

지지면 간격변화에 따른 푸시업(Push-up) 굽힘동작과 푸시업 플러스(Push-up plus) 동작시 상지 근육의 활성화도 비교

김은영¹ · 박흥기¹ · 안병현²

¹김천대학 물리치료학과 · ²한북대학교 건강관리학과

Comparative Studies of Muscle Activity on Upper Extremity Between Push-up bend and Push-up plus Movement According to change of supporting base interval

Eun Young Kim¹ · Hung Gi Park¹ · Byung Heon Ahn²

¹*Dept. of Physical Therapy, College of Gimcheon*

²*Dept. of Health Management, Hanbuk University*

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study is to examine the muscle activity of shoulder stabilization according to change of supporting base interval between push-up bend and push-up plus position and is to prevent or treat a shoulder injury by the most effective exercise for rehabilitation. **Methods :** This study analyzed the muscle activity according to change of supporting base interval between push-up bend and push-up plus movement. The participants without neuromuscular disease were 25 students - 12 males and 13 females - all twenty or over and the surface electrode of EMG attached on pectoralis major, triceps long head, middle trapezius, lower trapezius, serratus anterior and latissimus dorsi. The process has practiced 3 sessions of supporting base interval - narrowing interval, two shoulder interval, broad interval - by push-up bend and push-up plus movement. **Result :** 1. The muscle activity of pectoralis major was significantly increased according to narrow interval of supporting base on push-up plus movement and was significant difference($p<.05$). 2. The muscle activity of biceps was significantly increased according to narrow interval of supporting base on push-up bend movement($p<.05$). 3. The muscle activity of middle or lower trapezius was a difference according to change of supporting base on push-up bend and push-up plus movement but was not significant difference. 4. The muscle activity of serratus anterior was significantly increased according to broad interval of supporting base on push-up bend movement($p<.05$). 5. The muscle activity of latissimus dorsi was significantly increased according to broad interval of

supporting base on push-up bend movement($p<.05$). **Conclusion** : These results lead us to the conclusion that push-up bend exercise have the effect of muscle strength of biceps on narrowing interval, of serratus anterior or latissimus dorsi on broad interval and push-up plus exercise have the effect of muscle strength of pectoralis major on narrowing interval of support base.

Key Words : Push up, Push up plus, EMG

I. 서론

신체의 활동은 근 수축을 바탕으로 이뤄지며 근력, 근 파워, 근지구력과 같은 근 기능은 일반인을 포함하여 운동선수들의 경기력에 필수적인 요소(박수연, 1998)로서 여러 개의 골격 지렛대로 구성되어 있는 다관절 시스템으로 이들은 일련의 관절들로 연결되어 있고, 근육 활동에 의해 상호 작용하며 중추 신경 기전에 의해 통합 조절된다(Brian 등, 1999). 그 중 견관절은 인체의 모든 관절 중 활동범위가 가장 크고(Curl & Warren, 1999) 복잡한 부위며 넓은 가동성으로 인하여 유동적이기는 하나 안정성에 영향을 미쳐 관절의 과도한 움직임에 의한 뼈, 근육, 건, 인대, 활액낭 등에 상해를 일으키기 쉽다(Magee, 1999). 정상적인 견갑상 완리듬에 장애가 발생했을 때 관절가동범위의 감소를 보이고 견갑골의 상방회전이 제한되기 때문에 견관절 기능부전이 야기될 수 있고(Paine와 Voight, 1993), 견갑골의 비정상적 움직임과 비정상적인 상완의 움직임으로 인한 견갑골의 운동손상 증후군의 특징으로 특정부위에 통증이 발생하며 관절가동범위가 증가 혹은 감소되어 운동이 쉽게 일어나는 방향(directional susceptibility to movement, DSM)이 발생되므로 특정 방향으로 스트레스가 가해질 경우 특정 방향에서의 보상운동과 근력감소가 나타난다(Sahrmann, 2002)고 설명하였다.

정상적인 견갑골의 움직임을 방해하는 결합조직과 근육길이 차이, 근육군의 짝힘의 불균형을 가진 사람은 안정성을 제공하는 등척성운동과 훈련을 통하여 정상 위치를 회복해야 하며(Mottram, 1997) 견관절 기능장애의 예방과 재활을 위한 치료적 운동 프로그램

을 제공하기 위해서는 여러 어깨 안정근들 사이의 균형적인 조절 능력의 회복에 초점을 두어야 한다. 최근 상지 운동치료 프로그램에서는 닫힌 사슬운동을 이용하는 경향이 많다(Blackard 등, 1999). 닫힌 사슬운동은 몸의 말단 부분이 고정되거나 지지면에 안정화(stabilization)된 상태에서 움직임을 포함하며 체중지지 훈련이 그 예이다(Ellenbecker, 2001). 닫힌 사슬운동은 열린 사슬운동과 비교해 보다 안전하고 기능적이며 다면적 움직임이기 때문에 재활에서 선호되는데, 사실상 임상적인 활용에서는 그 개념이 모호해 지는 경우가 존재한다. 즉 열린 사슬운동의 경우 말단 부위가 자유롭게 움직이며 전형적으로는 부하가 주어지지 않는 반면 닫힌 사슬운동은 말단 부위가 고착되면서 부하를 가지며 걷기, 달리기, 계단 오르기과 같이 힘을 재생산하는 것으로 정의되는데, 많은 활동들이 말단 부위가 자유로우며 부하를 가지게 되는 경우에 해당된다(위승두 등, 2000).

