

Togu 적용 방법에 따른 푸쉬업 플러스 운동이 앞톱니근과 위등세모근 활성도에 미치는 영향

이건철 · 배원식[‡]
경남정보대학교 물리치료과

Effect of Push-up Plus Exercise on Serratus Anterior and Upper Trapezius Muscle Activation Based on the Application Method of Togu

Lee Keoncheol, PT, Ph.D · Bae Wonsik, PT, MPH[‡]
Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to find out the effects on muscle activations of serratus anterior and upper trapezius muscles when push-up plus exercise togu applied differently depending on the body part.

Method : Thirty six volunteers took part in this study and we divided into three groups(upper arm togu group 12, leg togu group 12, upper arm-leg togu group 12). Each experimental group performed push-up plus exercise. All volunteers received a total of 18 exercise session over a 6 week period (three times per week). Exercise program was composed of serratus anterior and upper trapezius push-up plus exercise. Then we measured muscle activation of scapular stabilizer by electromyography. Repeated ANOVA was used to examine the effects of the intervention on each outcome measure.

Result : After the six week intervention, there was a significant difference between the pre and 6 week in serratus anterior and upper trapezius muscle activity($p < 0.05$). After the six week intervention, there was a significant difference among the three group in serratus anterior muscle activity but no significant difference in upper trapezius muscle activity($p > 0.05$).

Conclusion : Serratus anterior and upper trapezius showed high muscle activity during push-up plus exercise. Therefore have a positive impact of scapular stabilizer. The larger the area of the unstable support surface, the larger muscle activity was larger of variation quantity.

Key Words : push-up plus, serratus anterior, upper trapezius, EMG

‡교신저자 :
배원식 f452000@naver.com, 051-320-2913

I. 서 론

어깨뼈의 안정성을 제공하는 안정화근육은 앞톱니근, 위등세모근 등으로 어깨뼈의 위쪽돌림을 일으키기 위해 돌림근띠 근육들과 함께 작용한다(Lear & Gross, 1998). 그 중에서 앞톱니근은 어깨뼈 안정화에 중요한 역할을 담당하며(Smith 등, 2003) 위팔의 기능을 위해 어깨뼈의 위치와 움직임을 조절한다(Neumann, 2002).

앞톱니근과 위등세모근은 어깨가슴관절의 주요한 안정근육으로써 아래등세모근과 함께 어깨뼈를 가슴에 적절히 위치시키며 동적인 안정성을 제공한다(Mottram, 1997). 이러한 근육들의 비정상적 활동패턴으로 인하여 어깨뼈 근육의 불균형이 나타나게 되고 어깨충돌증후군, 통증 등이 발생하게 된다(Ludewig 등, 2004). 이로 인해 위등세모근은 과도하게 활성화되고 아래등세모근과 앞톱니근의 활동은 감소하게 되어 날개어깨뼈(winging scapular)를 초래하여 비정상적인 어깨뼈의 움직임이 발생하게 된다(Cools 등, 2003). 그러므로 어깨뼈 주의 근육들의 불균형을 치료하기 위하여 어깨뼈의 안정성에 기여하는 근육의 운동을 통해 어깨뼈의 정상위치를 회복하는 운동이 필요하다(Mottram, 1997).

Ludewig 등(2004)의 연구에서 위등세모근, 앞톱니근의 근활성도 비율을 측정하였는데 이것은 앞톱니근의 선택적인 강화와 앞톱니근과 위등세모근의 짝 힘(couple force)의 불균형을 줄이는데 중요한 요소가 된다고 하였다.

최근에는 통증을 원인이나 결과적인 요소와 상관없이 몸통의 안정성을 향상시켜 주는 것이 재발을 방지하고 치료에 더 효과적이라는 연구가 많이 제시되어지고 있다(Louto 등, 1998). 또한 안정화가 부족한 환자들을 대상으로 신경 되먹임을 개선시키고 고유수용 감각을 활성화시키기 위해 물리치료실에서 불안정한 표면을 제공하여 고유수용감각을 증진시키는 소도구들을 사용하고 있다(Creager, 1996; 임창훈, 2012). 소도구 중에서 Togu는 감각운동 조절을 통해 국소근육의 활동을 증가시키며, 고유수용기를 자극하고 몸통의 지지와 근력의 강화 및 골반의 자세 인식을 제공한다(Shankar, 1999). 우리가 행하고 있는 많은 물리치료 기법들은 수동적인 접근법에 비해 Togu를 이용한 운동치료는 능동적 운동법이라는 의미에서 그 의미가 크다고 할 수 있다(임창훈, 2012).

