

푸시업과 무릎 푸시업, 벽 푸시업 운동시 어깨안정근 활성도의 비교

김용권*

(주)본스포츠타재활센터 교수

Comparison of Scapular Stabilizer Muscles Activity among Push-Up, Knee Push-Up and Wall push-Up

Yong-Kweon Kim *

Professor, BONE Sports Rehabilitation Center Co., Ltd

요약 이 연구는 일반 푸시업과 무릎 푸시업, 벽 푸시업 운동시 어깨 안정근의 활성화 차이를 알아보는데 목적이 있다. 연구대상은 어깨관절에 통증이 없고 푸시업 운동을 하지 않은 대학생 남자 8명을 대상으로 하였으며, 어깨 안정근의 활성도를 알아보기 위하여 표면 근전도를 이용하여 위등세모근, 아래등세모근, 중간등세모근, 앞톱니근, 앞세모근, 뒤세모근, 큰가슴근, 가시아래근에 부착하였다. 일반 푸시다운은 무릎 푸시다운과 벽 푸시다운 보다 근활성도가 유의하게 더 큰 것으로 나타났다. 푸시업 동작에서는 앞톱니근과 가시아래근이 다른 어깨안정근에 비해 근활성도가 유의하게 더 컸으며, 일반 푸시업 동작이 무릎 푸시업과 벽 푸시업 보다 근활성도가 유의하게 더 큰 것으로 나타났다. UT/LT 비율에서는 무릎 푸시다운이 벽 푸시다운 보다 유의하게 낮았으며, UT/SA 비율은 푸시다운과 푸시업 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 결론적으로 푸시업과 푸시다운 동작 시에는 앞톱니근과 앞어깨세모근, 가시아래근이 다른 어깨안정근보다 근활성도가 높고, 일반적인 푸시업 운동이 무릎 푸시업과 벽 푸시업 운동보다 근활성도 측면에서는 더 효과적이다. 그러나 푸시다운을 할 경우에는 어깨안정화를 위해 무릎을 굽힌 상태에서 푸시다운을 하는 것이 더 효과적인 것으로 사료된다.

키워드 : 푸시업, 무릎 푸시업, 벽 푸시업, 어깨 안정근, 표면근전도, 어깨뼈

Abstract The purpose of this study was to investigate difference of activity of scapular stabilizer muscles among push-up, knee push-up and wall push-up exercise. Eight male college students were recruited as participants without any history of shoulder or pathology. The results showed that serratus anterior, anterior deltoid, infraspinatus were higher muscle activities than other scapular stabilizer muscles during push-up exercise and muscle activity of standard push-up exercise was higher muscle activity than that of Knee and Wall push-up exercise. Also, We know that knee push-down exercise was more effective than wall push-down exercise for scapular stabilization.

Key Words : Push up, Knee push up, Wall push up, Scapular stabilizer, Surface EMG, Scapular

*Corresponding Author : Yong-Kweon Kim(kingmed88@naver.com)

Received January 18, 2023

Revised February 8, 2023

Accepted April 20, 2023

Published April 28, 2023

1. 서론

푸시업 운동은 상지 근력을 강화시키기 위해 매우 광범위하게 사용되는 운동방법이다. 특히 운동기기가 필요하지 않으며, 어깨뼈와 등뼈 사이에 있는 근육을 가장 효과적으로 운동시킬 수 있는 것으로 알려져 있다[1,2]. 이러한 이유로 푸시업 운동은 상지의 근력평가, 초등학교생들의 체력검사, 군인 체력검사, 상지 근력과 근파위를 위한 훈련, 근지구력 평가 등을 위해 주로 사용되어지고 있다[3]. 또한 상지의 대표적인 닫힌사슬운동이기 때문에 어깨손상환자를 대상으로 재활운동프로그램을 작성할 때 주로 사용되어지며, 고유수용기능을 촉진시키고, 관절의 안정성과 어깨 주변 근육의 상호작용을 좋게 하는 것으로 알려져 있다[4-7].

