



## EMG 분석을 통한 요통환자의 스트레칭운동 프로그램 효과 The Effectiveness of Selected Stretching Exercise by Surface EMG on Backpain Patients

박정식 · 이경일 · 이철갑\* (조선대학교)

Park, Jung-Sik · Lee, Kyoung-Il · Lee, Chul-Gab\* (Chosun University)

### ABSTRACT

J. S. PARK, K. I. LEE, C. G. LEE. The Effectiveness of Selected Stretching Exercise by surface EMG on Backpain patients, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 2, pp. 139-146, 2005. We selected six kinds of stretching exercises that can be easily acquired and put to practical use by back pain patients and arranged the practicing order of the exercising method after measuring the % MIVC of the muscle power when a normal person was exercising with a surface EMG.

Among the patients complaining of back pain, 20 case groups were given the selected exercise and physical therapy, and 20 control groups were only given a physical therapy. Before and 2 weeks, 4weeks, 6 weeks and 8 weeks after the exercise therapy, a muscle power was measured with a fitness machine and the effectiveness of the exercise was compared. After six weeks difference of the muscle power between the case group and control group was shown, and after 8weeks the case group manifested the stronger muscle power than that of the control group in both male and female. Exercising therapy clearly seems to be helpful in strengthening the muscle power of the back pain patients.

KEYWORDS: SURFACE EMG, STRETCHING EXERCISE, BACKPAIN

### I. 서론

요통은 사람이 살아가면서 흔히 발생하는 증상 (대한정형외과학회, 2002)으로 추간판탈출증과 같은 질환뿐만 아니라 척추를 둘러싼 인대나 근육과 관절 및 척추운동과 관련된 근육들의 긴장이나 피로 또는 약해짐에 따라 유발되는 경우가 더 많다 (김진호 등 1997; Michael 등, 2002). 직장에서 요통은 작업 중에 급격한 충격이 요부에 가해져 급격하게 발생하거나 장기적으로 부적절한 작업 자세

나 반복적인 부하가 누적됨으로써 만성적으로 발생하기도 하는데 이의 예방을 위해서 작업 전후에 간단한 스트레칭운동을 하도록 권고되고 있다(카톨릭대학교, 2003).

스트레칭운동은 생체 역학적으로 근섬유 다발의 점탄성 특성을 변화시켜 근섬유의 길이를 변화시킴으로써 신체의 유연성을 증가시켜 근골격계의 손상을 줄일 수 있으며, 또한 건강한 사람뿐만 아니라 통증으로 고통당하는 사람들에서도 불안감이나 우울감을 감소시켜 이를 이겨내려는 여러 가

지 긍정적인 정신심리적 욕구와 안정감을 유발한다고도 한다(Guszkowska, 2004; Yeung, 1996; Byrne, 1993). 그렇지만 운동 방법이 여러 가지로 복잡하거나 습득하기 어려울 때 또는 시간이 많이 소요될 때에는 운동 효과에 대해서는 알고 있으면서도 회피하기가 쉽다. 이에 장소나 시간에 구애받지 않고 운동장비나 도구 없이도 서서 쉽게 간단히 할 수 있는 적절한 운동 동작을 선정하여 권고하는 것이 직장에서 갑작스러운 부하에 의해 발생하는 요통을 예방하는데 이용할 뿐만 아니라 실제 요통으로 고통당하는 작업자들에게도 도움이 될 수 있다(Khalil 등 1992 ; 김종균 등, 2004).

그렇지만 간단하고 쉬운 스트레칭운동이라 하더라도 근육에 가해지는 부하 정도가 어떠한지를 파악하여 가능하면 처음에는 근육활동량이 작은 것에서 점차 많은 운동방법으로 시행하는 것이 바람직할 것이다(김의수 등, 2003). 요즘에는 운동시에 작용하는 여러 근육들의 전체적인 긴장도를 피부 표면에 전극을 부착하는 통증 없이 측정할 수 있는 표면근전도가 개발되어 사용됨에 따라 요통환자들에서도 이를 활용하는 연구들이 활발하다(Alexiev 등, 1994; Ambroz 등, 2000; Anders 등, 2001; Neblett 등, 2003). 요통환자들에게 적당하다고 판단되어지는 스트레칭운동을 선정하여, 표면근전도를 이용하여 운동 시 근육의 수축이나 긴장도를 측정 결과에 따라 순서등을 정해, 이를 실제 요통 환자들에게 적용시켜 스트레칭운동 효과가 있는지를 확인하여 이를 권장하는 과학적 근거를 제시하고자 연구를 시행하였다.

## II. 연구방법

### 1. 허리 운동방법 선정

요통을 호소하는 환자에게 평소 수시로 적당한 운동을 하도록 권장하기 위해 알려진 여러 가지 스트레칭운동 중에서 <그림 1과> 같이 몸통운동 3가지와 다리운동 3가지 총6가지를 선정하였다.