Togu를 이용한 선행연구를 살펴보면, 토구 운동이 자

세균형과 족저압 분포에 미치는 영향(김순자와 이광재, 2012), 에어로 스텝운동이 무릎 골관절염 환자의 통증, 신체적 기능 및 보행능력에 미치는 영향(남찬우, 2013), Togu를 이용한 복합운동프로그램이 노인의 체력 및 평형성에 미치는 영향(신우진, 2013), 앞십자인대 재건술 후 Togu를 이용하여 지지면에 따른 운동 시 하지 근활성도와 균형 비교(임창훈, 2012) 등의 연구는 볼 수 있지만 토구를 이용한 푸쉬업 플러스 운동과 연합적인 접근법은 부족한 실정이며 팔과 다리를 따로 구분해 Togu를 적용한 연구 역시 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 세 가지 다른 부위에 Togu를 적용하여 푸쉬업 플러스 운동 시 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는 지 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 건강한 20대 남자 16명, 여자 20명을 대상으로 2015년 3월 9일부터 4월 17일까지 6주 동안 주 3회 운동을 실시하였다. 연구 대상자는 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 이해하고 실험에 자발적으로 동의하였으며 실험에 요구되는 운동을 수행할 수 있는 근력, 관절 가동범위와 균형능력을 갖추고 있는 자, 최근 6개월 간 어깨통증을 경험하거나 팔다리에 선천적인 기형, 심각한 외과적 혹은 신경학적 질환이 없는 자, 최근 6개월 간 주기적으로 근력운동을 다리 앓는 자를 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

1) 연구 절차

본 연구의 절차는 먼저 팔 Togu 적용군, 다리 Togu 적용군, 팔다리 Togu 적용군으로 구분하여 사전에 동질성 검사를 실시하였다. 세 군 모두 6주간 주 3회 운동을 실시하였다. 팔 Togu 적용군은 Togu를 팔에 적용한 후 푸쉬업 플러스 운동, 다리 Togu 적용군은 Togu를 다리에 적용한 후 푸쉬업 플러스 운동, 팔다리 Togu 적용군은 Togu를 팔다리에 적용한 후 푸쉬업 플러스 운동을 각각 실시하

였다. 0주, 3주, 6주 후 각각 근활성도를 측정하였다.

2) 운동 프로그램

대상자들은 네발 기기 자세를 취하고 검사자의 “어깨를 앞으로 내미세요”라는 지시에 따라 최대 범위에서 7초 동안 유지하고, “내리세요”라는 지시에 따라 팔을 내린다. 3초 동안 휴식을 취한 후 해당 운동을 10번 반복하는 것을 1세트로 하며, 세트 간 휴식은 20초, 총 3세트 운동을 실시하였다.

(1) 팔 Togu 적용군

네발 기기 자세에서 양 팔과 양 다리를 어깨 넓이만큼 11자로 벌리고 어깨관절 90°, 무릎관절 90° 굽힘 자세로 만든 후 양 손바닥 아래에 각각 Togu를 적용한다. 대상자는 검사자의 지시에 따라 운동을 실시한다(그림 1).



그림 1. 팔 불안정면에서 푸쉬업 플러스

(2) 다리 Togu 적용군

네발 기기 자세에서 양 팔과 양 다리를 어깨 넓이만큼 11자로 벌리고 어깨관절 90°, 무릎관절 90° 굽힘 자세로 만든 후 양 무릎 아래에 각각 Togu를 적용한다. 대상자는 검사자의 지시에 따라 운동을 실시한다(그림 2).



그림 2. 다리 불안정면에서 푸쉬업 플러스

(3) 팔다리 Togu 적용군

네발 기기 자세에서 양 팔과 양 다리를 어깨 넓이만큼 11자로 벌리고 어깨관절 90°, 무릎관절 90° 굽힘 자세로 만든 후 양 손바닥 아래에 각각 Togu를 적용하고, 양 무릎 아래에도 각각 Togu를 적용한다. 대상자는 검사자의 지시에 따라 운동을 실시한다(그림 3).



