

다양한 자세의 푸시업 플러스 융합 운동에 따른 어깨 안정근의 근활성도 비교

문병현, 김지원*
남부대학교 물리치료학과

Comparison of Shoulder Stabilizer Muscle Activity on Push-up plus in Convergence in Various Posture

Byoung-Hyoun Moon, Ji-won Kim*
Dept. of Physical Therapy, Nambu University

요 약 본 연구의 목적은 4가지 자세의 푸시업 플러스(PUP) 운동 시 5번째와 7번째의 앞뿔니근(SA), 위등세모근(UT), 중간등세모근(MT), 아래등세모근(LT), 큰가슴근(PM)의 근활성도를 알아보는 것이다. 25명의 대상자가 다양한 자세의 PUP 융합 운동 (일반자세, 90°, 120°, BOSU)을 실시하였다. 각 근육의 근활성도를 비교하기 위하여 반복 측정된 분산분석을 적용하였다. 다양한 PUP 융합 운동동안 SA7, PM, UT, MT에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). SA7은 PUP 와 90°PUP, BOSUPUP에서 각각 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). PM은 90°PUP 와 PUP, BOSUPUP 에서 각각 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). UT은 90°PUP와 PUP, BOSUPUP에서 각각 유의한 차이가 나타났다 ($p < .05$). MT는 90°PUP와 PUP, 120°PUP, 그리고 PUP와 120°PUP에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 본 연구 결과, 어깨의 기능부전이 없는 대상자가 어깨 안정근을 훈련할 때 일반적인 PUP가 효과적일 것이다.

주제어 : 앞뿔니근, 어깨관절 안정근, 자세융합운동, 지지면, 푸시업 플러스

Abstract The purpose of this study is to examine the change to the muscle activity from the serratus anterior(SA) of 5th and 7th, upper trapezius(UT), middle trapezius(MT) lower trapezius (LT), and pectoralis major(PM) when push-up plus exercise(PUP) is performed in four postures. 25 healthy, young participants performed various PUP convergence exercise(general posture, 90°, 120° and BOSU). The muscle activity of the shoulder stability muscles was measured using a surface EMG analysis system during various PUP convergence exercise. One-way repeated-measure of ANOVA was conducted to comparison the activity of each muscle. There was significant difference in SA7, PM, UT, and MT ($p < .05$) during various PUP. The muscle activity of SA7 had a significance difference between PUP and 90°PUP or BOSUPUP respectively ($p < .05$). The muscle activity of PM had a significance difference between 90°PUP and PUP or BOSUPUP ($p < .05$). The muscle activity of UT had a significance difference between 90°PUP and PUP or BOSUPUP ($p < .05$). The muscle activity of MT had a significance difference between 90°PUP and PUP and also significantly difference PUP and 120°PUP($p < .05$). These results suggest that general PUP can be a useful to improve to scapular stabilizer muscle in who has no shoulder dysfunction.

Key Words : Serratus anterior, Shoulder stabilizer muscle, Surface, Posture convergence exercise, Push-up plus

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP; Ministry of Science, ICT & Future Planning) (No. 2017R1C1B5018177).

*Corresponding Author : Ji-Won Kim (rehab@nambu.ac.kr)

Received December 13, 2017

Revised December 20, 2017

Accepted February 20, 2018

Published February 28, 2018

1. 서론

어깨관절은 신체에서 가장 가동성이 높은 관절로써, 유동적이기는 하나, 관절의 불안정은 어깨 주변근육의 관절낭, 인대, 오목테두리 등에 영향을 미쳐 어깨의 기능 부전을 야기한다[1]. 어깨관절의 안정성과 정상적인 기능은 일상생활에서 중요하며, 이것은 어깨관절 복합체를 구성하는 여러 관절들의 상호작용과 균형에 대해 의존한다[2]. 어깨관절 복합체는 해부학적 관절인 오목위팔 관절(Glenohumeral joint), 봉우리빗장관절(Acrionion clavicular joint), 복장빗장관절(Steronclavicular joint)과 생리학적인 관절인 어깨가슴관절(Scapulothoracic joint)로 이루어지는데 특히 오목위팔 관절은 어깨관절 복합체(Shoulder complex)에서 일어나는 운동의 중심이고 다축성 관절로서 어깨의 지지력, 안정성을 유지하기 위하여 뼈나 인대보다 근육에 의존하고 있다[3]. 오목위팔관절이 움직이는 동안 어깨관절의 안정성을 만들기 위해 어깨뼈 안정화 근육이 활성화되는데 이로 인해 정적, 동적 안정화가 만들어지게 된다.

