

푸시 업 자세 시 팔굽관절 각도와 어깨넓이 간격에 따른 4구획별 배 곧은근 근활성도 비교

문교훈¹, 김경훈²

¹삼육서울의료원, ²김천대학교 물리치료학과

The Comparison of Muscle Activity in 4 Sections of Rectus Abdominis by The Distance of The Shoulder Width and The Angle of The Elbow Joint in The Position of Push-Up

Kyo Hoon Moon,¹ Kyung Hun Kim²

¹Dept. of Physical Therapy, Sahmyook Seoul Medical Center

²Dept. of Physical Therapy, Gimcheon university

ABSTRACT

Background; This study was to investigate effects of distance of muscle activity of 4 sections of rectus abdominis(RS-RA, LS-RA, RI-RA, LI-RA) by the shoulder width(x0.5, x1.0, x1.5) and the angle of the elbow joint(0°, 45°, 90°) **Method :** This study was conducted on 20 healthy male and 20 female adult. respectively, elbow joints were maintained at 0 °, 45 °, and 90 ° flex postures on The shoulder width is 0.5, 1.0, and 1.5 times. at the same time 4 sections of rectus abdominis were measured using EMG with maintaining isometric contraction of the rectus abdominis for 5 seconds. **Results;** The results were as follows: First, muscle activity of 4 sections of rectus abdominis(RS-RA, LS-RA, RI-RA, LI-RA) by angle of the elbow joint(0°, 45°, 90°) was a statistically significant(p<0.05), Second, muscle activity of 4 sections of rectus abdominis(RS-RA, LS-RA, RI-RA, LI-RA) by the shoulder width(x0.5, x1.0, x1.5) was a statistically non-significant **Conclusion;** It was found to be most effective to perform arm posture with rectus abdominis muscle strength exercise.

Key words ; EMG, Rectus Abdominis, Push up

I. 서론

현 푸시 업 운동은 일상생활 속에서 상지 근력을 강화시킬 수 있는 대표적인 단힌사슬운동이다 (Lehman 등, 2008). 또한 푸시 업 운동은 상지의 근력평가를 위해 주로 사용되고 있으며(Ebben 등, 2011), 어깨손상환자를 위한 재활운동프로그램에도 사용이 된다(Lippit 등, 1993; Dillman 등, 1994; Rogol 등, 1998; Uhl 등, 2003). 푸시 업 운동은 손의 위치에 의해 동원되는 근육의 활성도가 달라지기 때문에 위팔뼈의 벌림 각도를 어떻게 해야 하는지의 여부는 매우 중요한 요소라 할 수 있다(홍용과 김용권, 2014).

푸시 업 운동은 푸시다운 과정(descending Phase)에서는 편심성(eccentric) 수축을 하고 푸시 업 과정(ascending phase)에서는 구심성(concentric) 수축을 한다. 운동을 하는 동안 구심성 수축을 할 때보다 편심성 수축을 할 때 더 많은 에너지가 사용되어지기 때문에 훈련을 하거나 재활과정에서 강도 높은 훈련을 위해 편심성 수축을 한다고 하였다(Donkers 등, 1999; Park과 Yoo, 2011).

이러한 푸시 업 운동의 주동근은 주로 큰 가슴근과 윗팔 세갈래근, 앞뒹근 등이 있으며 이는 벤치 프레스와 동일한 근육근이 부하가 작용된다(김은영 등, 2008). 하지만 푸시 업은 벤치 프레스와는 달리 체간을 중력에 저항하여 자세를 유지하는 요소가 포함되기에 필연적으로 배 곱은근에 부하가 추가적으로 작용한다.

배 곱은근을 포함한 중심 근육들은 인체의 모든 힘과 운동성이 발생하는 곳으로 우리가 몸을 움직일 때마다 중심을 잡아주고 근 골격구조를 적절히 안정화시켜 줌으로써 중요한 근육과 뼈들을 보호하는 역할을 하며, 중심 근육은 대근육과 국소근육으로 구분된다. 대근육은 다분절성 근육이라 할 수 있고, 몸에 가해지는 중력이나 무거운 물건을 들어 올리는 등 외적 부하에 대해 균형을 유지하는 근육들이다.