그림 3. 팔다리 불안정면에서 푸쉬업 플러스

3. 측정도구 및 방법

1) 근활성도

양쪽 앞뿔니근, 위등세모근의 활성도를 측정하기 위해 근전도기기(Telemyo-DTS, Noraxon, USA)를 사용하여 최대 등척성 수축 시 근활성도를 3회 측정하여 평균을 내는 방식으로 분석하였다.

표면 근전도기를 통해 획득된 아날로그 신호(analog signal)는 디지털 신호(digital signal)로 전환된 후 분석용 소프트웨어(Telemyo-DTS, Noraxon, USA)에 저장되었다. 자료 수집을 위해 근전도기의 표본추출율(sampling rate)을 512Hz, 주파수 대역폭을 측정 주파수에 맞춰 10~350Hz의 대역 필터(band pass filter)와 60Hz의 노치 필터(notch filter)를 사용해 잡음을 제거하였다. 수집된 근전도 신호를 완파 정류(full-wave rectification)한 후 실효치(root mean square, RMS)로 계산하여 분석에 사용하였다(그림 4).

근육의 활성도를 측정하기 전 대상자에게 “최대힘으로 힘을 빼고 편안하게 계세요”라는 지시를 함으로써 대상자의 강직으로 인한 측정의 오류를 줄이고 최대의 이완이 이루어지도록 하였다. 그 후 앞뿔니근과 위등세모근의 근 활성도를 측정하기 위해 네발 기기 자세(무릎 90° 굽힘, 어깨 90° 굽힘)에서 어깨뼈를 내미 시켜 7초 동안 유지하였다. 기록전극은 좌, 우 동일하게 앞뿔니근과 위

등세모근에 부착하였으며 네발 기기 자세에서 어깨뼈 내면에 대한 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; %MVIC)을 유도한 후, 7초 동안 자료값을 선형필터한 후 평균값을 측정하였다. 각 근육 측정간의 사이에는 3초간의 휴식시간을 부여하여 최대수축으로 근 긴장도의 증가에 대한 영향을 최소화 하였다. 최대 등척성 수축을 실시하고 10초 휴식 후 반복해서 3회를 실시한 값의 RMS 평균값을 대표값으로 하였고, 구성 비율을 알기 위하여 수식을 사용하여 구성 비율을 설정하였다(단위 %). 피부에서 생성되는 근전도 신호에 대한 저항 발생을 최소화시키기 위해 알코올 솜을 이용해 이 물질을 닦아낸 후 전극을 부착하였다.



그림 4. 근전도기기

2) Togu

Togu는 1956년 독일의 Toni Obermaier & GUST Obermaier 형제의 이름 앞 글자를 따서 설립한 TOGU (DYN AIR Ballkissen, GERMANY)사에서 개발한 제품으로 보다 안정적인 운동을 실현하기 위해 만들어졌다. 유럽에서 각광을 받고 의사나 물리치료사, 운동 트레이너들이 재활프로그램에 많이 활용하고 있다(그림 5).



그림 5. Togu

4. 자료분석

자료의 통계처리는 상용 통계 프로그램인 윈도우용 SPSS version 22.0을 이용하였다. 각 근육별 기간에 따른 상대적 근 활성화도 비교를 위하여 반복측정 분산분석을 하였으며 사후검정 방법으로 최소유의차검정(least significant difference) 방법을 사용하였다. 또한 실험 전과 6주 후 각 근육에 대해 각 운동군 간의 평균값 차이를 분석하기 위하여 일요인 분산분석 기법을 사용하였다. 연구의 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 36명(남자 16명, 여자 20명)으로, 각 군별 12명으로 하였다. 팔 Togu군의 평균 연령은 22.0 ± 1.95 세, 평균신장은 166.77 ± 5.69 cm, 평균 체중은 63.28 ± 14.32 kg이고 다리 Togu군의 평균 연령은 22.09 ± 2.60 세, 평균 신장은 166.19 ± 5.87 cm, 평균 체중은 65.47 ± 14.19 kg이고 팔다리 Togu군의 평균 연령은 22.59 ± 3.18 세, 평균 신장은 164.77 ± 6.99 cm, 평균 체중은 58.94 ± 11.77 kg로 나타났다(표 1).