운동 순서를 정하기 위해 남녀 각 10명씩 정상인 20명을 대상으로 운동동작 중 부하가 낮은 것부터 높은 것으로 10회 정도 할 수 있는 무게를 비율로 환산하여 허리 움직임과 관련이 있는 근육들의 근활동정도를 근전도로 측정하여 최대근전도 값을 산출하였다. 실험대상자들의 나이, 키 및 체중 평균은 남자는 27.0±3.4세, 171.5±3.5cm, 68.0±3.6kg이었고, 여자는 26.3±4.5세, 160.8±4.3cm, 59.1±4.3kg이었다.

측정 대상자들은 21~35세 사이 피험자들로서 스포츠센터의 회원들이며, 이들에게 연구자가 취지를 충분히 설명하여 동의를 얻은 후 위의 스트레칭운동들에 익숙해지도록 사전 교육을 실시하였다. A 자세는 양손을 각지 끼고 머리 위 올려 고개를 숙인 이후 양 엄지손가락을 턱에 대고 목뒤로 젖혀 들기와 좌우로 한손으로 서서히 머리 당겨주기이며, B는 양발을 벌리고 양손을 들고 좌우로 허리 비틀기 동작, C는 양손으로 무릎잡고 좌우로 어깨 비틀기 동작, D는 양발을 벌리고 양손을 뺀 무릎 굽히기 동작, E는 좌우로 번갈아 가며 양손으로 무릎잡고 위로 올려주기 동작, F는 좌우로 한 손으로 발끝 잡고 뒤로 당겨주기 동작으로 이들 동작을 약 10~15초씩 유지하도록 하였다.

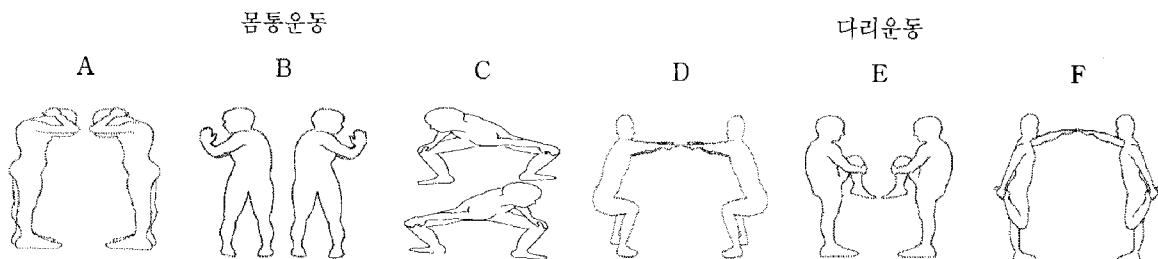


그림 1. 선정된 스트레칭운동

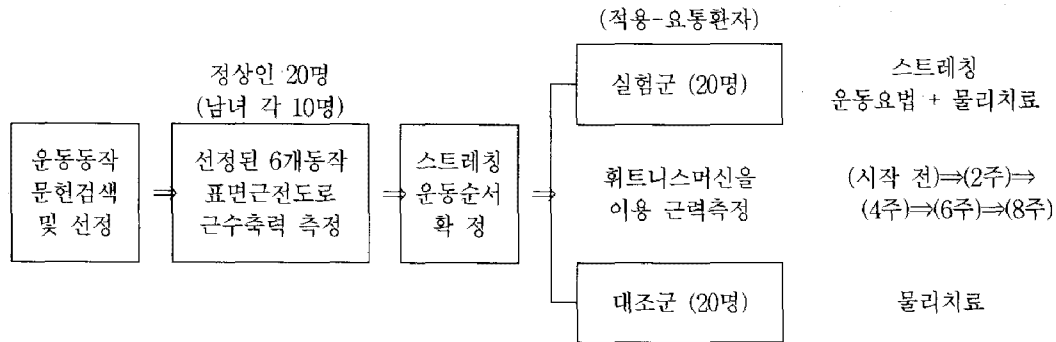


그림 2. 연구방법 개요

이들 동작의 근력 부하 정도를 알아보기 위해 미국 Cadwell사의 SierrII 근전도기를 이용하여 몸통운동 A~C 동작은 광배근과 승모근 및 복근에서, 다리운동 D와 E는 햄스트링근과 대퇴사두근을, F 동작은 대퇴사두근과 비복근에서 운동 시에 진폭을 측정하였다. 표면전극을 부착할 때는 주위의 땀이나 열기 화학물질의 저항을 제거하기 위해 피부와 전극을 의료용 알코올로 깨끗이 닦아 내었으며, 실내 온도가 22~24℃인 일정한 조건하에서 측정하였다. 각각 동작 간에 근육 부위별 근전도 진폭을 비교하기 위해 동작을 3번씩 반복 측정하여 얻은 근전도 파형들 진폭 평균값(RMS, Root Mean Squared)을 구하였는데, 측정된 이들 RMS 값은 측정 대상자들의 나이와 성별 및, 근육 단면의 크기, 피부 두께 등 피험자 개별성에 의해서도 영향을 받기 때문에 보정하기 위해, 최대한 근육에 등척성 힘을 3번 정도 가하게하여 얻은 MVIC(Maximum Voluntary Isometric Contraction) 평균값으로 나누어 정규화한 %MVIC를 구하였다.