체간에는 배속빚근, 배바깥빚근, 배 곱은근, 허리뼈 주위근이 포함된다. 동작 방향과 변화가 큰 외재적 부

하의 크기에 반응하기 때문에 외력으로부터 균형을 잡고, 이동하는데 사용되고, 위상성 또는 역동적 근육으로 몸통이나 엉덩관절 굽힘을 위한 주동근으로 사용한다. 그리고 못갈래근, 가시돌기 사이근이 국소근육에 포함된다.

그러나 푸시 업 운동이나 자세의 따른 어깨주변근육의 활성도의 대한 연구는 많은 반면, 배 곱은근 근 활성도의 따른 연구는 부족하기 때문에, 본 연구에서는 푸시 업 시 어깨넓이 간격과 팔굽관절 각도에 따라 오른쪽 위, 왼쪽 위, 오른쪽 아래, 왼쪽 아래의 배 곱은근 근 활성도에 어떠한 차이가 있는지를 조사하였다. 이러한 연구는 푸시 업의 운동 설계 시 자세변화와 체간 근육과의 상관관계에 대한 척도로써 매우 유용할 것이라 생각된다. 근 활성도의 유의한 차이에 대해 신뢰성을 얻기 위해서 배 곱은근을 4구획으로 나누어 실시하였다.

본 연구의 목적은 어깨 통증이 없는 G대학교 젊은 대학생 남녀를 대상으로 푸시 업 자세에서 어깨넓이 간격과 팔굽관절 각도에 따라 근 피로도가 다르다고 가정하여 어깨넓이 간격을 0.5배, 1.0배, 1.5배와 팔굽관절 각도 0°, 45°, 90° 굽힘에서의 각각의 4구획별 배 곱은근의 근활성도가 어떠한 차이가 있는지를 규명함으로써 임상에서 배 곱은근 근력운동 시 푸시 업 자세에 대한 효과적인 어깨넓이 간격과 팔굽관절 각도를 제시하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 G 대학교에 재학생으로 최근 6개월 이내에 어깨관절의 통증이 없으며, 수술병력이 없는 남녀 대학생 20명을 대상으로 2015년 3월 18일부터 3월 31일 까지 14일간 실시하였다.

2. 연구도구

푸시 업 자세 동작시 중요하게 작용하는 배 곱은근



그림 1. Noraxon USA, INC. tele myo 2400T G2) 와 사용 테이블

의 근 활성도를 측정하기 위해 근전도기계(모델 , Noraxon USA, INC. tele myo 2400T G2)를 사용하였다. 남년의 근력차이가 심하기 때문에 형평성을 위해 높낮이 테이블(HB81-00, LINKAN)을 사용하여 높이로는 45cm로 동일하게 측정하였다(그림 1).

3. 측정 방법

근전도 기계를 통해 푸시 업 자세동안의 배 곱은근의 좌·우 상부 배 곱은근(Lt·Rt Upper rectus abdominis; URA), 좌·우 하부 배 곱은근(Lt·Rt Lower rectus abdominis ; LA) 4구획으로 구분하여 근활성도를 측정하였다. 연구대상자가 푸시 업 자세에서 배 곱은근의 등척성 수축을 하도록 하여 4구획을 잘 구별될 수 있도록 하였다. EMG패드 부착부위는 배꼽을 기준으로 4등분 하였을 때 배꼽 위 좌우에 각각 2개씩 부착하고 배 곱은근의 하부 부착위치는 배꼽 아래 좌우에 2개씩 부착하고, ASIS에 1개 부착하였다(그림 2).

