

Original Article

Open Access

근수축 형태(유지-이완과 수축-이완 기법)에 따른 어깨 굽힘근과 펴근의 근활성도 비교

이현옥 · 권유정[†]

부산가톨릭대학교 물리치료학과, ¹동의과학대학교 물리치료과

Comparison of Muscle Activity during Hold-Relax and Contraction-Relax Techniques

Hyun-Ok Lee · Yu-Jeong Kwon[†]

Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

¹*Department of Physical Therapy, Dong-Eui Institute of Technology*

Received: November 28, 2014 / Revised: February 23, 2015 / Accepted: February 28, 2015

© 2015 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: This study aimed to examine the activity of the shoulder flexor and extensor when hold-relax and contraction-relax techniques were applied with shoulder joint flexion.

Methods: The subjects of this study were 15 healthy women. With the shoulder joint flexion at 0° and 90°, hold-relax and contraction-relax techniques were applied for the same submaximal resistance to measure the activities of the deltoid muscle anterior fiber, deltoid muscle posterior fiber, pectoralis major fiber, and latissimus dorsi muscle with surface electromyography. An independent t-test was conducted in order to compare activities of each muscle according to the two techniques.

Results: When the hold-relax and contraction-relax techniques were applied with the shoulder joint flexion at 0°, the activities of the shoulder flexor and extensor were not significantly different, but the activity of the flexor was higher when the contraction-relax technique was applied than when the hold-relax technique was applied. When the hold-relax and contraction-relax techniques were applied with the shoulder joint flexed at 90°, the activities of the shoulder flexor and extensor were not significantly different, but the activity of the extensor was relatively higher than when the flexor was at 0°.

Conclusion: When the hold-relax and contraction-relax techniques were applied with the shoulder joint flexion at 0°, the activities of the shoulder flexor and extensor were not significantly different, but the activity of the flexor was higher when the contraction-relax technique was applied than when the hold-relax technique was applied. When the hold-relax and contraction-relax techniques were applied with the shoulder joint flexed at 90°, the activities of the shoulder flexor and extensor were not significantly different, but the activity of the extensor was relatively higher than when the flexor was at 0°.

Key Words: Hold-relax, Contract-relax, Muscle activity

[†]Corresponding Author : Yu-jeong Kwon (yjkwon@dit.ac.kr)

I. 서론

신장 기법은 정적, 동적, 탄성적, 그리고 고유수용성 신경근 축진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)으로 분류되어진다. PNF 신장 기법은 관절가동 범위를 증가시키기 위해 효율적인 방법이며(Caplan et al, 2009; Decoster et al, 2005; Ferber et al, 2002; Higgs & Winter, 2009; Magnusson et al, 1996; Mitchell et al, 2007) 스포츠와 재활에서 일반적으로 사용되어진다 (Sheard et al, 2009; Weng et al, 2009). PNF 기법은 주로 정적인 신장이 포함되며, 신장하고자 하는 근육의 유지-이완(Hold-relax)과 수축-이완(Contract-Relax, CR)이 대표적이다(Chalmers, 2004, Guissard & Duchateau, 2006; Olivo & Magee, 2006).

유지-이완은 정적인 저항에 대항하여 정적 수축을 유발시키는 것으로 느린 연축근섬유를 강화하고 보충하고자 하며 환자가 움직이려는 의도가 없으며, 치료사가 먼저 움직이려고 하고 그것에 대해 환자는 유지하는 것으로 통증감소, 안정성을 촉진하고 관절가동 범위를 증가하기 위해 사용되어진다(Adler, 2008). 반면 수축-이완은 정적인 저항에 정적 수축을 유발시키는 것은 같지만 저항에 대항해서 계속 움직이려고 하는 것으로 빠른 연축근섬유를 강화하고 보충하고자 하며 환자가 움직이려고 할 때 치료사가 유지시키는 힘을 가하는 것으로 등장성수축으로 증가된 범위에서 수축과 이완을 유도하여 유연성을 증가시키고자 한다 (Adler, 2008). 이러한 유지-이완기법과 수축-이완 기법은 단기간의 관절가동범위 증진을 위한 효과적인 방법이라고 제시하였으며, 관절가동범위의 즉각적인 변화는 근절의 연장율의 증가에 의해 야기되어지며 일부 연구자들은 통증의 역치와 신장의 내성이 증가한 결과라고 제시하였다(Sady et al, 1982).