관절이 편안상태에 있을 때 얻어지는 안정성을 정적인 안정성(Static stability)이라 하고, 움직이고 있는 동안 얻어지는 안정성을 동적인 안정성(Dynamic stability)이라 하는데, 어깨관절의 정적, 동적 안정화에 기여하는 근육은 어깨를 감싸고 있는 위등세모근(Upper Trapezius; UT), 중간등세모근(Middle Trapezius; MT), 아래등세모근(Lower Trapezius; LT), 앞톱니근(Serratus Anterior; SA), 큰가슴근(Pectoralis Major; PM)이 있다[4]. 이러한 근육들은 어깨뼈의 올림, 내림, 위쪽 돌림, 아래쪽 돌림 등에 관여하는데, 그중에서도 SA는 위팔뼈를 굽힘과 벌림 방향으로 올렸을 때 어깨뼈가 가슴우리(chest wall)에 붙어 있게 유지해주면서 어깨뼈를 위쪽 돌림 시키고 뒤쪽으로 기울 수 있도록(posterior tilt) 도와주는 역할을 한다[4]. SA 중간섬유는 3~5번 갈비에 기시하여 어깨뼈의 안쪽 모서리에 정지하며 어깨뼈를 내림 시키고, 앞톱니근 아래 섬유는 6~9번 갈비에 기시하여 어깨뼈의 아래각에 정지하며 어깨뼈를 내림 시키고, 아래 각을 위와 측면 방향으로 돌림 시켜준다[5].

어깨의 재활과 안정성 보안을 위해 임상에서는 SA 강화운동을 많이 실시하는데, 신체정렬에 따라 열린사슬운동(open kinetic chain)과 닫힌사슬운동(closed kinetic chain)로 나누어진다. 신체의 몸쪽 부위가 고정되고 먼쪽

부위가 자유롭게 움직이는 상태에서 운동을 열린사슬운동이라 하며, 전형적인 관절 가동범위의 증가를 위한 도수저항이나 기구를 이용한 운동방법으로 선택된다. 신체의 먼쪽 부위가 고정되어 있는 상태에서 몸쪽 부위에 저항을 적용할 때 일어나는 운동을 닫힌운동사슬이라 한다[5,6]. Ellenbecker와 Davies(2001)는 닫힌운동사슬의 특성을 이용한 푸시업 플러스(PUP) 동작은 어깨관절 질환에 가장 효과적이고 SA의 작용이 극대화 되어 근활성도가 가장 증가한다고 하였다[7]. PUP란 대상자가 팔꿈관절이 펴 되었을 때 최대로 어깨뼈를 내림한 일반적인 Push up을 수정한 것이다[8]. PUP는 기본 PUP, 네발기기 자세, 불안정한 면을 적용한 자세가 임상에서 널리 적용되고 있다[8-10].

주로, PUP시 사용되는 근육은 SA, UT, MT, LT, PM 인데 과도하게 증가되거나 감소된 근활성도와 근패턴의 변화는 어깨 관절의 기능부전을 야기한다[11,12]. 최근 연구에 의하면 PUP와 같은 어깨뼈 활성화 운동동안 SA 뿐만 아니라 PM의 증가된 활성화도 보인다고 보고되고 있다[13]. PM의 증가된 근활성도는 어깨뼈 돌출(Winging scapula)이 있는 사람에게 유익하지 못하는데, 이는 어깨관절에 기능부전과 연관이 있기 때문이다. Park 등(2013)은 증가된 PM의 근활성도는 어깨관절의 위팔뼈를 앞으로 전이시킬 뿐만 아니라 관절사이의 압력이 떨어뜨려 어깨관절의 불안정성이 심해질 수 있다고 보고하였다[11]. 또한 Ludewig 등 (2004)은 PUP동안 SA와 UT의 과도한 활성도를 보였다고 보고하였는데 이러한 근활성 패턴은 SA의 약화 시 근육의 최대길이 장력을 유지하는 능력부족으로 어깨뼈 이상을 유발할 수도 있으며, 비정상적인 어깨뼈 움직임으로 인하여 어깨뼈충돌(impingement syndrome)과 같은 질환을 유발할 수도 있으므로 어깨뼈 운동동안 조절된 근활성은 중요한 요소이다[12]. 그렇기 때문에 많은 연구자들이 다양한 조건에서 PUP 연구 시 SA 뿐만 아니라 어깨주변의 협력근을 함께 비교는데, 이는 어깨의 기능부전을 최소화 할 운동을 추천하기 위함이다.