관절의 고유수용성 감각은 일반적으로 신체부위에 대한 상대적 위치와 움직임을 결정하는 관절의 위치 감각과 운동감각과 관련이 있다. 고유수용성 감각에 기여하는 말초의 기계적 수용기들은 관절, 근육, 결합조직과 인대조직에서 풍부하게 분포되고 신경근 조절, 근육조절 그리고 관절의 안정성을 확보하고 유지하는데 중요한 되먹임의 요소로서 관절의 안정화에 중요한 역할을 한다(Voight 등, 1996). 체중 지지적 요소(weight bearing element)는 관절 압박을 일으키고 이것은 움직임의 조절을 위한 감각 입력을 강화시키기 위해 근육이나 관절 내 및 주위의 근육들에 있는 기계적 수용기를 자극하게 된다(Heiderscheit, 2000). 닫힌 사슬운동은 근력강화와 지구력 증진뿐만 아니라 관절

면의 기계적인 압박을 통해 여러 근육의 협응 수축을 일으키며, 관절 주위의 구심성 수용체를 자극하여 더 많은 고유수용성 감각을 제공하므로 관절의 동적 안정성과 자세유지를 위한 운동치료 프로그램에서 자주 이용되고 있다(Ludewig 등, 2004). 관절위치나 운동감각이 열린 사슬 운동 조건보다 닫힌 사슬 운동 조건에서 더 크게 강화된다는 가정에도 불구하고 이에 대한 증거는 혼합되어 있다. 한 연구의 결과는 불안정한 어깨관절의 운동감각을 가진 환자에게서 열린 사슬 운동만 실시한 경우와 비교해서 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동을 함께 실시한 프로그램이 보다 큰 효과를 보였다. 이와 반대로 닫힌 사슬과 열린 사슬 조건에서 무릎 관절위치감각 능력의 비교는 유의한 차이가 없다고 보고되었다(Taylor, 1998).

상지의 전형적인 닫힌 사슬운동이면서 근수행력 평가나 가슴, 어깨, 팔의 근력향상 운동 및 저항운동으로 알려진 푸시업(Knapik, 2001)과 최근에 플러스 부분이 더해져 푸시업 플러스가 만들어졌다. 이는 견갑골 안정화를 포함해 상지의 근력향상을 더하였으며 푸시업 플러스란 일반적인 팔굽혀펴기 동작에서 견갑골 견인을 추가한 운동으로서 Ellenbecker와 Davies(2001)는 견갑골 안정 협력근을 위한 효과적인 닫힌 사슬운동으로 푸시업 플러스를 추천하였다.

Ludewig 등(2004)은 4가지 푸시업 운동의 차이점과 전거근, 상승모근의 활동성 그리고 이 두 근육의 비율을 검사하였고, Lear와 Gross(1998)는 푸시업 플러스와 발을 올리고 실시한 푸시업 플러스를 비교하였다. Moseley 등(1992)은 푸시업 플러스와 손을 벌리고 실시한 푸시업 운동을 사용하여 견관절 운동과 각각의 다른 근육 즉 상, 중, 하승모근, 견갑거근, 능형근, 중, 하 전거근, 대흉근을 검사하였으나 푸시업시 손을 얼마나 벌리는지 언급하지 않았다. 피트니스 운동 분야에서도 다른 손의 위치에 따른 푸시업은 대흉근과 상완삼두근중 하나의 근육만 분리할 수 있다고 주장(Weeds 2002)하였으나 이러한 주장을 뒷받침하는 과학적 증거는 부족한 실정이며 임상에서 사용하는 견갑골 안정화 운동으로서 푸시업 플러스의 다양한 손 위치에 관한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 상지의 운동프로그램에서 닫힌 사슬운동의 방법으로 사용하는 푸시업 굽힘 자세와 푸시업 플러스 자세에서 지지면 간격변화에 따른 견관절 안정근들의 근활성도를 알아보고 견관절 재활을 위한 가장 효과적인 운동방법을 제공하여 초기 운동 프로그램의 기초자료로 견관절 상해를 예방하거나 치료하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2008년 6월 28일부터 7월 8일까지 10일간 G대학에 재학 중인 학생으로 과거에 견관절, 주관절, 수근관절의 손상이나 신체적 결함이 없는 건강한 남학생 12명과 여학생 13명 총 25명을 대상으로 실시하였으며 모든 대상자는 본 실험의 목적에 숙지하고 자발적으로 참여하였다.