그러므로 유지-이완과 수축-이완 기법에 대한 선행 연구들은 대부분 유연성에 초점을 두고 있다. Daniel 등(2011)은 짧아진 근육과 짧아진 근육과 무관한 근육에 수축-이완 기법을 적용했을 때 유연성에 미치는 영향을 연구하였고 Emilio 등(2011)과 Feland 등(2001)

은 PNF의 유지-이완과 수축-이완기법과 수동적 신장 기법이 유연성에 미치는 영향들을 연구하였다. Susan 등(2006)과 Ferber 등(2002)은 직·간접적인 수축-이완 기법 동안 근육의 활성도와 유연성을 비교하였다. 이처럼 대부분의 선행 연구들은 두 기법이 유연성에 미치는 영향에 대해 연구 하였고 근활성도에 대한 연구들은 수축-이완 기법에서 직·간접적인 방법을 비교하였다.

두 기법 모두 정적인 수축 형태를 가지지만 수축하는 동안 움직임에 대한 의도를 가지고 있는 것과 없는 것으로, 또는 등척성 수축과 약간의 움직임을 허용하는 등장성수축으로 나누어 질 수 있으므로 수축동안 근육의 활성도가 다를 것으로 생각되어진다. 하지만 이 두 기법동안 근육의 활성도에는 어떤 변화를 보이는지에 대한 연구는 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 어깨관절 굽힘에 대한 유지-이완과 수축-이완의 기법을 적용하였을 때 어깨관절 굽힘근과 편근의 활성도를 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 연구의 목적과 진행 방법에 대한 설명을 듣고 이에 자발적으로 참여를 동의한 20대 중 최근 6개월 이내에 근골격계 질환으로 인한 통증이나 병력이 없는 여자 15명을 대상으로 하였다. 측정자가 도수로 저항을 가하여 근활성도를 측정함으로써 연구대상이 측정자보다 힘이 강할 때 최대하 부하로 저항을 주는데 어려움이 있어 여성만을 대상으로 선정하였다. 모든 참가자는 연구의 일관성을 위해 오른손잡이로 선정하였다.

2. 측정 도구 및 절차

1) 측정 도구

유지-이완과 수축-이완 기법 시, 대상자들의 오른쪽

삼각근 앞 섬유, 삼각근 뒤 섬유, 큰가슴근, 넓은등근의 활성도를 측정하기 위해 표면근전도(TeleMyo DTS Telemetry, Noraxon, USA)를 사용하였다. 표면근전도 시스템에 디지털 처리된 근전도 신호는 개인용 컴퓨터에서 (주) Noraxon의 MyoResearch XP 1.06 Master Edition을 이용해 처리하였다. 근전도 신호는 표면 전극으로 기록하였으며 전극을 부착하기 전 피부로부터 생성되는 근전도 신호에 대한 저항을 최소화시키기 위해 필요한 경우 체모를 제거한 후 전극의 피부 부착 부위를 알콜 솜을 이용해 깨끗하게 닦아주었다. 표면 전극은 각 근육의 표준화된 위치에 부착하였다(Criswell, 2010). 삼각근 앞 섬유는 견봉 앞쪽에서 세손가락 넓이만큼 아래에 부착하고 삼각근 뒤 섬유는 견봉 뒤 가장자리에서 두 손가락 넓이만큼 아래에 부착한다. 큰가슴근(복장뼈 섬유)은 겨드랑이 주름으로부터 2cm 앞쪽으로 가로 흉곽에서 근육이 돌출된 부위에 부착하고 넓은등근은 어깨뼈의 아래 각에서 4cm아래, 척추와 가쪽 모서리 사이의 1/2 지점에 부착하였다.

2) 측정 절차

측정하기 전에, 연구 대상자들에게 실험 방법과 과정을 충분히 설명하고 대상자 모두 실험의 내용을 이해하고 참여에 동의하였다. 두 기법을 시행하기 전에 각 근육의 최대 수의적 등척성 수축을 개인적 차이를 표준화하기 위해 실시하였다. 근전도의 표준화 과정은 이전에 제시된 방법을 참고하였다(Cram et al, 1998). 실험은 두 기법을 어깨관절 굽힘 0°와 90° 굽힘 자세에서 굽힘 방향으로 각각 3번씩 실시하였다. 두 기법을 적용할 때 가해지는 힘의 크기를 동일하게 유지하기 위해서 Commander™ Muscle Tester(Jtech Medical Ind., Salt Lake City, UT)를 이용하여 팔꿈관절 위에 굽힘에 대한 저항을 주었다. 저항의 크기는 최대한 강도로 적용하였다. 각 범위에서 유지 시간은 5초, 휴식시간은 30초로 하였으며 두 기법의 적용 순서는 무작위로 시행하였다. 유지 시간은 두 기법을 적용할 때 근육의 수축형태에 따라 근활성도를 알아보고자 함으로써 수축 시간을 5초로 하였다(Kendall et al,

Table 1. General characteristics of subjects(n=15)

Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)
23.8±1.68	162.1±4.17	51.5±4.64

NOTE. Each value represents the mean±SD.

