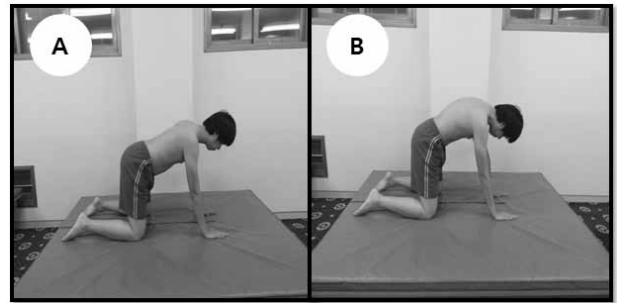


그림 1. 푸시업플러스 운동의 시작 자세(A)와 운동 자세(B)

푸시업플러스 운동은 지면에서부터 주관절을 완전히 신전한 상태에서 견갑골을 전인하여 유지하였다(그림 1). PNF 후방흔듬 운동은 푸시업플러스 운동과 동일한 시작 자세에서 실시하였으며, 팔은 지면에 고정된 채 체간이 반대편 발뒤꿈치를 향해 대각선 아래로 내려가면서 실시하였다(그림 2). PNF 후방흔듬 운동을 조절하기 위해 푸시업플러스 운동의 시작 자세와 동일하게 손과 무릎을 위치시켰으며, 신체의 정중선을 테이프로 표시하여 오른쪽 좌골 조면이 정중선에 위치할 때까지 대각선으로 수행하였다. 체간이 대각선으로 후방 이동하는 동안 오른쪽 팔은 어깨가 굴곡, 외전 그리고 외회전 방향으로 지면을 눌러 PNF의 상지 패턴이 적용되도록 하였다.

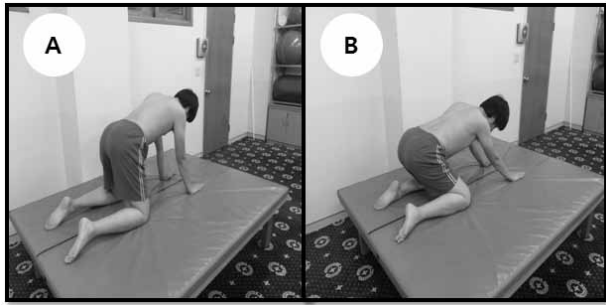


그림 2. PNF 후방흔듬 운동의 시작 자세(A)와 운동 자세(B)

모든 근육의 근전도 활동은 각각의 운동을 수행하는 동안 5초간 수집되었으며, 초기 1초와 마지막 1초를 제외한 3초간을 자료 분석에 이용하였다. 그리고 모든 대상자의 운동을 조절하기 위해서 10분간 스톱위치와 함께 구두 명령에 따라 대상자들을 훈련하였고, 각 운동은 무작위로 3번씩 반복 실시하였다. 각 운동 후, 휴식 시간은 2분간 적용하였다.

4. 분석방법

운동에 따른 각 근육들의 근 활성도를 비교하기 위해 Mann-Whitney 검정을 실시하였다. 통계학적 유의성을 검정하기 위하여, 유의수준 α 는 0.05로 설정하였으며, 수집된 자료는 윈도우 용 SPSS version 12.0(Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 결 과

본 연구에 참여한 대상자들의 평균 연령, 평균 신장 그리고 평균 체중은 23.78 ± 2.28 세, 177.33 ± 6.30 cm, 66.44 ± 7.18 kg이었다. 푸시업플러스 운동과 PNF 후방흔듬 운동을 하는 동안 견갑골 안정근의 근활성도는 표 1과 같다. 상부 승모근의 근활성도는 두 운동 사이에 유의한 차이가 없었으나, 하부 승모근의 근활성도는 푸시업플러스 운동보다 PNF 후방흔듬 운동에서 유의하게 증가하였다. 중부 전거근의 근활성도는 PNF 후방흔듬 운동보다 푸시업플러스 운동에서 유의하게 증가하였다. 하부 전거근의 근활성도는 푸시업플러스 운동보다 PNF 후방흔듬 운동에서 유의하게 증가하였다.

Ⅳ. 고 찰

네발기기 자세에서 푸시업플러스 운동과 PNF의 후방흔듬 운동을 수행하는 동안 상부 승모근, 하부 승모근 중부 전거근 그리고 하부 전거근의 활동에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 연구를 실시하였다. 그 결과 상부 승모근의 근활성도는 푸시업플러스 운동과 PNF 후방흔듬 운동에서 유의한 차이가 없었으며 다른 근육에 비하여 낮은 수준의 활성도를 보였다. 이는 푸시업플러스 운동과 PNF의 후방흔듬 운동 모두 상부 승모근의 작용을 최소화하면서 다른 상방 회전근들을 강화할 수 있는 방법이라 생각된다. 또한 중부 전거근의 근활성도는 푸시업플러스 운동에서 PNF 후방흔듬보다 유의하게 높게 나타났다. 이는 어깨 관절을 위한 다양한 재활 운동들 중 전거근의 활동을 강화시키는데 푸시

표 1. 푸시업플러스 운동과 PNF 후방흔듬 운동 시 견갑골 안정근의 근활성도 (N=9)

	푸시업플러스 운동	PNF 후방흔듬 운동	p
상부 승모근	15.61±4.61	15.05±4.60	.691
하부 승모근	18.23±4.17	25.43±7.41	.024*
중부 전거근	72.96±23.27	53.00±18.24	.038*
하부 전거근	59.59±20.42	77.48±16.26	.047*

Unit: %RVIC; *p<.05

업플러스 운동이 효과적이라는 선행 연구들(Moseley 등, 1992; Decker 등, 1999)의 결과와 일치한다.