지금까지 보고된 선행연구들은 다양한 PUP 운동 시 어깨 안정화 근육인 SA, UT, MT, LT, PM의 근활성 변화를 연구 한 실정이며, 어깨 안정화 및 재활에 중요한 역할을 하는 부분적인 중간(5th)과 아래(7th) SA의 근활성을 세분화하여 실험한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 다양한 자세를 융합한 PUP시 어깨의 기능적 활동 및 안정화에 중요한 역할을 하는 SA,

UT, MT, LT, PM연구하는 것 이다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상자는 25명의 건강한 20대 성인 (남성 16명, 여성9명)을 대상으로 실시하였다. 모든 대상자는 실험하기 전, 실험과정에 대해 충분한 설명을 듣고 실험 참여에 자발적으로 동의를 하였다. 동원된 대상자의 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 다양한 PUP 및 자발적 기준 수축 (Reference Voluntary Contraction; RVC)동안 통증을 호소하지 않은 자.
- 2) 목과 상지의 근골격계 문제가 없는 자.
- 3) 신경학적 문제가 없는 자.

2.2 운동방법

실험을 시작하기 전 대상자들에게 다양한 자세를 융합한 PUP 운동에 대한 교육을 실시하였다. PUP운동을 실시하는 동안 매 회 동일한 자세를 유지시키기 위해 바닥에 테이프를 부착하여 위치를 표시한 다음 손과 발을 두어 측정하였다. 각 운동 간 근피로를 최소화하기 위하여 1분의 휴식을 취하게 하였다.

2.2.1 PUP

엎드린 자세에서 양쪽 다리를 어깨 넓이만큼 11자로 벌리고 양쪽 손과 발이 바닥에 닿은 상태에서 팔꿈관절을 펴고 바닥을 밀어 어깨뼈가 완전히 내뱉이 되도록 한 후 5초간 유지하였다. Fig. 1A.

2.2.2 어깨관절 90° 굽힘 PUP (90° PUP)

네발 기기 자세에서 엉덩관절과 무릎관절을 각각 90° 굽힘하여 양쪽 무릎과 발이 바닥에 닿은 상태에서 양손을 어깨 넓이로 벌리고 어깨관절을 90° 굽힘 자세로 만든 후 팔꿈관절을 펴고 바닥을 밀어 어깨뼈가 완전히 내뱉이 되도록 한 후 5초간 유지하였다. Fig. 1B.

2.2.3 어깨관절 120° 굽힘 PUP(120° PUP)

네발 기기 자세에서 엉덩관절과 무릎관절을 각각 90° 굽힘하여 양쪽 무릎과 발이 바닥에 닿은 상태에서 양손

을 어깨 넓이로 벌리고 어깨관절을 120° 굽힘 자세로 만든 후 팔꿈관절을 펴고 바닥을 밀어 어깨뼈가 완전히 내뱉이 되도록 한 후 5초간 유지하였다. Fig. 1C.

2.2.4 불안정한 면에서 120° PUP(BOSUPUP)

네발 기기 자세에서 엉덩관절과 무릎관절을 각각 90° 굽힘하여 양쪽 무릎과 발이 바닥에 닿은 상태에서 양손을 어깨 넓이로 벌리고 어깨관절을 120° 굽힘 자세로 만든 후 양 손바닥 아래에 BOSU를 적용한다. 팔꿈관절을 펴고 바닥을 밀어 어깨뼈가 완전히 내뱉이 되도록 5초간 유지하였다. Fig. 1D.