세 그룹에서 실험 전 변수에 대한 동질성 검증을 위해 SPSS로 분석한 결과 세 집단의 평균값에는 통계학적으로 유의한 차이가 없어서($p < 0.05$) 세 집단은 동일한 집단이라고 볼 수 있었다(표 2).

2. 운동그룹에 따른 기간별 앞뿔니근의 근활성도 비교

6주간의 푸쉬업 플러스 운동에 따른 각 그룹별 앞뿔니근의 근활성도는 표 3과 같다. Mauchly의 단위행렬 검정 결과 구형성 가정이 성립되지 않아($p < 0.05$) 다변량 검정 결과 팔 Togu군, 다리 Togu군, 팔다리 Togu군의 집단 내 앞뿔니근 근활성도 비교에 있어 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p = 0.001$), 훈련기간과 그룹군에 따른 상호작용은 없었다($p = 0.180$). 개체 내 대비검정 결과 0주와 3주, 3주와 6주, 0주와 6주 사이에는 통계학적으로 유의한 차

표 1. 대상자의 일반적 특성

(N=36)

특성	팔 Togu군(n=12)	다리 Togu군(n=12)	팔다리 Togu군(n=12)
연령(세)	22.0±1.95	22.09±2.60	22.59±3.18
신장(cm)	166.77±5.69	166.19±5.87	164.77±6.99
체중(kg)	63.28±14.32	65.47±14.19	58.94±11.77

표 2. 각 근육에 대한 그룹간의 동질성 검정

(단위: μ V)

근육	팔 Togu군(n=12)	다리 Togu군(n=12)	팔다리 Togu군(n=12)	F	p
UT	30.73±15.04	22.82±11.05	38.51±24.44	2.342	.112
SA	60.08±50.27	80.99±71.95	95.47±119.62	.518	.601

* $p < .05$

* UT : Upper Trapezius, SA : Serratus Anterior

표 3. 운동그룹에 따른 기간별 앞뿔니근의 근활성도 비교

(단위: μ V)

구분	실험 전	3주차	6주차	F	p
팔 Togu군	60.09±50.27	38.98±31.86	122.55±80.09		
다리 Togu군	80.99±71.95	41.79±25.32	110.71±72.74	1.59	0.22
팔다리 Togu군	95.48±119.63	53.06±46.05	237.34±270.19		

이를 보였다($p < 0.05$). 훈련형태에 따른 차이를 알아보기 위해 개체 간 효과검정을 실시한 결과 군별로 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 3)(그림 6).

3. 운동그룹에 따른 기간별 위등세모근의 근 활성화도 비교

6주간의 푸쉬업 플러스 운동에 따른 각 그룹별 위등세모근의 근 활성화도는 표 4와 같다. Mauchly의 단위행렬 검정 결과 구형성 가정이 성립되어($p > 0.05$) 개체-내 효과 검정 결과 팔 Togu군, 다리 Togu군, 팔다리 Togu군의 집단 내 위등세모근 근 활성화도 비교에 있어 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p = 0.001$), 훈련기간과 그룹군에 따른 상호작용은 없었다($p = 0.400$). 개체 내 대비 검정 결과 0주와 3주에는 유의한 차이가 없었고, 3주와 6주, 0주와 6주 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 훈련형태에 따른 차이를 알아보기 위해 개체 간 대비검정을 실시한 결과 군별로 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 4)(그림 7).