푸시업 운동은 앞톱니근의 아래근육과 중간근육이 어깨뼈의 움직임 조절하는 주된 인자로 알려져 있다[8]. 특히 앞톱니근은 팔을 올리는 동안 어깨뼈를 상방향 회전(Upward rotation), 뒤쪽으로 기울기(Posterior tipping), 가쪽돌림(external rotation)을 일으키는 주된 근육이며, 익상 어깨뼈(Winging scapular)를 예방하는 역할을 한다[9]. 위팔어깨관절의 불안정이 있는 선수들은 앞톱니근의 활성도가 감소된 것으로 알려져 있으며[10], 충돌증후군이 있는 사람[11]과 어깨통증이 있는 수영선수들[12]의 경우에도 앞톱니근이 약해진 것으로 보고되고 있다. 푸시업 운동은 푸시다운 과정(Descending phase)과 푸시업 과정(Ascending phase)으로 구분이 되는데, 푸시다운 과정에서 더 많은 에너지가 사용되기 때문에 상지훈련을 하거나 재활과정에서 강도 높은 훈련을 위해 푸시다운 운동을 집중적으로 실시하는 경우도 있다[13]. 또한 손을 짚는 부위가 안정적인 경우와 불안정한 경우에 어깨주변근 활성화에 어떠한 차이가 있는지에 대해 연구[14]가 이루어져 있으며, 푸시업 운동시 발의 높이를 조절하여 어깨주변근 활성화에 어떠한 차이가 있는지에 대해 연구[3], 어깨뼈 익상 여부와 어깨주변근의 관련성[15]에 관한 연구, 움직임 형태와 어깨 안정성 관련성[16]에 관한 연구 등이 이루어지고 있다. 또한 많은 학자들은[14,17,18,19] 푸시업 운동을 일반적인 푸시업과 무릎 푸시업, 벽 푸시업처럼 다양한 동작을 시행하면서 위등세모근과 앞톱니근의 활성도를 연구해 왔다. 그러나 근 활성도에만 국한하여 비교하였을 뿐 푸시업의 다양한 방법 및 푸시업과 푸시다운 동작을 할 때 어깨안정근 활성

화의 차를 규명하지 않았으며, 이러한 운동 중 어깨 안정근의 비율에 관하여는 밝혀지지 않았다.

특히, 어깨 재활운동을 할 때 푸시업 동작을 하는 경우가 많은데, 가장 일반적으로 사용되는 푸시업 동작이 일반적인 푸시업과 무릎을 지면에 대고 하는 푸시업, 벽을 짚고 하는 푸시업으로 구분된다. 그러나 어떤 푸시업 운동이 어깨 주변근에 가장 안정감을 주는지에 대한 선행연구가 부족하기 때문에 본 연구를 통해 어깨 안정화에 가장 효과적인 푸시업 동작을 알아보는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

이 연구는 어깨관절의 통증이 없으며, 평소 푸시업을 하지 않은 대학생 8명을 대상으로 하였다. 사전에 실험계획을 설명한 후 참여동의서를 작성하게 하였으며, 실험 중 통증발생을 예방하기 위해 사전에 어깨관절 주변근육을 20분 동안 스트레칭을 실시했고 검사 순서는 무작위로 실시하였다. 피검자의 신체적 특징은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical characteristics of the participants

N	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	%BF(%)
8	20.5±1.77	173.25±3.88	72.15±8.36	18.00±5.54

(Mean±SD)

2.2 측정변인

근전도 검사를 위해 전극은 위등세모근, 아래등세모근, 중간등세모근, 앞톱니근, 앞세모근, 뒤세모근, 큰가슴근, 가시아래근에 부착하였다. 먼저 피부를 알콜 솜으로 깨끗하게 닦은 후 알콜이 마른 후에 주로 사용하는 쪽 근육의 피부에 전극을 부착하였다. 각 측정근육의 전극 부착부위는 Table 2에 제시하였다[20]. 표면근전도는 무선 근전도(Laxtha, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 피부 저항을 줄이기 위해 알콜 솜을 이용하여 피부를 닦은 후 전극을 근육에 부착하였다. 모든 전극은 근육의 방향과 일치되도록 부착하였으며, 양극성 이중전극을 사용하였다. 전극을 부착한 후에는 약간의 움직임을 통하여 전극 부착상태를 확인하였다. 또한 푸시업 운동시 근육의 활성도를 표준화하기 위하여 푸시업 운동을 하기 이전에 최대 수의적 등척성수축(MVIC: maximal voluntary isometric contraction)을 실시하였다[21]. 푸시업 운동 중 등척성

근력 측정은 총 5초 동안의 측정값을 RMS 처리한 후 처음 1초와 마지막 1초 값을 제외한 중간 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 분석하였다. 분석된 자료는 최대 수의적 등척성수축 값을 기준으로 표준화하였다. 피검자간 동질성 검사에서는 유의한 차가 없었기 때문에 본 실험을 착수하였다.



Fig. 2. Knee push-Up

Table 2. Location of surface electrode

Muscle	Electrode location
Upper Trapezius (UT)	At 50% on the line from the acromion to the spine on vertebra C7
Lower Trapezius (LT)	At 2/3 on the line from the trigonum spine to the 8 th thoracic vertebra
Middle Trapezius (MT)	At 50% between the medial border of the scapula and the spine, at the level of T3
Serratus Anterior (SA)	between 5-6th ribs and anterior axillary, parallel to the muscle fibers
Anterior Deltoid (AD)	About one finger width distal and anterior to the acromion
Posterior Deltoid (PD)	About two finger widths posterior of the acromion
Pectoralis Major (PM)	Placed horizontally on the chest wall over the muscle mass that arise (about merely 2cm out from the axillary fold)
Infraspinatus (IS)	Parallel to and approximately 4cm below scapular spine, on the lateral aspect, over the infrascapular fossa of the scapula