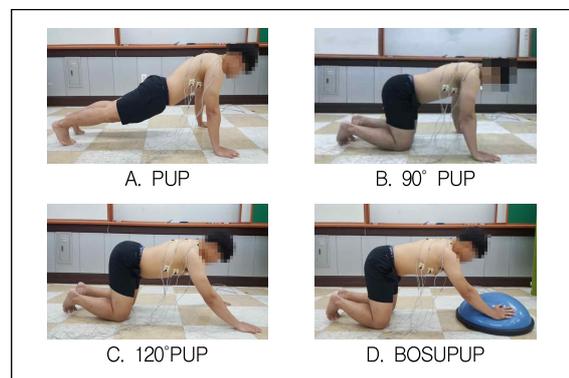


Fig. 1. Various PUP exercises

2.3 실험도구

2.3.1 BOSU

불안정한 지지면에서 PUP를 실시하기 위해 BOSU (BOSU® Balance Trainer Club Unit, USA)를 적용하였다. BOSU는 지름 65cm, 높이 25cm의 크기인 불안정한 지지면을 위한 기구이다. 바닥 부분은 단단한 플라스틱이며, 고무부분은 천연 고무 합성재질로 구성되어 있다.

Fig. 2.



Fig. 2. BOSU

2.3.2 표면 근전도(Surface Electromyographic; SEMG)

근육의 활성도 비교를 위해 8채널 무선 표면 근전도(LXM 5308, Latha, Korea)를 사용하였다. 표면극(Ag/AgCl222,3M,Korea)은 6채널을 사용하여 5th, 7th SA, UT, MT, LT, PT에 부착하였으며 표면 전극 부착부위의 피부저항을 감소시키기 위하여 부착부위의 털은 면도기를 사용하여 제거한 후, 알코올 솜을 이용해 전극 부착부위를 깨끗하게 닦아주었다. 근전도 부착은 Cram 등의(2011) 참고에 따라 부착하였다[14]. 접지 전극(ground electrode)은 목뼈 7번에 부착시켰고 근육의 근섬유 방향을 따라 활성전극(activate electrode)과 기준전극(reference electrode)을 5th, 7th SA, UT, MT, LT, PT 근에 수평으로 부착하였다. 각 전극 중심사이의 거리는 2cm 이내로 부착하였다. Fig. 3.

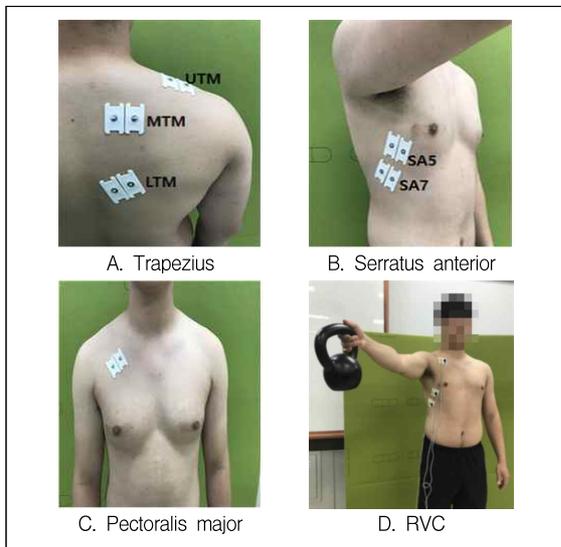


Fig. 3. SEMG attachment and RVC position

2.3.3 근전도 신호처리방법

RVC 동안 연속적으로 발생 가능한 근 피로를 최소화하기 위해 운동 후 1분간 휴식을 취하였다. 모든 자세는 5초 동안 자세를 유지하고, 1분간 휴식하기를 5회 반복하였다. 5th, 7th SA, UT, MT, LT, PT으로부터 얻은 근전도 신호는 초기와 마지막 1초를 제외하고 3초 동안 측정된 근육의 신호량을 자료 분석에 사용하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000Hz로 설정하였고, 증폭된 파형을 50~450Hz의 대역통과필터(band pass filter)로 필터링하였다. 수집된 신호는 실효평균값(root mean square, RMS) 처리하였다.

2.4 자료분석

본 연구의 자료처리 방법은 SPSS 22.0 통계 프로그램을 이용하여 측정항목에 대한 평균과 표준편차를 산출하여 도표화하였고, 다양한 PUP에 따른 근육 활성도를 비교하기 위하여 일요인 반복측정 분산분석(One-way repeated measurement ANOVA)를 실시하였다. 조건별 유의성을 검증하기 위하여 본페로니 수정법(Bonferroni's correction)을 이용하였다. 모든 자료는 평균과 표준편차로 표기하였다. 통계적 유의성을 검증하기 위해 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

3. 연구 결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 연구대상자의 평균연령은 22.68 ± 1.65 이고 평균 신장은 170.68 ± 8.63 , 평균 체중은 66.32 ± 14.43 이다. Table 1.