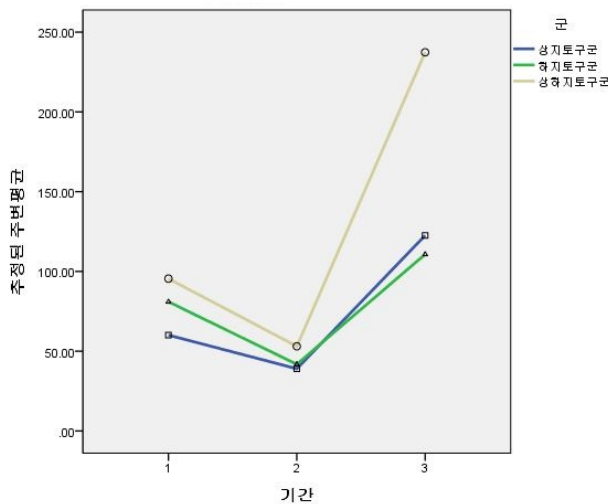


그림 6. 기간별 앞뿔니근 활성화도 비교

4. 중재 후 군별 근활성도 변화량 비교

실험 전과 중재 6주 후 근활성도의 변화량을 분석한 결과, 앞뿔니근은 팔다리 Togu군에서 근활성도 변화량의 평균값이 가장 높게 나왔으며, 통계학적으로 유의한 차

표 4. 운동그룹에 따른 기간별 위등세모근의 근활성도 비교

(단위: μV)

구분	실험전	3주차	6주차	F	p
팔 Toгу군	30.73±15.04	44.73±36.23	57.10±32.35		
다리 Toгу군	22.82±11.05	23.09±7.93	41.11±24.48	2.66	0.09
팔다리 Toгу군	38.51±24.44	28.10±19.07	48.89±28.42		

* p<.05

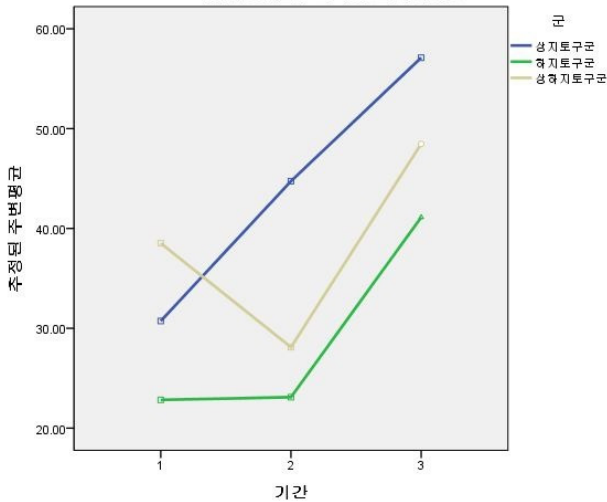


그림 7. 기간별 위등세모근 활성화도 비교

이가 있었다(p<0.05), LSD 기법을 사용한 사후검정 분석 결과, 다리 Toгу군과 팔다리 Toгу군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(표 5). 그러나 위등세모근의 변화량 분석 결과, 세 군 간 근활성도 변화량 평균값의 차이는 통계학적으로 유의하지 않았다(p>0.05)(표 5).

표 5. 근 활성화도 변화량 (단위: μV)

근육	팔 Toгу군 (n=12)	다리 Toгу군 (n=12)	팔다리 Toгу군 (n=12)	F	p
SA	70.8682	42.1327	162.0518	3.60	.04
UT	29.3745	20.7918	14.5036	0.56	.58

IV. 고찰

본 연구는 Toгу 적용방법에 따른 푸쉬업 플러스 운동을 시행했을 때 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도 변화량을 알아보려고 연구를 실시하였다.

앞톱니근 활동이 저하되면, 위등세모근의 활동이 활발해지고, 어깨뼈의 위쪽돌림이 충분히 발생되지 않는다. 어깨 올림의 정상적인 운동 동원 순서의 변화로 인해 위쪽돌림 대신 어깨뼈의 올림이 발생되어 어깨가 으쓱하는 동작이 일어나게 된다(Comerford & Mottram, 2001). 근전도 상에서 앞톱니근이 가장 활발히 작용하는 운동은 푸쉬업 플러스로 앞톱니근의 최대 수축을 유지시켜 어깨뼈 위쪽돌림 능력을 증진시키고, 날개어깨뼈를 감소시킨다. 이에 대한 네발기기 상태에서 푸쉬업 플러스 자세가 효과적인 방법으로 추천되고 있으며 선행 연구(장준혁 등, 2003; Park과 Yoo, 2011)에 따라 네발기기 상태로 푸쉬업 플러스 운동을 본 연구에서도 실시하였다.