각 근육의 활동전위를 표준화시키기 위해 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)을 사용하였다. 각 근육의 최대 등척성 수축 값은 3번 측정하여 평균값을 구하였으며, 최대 등척성

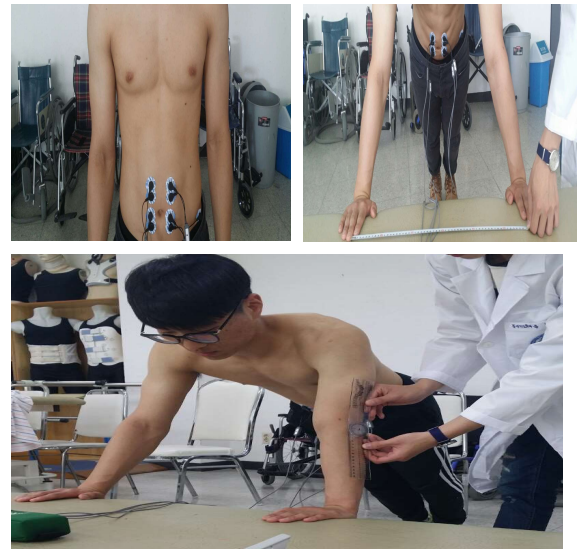


그림 2. EMG패드 부착부위 및 측정자세

수축 시 5초간 자료 값을 구한 후, 처음과 끝부분의 각 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 % 최대 등척성 수축(%MVIC)으로 사용하였다.

팔꿈관절 각도는 푸시 업 자세 시에서 관절각도기(goniometer)로 팔꿈치 굴곡 각도를 각각 0°, 45°, 90°를 측정하여 정확한 자세를 유지하도록 하였다(그림 2). 배 곱은근의 피로도를 감안하여 각 운동간 휴식시간을 10분으로 하였다.

어깨넓이 간격은 푸시 업 자세에서 줄자로 견봉돌기(acromion)간의 거리를 각각 0.5배, 1.0배, 1.5배 측정하여 정확한 자세를 유지하도록 하였다. 거리는 푸시 업 자세시 세 번째 손가락 마디끝을 기준점으로 잡았다.

4. 운동방법

본 연구는 시작 전 대상자들에게 연구에 관한 목적과 방법, 절차에 관하여 충분한 설명 후 동의하였으며 푸시 업 자세에 대한 교육을 일주일간 실시하였다.

푸시 업 자세에 대한 모든 연구 대상자는 push-up bar를 잡고 엎드린 자세에서 아래와 같이 실시하였다.

시작자세는 손을 어깨 넓이로 벌린 다음, 팔을 바닥에 수직으로 하고 팔꿈치를 완전히 펴고, 양발을 모으

고 몸을 일직선으로 유지하고 귀, 견봉, 넙다리뼈 큰 돌기, 복사뼈를 평행하게 하였으며 양 손의 간격은 어깨 넓이를 각각 0.5배, 1.0배, 1.5배로 벌린 상태에서 팔굽관절의 각도를 각각 0°, 45°, 90° 굽힘자세로 유지시켰으며 이 자세에서 배 곧은근의 등척성 수축을 각각 5초간 유지하며, 배 곧은근을 4구획으로 각각 측정하였다. 이때 정확한 측정을 위해 5초 중 앞뒤 1초를 제외하였다.

5. 자료분석

자료분석은 상용 통계 프로그램인 IBM SPSS Statistics ver.21.0을 사용하여 일반적인 특성을 기술통계, 어깨넓이간격과 팔굽관절 간격간의 유의성 검정은 이원배치분산분석(two-way ANOVA)과 사후검정(Duncan)을 실시하였고 통계적 유의수준은 α는 0.05로 설정 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

변수	연구대상자(n=20)
나이(세)	22.15±2.90 ^a
신장(cm)	168.45±7.75
체중(kg)	63.15±9.64
BMI	22.13±2.20

^a평균±표준편차

2. 어깨넓이 간격과 팔굽관절 각도 변화에 따른 배 곧은근 근활성도

어깨 넓이별 굽힘 각도에 따른 배 곧은근 근활성도를 알아보기 위한 결과는 표 2와 같다.