Table 1. General characteristics of subjects (N:25)

Variables	Mean±SD
Age(year)	22.68±1.65
Height(cm)	170.68±8.63
Weight(kg)	66.32±14.43

^amean±standard deviation

3.2 다양한 자세에서의 PUP 시 근활성도 비교

PUP 융합 운동동안 SA7, PM, UT, and MT에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). Table 2.

Table 2. Comparison of shoulder muscle activity

	PUP	90°PUP	120°PUP	BSUPUP	F	P
SA5	66.25±55.02	47.63±33.78	50.15±36.93	44.73±31.44	5.94 ^b	0.82
SA7	136.31±72.61	52.85±36.89	86.01±58.51	91.19±67.72	7.85 ^b	.00*
PM	73.66±51.89	42.92±26.59	53.25±35.72	77.20±61.83	7.89 ^b	.00*
UT	25.59±11.89	16.31±7.94	21.23±11.53	23.31±16.10	11.13 ^b	.00*
MT	15.08±8.68	9.60±5.18	11.36±5.91	14.18±10.54	10.53 ^b	.00*
LT	12.99±13.72	11.41±17.25	9.86±10.46	12.59±18.30	6.84 ^b	0.87

^amean±standard deviation

3.2.1 다양한 PUP 시 SA7 근활성도 비교

PUP 융합 운동동안 SA7의 근활성도는 PUP, BOSUPUP, 120°PUP, 90°PUP순으로 높았으며 사후검정결과 PUP와

90°PUP, 120°PUP, BOSUPUP에서 각각 유의한 차이를 보였다($p < .05$). Fig. 4.

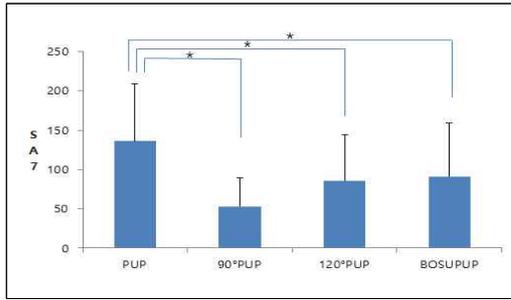


Fig. 4. Comparison of SA7 muscle activity

3.2.2 다양한 PUP 시 PM의 근활성도 비교

PUP 융합 운동동안 PM의 BOSUPUP, PUP, 120°PUP, 90°PUP 순으로 높았으며 사후검정 결과 90°PUP와 PUP, BOSUPUP에서 각각 유의한 차이를 보였다($p < .05$). Fig. 5.

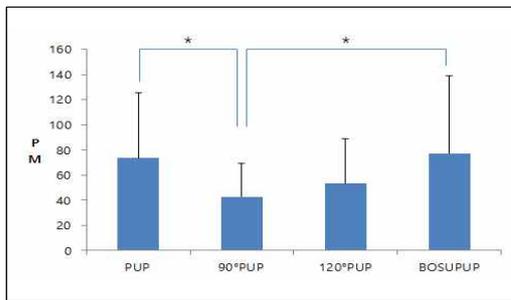


Fig. 5. Comparison of PM muscle activity

3.2.3 다양한 PUP 시 UT의 근활성도 비교

PUP 융합 운동동안 UT의 PUP, BOSUPUP, 120°PUP, 90°PUP 순으로 높았으며 사후검정 결과 90°PUP와 PUP, BOSUPUP에서 각각 유의한 차이를 보였다($p < .05$). Fig. 6.

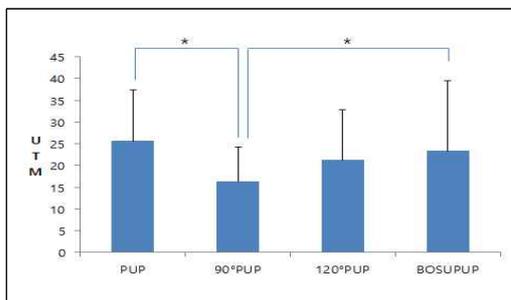


Fig. 6. Comparison of UT muscle activity

3.2.4 다양한 PUP 시 MT의 근활성도 비교

PUP 융합 운동동안 MT의 PUP, BOSUPUP, 120°PUP, 90°PUP 순으로 높았으며 사후검정결과 90°PUP와 PUP, 120°PUP에서 각각 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 그리고 PUP와 120°PUP에서 각각 유의한 차이를 보였다($p < .05$). Fig. 7.