Fig. 3. Wall push-Up

검사의 순서는 일반 푸시업 Fig. 1을 실시한 후 5분의 휴식을 취한 후 무릎대고 푸시업 Fig. 2, 다시 5분 휴식 후 벽짚고 푸시업 Fig. 3을 실시하였다. 일반 푸시업은 어깨봉우리와 엉덩이 발꿈치뼈가 일직선이 되도록 한 후 측정하였으며, 무릎 푸시업은 팔을 지면과 직각이 되도록 한 후 무릎은 100~110°굽힌 자세에서 측정하고, 벽 푸시업은 발이 지면과 50cm 떨어진 상태에서 손을 어깨높이에서 벽을 짚도록 하였다. 그리고 3가지 동작에서의 푸시다운은 푸시업 자세에서 팔꿈치가 90°굽힘이 된 자세에서 측정하였다.

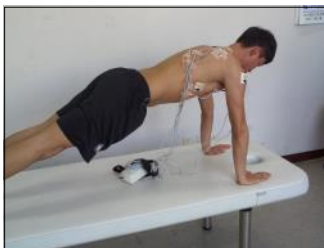


Fig. 1. Standard push-Up

2.3 자료처리방법

본 연구의 모든 자료처리는 평균과 표준편차로 제시하였으며, 푸시업 방법에 따른 어깨뼈 주변 근육의 활성도를 알아보기 위하여 푸시업 방법×근육의 이원변량분석 (two way ANOVA)을 실시하였다. 모든 통계처리는 SPSS Win 18.0 패키지를 이용하였으며 사후검증은 Turkey 방법을 사용하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

3. 연구결과

3.1 푸시다운 시 어깨 안정근의 활성도

푸시다운 방법에 따른 어깨 안정근의 활성도는 Table 3에 제시하였다. 푸시다운을 할 때 3가지 방법에 따른 각각의 근육의 활성도를 비교한 결과 위등세모근과 아래등세모근, 중간등세모근, 뒤어깨세모근, 가시아래근은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 앞어깨세모근과 큰가슴근은 푸시다운의 방법에 따라 통계적인 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). 사후검증결과 앞톱니근은 일반 푸시다운(20.80±10.860%) 동작이 벽 푸시다운(9.00±5.855%) 동작보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 앞어깨세모근은 일반 푸시다운(25.28±13.459%) 동작이 벽 푸시다운(9.74±4.324%) 동작보다 유의하게 높았으며, 큰가슴근은 일반 푸시다운(15.28±4.865%) 동작

Table 3. Shoulder musculature activation during different push down exercise

Muscles	Standard push down	Knee push down	Wall push down	F	p	Post-hoc
Upper Trapezius	12.05±9.219	9.86±9.186	13.14±9.762	.252	.779	NS
Lower Trapezius	16.70±7.975	16.79±11.136 ^a	11.19±13.020	.692	.512	NS
Middle Trapezius	14.39±6.556	13.74±9.015	15.19±12.506 ^a	.045	.956	NS
Serratus Anterior	20.80±10.860 ^a	14.21±7.179	9.00±5.855	4.119	.031	SPU > WPU
Anterior Deltoid	25.28±13.459 ^a	13.06±4.570	9.74±4.324	7.277	.004	SPU > KPU,WPU
Posterior Deltoid	4.34±2.228 ^b	3.60±1.707 ^b	5.23±3.878	.693	.511	NS
Pectoralis Major	15.28±4.865	7.00±3.862	1.99±0.653 ^b	27.700	.000	SPU > KPU,WPU KPU > WPU
Infraspinatus	19.79±10.239 ^a	11.41±12.173	8.00±6.875	.075	.075	NS

Unit: % MVIC Mean±SD, $p < .05$

NS: Non-statistics, SPU: Standard Push Up, KPU: Knee Push Up, WPU: Wall Push Up

^a: significantly greater than ^b in column

이 무릎 푸시다운(7.00±3.862%)과 벽 푸시다운(1.99±0.653%) 동작보다 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$). 그러나 등세모근과 뒤어깨세모근, 가시아래근은 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

푸시다운 방법별 어깨 안정근의 활성화 차이를 비교한 결과 일반 푸시다운과 무릎 푸시다운을 할 때 어깨 안정근의 활성화는 통계적으로 유의한 차이가 있었지만, 벽 푸시다운은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반 푸시다운 동작 시 어깨 안정근의 활성화에서는 앞톱니근, 앞어깨세모근, 가시아래근이 뒤어깨세모근보다 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 무릎 푸시다운 동작 시에는 아래등세모근이 뒤어깨세모근보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 벽 푸시다운 동작 시에는 중간등세모근이 큰가슴근 보다 활성화도가 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$).