오른쪽 윗배 곧은근에서 어깨넓이 0.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 99.32±3.04, 45°는 48.48±17.55,

표 2. 어깨넓이 간격과 팔굽관절 각도 변화에 따른 배 곧은근 근활성도 비교 (단위 : %MVIC)

		0.5배	1.0배	1.5배
RS-RA	0°	99.32±3.04 ^a	98.74±4.68	100.00±00.00
	45°	48.84±17.55	45.69±19.73	49.54±16.01
	90°	69.27±18.08	69.25±17.01	69.89±17.43
LS-RA	0°	100±00.00	100±00.00	100±00.00
	45°	44.86±13.78	45.86±16.98	42.27±15.09
	90°	65.29±16.66	65.85±12.64	65.74±15.43
RI-RA	0°	100±00.00	100±00.00	100±00.00
	45°	48.04±16.18	40.27±9.62	49.62±13.84
	90°	69.19±15.72	59.01±15.01	69.39±15.32
LI-RA	0°	100±00.00	100±00.00	100±00.00
	45°	42.77±13.71	40.91±13.83	43.99±14.79
	90°	61.73±14.37	64.17±16.29	62.71±12.82

^aMean±SD

RS-RA: right superior-rectus abdominis

LS-RA: left superior-rectus abdominis

RI-RA: right-inferior-rectus abdominis

LI-RA: left inferior-rectus abdominis

90°는 69.27±18.08의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1배로 하였을 때 0°의 근활성도는 98.74±4.68, 45°는 45.69±19.73, 90°는 69.25±17.01의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 49.54±16.01, 90°는 68.89±17.43의 근활성도를 나타내었다.

왼쪽 윗배 골은근에서 어깨 넓이 0.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 44.86±13.78, 90°는 65.29±16.66의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1 배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 45.86±16.98, 90°는 65.85±12.64의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 42.27±15.09, 90°는 65.74±15.43의 근활성도를 나타내었다.

오른쪽 아랫배 골은근에서 어깨 넓이 0.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 48.04±16.18, 90°는 69.19±15.72의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 40.27±9.62, 90°는 59.01±15.01의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 49.62±13.84, 90°는 69.39±15.32의 근활성도를 나타내었다.

왼쪽 아랫배 골은근에서 어깨 넓이 0.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 42.77±13.71, 90°는 61.73±14.37의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 40.91±13.83, 90°는 64.17±16.291의 근활성도를 나타내었으며, 어깨 넓이 1.5배로 하였을 때 0°의 근활성도는 100±00.00, 45°는 43.99±14.79, 90°는 62.71±12.82의 근활성도를 나타내었다.

Mauchly 구형성 검정 결과를 만족하였고 배 골은근 근활성도에서 개체-내 효과검정에서 각 팔굽관절 각도별 유의한 차이가 나타나 개체-내 대비검정을 살펴본 결과 0°와 45°, 0°와 90°에서 유의한 차이가 나타났으므로, 이는 각도에 따른 배근의 근활성도에 차이가 있음을 나타내며 0°에서 가장 큰 활성도를 나타내었고, 45°에서 가장 낮은 활성도를 나타내었다. 개체-간 효과검정에서 어깨 넓이별 배근의 근활성도는 오른쪽

표 3. 어깨 넓이 간격과 팔굽관절 각도 변화에 따른 근활성도 개체-내 효과검정 및 대비검정 결과

		F	p	
RS-RA	관절각도	242.578	.000*	
	관절각도	45° 및 0°	425.159	.000*
	관절각도	90° 및 0°	152.654	.000*
	관절각도*어깨 넓이	1.0배 및 0.5배	.105	.901
		1.5배 및 0.5배	.007	.953
LS-RA	관절각도	475.957	.000*	
	관절각도	45° 및 0°	789.762	.000*
	관절각도	90° 및 0°	315.000	.000*
	관절각도*어깨 넓이	1.0배 및 0.5배	.292	.748
		1.5배 및 0.5배	.008	.992
RI-RA	관절각도	430.793	.000*	
	관절각도	45° 및 0°	962.241	.000*
	관절각도	90° 및 0°	296.683	.000*
	관절각도*어깨 넓이	1.0배 및 0.5배	2.754	.072
		1.5배 및 0.5배	2.989	.058
LI-RA	관절각도	564.430	.000*	
	관절각도	45° 및 0°	993.390	.000*
	관절각도	90° 및 0°	390.043	.000*
	관절각도*어깨 넓이	1.0배 및 0.5배	.241	.786
		1.5배 및 0.5배	.142	.868