2. 연구방법

1) 연구도구

푸시업 운동 시 대상근의 근 활성화도를 측정하기 위해 무선 8채널 표면근전도 TeleMyo™ 2400T G2 EMG 기구(Noraxon U.S.A. Inc.)를 사용하였다(그림1). 6개의 도자와 13개의 겔이 적용된 원형2극 Ag-Ag/Ci 전극을 사용하였다. 화상 카메라는 동작 관찰을 위해 사용하였고, Noraxon MyoResearch XP Master Edition 1.06.64 프로그램을 통해 RMS(Root Mean Square)값을 수집하였고 단위는 μV 를 사용하였다.

2) 연구절차

(1) 근전도 측정 준비

실험실의 온도를 $25^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$ 로 일정하게 유지하고, 피부저항을 감소시키기 위하여 면도기로 털을 제거한 후 사포로 가볍게 문지른 다음 알코올 솜으로 부착부위를 닦았다. 표면 근전도의 전극은 대흉근, 상완삼두

근 장두, 중승모근, 하승모근, 전거근, 광배근에 부착하였다. 대흉근의 전극 위치는 견봉 전면부와 검상돌기 사이 상위 3분의 1지점에 부착하였고 상완삼두근 장두의 부착위치는 피검자를 엎드린 자세에서 주로 사용하는 측의 팔을 외전 시킨 후 네 손가락 폭의 원위에서 액와주름 후면에 전극을 부착하였다. 중승모근의 부착위치는 견갑골 내연과 흉추부 극돌기 사이 중간지점에 부착하였고, 하승모근의 부착위치는 시상면에서 팔을 완전 굴곡할 때 흉추에서 견갑골 하각쪽으로 1/4 지점에 부착하였다. 전거근의 부착위치는 견갑골면을 따라 팔을 머리 위로 거상할 때 견갑골의 아래 끝 부분에 위치한 광배근의 앞쪽 가장자리에서 근수축을 촉진하여 부착하였고, 광배근의 부착위치는 겨드랑이 뒤쪽의 가장 높은 지점의 근복에 부착하였다.

활성전극과 기준전극은 근섬유에 평행하게 부착하였고, 각 전극 중심사이의 거리는 2cm 이내로 부착하였으며 접지전극은 쇄골 돌출부에 부착하였다. 전극과 근전도계를 연결하는 전선을 정리하여 움직임 잡음(motion artifact)이 생기지 않도록 하였고, 각 근육에 부착된 도자로부터 근전도 신호를 무선으로 컴퓨터에 보내어 근전도 신호를 관찰하여 근전도 잡음이 발생되고 있는지의 여부를 조사하고 근전도 잡음이 발생하는 경우 이의 원인을 제거하였다. 모든 관절 가동범위와 전극부착은 측정자 간의 오차를 최소화하기 위하여 동일한 실험자가 실시하였으며 근전도 측정은 전극을 붙인 후에 10분 이상 안정시키고 모니터링 하여 잡음이 발생하면 제거한 후에 실시하였다.

(2) 연구과정

각 대상자는 검사테이블 위에 올라가 다음과 같은 자세를 취한다. 좁은 자세로서는 손을 흉골 중심 아래에서 다이아몬드 형이 되도록 위치시키고, 어깨너비 자세로서는 손을 어깨 너비로 벌려 바닥을 짚고, 넓은 자세로서는 손을 어깨 너비자세에서 외측으로 20cm 거리에 위치시킨다(Robert, 2005). 이 세 자세는 공통적으로 슬관절을 굴곡하여 지지면에 댄 채로 실시하였다. Decker 등(1999)은 슬관절을 굴곡한 푸시업 운동

은 슬관절을 신전한 푸시업 운동보다 힘이 적게 들면서도 유사한 근전도 진폭을 도출할 수 있다고 하였다.

대상자는 측정하기 전 예비연습을 3회 실시한 후 시작이라는 구호와 함께 각각 자신이 생각하기에 편한 속도로 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작을 실시하였다. 3회 반복측정 하고 각 수행 사이에는 2분간 휴식을 취하였다. 대상자는 푸시업 운동의 마지막 단계에서 5초간 최대 견갑골 전인을 등척성 수축으로 유지하여 근전도 신호를 수집하였고 푸시업 굽힘동작 시 등척성 수축을 5초간 유지하여 근전도 신호를 수집 하여 처음과 마지막 1초를 제외한 중간 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 사용하였다. 대상자는 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 무작위 순서로 푸시업을 실시하였다.

(3) 근전도 신호처리 방법

근전도 기기와 컴퓨터를 연결하고 컴퓨터상에서 근전도 프로그램을 작동시켜 다음과 같이 검사매개변수를 설정하였다.