어깨관절을 재활운동 할 때 푸시업은 대표적인 단힌사슬운동으로 매우 자주 사용하는 운동방법이다. 푸시업은 상지에 체중이 실리기 때문에 어깨 주변에 있는 근육들이 활성화되고, 어깨관절과 팔꿈치관절, 손목관절이 상호 유기적인 관계가 형성되어야 한다. 어깨 안정근은 척주에서 어깨뼈까지 연결되어 어깨안정화에 기여하는 등세모근(위, 중간, 아래)과 몸통에서 어깨뼈까지 연결되어 어깨안정화에 기여하는 앞톱니근과 큰가슴근, 그리고 어깨뼈에서 위팔뼈까지 연결되어 있는 어깨세모근과 가시아래근의 활성화를 측정하였다. 특히 앞톱니근은 중요한 어깨뼈 안정근으로 어깨뼈의 내측과 하각에 붙어 있으며[22], 팔을 들어 올릴 때 어깨뼈의 정상적인 움직임에 작용하고[23]. 어깨뼈 움직임을 조절하는 주된 역할을 한다.

본 연구에서는 푸시업 운동을 푸시다운 동작과 푸시업

동작으로 구분한 후 푸시다운 동작에서는 일반 푸시다운 동작이 벽 푸시다운 동작에 비해 앞톱니근의 활성화도가 20.8%로 나타났으며, 이는 벽 푸시다운 근 활성화도 9.0%보다 유의하게 높은 것을 알 수 있었다. 또한 일반 푸시다운 시 앞어깨세모근의 활성화도는 25.28%로 무릎 푸시다운의 13.06%, 벽 푸시다운의 9.74%에 비해 유의하게 높은 것을 알 수 있었다. 또한 큰가슴근의 활성화도에서도 일반 푸시다운 동작(15.28%)이 무릎 푸시다운의 7.0%와 벽 푸시다운 1.99%에 비해 유의하게 높았으며, 무릎 푸시다운 시 큰가슴근의 활성화도는 벽 푸시다운 시 근활성도에 비해 서도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

어깨의 뒤쪽 근육 특히 가시아래근을 강화시키는 것은 후방불안정이 있는 환자들에게 매우 중요하다[24,25]. 본 연구를 볼 때 푸시다운의 경우에는 일반 푸시다운 동작을 할 때는 앞톱니근과 앞어깨세모근, 가시아래근이 뒤어깨세모근에 비해 근활성도가 유의하게 높은 것을 알 수 있었다. 그리고 무릎 푸시다운의 경우에는 아래등세모근이 뒤어깨세모근에 비해 유의하게 근활성도가 높았으며, 벽 푸시다운의 경우에는 중간등세모근이 큰가슴근에 비해 근활성도가 유의하게 높은 것을 알 수 있었다.

3.2 푸시업 시 어깨 안정근의 활성화도

푸시업 방법에 따른 어깨 안정근의 활성화도는 Table 4에서 보듯이 위등세모근과 아래등세모근, 중간등세모근에서는 유의한 차이가 없었지만, 앞톱니근과 어깨세모근, 큰가슴근, 가시아래근에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후검증결과 앞톱니근은 일반 푸시업(39.03±14.651%) 동작이 무릎 푸시업(16.81±5.376%)과 벽 푸시업(11.04±3.430%)보다 유의하게 높았으며,

Table 4. Shoulder musculature activation during different push up exercise

Muscles	Standard push up	Knee push up	Wall push up	F	p	Post-hoc
Upper Trapezius	4.62±3.294 ^{bcf}	3.94±2.264 ^{cd}	6.12±5.156	.706	.505	NS
Lower Trapezius	11.98±5.531	6.90±4.483 ^b	5.24±5.129	3.839	.038	SPU > WPU
Middle Trapezius	8.13±3.756 ^{df}	6.55±3.549 ^b	5.15±2.565	1.597	.226	NS
Serratus Anterior	39.03±14.651 ^A	16.81±5.376 ^a	11.04±3.430 ^a	20.524	.000	SPU > KPU,WPU
Anterior Deltoid	23.55±9.505 ^a	11.01±4.601	10.43±6.065	8.896	.002	SPU > WPU
Posterior Deltoid	7.75±2.935 ^{df}	3.71±1.394 ^{cd}	3.71±1.418 ^b	10.376	.001	SPU > KPU,WPU
Pectoralis Major	17.58±7.683 ^c	12.86±8.605 ^c	3.94±2.835 ^b	8.159	.002	SPU,KPU > WPU
Infraspinatus	24.61±10.378 ^e	9.66±7.187	7.21±6.080	10.845	.001	SPU > KPU,WPU

Unit: % MVIC Mean±SD, p<.05

NS: Non-statistics, SPU: Standard Push Up, KPU: Knee Push Up, WPU: Wall Push Up

^A: EMG activity is significantly greater than for all other muscles

^a: significantly greater than ^b in column, ^c: significantly greater than ^d in column