*p<.05

RS-RA: right superior-rectus abdominis

LS-RA: left superior-rectus abdominis

RI-RA: right-inferior-rectus abdominis

LI-RA: left inferior-rectus abdominis

표 4. 어깨 넓이 간격과 팔굽관절 각도 변화에 따른 오른쪽 윗배 골은근 근활성도 개체-간 효과검정 결과

		F	p
어깨 넓이	RS-RA	.219	.804
	LS-RA	.088	.916
	RI-RA	3.787	.029*
	LI-RA	.038	.963

*p<.05

RS-RA: right superior-rectus abdominis

LS-RA: left superior-rectus abdominis

RI-RA: right-inferior-rectus abdominis

LI-RA: left inferior-rectus abdominis

아랫배 골은근의 근활성도에서 유의한 차이가 있음을 확인했다. 사후검정을 실시한 결과, 1.0와 0.5배, 1.0배와 1.5배에서 유의하였으며, 0.5배와 1.5배는 유의하지 않았다. 나머지 구역에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 3)(표 4).

IV. 고찰

본 연구는 푸시 업 자세에서 팔꿈 관절 각도와 어깨 넓이 간격에 따른 배 골은근의 부위별 근활성도를 비교하여 다양한 자세에 따른 배 골은근 활성의 효율성을 논하고자 실시되었다.

Marshall과 Murphy(2005), Vera-Garcia 등(2000)은 배 골은근을 포함한 코어 근육의 활성도는 안정된 면보다 스위스 볼과 같은 불안정한 면에서 실시될 때 더욱 증가된다고 보고하였고, 이는 불안정한 면에서의 동작은 같은 자세를 지속적으로 유지하기 위해서 체중과 균형감각을 잘 이용해야 하며, 균형을 유지하기 위하여 근신경계의 상호협력 수축(co-activation)과 협응성을 증진시키기 때문이라고 보고하였다(성혜련 등, 2005).

비록 본 연구에서는 선행연구와 같이 푸시업을 불안정한 지지면에서 실행하진 않았지만 푸시 업 자세에서 첫째 양 손의 간격이 좁아질수록 기저면(BOS)이 감소되기에 자세의 안정성이 줄어들면서 배 골은근의 활성도가 높아질 수 있다고 예상할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 어깨넓이의 변화에 따른 배 골은근 4구획별 활성도는 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

어깨넓이 간격에 따른 푸시 업 자세에 관한 다른 선행연구를 보면 Robert 등(2005)은 푸시 업이 어깨관절의 수평내전과 팔굽관절 신전의 복합적인 움직임이 요구되는 방법으로서 손의 위치 변화에 따른 푸시 업은 큰 가슴근이나 위팔 세갈래근의 두 근육중 하나의 근육만 분리할 수 있다고 주장하였고, Weed와 Kraemer(2002)는 좁은 손 위치로 푸시 업을 실시했을 때 위팔 세갈래근이 더 활성화된다 하였으며, Geiger(2004)는 손을 넓게 잡고 벤치프레스를 했을 때 움직임은 푸시 업과 유사하며 상완삼두근의 활동이 감소되고 큰 가슴근의 단독활동이 더 많이 나타난다고 하였다. 따라서 간격이 변하면서 발생하는 근 활성도의 변화는 대부분이 상지에서 일어나기에 배 골은근에 대한 배 골은근에 대한 상대적 변화가 미미했던

것이 아닌가 사료된다.

본 조사에서는 팔꿈 관절 각도에 따른 4구획별 배 골은근의 근활성도는 모든 양팔 간격에서 유의한 차이를 나타내었으며 그것은 0°, 90°, 45° 순서로 높은 활성도를 나타내었다.

이러한 결과는 자세를 유지하기 위해 엉덩이 동작의 범위 증가는 척추의 중립자세를 유지하려는 코어 안정화 근육들을 자극하여 근활성도를 증가시켰다(Marshall과 Murphy, 2005). 또한 신윤아(2014)는 팔을 굽혀서 버티는 푸시 업 자세보다 팔을 펴서 지탱하는 푸시 업 자세 시 더 높은 코어 위치가 불안정성을 증가시켜 코어 근육을 활성화 시킨다는 보고와 같이 본 조사에서도 0°일 경우 4구획별 배 골은근 근활성도가 가장 높게 나타났다는 것을 알 수 있었다.