2005).

유지-이완 기법은 대상자에게 움직이지 않도록 지시하고 점차로 힘을 가하였으며, 반면 수축-이완은 대상자에게 올리라고 한 다음 움직이지 않도록 검사자가 저항을 가하였다. 먼저 적용한 기법의 저항의 크기를 기록하여 두 번째 적용하는 기법에서도 동일한 크기의 저항을 적용하였다. 이때 획득된 5초간의 값을 전 후 1초씩 제외하고 3초의 값을 실효평균값(RMS, root mean square)으로 산출하여 각각의 근육에 대한 최대 수의적 등척성 근수축에 대한 비율(%MVIC)로 표준화하여 비교 분석하였다.

3. 자료 처리 및 분석

수집된 자료는 SPSS Win 20 통계프로그램을 이용하여 처리하였다. 두 운동 기법에 따른 각 근육들의 근활성도를 비교하기 위해 독립표본 t검정(independent t-test)을 실시하였고 유의수준은 p <0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

2. 어깨 관절 0°에서의 근활성도

어깨관절의 0°에서 유지-이완과 수축-이완을 하는 동안 어깨 근육의 활성도는 표2와 같다. 삼각근 앞섬유와 뒷섬유, 큰가슴근과 넓은등근 모두 두 기법 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). 하지만 유지-이완 기법에서는 수축-이완기법보다 굽힘에 대한 길

Table 2. Muscle activation during 2 techniques in 0° position(%MVC)

	0° H-R	0° C-R	P
DA	28.16±11.60	33.47±12.04	0.33
DP	8.97±3.22	9.03±2.58	0.14
PM	28.36±13.12	38.83±16.81	0.96
LD	6.06±3.61	5.26±3.09	0.60

H-R: Hold- relax, C-R: Contract-relax,
DA: Deltoid anterior, DP: Deltoid posterior,
PM: Pectoralis major, LD: Latissimus dorsi,
NOTE. Each value represents the mean±SD.

Table 3. Muscle activation during 2 techniques in 90°position(%MVC)

	90° H-R	90° C-R	P
DA	52.93±19.97	57.57±19.28	0.33
DP	47.52±14.58	47.5±15.15	0.14
PM	46.99±21.87	49.29±24.97	0.96
LD	27.22±11.36	21.45±12.34	0.60

H-R: Hold- relax, C-H: Contract-relax,
DA: Deltoid anterior, DP: Deltoid posterior,
PM: Pectoralis major, LD: Latissimus dorsi,
NOTE. Each value represents the mean±SD.

항작용을 하는 삼각근 뒷섬유와 넓은등근의 활성도가 높게 나타나는 반면 주동근인 삼각근 앞섬유와 큰가슴근은 수축-이완기법보다 활성도가 낮게 나타나는 경향을 보였다.

3. 어깨 관절 90° 굽힘에서 근활성도

어깨관절 90° 굽힘에서 유지-이완과 수축-이완 기법 동안 어깨 근육의 활성도는 표 3과 같다. 어깨관절 90° 굽힘에서도 두 기법 간에 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 3).

4. 어깨 관절 굽힘 각도에 따른 근활성도

유지-이완과 수축-이완 기법을 어깨 관절 굽힘 각도 0°와 90° 굽힘에서 적용할 때 근육의 활성도는 표 4과 같다. 유지-이완 기법에서는 어깨 관절 굽힘 각도 0°일 때 보다 90° 굽힘에서 모든 근육의 활성도가 유의하게 증가하였고 수축-이완 기법에서는 큰가슴근을

Table 4. Muscle activation during 2 techniques at different shoulder flexion angles(%MVC)

techniques	muscles	0° position	90°position	P
H-R	DA	28.16±11.60	52.93±19.97	0.03*
	DP	8.97±3.22	47.52±14.58	0.00*
	PM	28.36±13.12	46.99±21.87	0.31*
	LD	6.06±3.61	27.22±11.36	0.01*
C-R	DA	33.47±12.04	57.57±19.28	0.07*
	DP	9.03±2.58	47.5±15.15	0.00*
	PM	38.83±16.81	49.29±24.97	0.32
	LD	5.26±3.09	21.45±12.34	0.00*

H-R: Hold- relax, C-R: Contract-relax,
DA: Deltoid anterior, DP: Deltoid posterior,
PM: Pectoralis major, LD: Latissimus dorsi,
NOTE. Each value represents the mean±SD.
*Different superscripts indicate significant differences(P< 0.05)

제외한 세 근육의 활성도가 유의하게 증가하였다 (Table 4).