- ① 채널을 지정하여 각 채널에서 근전도 신호를 받을 수 있도록 하였다.
- ② 근전도 신호의 표본 추출률은 1,000Hz(1,000 sample/second)로 하였다.
- ③ 증폭된 파형을 60~500Hz의 대역통과필터(band pass filter)로 필터링 하였다.
- ④ 잡음을 제거하기 위해 60Hz의 노치필터(notch filter)를 이용하였다.
- ⑤ 각 근육이 수축한 시간동안 수집된 신호를 정량화하기 위해 실효평균값(root mean square, RMS) 처리를 하였다.

3. 자료분석

본 연구에서 자료의 기록과 처리에는 Noraxon MyoResearch XP Master Edition 1.06.64이 이용되었다. 수집된 자료들은 SPSS/Window(ver.12.0)을 이용하여 각 자세에 따른 근육의 활성도를 비교하고, 각 자세별 간의 변화 자료에 대한 유의성 검정은 일원배치분산

분석(one-way ANOVA)을 하였으며, 유의수준(α)은 $P<.05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 (표 1)과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=25)

일반적 특성	평균±표준오차(M±SE)
성별	남(n=12): 12, 여(n=13): 13
나이(세)	24.28±.62
신장(cm)	168.64±1.66
체중(kg)	61.88±2.26

2. 지지면 간격 변화에 따른 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작 시 대흉근의 활성화도 비교

대흉근의 경우 푸시업 굽힘동작에서는 지지면 간격이 넓을 때에 133.24±13.86(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 좁을 때에 170.10±12.07(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성화도는 증가하였지만 통계적으로는 유의하지 않았다. 푸시업 플러스 동작

표 2. 대흉근의 활성화도 비교 (N=25)

	지지면 간격	M±SE(μV)	df	F-value	p-value
푸시업 굽힘동작	좁게	170.10±12.07			
	어깨너비	148.84±12.52	2	2.07	.133
푸시업 플러스 동작	좁게	133.24±13.86			
	어깨너비	77.79±10.29	2	3.94	.024*
	넓게	46.45±5.81			

* $p<.05$

에서는 지지면 간격이 넓을 때에 46.45±5.81(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 좁을 때에 77.79±10.29(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성화도가 증가하였고, 통계적으로 유의하였다($p<.05$)(표 2).

3. 지지면 간격 변화에 따른 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작 시 상완삼두근의 활성화도 비교

상완삼두근의 경우 푸시업 굽힘동작에서는 지지면 간격이 넓을 때에 169.98±24.46(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 좁을 때에 307.63±27.36(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성화도는 증가하였고, 통계적으로 유의하였다($p<.05$). 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격이 넓을 때에 91.13±10.38(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 좁을 때에 114.96±11.05(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성화도가 증가하였고, 통계적으로 유의하지 않았다(표 3).

표 3. 상완삼두근의 활성화도 비교 (N=25)

	지지면 간격	M±SE(μV)	df	F-value	p-value
푸시업 굽힘동작	좁게	307.63±27.36			
	어깨너비	225.97±26.95	2	6.93	.002*
푸시업 플러스 동작	좁게	169.98±24.46			
	어깨너비	114.96±11.05	2	1.50	.229
	넓게	91.13±10.38			

* $p<.05$

4. 지지면 간격 변화에 따른 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작 시 중승모근의 활성화도 비교

중부 승모근의 경우 푸시업 굽힘동작에서는 지지면 간격이 좁을 때에 63.25±7.60(μV)를 기록하였고, 수치상 변화는 있었지만 통계적으로 유의하지 않았다. 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격이 좁을 때에 33.86±4.27(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 넓을 때

에 37.35±4.66(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도는 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다(표 4).

표 4. 중승모근의 활성도 비교 (N=25)

		지지면 간격	M±SE(μV)	df	F- value	p- value
푸시업 굽 힘 동 작	좁게		63.25±7.60			
	어깨너비		56.35±7.05	2	.311	.734
푸시업 플러스 동 작	넓게		56.61±6.34			
	어깨너비		33.86±4.27	2	.18	.831
	좁게		34.40±4.15			
	넓게		37.35±4.66			

5. 지지면 간격 변화에 따른 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작 시 하승모근의 활성도 비교

하승모근의 경우 푸시업 굽힘동작에서는 지지면 간격이 넓을 때에 46.62±5.40(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 좁을 때에 57.80±7.66(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도는 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격이 넓을 때에 22.51±1.90(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 좁을 때에 28.68±5.33(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도가 증가하였고, 통계적으로 유의하지 않았다(표 5).

표 5. 하승모근의 활성도 비교 (N=25)

		지지면 간격	M±SE(μV)	df	F- value	p- value
푸시업 굽 힘 동 작	좁게		57.80±7.66			
	어깨너비		49.42±8.58	2	.628	.536
푸시업 플러스 동 작	넓게		46.62±5.40			
	어깨너비		28.68±5.33	2	.60	.550
	좁게		25.86±3.91			
	넓게		22.51±1.90			

6. 지지면 간격 변화에 따른 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작 시 전거근의 활성도 비교

전거근의 경우 푸시업 굽힘동작에서는 지지면 간격이 좁을 때에 64.74±8.21(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 넓을 때에 123.56±13.21(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도는 증가하였고 통계적으로 유의하였다(p<.05). 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격이 좁을 때에 151.30±25.24(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 넓을 때에 171.13±23.75(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도가 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다(표 6).