배 골은근의 활성도가 가장 낮았던 팔꿈 45° 관절 각도 자세에 대해서 비록 푸시 업 자세 중 팔꿈 관절 각도에 따른 배 골은근 활성도와 상관관계를 연구한 논문이 부족한 탓에 명확한 근거를 제시하기에는 어려움이 있었으나, 본 조사에서 배 골은근의 활성도가 가장 낮았던 원인을 Moseley 등(1992), Decker 등(2003), Ludewig 등(2004)은 푸시 업은 전거근의 중부 섬유와 하부섬유의 높은 활성화를 보여주는데, 푸시 업 운동은 전거근을 포함한 견갑골 주위 근육들의 근활성도를 높이는 가장 적절한 운동이고, 박수경(2005)은 자세가 낮아지면 상대적으로 자세의 불안함으로 전거근의 동원이 증가되며 이로 인해 상대적으로 실험자가 배 골은근에 대한 집중의 부재로 근 활성도가 떨어진다는 주장과 같이 푸시 업 자세 시 4구획별 배 골은근 근활성도는 45°는 가장 낮게 나타났음을 알 수 있다.

또한 오재섭 등(2003)은 슬링에서의 푸시 업 동작이 고정된 지지면에서 보다 큰 가슴근의 근활성도가 유의하게 높았다고 하였으며, 위팔 세갈래근의 경우는 슬링과 고정된 지지면에서의 차이는 없었으나 주관절의 각도가 45도 일 때 근활성도가 높았다고 하였다. 때문에 팔꿈 45° 관절각도에서 앞뿔근이나 위팔 세갈래근, 큰 가슴 등과 같은 푸시 업 자세의 주동근육들은 팔꿈 관절 45도에서 actin 과 myosin의 중첩이 가

장 많이 일어나기에 이 각도에서 가장 큰 주동근 근활성도를 야기하기에 상대적으로 이 각도에서 가장 낮은 배근의 활성화가 일어났다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 푸시 업시에 팔굽관절 각도와 어깨넓이 간격에 따른 배 곧은근의 근활성화를 4구획으로 구분하여 측정하였다.

1. 팔굽관절 각도에 따른 4구획별 배 곧은근 근활성도는 0°, 90°, 45°의 순으로 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).
2. 어깨넓이 간격에 따른 4구획별 배 곧은근 근활성도에서는 유의한 차이가 없었다.

위와 같은 결론으로 배 곧은근의 근력운동으로는 팔을 편자세로 실시하는 것이 가장 효과적인 것을 알 수 있었고, 어깨넓이에 대한 배 곧은근의 근력운동은 앞으로도 조사가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

공원태. 정상 성인에 있어 배부근 스트레칭 운동과 복부근력강화 운동이 척추 유연성에 미치는 영향. 대한정형도수치료학회지. 2006;12(1);1-15

김도현, 김태호, 정도영, 등. 글라스톤 기법을 이용한 연부조직가동술과 자가근막이완술이 넙다리뒤근 유연성에 미치는 영향. 2014;9(4);455-463

김병곤, 임미선, 서현규. 트레드밀 전·후방 보행에서 경사도와 속도에 따른 넙다리내갈래근 테이핑 적용 시 근활성도 비교. 대한정형도수치료학회지. 2009;15(2);50-62

김은영, 박흥기, 안병현, 등. 지지면 간격변화에 따른 푸시업 굽힘동작과 푸시업 플러스 동작시 상지 근육의 활성화도 비교. 대한물리치료과학회지. 2008;15(3);31-41

김진섭, 이동엽. 다른 지면 조건에서의 푸시 업 플러스 운동이 어깨 안정근의 근 활성화도에 미치는 영향. 디지털정책연구. 2012;10(1);399-405

김현미, 이소윤. 엘리트 육상선수와 태권도 선수의 등속성 운동능력에 관한 비교 연구. 한국산학기술학회논문지. 2011;12(6);2691-2697