^e: significantly greater than ^f in column

앞어깨세모근은 일반 푸시업(23.55±9.505%)이 벽 푸시업(10.43±6.065%) 동작보다 유의하게 높았으며, 뒤어깨세모근은 일반 푸시업(7.75±2.935%) 동작이 무릎 푸시업(3.71±1.394%)과 벽 푸시업(3.71±1.418%) 동작보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 큰가슴근은 일반 푸시업(17.58±7.683%)과 무릎 푸시업(12.86±8.605%) 동작이 벽 푸시업(3.94±2.835%) 동작보다 유의하게 높았으며, 가시아래근은 일반 푸시업(24.61±10.378%) 동작이 무릎 푸시업(9.66±7.187%)과 벽 푸시업(7.21±6.080%) 동작보다 유의하게 높은 것으로 나타났다(p<.05). 그러나 등세모근(위, 중간, 아래)은 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

푸시업 방법별 어깨 안정근의 활성화도 차이를 비교한 결과에서는 일반 푸시업과 무릎 푸시업, 벽 푸시업 모든 방법으로 실시할 때 어깨 안정근은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 일반 푸시업 동작에서는 앞뿔니근이 모든 어깨 안정근보다 유의하게 활성화도가 높은 것으로 나타났으며, 앞어깨세모근은 위등세모근과 중간등세모근, 뒤어깨세모근에 비해 유의하게 활성화도가 높았고, 큰가슴근은 위등세모근에 비해 유의하게 높았으며, 가시아래근은 위등세모근과 중간등세모근, 뒤어깨세모근에 비해 활성화도가 유의하게 높은 것으로 나타났다.

무릎 푸시업 동작 시에는 앞뿔니근이 위등세모근과 아래등세모근, 중간등세모근, 뒤어깨세모근에 비해 활성화도가 유의하게 높았으며, 큰가슴근은 위등세모근, 뒤어깨세모근에 비해 활성화도가 유의하게 높은 것으로 나타났다. 벽 푸시업 동작 시에는 앞뿔니근이 뒤어깨세모근과 큰가슴근에 비해 유의하게 활성화도가 높은 것으로 나타났으며, 다른 근육에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 일반 푸시업 동작시 앞뿔니근(39.03%)이 어깨주변에 있는 위등세모근(4.62%), 아래등세모근(11.98%), 중간등세모근(8.13%), 앞어깨세모근(23.55%), 뒤어깨세모근(7.75%), 큰가슴근(17.58%), 가시아래근(24.61%)에 비해 근활성도가 유의하게 높은 것으로 나타났으며, Uhl 등(2000)은 푸시업을 비롯한 한 팔을 이용한 푸시업, 다리를 올린 상태에서의 푸시업 등 다양한 자세에서의 어깨 안정근 활성화도를 연구한 결과에서 가시아래근의 활성화도가 높다고 보고하였지만[7], 앞뿔니근에 관한 실험을 동시에 진행을 하지 못한 결과로 사료된다. 본 연구의 결과 일반적인 푸시업 운동은 가시아래근보다 앞뿔니근의 활성화도가 더 크다는 것을 증명하는 것으로 사료된다. 이 외에도 무릎 푸시업 동작도 앞뿔니근이 등세모근과 뒤어깨세모근보다 유의하게 근활성도가 크고, 큰가슴근이 위등세모근과 뒤어깨세모근보다 근활성도가 유의하게 큰 것을 알 수 있었다.

근육의 활성화도 관점에서 본다면 아래등세모근은 일반 푸시업(11.98%)이 벽 푸시업(5.24%)보다 유의하게 높으며, 앞뿔니근은 일반 푸시업(39.03%)이 무릎 푸시업(16.81%), 벽 푸시업(11.04%)에 비해 유의하게 근활성도가 높고, 앞어깨세모근은 일반 푸시업(23.55%)이 무릎 푸시업(11.01%), 벽 푸시업(22.53%)보다 유의하게 근활성도가 높은 것을 알 수 있었다. 뒤어깨세모근은 일반 푸시업(7.75%)이 무릎 푸시업(3.71%), 벽 푸시업(3.71%) 보다 유의하게 근활성도가 높았고, 큰가슴근은 일반 푸시업(17.58%)과 무릎 푸시업(12.86%)이 벽 푸시업(3.94%) 보다 유의하게 근활성도가 높은 것을 알 수 있었다. 그리고 가시아래근은 일반 푸시업(24.61%)이 무릎 푸시업(9.66%), 벽 푸시업(7.21%) 보다 유의하게 근활성도가 높

Table 5. Ratios of peri-scapular muscle activation during different push up and down exercise

Variables		Standard push up	Knee push up	Wall push up	F	p	Post-hoc
Push Down	UT/LT	2.17±2.022	1.57±1.284	3.92±1.987	3.668	.043	WPU > KPU
	UT/SA	1.12±1.335	1.51±1.596	2.97±4.013	1.111	.348	NS
Push Up	UT/LT	0.94±0.542	1.39±.603	3.48±3.925	2.744	.087	NS
	UT/SA	0.18±0.146	0.46±0.575	0.74±0.675	2.286	.126	NS

Mean±SD, p<.05

NS: Non-statistics, UT: Upper Trapezius, LT: Lower Trapezius, SA: Serratus Anterior

KPU: Knee Push Up, WPU: Wall Push Up

은 것을 알 수 있었다.