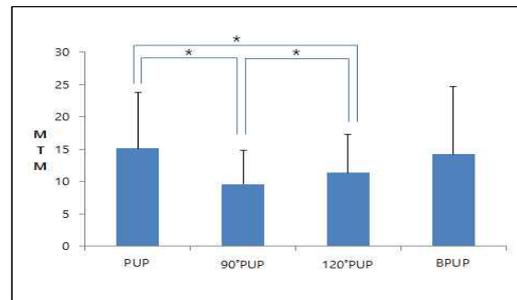


Fig. 7. Comparison of MT muscle activity

4. 고찰

PUP는 어깨 안정화에 중요한 SA를 강화시킬 수 있는 방법으로 임상에서 많이 실시하고 있지만 다양한 자세를 융합한 PUP시 중간(5th) SA와 아래(7th) SA를 분리하여 근활성을 확인한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 다양한 자세를 융합한 PUP시 어깨의 기능적 활동 및 안정화에 중요한 역할을 하는 5th, 7th SA, UT, MT, LT, PT의 근활성도를 비교하는 것이다.

본 연구에서는 다양한 자세를 융합한 PUP시 SA7 근활성도를 비교해 보았을 때, PUP(136.31), BOSUPUP(91.19), 120°PUP(86.01), 90°PUP(52.85)순으로 근활성도가 증가되었다. 사후검정 결과 PUP운동은 90°PUP운동과 120°PUP운동에서 각각 유의한 차이가 있었다($p < .05$). Ludwig(2004)은 다양한 조건에서 PUP, 월PUP 프랭크 PUP, 네발기기 PUP를 실시하였을 때, PUP에서 증가된 SA의 근활성도를 확인하였다[12]. 본 연구에서도 SA7 활성도가 PUP운동에서 가장 높게 활성화 되었는데, PUP는 90°와 120°PUP에 비하여 보다 큰 체중부하를 받아 외적인 저항이 증가되어 SA7의 근활성도가 높게 활성화 된 것으로 사료된다. 본 연구에서는 BOSUPUP운동에 비하여 PUP운동에서 SA7의 유의한 증가가 있었다($p < .05$). Lehman 등(2008)은 안정한 지지면과 불안정한 지지면에서 PUP시 앞뒀니근의 근활성도를 비교하였는데,

불안정한 면에 비하여 안정된 지지면에서 SA의 근활성도가 증가하였는데 이는 안정된 지지면에서 PUP에 비하여 Swiss Ball을 이용한 불안정한 지지면에서의 PUP가 SA를 증가시키기에 지면이 흔들려서 불충분하다고 제시하였다[15]. 본 연구에서도 BOSUPUP에 비해 PUP에서 SA7의 근활성도가 증가하였는데 이는 중간 SA5는 어깨를 최대로 내밀하였을 때 최대 힘을 발휘하는 반면, 아래 SA인 SA7은 바닥에서 체간을 들 때 즉, 팔꿈관절을 펴할 때 최대의 힘을 낸다고 하였다. BOSU에서 PUP를 실시할 때 지면이 흔들려 팔꿈관절 펴기 충분하지 못하여 PUP에 비하여 BOSUPUP에서 SA7의 근활성도가 감소한 것이라 사료된다.

다양한 자세를 융합한 PUP시 PM의 근활성도를 비교해보았을 때, BOSUPUP(77.20), PUP(73.66), 120°PUP(53.25), 90°PUP(42.92)순으로 활성화 되었다. 사후검정 결과 90°PUP에 비하여 PUP에서 유의한 근활성도의 증가가 있었다($p < .05$). Kim 등(2010)은 PUP 운동을 하는 동안, SA의 근활성도가 증가하는 것과 동시에 PM의 근활성도 또한 활성화 된다고 보고하였다[13]. 어깨관절은 다축성 관절로서 어깨의 지지력, 안정성을 유지하기 위하여 뼈나 인대보다 근육에 의존하고 있는데, 어깨의 앞부분은 어깨근육이 결여되어있는 어깨 돌림근 간격으로 인하여 불안정해 지기 쉽다[4]. Maeo 등(2014)은 안정된 지면과 불안정한 지면에서 동적 PUP시 PM을 비교하였을 때 불안정한 지면에 비하여 안정된 지면에서 PM의 근활성도가 유의하게 높았다고 보고하였다[16]. BOSUPUP시 증가된 PM의 근활성도는 위팔뼈의 앞쪽 편위를 증가시켜 어깨관절의 앞쪽 관절낭의 불안정성을 야기하므로 어깨관절의 앞쪽 기능부전이 있는 자의 재활 시 낮은 PM의 근활성도를 보이는 90°PUP를 적용해야 할 것으로 사료된다.