표 6. 전거근의 활성도 비교 (N=25)

		지지면 간격	M±SE(μV)	df	F- value	p- value
푸시업 굽 힘 동 작	좁게		64.74±8.21			
	어깨너비		80.86±9.16	2	8.49	.000*
푸시업 플러스 동 작	넓게		123.56±13.21			
	어깨너비		151.30±25.24	2	.165	.848
	좁게		159.23±24.73			
	넓게		171.13±23.75			

*p<.05

7. 지지면 간격 변화에 따른 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작 시 광배근의 활성도 비교

광배근의 경우 푸시업 굽힘동작에서는 지지면 간격이 좁을 때에 16.95±1.71(μV)를 기록하였고, 지지면 간격이 넓을 때에 31.18±4.04(μV)를 기록하였다. 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도는 증가하였고 통계적으로 유의하였다(p<.05). 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격이 넓을 때에 21.73±2.58(μV)를 기록하였고, 수치상의 변화는 있었지만 통계적으로 유의하지 않았다(표 7).

표 7. 광배근의 활성화도 비교 (N=25)

	지지면 간격	M±SE(MV)	df	F- value	p- value
푸시업 굽힘 동작	좁게	16.95±1.71	2	5.82	.005*
	어깨너비	21.24±2.87			
푸시업 플러스 동작	넓게	31.18±4.04	2	.14	.867
	좁게	20.95±2.48			
푸시업 플러스 동작	어깨너비	19.93±2.03	2	.14	.867
	넓게	21.73±2.58			

*p < .05

IV. 고찰

Ludwig 등(1996)은 견갑골의 움직임 형태를 전하였는데 그 기능의 주된 수행을 하는 견갑골의 3차원 움직임으로서 이 움직임은 견갑골의 세 축 주위로 회전한다. 첫 번째 축은 견갑골의 면과 직각을 이루고 상, 하방회전을 조절한다. 두 번째 축은 전, 후 경사를 포함해 견갑극에 수평으로 따라 있고 마지막 축은 견갑골에 수직으로 있어 이 축들의 움직임은 내, 외회전 또는 내, 외전의 형태를 이루고 있다.

신체의 움직임은 골격근의 수축에 의해 일어난다. 골격근은 어느 한 분절과 그 분절에 연결한 또 다른 분절에 건으로 부착되어 수축하게 되면 두 분절의 연결 부위인 관절의 구조적 특성에 맞는 움직임을 일으킨다. 근육에서 근수축을 위한 활동전위가 발생하면 전기적 흐름이 근전도를 통하여 기록하고 분석할 수 있는데 근육전기신호의 진폭과 주파수의 변화를 정량화함으로써 가능한 것이다. 이를 통하여 특정한 근육 운동이나 작업 중 근육동원의 개시점과 종료점, 운동단위의 동원량, 근피로 등과 같은 근육내적 정보를 분석할 수 있다. 이러한 근육에서의 신경 발화율에 기인하는데 일반적으로 근력이 증가될수록 운동단위의 동원량과 신경발화율도 증가한다(Le Veau, 1992).

열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동 둘 다 다친 상지의 신경근 조절(neuromuscular control)과 근력축적(restoring strength)에서 중요하다는 것이 특징이다. 또

한 열린 사슬 운동과 닫힌 사슬 운동의 조사보고서에서 전달력의 감소와, 고유수용기의 자극, 접합부분의 안정성 증가, 운동의 보다 기능적인 패턴, 그리고 보다 더 구체적인 체육활동(athletic activities)들을 포함하고 있다(Ellenbecker, 1994). 체중지지 운동 즉, 닫힌 사슬 운동은 열린 사슬 운동보다 관절의 안정성을 유지시켜 줄 수 있어 다른 치료적 방법과 병행할 수 있고 초기 단계부터 적절한 적용이 가능하다.

본 연구에서는 견갑골 안정화 운동으로 닫힌 사슬 운동을 이용한 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스의 동작시 다양한 손위치에서 지지면 간격별로 나누어 비교함으로써 선택적인 근육별 운동방법을 알아보고자 함이며 각각의 대흉근, 상완삼두근 장두, 중승모근, 하승모근, 전거근, 광배근의 근활성도를 표면근전도를 통해 측정하였다. 표면 근전도를 이용한 근활성도는 근육의 운동단위수와 발화율(firing rate)을 직접적으로 나타낸다고는 할 수 없지만 일반적으로 근육의 전기적 활성도를 나타내기 때문에 근긴장도 연구에서 많이 사용되고 있다(De Luca, 1997). 근전도 신호는 전극의 위치, 근피로, 수축 속도, 근육 길이, 근육의 횡단면, 다른 주동근과 길항근의 활동, 피하지방의 두께, 과제 수행 방법 등에 의해 영향을 받는다(Mathiassen 등, 1995). 임상에서 이러한 모든 변수를 통제가 거의 불가능하므로, 여러 변수에 의한 연구결과의 오차를 최대한 줄이기 위해 근 수축 시 얻어진 근전도 자료를 여러 과정을 거쳐 필터링하고 실효평균값(RMS)을 구하여 그 신호량을 분석하였다. 이 값은 근육을 수축하는 동안 활동하는 운동단위의 수를 대표하며, 특히 등척성 수축시 근전도 활성화도와 힘은 선형적 관계를 갖게 되므로 근육에 의한 힘을 나타내는데 사용된다(De Luca, 1997; Soderberg와 Knutson, 2000).