3.3 어깨 안정근의 비율

Table 5는 푸시다운과 푸시업 방법에 따른 어깨 안정근의 비율을 보여주고 있다. 푸시다운 동작에서는 UT/LT의 비율과 UT/SA의 비율에 있어서 일반 푸시다운(UT/LT: 9.36, UT/SA: 2.23)과 무릎 푸시다운(UT/LT: 1.06, UT/SA: 2.37), 벽 푸시다운(UT/LT: 0.36, UT/SA: 0.76) 간 유의한 차이는 없었다. 그러나 푸시업 동작에서는 UT/LT의 비율이 일반 푸시업 동작(10.44)이 벽 푸시업 동작(3.33) 보다 유의하게 높은 것으로 나타났다($p=.014$). UT/SA의 비율은 일반 푸시업(1.46), 무릎 푸시업(0.89), 벽 푸시업(0.52)로 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4. 논의

푸시업은 가시아래근의 활성화가 가장 크며, 앞세모근과 큰가슴근은 중간정도의 활성화(20~40%), 뒤세모근은 매우 낮은 근활성도(<20%)라고 보고하였다[7]. 그러나 일반적인 푸시업 운동 외에도 무릎 푸시업, 벽 푸시업 등의 다양한 푸시업 운동이 재활운동프로그램에서 사용되어지고 있다. 일반적인 푸시업 운동과 무릎 푸시업 운동의 경우 손바닥의 지면반력은 일반 푸시업이 65%이며, 무릎 푸시업은 53%라고 하였으며, 푸시업 운동시 발을 지면에서 높게 할수록 손바닥에 미치는 지면반력이 크고, 오히려 손바닥을 높게 할수록 지면반력은 작으며, 무릎 푸시업이 가장 낮은 것으로 보고되고 있다[3]. 특히 일반적인 푸시업보다 볼 위에 손을 대고 푸시업을 할 때 큰가슴근은 약 133%, 앞세모근은 약 120%, 위팔세갈래근은 약 104%, 위팔두갈래근은 약 160% 높은 것으로 보고되고 있으며[26], Martins 등(2008)은 앞톱니근은 벽걸고 푸시업 동작시 불안정 표면에서 실시했을 때가 안정된 표면에

서 실시할 때보다 유의하게 더 낮은 것으로 보고하였다[14]. 또한 Gouvali 등(2005)은 일반 푸시업 운동(66.4%)이 무릎 푸시업 운동(52.9%)보다 약 25.5% 손바닥의 지면반력이 더 큰 것으로 보고하였다[27].

앞톱니근과 위등세모근은 어깨가슴관절의 주된 고정자 역할을 하며[14], 두 근육의 힘의 불안정을 확인하기 위해 UT/SA 비율이 제안되었다[17]. 또한 아래등세모근은 어깨뼈의 상방회전을 유도하면서 어깨가슴관절에서의 안정근으로서의 역할을 하는 반면 위등세모근이 지나치게 강하면 어깨뼈의 움직임에 불안정하게 된다[11,18]. 본 연구에서는 어깨 안정근의 비율을 알아보기 위해 위등세모근 대 아래등세모근(UT/LT)의 비율과 위등세모근 대 앞톱니근(UT/SA)의 비율을 검사하였다. Luderwig 등(2004)은 UT/SA의 비율이 0.3 미만이면 낮은 것으로 평가하고, 1.0 이상이면 높은 것으로 평가한다[17]. 어깨뼈 이상 환자의 경우에는 위등세모근에 비해 아래등세모근과 앞톱니근의 활성화도가 약하기 때문에 UT/LT 비율과 UT/SA 비율이 높은 것으로 보고되고 있다[28]. Martins 등(2008)은 벽 푸시업과 무릎 푸시업, 벤치프레스 운동을 비교했을 때 벽 푸시업 운동시 UT/SA 비율이 가장 높은 것으로 보고하고 있으며[14], 특히 안정된 상태에서의 UT/SA 비율은 0.69이며, 불안정한 상태에서의 푸시업 시에는 0.73이라고 하였다. 본 연구에서는 일반 푸시업 동작시 UT/SA 비율이 0.18이었으며, 무릎 푸시업은 0.46, 벽 푸시업은 0.74로 나타났지만 푸시업 방법에 따라 유의한 차이는 없었다. 또한 UT/LT의 비율도 일반 푸시업 0.94, 무릎 푸시업 1.39, 벽 푸시업 3.48로 통계적으로 유의한 차이는 없었다[28]. 그러나 Martins 등의 연구(2008)와 마찬가지로 일반적인 푸시업보다는 벽을 짚고 하는 푸시업 동작에서 UT/SA 및 UT/LT의 비율이 더 높은 것을 알 수 있었다[14]. 그는 푸시업 동작시 안정된 표면과 불안정한 표면에서의 연구가 핵심이었고 무릎 푸시업 동작 시 무릎을 90° 굽힘을 했으며, 팔을 90°벌린 자세