위등세모근의 근활성도가 나타나거나 앞톱니근, 위등세모근의 불균형이 있는 대상자들에게 여러 가지 형태의 푸쉬업 플러스 운동을 시행한 결과 일반적인 푸쉬업 플러스 운동에서 앞톱니근의 근활성도가 높게 나타났다고 보고하였고, 푸쉬업 플러스 운동은 높은 앞톱니근 활성화도와 낮은 위등세모근 근 활성화도를 보이는 운동이며, 앞톱니근 강화와 어깨안정화 및 근육 불균형의 감소를 위한 재활운동의 중요한 요소 중 하나라고 하였다(Ludewing 등, 2004). Lear와 Gross(1998)의 연구에 의하면 날개어깨뼈(winging scapula)의 치료를 위해 앞톱니근 강화운동이나 어깨안정근 강화운동으로 주로 푸쉬업 플러스를 이용하였다. Moseley 등(1992)은 어깨재활을 위한 16 가지 운동 중 위, 중간, 아래등세모근, 어깨올림근, 마름근, 작은가슴근, 중간 및 앞톱니근의 5가지 어깨근육의 근활성도를 비교한 연구에서 스캐션(scaption), 노젓기(rowing), 푸쉬업 플러스, 프레스업(press up)이 어깨재활에 가장 효과적이라고 하였다. 선행 연구에서 날개어깨뼈의 치료를 위해 앞톱니근 강화운동이나 어깨안정근 강화운동으로 주로 푸쉬업 플러스를 이용하였고(Decker 등, 1999; Lear와 Gross 1998; Ludewing 등, 2004; Moseley 등, 1992) 연구 결과, 푸쉬업 플러스 운동이 앞톱니근 및 위

등세모근의 근활성도가 가장 높게 나타났다. 본 연구에서도 Togu를 적용하여 6주간의 푸쉬업 플러스 운동을 적용한 결과 기간에 따라서 유의한 근활성도 차이를 보였다.

선행연구에서도 네발기기 자세에서 수행되는 푸쉬업 플러스 운동은 가장 높은 앞뿔니근 활성화를 나타내었지만(Decker 등, 1999), 위등세모근의 활성화는 나타나지 않았고, 또한 위등세모근과 앞뿔니근의 비율을 조사한 연구에서는 푸쉬업 플러스 운동을 수행하는 동안 위등세모근과 앞뿔니근의 비율이 낮게 측정되었다(Ludewig 등, 2004). 이견철 등(2010)의 연구에서 Togu와 슬링을 팔에 적용한 후 푸쉬업 플러스 운동을 최대 등척성으로 측정하여 전·후 비교를 하였을 때 앞뿔니근에서는 근활성도가 유의한 차이가 있었고 위등세모근은 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서는 Togu를 팔, 다리, 팔다리 모두를 적용하여 실험 하였을 때 위 선행논문과 일치하는 결과를 보였다. 김은미(2011)의 연구에서도 어깨관절 펌 시 불안정한 지지면에서 앞뿔니근과 위등세모근의 근활성도가 높게 나타나 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 이러한 연구결과는 Togu가 감감 운동 조절 트레이닝으로 고유수용기를 자극하여 대근육 만이 아닌 소근육의 활동을 증가시키며, 대근육의 활성화를 증진시켜 에너지 소모를 크게 한다고 생각할 수 있다. 선행 연구결과를 살펴보면, 유일매(2014)는 12주 동안 토구운동프로그램을 68명의 노인에게 적용하여 노인의 평형성과 민첩성이 향상되었다고 하였고 남찬우(2013)는 무릎관절염 환자에게 토구를 적용한 결과 무릎근육의 근력강화를 확인하였다. 이러한 결과는 Togu가 고유수용감을 활성화시켜 근육의 활성도를 높였다고 할 수 있다.

본 연구의 제한점은 환자가 아닌 20대 남녀 소수의 건강한 일반인을 대상으로 연구를 진행하였기 때문에 모든 연령대의 사람들에게 연구를 일반화하기에는 제한이 있다. 그리고 푸쉬업 플러스 운동을 네발 기기 자세로만 했기 때문에 다른 여러 가지 자세에 대한 근활성도를 측정할 수 없었다. 이러한 제한점을 고려하여 추후 다양한 자세에 대해 Togu를 적용한 연구를 진행하고자 한다.