많은 연구에서 여러 가지 견관절 강화운동에서의 근활성도 반응을 조사하였다. Signorile(2002)는 외측 Pull down운동 중 근 활성화도 양상을 손의 위치변화로 비교하였고, 손 위치변화는 특정 근육군에서 EMG활성도 수준에 영향을 준다고 하였다. 가장 두드러지는 것은 손을 넓게 잡고 외측 pull down운동을 했을 때 광배근에 더 큰 EMG활동이 발생한 것이다. Anderson

등(1984)은 앉은 상태에서의 푸시업 동안 근활성도 양상을 조사하였지만 기본적인 푸시업 운동시 근동원 반응은 조사하지 않았다. 오재섭 등(2003)은 슬링에서의 푸시업 동작이 고정된 지지면에서 보다 대흉근의 근활성도가 유의하게 높았다고 하였으며, 상완삼두근의 경우는 슬링과 고정된 지지면에서의 차이는 없었으나 주관절의 각도가 45도 일 때 근활성도가 높았다고 하였다. 박수경 등(2005)은 안정한 지지면과 불안정한 지지면에서 푸시업 운동시 전거근의 근활성도는 유의하게 높아졌으나 상승모근과 하승모근의 근활성도는 차이가 없었다. 그러나 충돌증후군이 있는 운동선수들을 대상으로 실시한 Cools 등(2003)의 연구에서는 중승모근과 하승모근의 지연된 근활성화를 보고하였는데, 이것은 승모근이 비정상적으로 동원되는 것을 의미한다고 하였다.

Robert 등(2005)은 푸시업이 견관절의 수평내전과 주관절 신전의 복합적인 움직임이 요구되는 방법으로 손의 위치 변화에 따른 푸시업은 대흉근이나 상완삼두근의 두 근육중 하나의 근육만 분리할 수 있다고 주장하였다.

Weed와 Kraemer(2002)는 좁은 손위치로 푸시업을 실시했을 때 상완삼두근이 더 활성화된다 하였고, Geiger(2004)는 손을 넓게 잡고 벤치프레스를 했을 때 움직임은 푸시업과 유사하며 상완삼두근의 활동이 감소되고 대흉근의 단독활동이 더 많이 나타난다고 하였다. 그러나 푸시업시 손의 위치를 간격별로 연구한 Robert(2005)는 좁은 손위치로 실시한 푸시업에서 대흉근과 상완삼두근 모두 EMG활동이 최대로 나타나 넓은 손위치로 실시한 푸시업보다 좁은 손위치로 실시한 푸시업이 더 많은 운동단위가 동원되고 이로 인해 대흉근과 상완삼두근의 수축량이 더 많이 요구되어 두 근육의 근력강화운동에 효과적일 수 있다고 하였다. 이는 본 연구에서도 대흉근은 푸시업 플러스 동작에서 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도가 증가하였고 상완삼두근은 푸시업 굽힘동작에서 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도가 증가하는 결과로 이러한 주장을 뒷받침하고 있다. 그러므로 대흉근만 강화시키기 위해서는 넓은 손위치로 푸시업을 해야 한다

는 Geiger(2004)의 주장과는 반대의견이라 할 수 있다. 또한 박준상(2007)은 대흉근이 푸시업플러스에 비해 상완관절의 움직임이 많은 푸시업 굽힘 자세 동안 더 큰 활성도를 보였으나 본 연구에서는 푸시업 플러스 동작에서 근 활성도가 증가하여 다른 의견을 보였다. 피트니스 연구에서 박경용(2003)의 경우 벤치 프레스 운동 시 벤치 각도에 따른 대흉근의 근전도 분석에서 대흉근 상부의 경우 인클라인 벤치 각도 50도, 대흉근 중부의 경우 플랫폼 벤치 각도 25도, 대흉근 하부인 경우는 디클라인 벤치각도 25도에서 가장 높은 활성도를 나타내어 대흉근에 대한 보다 정확한 웨이트 트레이닝의 방법을 제시하고 있다.