에서 푸시업을 했기 때문에 어깨주변근의 활성도에서 차이가 있었을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 팔을 자연스럽게 벌린 자세에서 무릎 100° 굽힘 자세에서 무릎 푸시업을 했기 때문에 다소 푸시업의 강도에서 차이가 있었던 것으로 생각된다. UT/LT의 비율에서는 일반 푸시업은 0.94, 무릎 푸시업은 1.39, 벽 푸시업은 3.48이었으며, UT/SA의 비율과 마찬가지로 일반 푸시업 동작이 벽 푸시업 동작보다 비율이 더 낮은 것으로 나타났다. 이는 일반 푸시업을 할 때가 벽 푸시업 보다 앞뿔니근과 아래등세모근의 활성도가 더 크다는 것을 의미한다. 따라서 푸시업 운동시 UT/LT의 비율과 UT/SA의 비율을 낮추기 위해서는 무릎 푸시업이나 벽 푸시업 보다는 일반적인 푸시업을 하는 것이 어깨 안정화에 더 도움이 될 것으로 사료된다. 그러나 푸시다운 동작시 UT/SA의 비율은 동작에 따라 유의한 차이가 없지만, UT/LT 비율에서는 무릎 푸시업이 벽 푸시업보다 1.57대 3.92로 어깨 안정화에 유의한 효과가 있는 것으로 사료된다.

5. 결론

이 연구는 임상에서 가장 일반적으로 실시하는 3가지 푸시업 운동을 할 때 어깨 안정근의 활성도에 어떠한 차이가 있으며, 근육활성도를 위해 어떤 푸시업 운동이 도움이 되는지를 알아보기 위한 본 연구의 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

푸시업과 푸시다운 동작 시에는 앞뿔니근과 앞어깨세모근, 가시아래근의 활성도가 높고, 일반적인 푸시업과 푸시다운 동작이 무릎 푸시업과 벽 푸시업 운동보다 근활성도가 높은 것으로 나타났기 때문에 재활운동시 어깨안정화를 위해서는 일반적인 푸시업 운동을 할 것을 권장한다. 또한 푸시업 동작에서는 UT/LT, UT/SA 비율 모두 의미있는 차이가 없지만, 푸시다운 동작에서는 무릎 푸시다운 동작이 벽 푸시다운 동작보다 UT/LT 비율이 유의하게 낮기 때문에 어깨 안정화에 더 많은 도움이 되는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후에는 어깨 안정근의 재활운동 중 가장 많이 사용되는 블랙번 운동의 유형별 효과에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

[1] Lehman G. J., Gilas D. & Patel U. (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. DOI : 10.1016/j.math.2007.05.016

[2] Lehman G. J., MacMillan B., MacIntyre I., Chivers M. & Fluter M. (2006). Shoulder muscle EMG activity during Push-Up variations on and off a swiss ball. *Dyn Med*, 5: 1-7. DOI : 10.1186/1476-5918-5-7

[3] Ebben W. P., Wurm B., Vanderzanden T. L., Spadavecchia M. L., Durocher J. J., Bickham C. T. & Petushek E. J. (2011). Kinetic analysis of several variations of push-ups. *Journal of strength and conditioning research*, 25(10): 2891-2894. DOI : 10.1519/JSC.0b013e31820c8587

[4] Dillman C. J., Murray T. A. & Hintermeister R. A. (1994). Biomechanical differences of open and closed chain exercises with respect to the shoulder. *Journal of Sports Rehabilitation*, 3: 228-238. DOI : 10.1123/JSR.3.3.228

[5] Lippit S. B., Vanderhoof J. E., Harris S. L., Slides J. A., Harryman D. T. & Matsen F. A. (1993). Gloneohumeral stability from concavity compression; a quantitative analysis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 2: 27-35. DOI : 10.1016/S1058-2746(09)80134-1

[6] Rogol I. M., Emst G. & Perrin D. H. (1998). Open and closed kinetic chain exercises improve shoulder joint position sense equally in healthy subjects. *Journal of Athletic Training*, 33: 313-318. PMID : 16558527

[7] Uhl T. L., Carver T. J., Mattacola C. G., Mair S. D. & Nitz A. J., (2003). Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 33: 109-117. DOI : 10.2519/jospt.2003.33.3.109