IV. 고 찰

가동범위를 증가하기 위하여 사용되는 PNF의 유지-이완과 수축-이완 기법에서 적용되는 수축의 형태는 등척성 수축과 등장성수축이다. 이 두 형태의 수축은 유지-이완의 기법에 사용되는 수축은 움직임의 의도가 없으며 움직임을 허락하지 않는 등척성 수축을 의미하고, 수축-이완 기법은 움직임의 의도는 있으나 저항에 의해 움직임이 일어나지 않는 등장성수축을 의미한다.

이처럼 두 기법은 관절의 움직임을 거의 허락하지 않기 때문에 정적인 저항에 대한 정적인 수축을 유발하게 된다. 본 연구에서는 이러한 두 기법의 수축에 외부에서 가하는 저항을 동일하게 적용할 때 근 수축의 활성은 어떻게 차이가 나는지를 확인하기 위하여 운동방향을 굽힘으로 제한하여 적용하였다.

어깨 관절 굽힘 0°와 굽힘 90° 자세에서 어깨 굽힘에 대한 유지-이완과 수축-이완 기법을 적용한 결과 유의한 차이를 보이지 않았다. 본 연구 결과와 달리 여러

연구에서는 길이 변화가 없는 등척성 수축이 길이 변화를 가지는 역학적 수축에서 더 많은 활성도를 보인다고 하였다. Nakazawa 등(1993)은 근육의 활동 패턴은 근육수축형태(등척성, 구심성, 원심성)에 따라 운동 동원의 역치와 초기 발화를, 운동 동원이 활성화되는 시간 등에 의해 변화된다고 보고하였다. 근육 내 평균 최대 진폭은 역동적인 수축이 등척성 수축보다 높는데 그러한 이유는 운동단위 동원 역치가 역동적 활동에서 더 낮기 때문이다. 그러므로 상대적으로 운동단위의 동원 역치가 높은 등척성 수축에서는 적게 동원되기 때문이다(Tax, 1989).

하지만 본 연구에서는 선행 연구와 달리 등장성수축에서도 움직임 허용하지 않았기 때문에 두 기법 간에 유의한 결과를 가져오지 않은 것으로 보인다. 그리고 본 연구에서는 어깨 굽힘에 대한 단일 방향으로 동일한 크기의 저항을 가하고 표층 근육만 측정하여 비교함으로써 동일한 크기의 힘의 발생함으로써 두 기법 간에 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 생각되어진다. 본 연구와 유사하게 Madeleine 등(2001)은 손의 배측골간근에 등척성 수축과 원심성과 구심성 수축동안 근활성도를 연구한 결과 구심성 수축은 등척성 수축과 유사한 값을 보였다고 보고하였다.

어깨 관절 굽힘 0°와 굽힘 90° 자세에서의 활성도를 비교해 보면 어깨 굽힘 90° 자세에서는 중립자세에서보다 길항근의 활성도가 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 관절 주위 주동근과 길항근이 동시에 활동하는 동시 수축으로 설명할 수 있다. 이러한 동시 수축은 관절 안정성과 부하를 균일하게 배분하고 (Baratta et al, 1988) 뼈의 전위를 조절하고(Solomonow 등, 1987) 움직임의 효율성을 증가시키기 위해 발생된다(Levine & Kabat, 1952). 본 연구에서 두 기법을 적용할 때 저항의 위치를 팔꿈관절 위에 적용함으로써 지레팔에 따른 전단력이 발생하게 되고, 이는 어깨 관절 굽힘 0°보다 90° 굽힘 자세에서 어깨관절 굽힘근의 작용이 더 용이함으로 더 많은 전단력이 발생하므로 이를 최소화하기 위해 동시 수축으로 길항근의 활성도가 높게 나타났다고 생각된다. Sietske 등(2005)의

연구에서도 최대 하 등척성과 느린-역동적 수축 과제 동안 전단력을 방지하기 위하여 동시축이 일어난다고 보고하였다.