Moseley 등(1992)은 5, 6번째 갈비뼈의 위치에 부착되는 전거근의 일부를 중부전거근, 견갑골 가측, 하각에 부착되는 가장 아래쪽 근섬유를 하부전거근으로 구분하였으며 중부, 하부전거근이 정상적인 견갑골의 움직임과 조절에 가장 중요한 요소라고 하였다. 그 결과 중부전거근은 어깨를 최대로 전인 했을 때 최대힘을 발휘하고 하부전거근은 바닥에서 상체를 들 때 즉 주관절을 신전 할 때 최대힘을 낸다고 하였으나 본 실험에서는 중부전거근 부위에만 근전도를 부착하여 근 활성도를 측정하였고 푸시업 굽힘동작 즉 주관절을 굴곡시킨 상태에서 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도가 증가함을 보였다. 이에 비교하여 Kelli(2008)는 푸시업 동작이 푸시업 플러스 동작보다 전거근의 활성도가 크게 증가하였고, 손위치에서도 넓은 손위치가 어깨너비와 좁은 손위치보다 더 큰 활성도를 나타내 본 연구와 일치하였다.

중승모근과 하승모근은 동작과 손위치 간에 관찰 가능한 차이가 있었으나 통계적으로 유의성은 없었다. 그러나 중승모근이 푸시업 플러스 동작의 좁은 지지면에서 근활성도가 나타나는 반면 Kelli(2008)는 푸시업 플러스 동작의 지지면 간격이 넓어질수록 근 활성도가 증가하는 다른 양상으로 나타났다. 또한 하승모근의 경우 푸시업 플러스 동작에서 지지면 간격이 좁아질수록 근 활성도가 증가하였으며, 이는 본 연구 결과와 유사하게 나타났다.

어깨의 기능장애는 보통 일상생활 중에 발생하는

근골격계 질환으로 일반적인 부상의 일부는 어깨의 불안정성과 충돌증후군에서 볼 수 있다. 견갑골 주위 근육의 불균형과 잘못된 신경근 조절을 해결하기 위하여 약화된 근육에 따른 선택적인 강화운동과 적절한 운동자극이 요구되는데 이에 본 연구는 실제로 선택적 운동이 필요한 환자를 대상으로 한 것이 아니었기에 본 연구의 결과를 어깨의 기능장애를 가진 모든 환자에게 일반화시키기에는 제한이 있다고 할 수 있다. 또한 표면근전도는 심부근육들의 활성도를 측정할 수 없기에 심층근과 천층근간의 정확한 평가에 근거한 환자의 특성에 맞게 적용, 각 근육간의 작용을 비교해 보는 것이 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 건강한 대학생 25명을 대상으로 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작 시 지지면 간격 변화를 좁게, 어깨너비, 넓게로 분류하여 그에 따른 근육의 활성도를 비교, 분석하였고 결과는 다음과 같았다.

1. 푸시업 굽힘동작에서 대흉근의 경우 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도가 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도가 증가하였고, 통계적으로 유의하였다($p<.05$).
2. 푸시업 굽힘동작에서 상완삼두근의 경우 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도가 증가하였고, 통계적으로 유의하였다($p<.05$). 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도는 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다.
3. 푸시업 굽힘동작에서 중부 승모근의 경우 지지면 간격을 좁게 할수록 근 활성도는 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도는 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다.
4. 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작에서 모

두 하부 승모근의 경우 지지면을 좁게 할수록 근 활성도는 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다.

5. 푸시업 굽힘동작에서 전거근의 경우 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도가 증가하였고, 통계적으로 유의하였다($p<.05$). 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도는 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다.
6. 푸시업 굽힘동작에서 광배근의 경우 지지면 간격을 넓게 할수록 근 활성도가 증가하였고, 통계적으로 유의하였다($p<.05$). 푸시업 플러스 동작에서는 지지면 간격에 따라 근 활성도의 변화가 있었지만 통계적으로 유의하지 않았다.

본 연구에서는 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작을 통해 선택적 근력강화를 위한 효과적인 운동 방법을 제공하기 위함이며 각 근육별로서는 상완삼두근의 근력 강화시 좁은 지지면 간격에서의 푸시업 굽힘 운동 방법이, 전거근과 광배근의 근력 강화시 넓은 지지면 간격에서 실시한 푸시업 굽힘 운동 방법이, 대흉근의 근력강화시 좁은 지지면 간격에서 실시한 푸시업 플러스 운동이 효과적이라 할 수 있으며 환자를 대상으로 실시하지는 않았지만 무릎을 굴곡시키거나 벽을 이용한 방법 등의 다양한 변화로 실제 임상적 적용이 가능하리라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2008 김천대학 우수인력양성 전문대학 교육역량 강화사업 지원으로 수행되었으며 연구성과 향상지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 박경용. 벤치 프레스 운동 시 벤치 각도에 따른 대흉근의 근전도 분석. 인천대학교 대학원 석사논문. 2003.