V. 결론

본 연구는 네발 자세에서 Togu 적용방법에 따른 푸쉬

업 플러스 운동 시 앞뿔니근과 위등세모근의 근활성도 변화량을 알아보기 위해 연구되었고 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 푸쉬업 플러스 운동 시 기간에 따라서 앞뿔니근과 위등세모근의 근활성도가 증가하여 어깨뼈 안정화 근육에 긍정적인 영향을 미쳤다.

둘째, 앞뿔니근은 팔다리 Togu 적용군에서 근활성도 변화량이 가장 유의하게 높았으며, 위등세모근은 팔 Togu 적용군에서 근활성도 변화량이 가장 높았으나 유의한 차이가 없었다.

본 연구의 결과로 미루어 볼 때, 푸쉬업 플러스 운동이 어깨뼈 안정화 근육에 긍정적인 영향을 미치고 또한 팔다리 모두에 Togu를 적용하는 것이 앞뿔니근의 활성도 증가에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 푸쉬업 플러스 운동 시 Togu를 적용한 안정화 운동을 추천하는 바이다.

참고문헌

- 김은미(2011). 안정된 지지면과 불안정한 지지면에서 팔 굽혀 펴기 시 어깨와 몸통근육의 근활성도 비교. 한국국제대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 김순자, 이광재(2012). 토구 운동이 자세균형과 족저압 분포에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지, 19(1), 9-15.
- 남찬우(2013). 에어로 스텝운동이 무릎 골관절염 환자의 통증, 신체적 기능 및 보행능력에 미치는 영향. 한국교통대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 신우진(2013). 복합운동프로그램이 노인의 체력 및 평형성에 미치는 영향. 가천대학교 교육대학원, 석사학위 논문.
- 이견철, 김지혁, 박준혁 등(2010). 지지면에 따른 push-up plus 운동이 견갑골 안정화 근육에 미치는 영향. 대한건강과학회지, 7(1), 1-11.
- 임창훈(2012). 앞십자인대 재건술 후 토구를 이용한 불안정한 표면에서 운동과 안정된 표면에서 운동 시 하지 근활성도와 균형의 비교. 대한물리의학회지, 7(3), 251-258.
- 유일매(2014). 토구운동프로그램이 노인의 활동체력, 우

을 및 삶의 질에 미치는 효과. 한국교통대학교 교육대학원, 석사학위 논문.

장준혁, 구봉오, 김선엽(2003). 익상견갑에 대한 전거근 운동: 증례 보고. 대한정형도수치료학회지, 9(2), 69-77.

Comerford MJ, Mottram SL(2001). Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Man Ther*, 6(1), 3-14.

Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al(2003). Scapular muscle recruitment pattern: Trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med*, 31(4), 542-549.

Creager CC(1996). Therapeutic exercises using foam rollers. Berthoud, Executive Physical Therapy, Inc.

Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, et al(1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med*, 27(6), 784-791.

Lear LJ, Gross MT(1998). An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push up progression. *J Orthop Sports Phys Ther*, 28(3), 146-157.

Louto S, Aalto H, Taimela S, et al(1998). One-footed and externally disturbed two-footed postural control in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. *Spine*, 23(19), 2081-2090.

Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al(2004). Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push up exercises. *Am J Sports Med*, 32(2), 484-493.

Moseley JB, Jobe FW, Pink M, et al(1992). EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med*, 20(2), 128-134.

Mottram SL(1997). Dynamic stability of the scapula. *Man Ther*, 2(3), 123-131.

Neumann DA(2002). Kinesiology of the musculoskeletal system. St louis, Mosby Inc.

Park SY, Yoo WG(2011). Differential activation of parts of the serratus anterior muscle during push-up variations on stable and unstable bases of support. *J Electromyogr Kinesiol*, 21(5), 861-867.

Shankar K(1999). Exercise prescription. Philadelphia, Hanley & Belfus, Ins.

Smith Jr, Nyquist-Battie C, Clark M, et al(2003). Anatomical characteristic of the upper serratus anterior: cadaver dissection. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(8), 449-454.