본 연구에서는 유지-이완과 수축-이완 기법을 적용할 때 같은 양의 저항에 두 다른 수축 형태가 어떻게 반응하는지를 확인하고자 하였기 때문에 PNF 패턴으로 적용하지는 않았다. 또한 어깨 관절의 굽힘근과 펌근의 표재성 근육만을 측정함으로써 PNF에서 중요시하는 돌림근의 근활성도를 알 수 없었다. 그러므로 향후 연구에서는 PNF 패턴을 이용한 유지-이완과 수축-이완 기법이 패턴에 관련된 모든 근육의 근활성도에는 어떻게 차이가 있는지 연구가 필요하다고 생각되어진다.

V. 결론

본 연구의 결과 유지-이완과 수축-이완 기법의 다른 수축 형태에 같은 양의 저항을 적용할 경우 근육의 활성도에는 유의한 차이를 보이지 않음을 알 수 있었다. 하지만 본 연구는 건강한 20대 여성을 대상으로 동일한 힘을 적용한 경우를 비교한 것이기 때문에 통증이 있는 환자를 대상으로 적용하였을 때는 달라질 수 있을 것으로 생각되어진다.

References

- Alder SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: An illustrated guide. 3rd ed. Berlin. Springer-Verlag. 2008.
- Baratta R, Solomonow M, Zhou BH, et al. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *The American Journal of Sports Medicine*. 1988; 16(2):113-122.
- Caplan N, Rogers R, Parr MK, et al. The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretch training on running mechanics. *Journal of Strength &*

- Conditioning Research.* 2009;23(4):1175-1180.
- Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomechanics.* 2004;3(1):159-183.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. 1st ed. Aspen. 1998.
- Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography, 2nd ed. Massachusetts. Jones and Bartlett Publishers. 2010.
- Daniel AA, Raphael MM, Ricardo et al. Gordon Chalmers, Uninvolved versus target muscle contraction during contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Physical Therapy in Sport.* 2011;12(3):117-121.
- Decoster LC, Cleland J, Altieri C, et al. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 2005;35(6):377-387.
- Emilio JP, Peter A. Huijbregts, et al. Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Physical Therapy in Sport.* 2011; 12(3):122-126.
- Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sport.* 2001;2(4):186-193.
- Ferber R, Osternig L, Gravelle D. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2002;12(5):391-397.
- Guisard N, Duchateau J. Neural aspects of muscle stretching. *Exercise and Sports Science Reviews.* 2006;34(4): 154-158.
- Higgs F, Winter SL. The effect of a four-week proprioceptive neuromuscular facilitation stretching program on isokinetic torque production. *Journal of Strength & Conditioning Research.* 2009;23(5):1442-1447.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. Muscles testing and Function with posture and pain. 5th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- Levine MG, Kabat H. Cocontraction and reciprocal innervations in voluntary movement in man. *Science.* 1952;6(5): 115-120.
- Madeleine P, Bajaj P, Søgaard K, et al. Mechanomyography and electromyography force relationships during concentric, isometric and eccentric contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2001;11(4):113-121.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, et al. Mechanical and physical responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 1996;77(4):373-378.
- Mitchell UH, Myrer JW, Hopkins JT, et al. Acute stretch perception alteration contributes to the success of the PNF "contract-relax" stretch. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2007;16(2):85-92.
- Nakazawa K, Kawakami Y, Fukunaga T, et al. Differences in activation patterns in elbow flexor muscles during isometric, concentric and eccentric contractions. *European Journal of Applied Physiology.* 1993;66(3): 214-220.
- Olivo SA, Magee DJ. Electromyographic assessment of the activity of the masticatory using the agonist contract-antagonist relax technique (AC) and contract relax technique (CR). *Manual Therapy.* 2006;11(2): 136-145.
- Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 1982;63(6):261-263.
- Sheard PW, Smith PM, Paine TJ. Athlete compliance to therapist requested contraction intensity during proprioceptive

- neuromuscular facilitation. *Manual Therapy*. 2009; 14(5):539-543.
- Sietske A, Idsart K, Leendert B et al. Co-contraction during static and dynamic knee extensions in ACL deficient subjects. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005;15(4):349-357.
- Solomonow M, Baratta R, Zhou BH, et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *The American Journal of Sports Medicine*. 1987;15(3):207-213.
- Susan AO, David JM. Electromyographic assessment of the activity of the masticatory using the agonist contract-antagonist relax technique (AC) and contract-relax technique (CR). *Manual Therapy*. 2006;11(2):136-145.
- Tax AJ, Denier G, Gielen CC. Differences in the activation of m. biceps brachii in the control of slow isotonic movements and isometric contractions. *Experimental Brain Research*. 1989;76(1):55-63.
- Weng MC, Lee CL, Chen CH, et al. Effects of different stretching techniques on the outcomes of isokinetic exercise in patients with knee osteoarthritis. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2009;25(6):306-315.