- 박수연. 경기종목에 따른 견관절, 주관절, 슬관절, 요추부 굴근 및 신근의 등속성 근력에 관한 연구. 미간행 박사학위논문, 경희대학교 대학원, 1998.
- 박준상, 전혜선, 권오윤. 푸시업플러스(Push-up plus)운동시 견갑골 익상 유무에 따른 어깨 안정근의 근활성도 비교. 한국전문물리치료학회지. 14(2); 44-52, 2007.
- 오재섭, 박준상, 김선엽 등. 슬링(sling)과 고정된 지지면에서의 팔굽혀펴기 동작 시 근 활성도 비교. 한국전문물리치료학회지, 10(3);29-4, 2003.
- 위승두, 박호윤, 이재현. Closed kinetic chain 운동과 open kinetic chain 운동시 근육활성도와 피로반응. 한국체육학회지, 29(3); 493-502. 2000.
- Anderson, D.S., M.F. Jackson, D.S. Kropf, G.L. Sodweberg. et al. Electromyographic analysis of selected muscles during sitting Push ups: Effects of position and sex. Phys. Ther. 64; 24-28, 1984.
- Brian D. D., Daniel J.C., Christopher P.R..et al. A review of open vs. closed kinetic chain exercise for lower extremity rehabilitation. Clin. Exer. Phys. 1(2); 57-63. 1999.
- Blackard DO, Jensen RL, Ebben WP. Use of EMG analysis in challenging kinetic chain terminology. Med Sci sports Exerc. 31(3); 443-448, 1999.
- Cools AM, Witvrouw EE, Declercq, Danneels LA, Cambier DC. Scapular muscle recruitment patterns: Trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. Am J Sports Med. 31(4); 542-549, 2003.
- Curl, L.A & Warren R.F. Glenohumeral joint stability. Clin. Orthopaed. Rel.Res, 330; 54-65. 1999.
- Magee DJ. instability and stabilization. Theory and treatment. 2nd. Seminar Workbook, 1999.
- De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. J App Biomech. 13;135-16.1997.
- Ellenbecker TS. Muscular strength relationship between normal grade manual muscle testing and isokinetic measurement of the shoulder internal and external rotators. J. Orthop. Sports Phys. Ther, 1;72. 1994.
- Ellenbecker TS, Davies GJ. Closed Kinetic Exercise. Champaign, Human Kinetics. 2001.
- Geiger, B. Training notebook:Angle play. Muscle Fitness. (1); 46-48. 2004.
- Heiderscheit BC, Rucinski TJ. Biomechanical and physiologic basis of closed kinetic chain exercise in the upper extremities. Orthop Phys Ther Clin North Am. 9; 209. 2000.
- Kelli J. Stoelting, BS, ATC, EMT-B: The effects of hand placement on muscle activation during a closed kinetic chain exercise in physically active females. The University of Toledo. Submitted as partial fulfillment of the requirements for the Masters of Science Degree in Exercise Science, May. 2008.
- Knapik, J.J., M.A. Sharp, M. Canham-Chervak, K. Hauret, J.F. Patton, and B.H. Jones. Risk factors for training-related injuries among men and women in basic combat training. Med. Sci. Sports Exerc. 33; 946-954. 2001.
- Lear, L.J. and M.T. Gross, An Electromyographical Analysis of the Scapular stabilizing Synergists During a Push-up Progression. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 28(3); 146-257, 1998.
- Le Veau, B. and Anderson, G. Output Forms: Data analysis and Applications. In U.S. Department of Health and Human Services. selected Topics in surface Electromyography for use in the Occupational settings, 70-99, 1992.
- 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.
- Mathiassen SE, Winkel J, Hagg GM. Normalization of

- surface EMG amplitude from the upper trapezius muscles in ergonomic studies: A review. *J Electromyogr Kinesiol.* 5(4); 197-226, 1995.
- Mottram SL. Dynamic stability of the Musculoskeletal System. Missouri, Misby Inc. 2002.
- Moseley J.B. Jobe F.W, et al. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am. J. Sports Med.* 20(2), 1992.
- Paine RM, Voight M. The role of the scapular. *J Orthop sports Phys Ther.* 18(1); 386-391, 1993.
- Robert M. Cogley, Teasha A. Archambault, Jon F. Fibeger, Mandy M. Koverman, James W. Youdas, and John H. Hollman. Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise. Mayo clinic college of medicine, Rochester, Minnesota; 2005.
- Sahrmann SA. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. Missouri, Mosby Inc. 2002.
- Soderberg GL. Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. *Phys Ther.* 80(5); 485-498, 2000.
- Taylor RA, et al. Knee position error detection in closed and open kinetic chain tasks during concurrent cognitive distraction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 28; 81, 1998.
- Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA, et al. The effects of muscle fatigue on the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *J Orthop Sports Phys Ther.* 23; 348-352, 1996.
- Weede, T. and W. J. Kraemer. Muscle and fitness blueprint for arms. *Muscle Fitness Insert*; 2002.

논문접수일(Date Received) : 2008년 07월 30일
 논문수정일(Date Revised) : 2008년 08월 25일
 논문게재승인일(Date Accepted) : 2008년 09월 10일