[8] Dvir Z & Berme N. (1978). The shoulder complex in elevation of the arm: a mechanism approach. *Journal of Biomechanics*, 11(5): 219-225. DOI : 10.1016/0021-9290(78)90047-7

[9] Ludewig P. M., Cook T. M. & Nawoczenski D. A. (1996). Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J Orthop Sports Phys Ther*, 24: 47-65. DOI : 10.2519/jospt.1996.24.2.57

- [10] Glousman R., Jobe F. & Tibone J. (1988). Dynamic electromyography analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *Journal of Bone Joint Surgery*, 70-A: 220-226. PMID : 3343266
- [11] Ludewig P. M. & Cook T. M. (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther*, 80(3): 276-291. PMID : 10696154
- [12] Scovazzo M. L., Browne A. & Pink M. (1991). The painful shoulder during freestyle swimming: An electromyographic cinematographic analysis of twelve muscles. *Am J Sports Med*, 19: 577-582. DOI : 10.1177/036354659101900604
- [13] Decker M. J., Hintermeister R. A., Faber K. J. & Hawkins R. J. (1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *American Journal of Sports Medicine*, 27: 784-791. DOI : 10.1177/03635465990270061601
- [14] Martins J., Tucci H. T., Andrade R., Araujo R. C., Grossi B. D. & Oliveira A. S. (2008). Electromyographic amplitude ration of serratus anterior and upper trapezius muscle during modified push-ups and bench press exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2): 477-484. DOI : 10.1519/JSC.0b013e3181660748
- [15] Burkhart S. S., Morgan C. D. & Kibler W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapular, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, 19: 641-661. DOI : 10.1053/jars.2003.50128
- [16] M.J Kim, Y.J Lee, C.H Kim & W.S. Bae(2013). A Comparison of Various Exercises for Scapular Stabilization. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 1(3): 51-62. DOI : 10.15268/ksim.2013.1.3.051
- [17] Ludewig P. M., Hoff M. S., Osowski E. E., Meschke S. A. & Rundquist P. J. (2004). Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercise. *American Journal of Sports Medicine*, 32(2): 484-493. DOI : 10.1177/0363546503258911
- [18] McMullen J & Timothy L. (2000). A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *Journal of Athletic Training*, 35(3): 329-337. PMID : 16558646
- [19] Wilk. K. E. (1994). Current concepts in the rehabilitation of athletic shoulder injuries. In: Andrews, J. R., Wilk. K. E(eds). *The Athlete's shoulder*. Churchill Livingstone, New York, 335-354. DOI : 10.2519/jospt.1993.18.1.365
- [20] Hermens H. J. et al. (1999). European Recommendations for surface Electromyography. *Enschede, The Netherlands: Ressingh Research and Development*.
- [21] Cram. J. R., Kasman, G. S. & Holtz, J. (1998). Electrode placement. In: Cram JR., Kasman GS, Holtz J (eds). *Introduction to surface electromyography*. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers: 237-383.
- [22] Bertelli J. A. & Ghizoni M. F., (2005). Long thoracic nerve anatomy and functional assessment. *J Bone Joint Surg Am*, 87:993-998. DOI : 10.2106/JBJS.D.02383
- [23] Ekstrom R. A., Bifulco K. M., Lopau C. J., Andersen C. F. & Gough J. R. (2004) Comparing the function of the upper and lower parts of the serratus anterior muscle using surface electromyography. *J Orthop Sports Phys Ther*, 34:235-243. DOI : 10.2519/jospt.2004.1345
- [24] Pollock R. G. & Bigliani L. U. (1993). Recurrent posterior shoulder instability. Diagnosis and treatment. *Clinical Orthopaedic*, 291:85-96. PMID : 8504618
- [25] Tibone J. E. & Bradley J.P. (1993). The treatment of posterior subluxation in athletes. *Clinical Orthopaedic*, 291:124-137. PMID : 8504591
- [26] Freeman S., Karpowicz A., Gray J. & McGill S. (2006). Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the Push-Up. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38: 570-577. DOI : 10.1249/01.mss.0000189317.08635.1b
- [27] Gouvali M. K & Boudolos K. (2005). Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19: 146-151. DOI : 10.1519/14733.1

[28] Sahrman, S. Azevedo DC., Dillen LV. (2017).
Diagnosis and Treatment of Movement System
Impairment Syndromes. *Brazilian Journal of
Physical Therapy*, 21(6):391-399.
DOI : 10.1016/j.bjpt.2017.08.001

김 용 권(Yong-kweon Kim)

[정회원]



- 1992년 2월 : 서울대학교 체육교육
과(교육학학사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 교육대학
원(교육학석사)
- 2002년 2월 : 서울대학교 교육대학
원(교육학박사)

- 2017년 8월~현재 : ㈜본스포츠재활센터 교수
- 관심분야 : 스포츠의학, 운동재활
- E-Mail : kingmed88@naver.com