다양한 자세를 융합한 PUP시 UT은 PUP(25.59), BOSUPUP(23.31), 120°PUP(21.23), 90°PUP(16.31) 순으로 증가된 근활성도를 보였다. 사후검정 결과, 90°PUP은 PUP과 BOSUPUP에서 각각 유의한 차이가 있었다($p < .05$). Seo 등(2013)의 연구에서 PUP와 네발기기 PUP에서 안정한 지지면과 Swiss Ball을 이용해 불안정한 지지면을 만든 후 PUP운동을 시행한 결과 안정한 지면에서 보다 불안정한 지면에서 UT의 근활성도가 가장 높게 나왔는데 이는 본 연구와 일치하였다[17]. 어깨의 내밀 시 SA는 일차적 주동근으로 작용하고 그 외에 UT와 함께 어깨뼈의 상방회전근으로 작용한다. 어깨뼈는 짝힘(force

couple)을 이루는 UT와 SA의 작용으로 인하여 돌림운동 또는 어깨뼈의 위치를 형성한다[4]. 만약 짝힘의 힘을 벗어난다면 근수축 능력이 바뀌게 되고 결합조직(connective tissue)의 변화가 생겨 어깨뼈는 비정상적인 위치로 이동하게 되고 임상적으로 신경근골격계 장애(neuromusculoskeletal disorder)를 동반하게 된다. 특히, 증가된 UT의 근활성도는 어깨관절 움직임 시 대상작용으로 어깨뼈가 정상보다 상방회전되며 빗장뼈의 올림이 정상보다 더 많이 발생하여 어깨충돌증후군을 야기하게 되므로 본 연구에서는 다양한 자세를 융합한 PUP시 가장 낮은 근활성도를 보인 90°PUP운동을 추천한다.

다양한 자세를 융합한 PUP시 MT의 근활성도는 PUP운동(15.088), BOSUPUP운동(14.182), 120°PUP운동(11.362), 90°PUP운동(9.605)순으로 활성화되었다. 사후검정 결과, PUP운동은 90°PUP운동과 120°PUP운동에서 각각 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 90°PUP운동과 120°PUP운동에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 본 연구에서는 90°, 120°PUP운동에 비하여 PUP운동에서 체중부하가 많이 이루어졌으며 전방으로 향하는 힘이 비교적 증가된 자세이다. 연구의 대상자가 어깨관절에 기능부전이 없는 정상인이었기 때문에 어깨뼈 벌림에 반대되는 MT의 근활성도로 인하여 어깨뼈의 대항 균형 작용(Counterbalancing Action)이 만들어졌을 것이라고 사료된다.

본 연구에서는 몇 가지 제한점을 가지고 있다.

첫째, 본 연구의 대상자는 어깨뼈돌출(Winging Scapular)이 있는 대상자가 아니라 일반인을 대상으로 하였기 때문에 본 연구 결과를 어깨 질환 환자에게 반영하기 어렵다.

둘째, 다양한 자세를 융합한 PUP시 어깨뼈 내밀 각도를 동일하게 통제했다고 보기 어렵다. 따라서 향후에는 어깨뼈 돌출을 가진 환자를 대상으로 어깨뼈 내밀 각도를 통제하여 다양한 자세를 융합한 PUP시어깨안정근의 근활성도를 비교한 연구가 필요할 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 다양한 자세를 융합한 PUP시 어깨안정근인 5th, 7th SA, UT, MT, LT, PT의 근활성도를 비교하였다. 연구결과 PUP는 SA 7의 높은 활성도를 보였지만, 어깨의 기능부전을 야기하는 PM과 UT를 동시에

활성 됨을 알 수 있었다. 따라서 PUP 운동은 어깨관절의 기능부전이 없는 정상인의 어깨 안정근 강화 운동 목적으로 적절 할 것으로 사료된다. 90°PUP는 PM과 UT의 낮은 근활성도를 보였으므로 어깨 앞쪽불안정성이 있는 자, 어깨 충돌증후군과 같은 어깨관절의 기능부전이 있는 자에게 적용되어야 할 것이다. 임상에서는 어깨관절 병변에 걸 맞는 자세를 융합한 PUP를 적용해야 할 것이다.