노태환, 김정효, 박시백, 이나나. 팔 굽혀 펴기에 대한 생체역학 분석. 대한물리의학회지. 2009;4(4);269-274

박근호, 김덕술. 수축중인 근육막에서 actin과 myosin 결합의 구조변화에 관한 연구. 한국유화학회지. 2008;25(3);380-387

박수경, 이현옥, 김종순, 등. 안정한 지지면과 불안정한 지지면에서 팔굽혀펴기 운동시 견갑골 주위 근육의 근활성도 비교. 대한정형도수치료학회지. 2005;11(2);71-82

박준상, 전해선, 권오윤. 푸시업 플러스(push-up plus) 운동 시 견갑골 익상 유무에 따른 어깨안정근의 근활성도 비교. 한국전문물리치료학회지. 2007;14(2);44-52

성혜련, 양점홍, 김미숙, 강문선, 강주성. 스위스 볼 운동이 양로원 남성 고령자의 기능적 체력 및 자세동요에 미치는 영향. 발육발달학회지. 13(1);91-99

송영희, 권오윤. 관절각도에 따른 근 피로도와 등척성 훈련 전이효과. 대한인간공학회지. 2006;25(4);93-101

신윤아. TRX의 다양한 플랭크 동작 시 동작 난이도와 불안정성에 따른 코어 안정화 근육의 활성화도 변화 비교. 운동학 학술지. 2014;16(4);31-41

오재섭, 박준상, 김선엽, 등. 슬링과 고정된 지지면에서의 팔굽혀펴기 동작 시 근 활성화도 비교. 한국전문물리치료학회지. 2013;10(3);29-40

장정훈, 양승훈, 강경두, 등. 지지면 차이에 따른 안정화 운동 시 몸통의 근활성도에 미치는 효과. 대한임상전기생리학회지. 2011;9(2);31-38

전용진, 정성대, 김시현, 등. 푸시 업 플러스 시 근전도 바이오피드백을 이용한 전거근의 선택적 강화,

- 한국전문물리치료학회지. 2011;18(1);1-8
- 하성민, 민경진, 최홍식. 팔 내리기 동작 시 시각적 바이오피드백 훈련이 전거근과 상부 승모근의 근활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2008;15(2);38-43
- 홍성홍, 김형철, 길재호. 3가지 유형의 복근 운동시 상하부 복직근 및 대퇴굴곡근 근활성도 비교. 대한운동사회 스포츠건강의학 학술지. 2006;8(1);1-9
- 홍용, 김용권. 푸시 업 운동 시 위팔뼈 벌림 각도에 따른 어깨주변근육의 활성도. 운동과학 학술지. 2014;23(4);324-329
- Aarshasbi A, Faghieh Zadeh S. The effect of exercise on the intensity of low back pain in pregnant women, *Int J Gynaecol Obstet.* 2005;88(2);271-275.
- Cogley, Robert M, Archambault. teasha A, et al. Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise. 2005;19(3);485-720
- Dong-hyun Kang, So-young Jung, Dong-hun Nam, et al., The Effects of Push-ups with the Trunk Flexed on the Shoulder and Trunk Muscles. 2014;26(6);909-910
- Ekstrom. RA, Donatellil. RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2007;37(12);754-762
- Geiger B. Training notebook;Angle play. *Muscle Fitness.* 2014;(1);46-48
- JEFFERY F, VOSSEN:JOHN F, KRAMER:DARREN G. BURKE:DEBORAH P.VOSSEN. Comparison of Dynamic Push-Up Training and Plyometric Push-Up Training on Upper-Body Power and Strength. 2000;14(3);248-253
- Maria A. Sarti-MID-Manuel Monfort, MS-Maria A, et al. Muscle Activity in Upper and Lower Rectus Abdominus During Abdominal Exercises. 1996;77(12);1293-1297
- Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercise on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2005;86(2);242-249
- 논문접수일(Date Received) : 2017년 4월 12일
 논문수정일(Date Revised) : 2017년 5월 30일
 논문게재승인일(Date Accepted) : 2017년 6월 5일