푸시업플러스 운동은 푸시업 마지막 부분에서 견갑골의 전인을 촉진하는 운동방법으로 이 움직임에 중요한 역할을 하는 전거근의 중부섬유가 활성화되는 것으로 보인다. 그러나 이것은 푸시업플러스 운동 동안 중부섬유에서 근활성도를 측정했기 때문이 아니라 전거근 전체가 활성화되는데 가장 효과적이라고 확대해석할 수는 없다.

PNF 후방흔듬 운동은 푸시업플러스 운동에 비해 유의하게 높은 하부 승모근의 근활성도를 보였다. 이는 PNF 후방흔듬 운동을 실시하는 동안 체간을 후방으로 움직여 간접적으로 팔을 거상시키기 때문에, 팔을 거상하는 동안 견봉 아래 끼임을 감소시키면서 견갑골의 상방회전과 후방 기울임에 기여하는 하부 승모근(Ludewig와 Cook, 1996)의 활동이 증가한 것으로 사료된다.

추가적으로 PNF 후방흔듬 운동은 푸시업플러스 운동보다 하부 전거근의 활동도 유의하게 높았다. PNF 후방흔듬 운동은 네발기기 자세에서 지면에 팔을 고정시켜 체간을 후방으로 이동하는 동안 팔을 약 140도 범위 이상 거상하였다. 견갑골의 상방회전이 팔을 80~140도 거상하는 동안 많이 발생하기 때문에(Bagg와 Forrest, 1988), 푸시업플러스 운동에 비해 PNF 후방흔듬 운동이 하부 전거근의 활동을 더욱 증가시킨 것으로 사료된다.

PNF 후방흔듬 운동은 푸시업플러스 운동보다 하부 견갑골의 상방회전을 제공하는 짝힘 근육인 하부 승모근과 하부 전거근의 근활성도를 유의하게 증가시켰다. 이러한 결과는 PNF 후방흔듬 운동이 일상생활에서 팔을 90도 이상 거상하는 동안 필요한 견갑골의 상방회전과 동적 안정성을 회복시키는데 푸시업플러스 운동보다 효과적임을 보여주는 것이다. 그리고 PNF 후방흔듬 운동은 네발기기 자세에서 지면에 팔을 고정시켜 바닥을 향해 손을 누르면서 체간을 후방으로 이동하여 어깨 관절에 견인의 효과를 동시에 줄 수 있기 때문에 어깨 끼임의 증상을 완화하는데도 도움이 될 수 있을 것이라 사료된다.

본 연구에서는 PNF 후방흔듬 운동을 일관성 있게 조절하기 위해 많은 노력을 기울였으나, 운동학적인 정보의 부족으로 지면을 누르는 압력이나 팔의 굴곡, 외전 그리고 외회전의 각도 등을 정확하게 조절하는데 한계가 있었다. 향후에는 이러한 부분을 보완하여 PNF 후방흔듬 운동을 분석하는 연구가 이루어졌으면 한다.

참고 문헌

- Bagg SD, Forrest WJ. Electromyographic study of the scapular rotators during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med.* 65(3);111-124, 1986.
- Bagg SD, Forrest WJ. A biomechanical analysis of scapular rotation during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med Rehabil.* 67(6);238-245, 1988.
- Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ et al. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med.* 27(6);784-791, 1999.
- Dvir Z, Berme N. The shoulder complex in elevation of the arm: a mechanism approach. *J Biomech.* 11(5);219-225, 1978.
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg GL. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 33(5);247-258, 2003.
- 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.* 15(4);418-428, 2005.
- Holtermann A, Mork PJ, Andersen LL et al. The use of EMG biofeedback for learning of selective activation of intra-muscular parts within the

- serratus anterior muscle: a novel approach for rehabilitation of scapular muscle imbalance. *J Electromyogr Kinesiol.* 20(2);359-365, 2010.
- Ludewig PM, Cook TM, Nawoczenski DA. Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 24(2);57-65, 1996.
- Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 80(3);276-291, 2000.
- 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.* 32(2);484-493, 2004.
- McClure PW, Bialker J, Neff N et al. Shoulder function and 3-dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Phys Ther.* 84(9);832-848, 2004.
- Moseley JB Jr, Jobe FW, Pink M et al. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med.* 20(2);128-134, 1992.
- Park SY, Yoo WG. Differential activation of parts of the serratus anterior muscle during push-up variations on stable and unstable bases of support. *J Electro Kinesiol.* 21(5);861-867, 2011.