REFERENCES

[1] L. A. Curl & R. F. Warren. (1996). Glenohumeral Joint Stability: Selective Cutting Studies on the Static Capsular Restraints. *Clinical orthopaedics and related research*, 330, 54-65.

[2] S. A. Hess. (2000). Functional stability of the glenohumeral joint. *Manual therapy*, 5(2), 63-71.

[3] A. P. James & D. Carl. (2004). Mechanical shoulder disorder: Perspectives in functional anatomy, Elsevier, 91-125.

[4] D. A. Neumann. (2013). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation* : Elsevier.

[5] R. M. Martin & D. E. Fish. (2008). Scapular winging: anatomical review, diagnosis, and treatments. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 1(1), 1-11.

[6] S. H. Cho & S. Y. Lee. (2016). A Effect of Squat Convergence Exercise Among Knee Joint Angle on Quadriceps Strength in the Patients With Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of the Korea Convergence society*, 7(2), 43-52.

[7] T. S. Ellenbecker & G. J. Davies. (2001). Closed Kinetic Exercise. Champaign: *Human Kinetics*.

[8] M. J. Decker, R. A. Hintermeister, K. J. Faber, & R. J. Hawkins. (1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 27(6), 784-91.

[9] D. H. Hardwick, J. A. Beebe, M. K. McDonnell, & C. E. Lang. (2006). Comparison of serratus anterior muscle activation during a wall slide exercise and other traditional exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 36(12), 903-910.

[10] B. Horsak, M. Kiener, A. Pötzelberger, & T. Siragy. (2017). Serratus anterior and trapezius muscle activity during knee push-up plus and knee-plus exercises performed on a stable, an unstable surface and during sling-suspension. *Physical Therapy in Sport*. 23, 86-92.

[11] K. M. Park, H. S. Cynn, C. H. Yi, & O. Y. Kwon.(2013). Effect of isometric horizontal abduction on pectoralis

major and serratus anterior EMG activity during three exercises in subjects with scapular winging. *Journal of electromyography and kinesiology*.23(2), 462-468.

[12] P. M. Ludewig, M. S. Hoff, E. E. Osowski, S. A. Meschke, & P. J. Rundquist. (2004). Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *The American journal of sports medicine*, 32(2), 484-493.

[13] K. M. Park, H. S. Cynn, O. Y. Kwon, C. H. Yi, T. L. Yoon, & J. H. Lee.(2014). Comparison of Pectoralis Major and Serratus Anterior Muscle Activities During Different Push-Up Plus Exercises in Subjects With and Without Scapular Winging. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2546-51.

[14] J. R. Cram (2011). Cram's introduction to surface electromyography: *Jones & Bartlett Learning*.

[15] G. J. Lehman, D. Gilas, & U. Patel. (2008), An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercises. *Manual therapy*, 13(6), 500-506.

[16] S. Maeo, T. Chou, M. Yamamoto, & H. Kanehisa. (2014). Muscular activities during sling- and ground-based push-up exercise. *BMC research notes*, 7(1), 192

[17] S. H. Seo, I. H. Jeon, Y. H. Cho, H. G. Lee, Y. T. Hwang, & J. H. Jang. (2013). Surface EMG during the Push-up plus Exercise on a Stable Support or Swiss Ball: Scapular Stabilizer Muscle Exercise, *Journal of physical therapy science*, 25(7), 833-837.

김 지 원(Kim, Ji Won)

[정회원]



- 2014년 2월 : 인제대학교 일반대학원 물리치료학과(이학박사)
- 2014년 4월 ~ 현재 : 남부대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 운동역학, 의공융합, 운동치료

▪ E-Mail : rehab@nambu.ac.kr

문 병 현(Moon, Byoung Hyoun)

[학생회원]



- 2018년 2월 : 남부대학교 물리치료학과(물리치료학사)
- 관심분야 : 운동역학, 운동치료, 도수치료

▪ E-Mail : mbh930@naver.com