## 2. 선정된 운동방법의 적용과 비교평가

근전도를 통해 근육부하가 낮은 운동부터 높은 운동순서를 선정한 이후, 요통으로 병원에 치료를 받기 위해 통원치료 중인 30~50세 사이의 남녀 각 20여명을 무작위로 선정하여 실험군 20명에게는 운동방법을 숙지하도록 충분히 교육시키고 하루 중 오전, 오후에 최소 2번 이상씩 실시하도록 하고, 대조군 20명에게는 시행중인 물리치료만을 받

도록 하였다. 환자들은 모두 병력이나 방사선학적 검사 등에서 수술적 치료가 필요 없다고 판단된 작업과 관련하여 발생한 단순 요통 환자들이었다.

실험군과 대조군에 대해 시작하기 전 및 시작 2주, 4주, 6주, 8주 후에 휘트니스기구로 최대근력을 측정하여, 시간 경과에 따라 요통환자에서 물리치료와 함께 운동요법을 실시하는 것이 근력회복에 미치는 효과를 보고자하였다. 최대근력은 몸통근력의 경우 Twist, Abdominal, Lower Back machine을, 하지근력의 경우 Leg press, Calf machine(Technogym, Italy)등을 사용하였다. 근력측정 시 최대근력은 준비운동을 하고 난 뒤 가벼운 중량으로 5~10회를 들고 나서 충분한 휴식을 취한 후 임의의 무게를 선정하여 4회 이상 들도록 하고 5분 정도 휴식을 취한 후 이를 5Kg씩 중량을 증가하도록 하여 최대 한번만 들 수 있는 무게로 하였다.

## 3. 자료분석

운동종류별 근전도 진폭 값은 각 동작 시의 굴곡 작용을 하는 근과 신전작용을 하는 근육 또는 외전을 일으키는 근육과 내전을 일으키는 근육들의 %MVIC 값과 이의 합을 성별로 평균과 표준편차 및 최소값, 최대값을 표시하였다. 운동요법을 실시한 실험군과 대조군의 시간별 최대근력 측정값은 SPSS 12.0의 반복측정분산분석(Repeated measured for ANOVA)법으로 변화를 비교하였다. 이를 간략히 도식화하면 <그림 1>과 같다.

### Ⅲ. 결과 및 논의

#### 1. 선정된 운동 동작별 근력 부하량

선정된 스트레칭운동 동작 시 몸통운동인 손을 깍지 끼고 머리 위 올려 고개를 숙인 이후 양 엄지 손가락을 턱에 대고 목뒤로 젖혀 들기와 좌우로 한 손으로 서서히 머리 당겨주는 A동작은 광배근과 승모근에서의 표면근전도의 %MVIC 값의 합이 남자에서  $241.8 \pm 60.6 \mu V$ , 여자에서는  $226.6 \pm 45.9 \mu V$  이었다. 양발을 벌리고 양손을 들고 좌우로 허리 비트는 B동작의 경우는 남자에서  $354.1 \pm 46.2 \mu V$ , 여자에서  $329.4 \pm 72.1 \mu V$  이었으며, 양손으로 무릎잡고 좌우로 어깨 비트는 C동작은 남자에서  $372.1 \pm 89.8 \mu V$ , 여자에서  $348.0 \pm 41.5 \mu V$ 로 A-B-C 동작 순으로 표면근전도의 %MVIC 값이 높았다. 다리운동 D와 E의 햄스트링근과 대퇴사두근에서의 %MVIC 값의 합은 남자에서 각각  $339.2 \pm 52.6 \mu V$ ,

$468.9 \pm 39.7 \mu V$ , F 동작은 대퇴사두근과 비복근에서 %MVIC 값 합이  $750.7 \pm 45.6 \mu V$ 이었고, 여자에서는  $301.0 \pm 47.1 \mu V$ ,  $425.4 \pm 47.7 \mu V$ ,  $678.1 \pm 66.5 \mu V$  로 D-E-F 순으로 높았다 <표 1>.

배근력은 등(back) 이외의 상지나 흉부 근육들에서 발휘되는 종합근력이라 할 수 있는데, 등의 표면층을 이루는 승모근이나 광배근은 척추기립근과 같이 직접 척추운동을 하는데 관련하지는 않지만 척추를 지지하는데 관여하고 작업장에서 흔히 물건을 들어 올리는 동작을 할 때에 차지하는 배근력에서 차지하는 비율이 매우 크다. 또한 햄스트링근은 척추를 신전시킬 때에 척추기립근 및 대둔근근과 함께 주요하게 작용하는 근육으로 이의 유연성이 떨어지면 상대적으로 척추기립근 등에 과도한 부담을 주어 좌상을 일으키기가 쉽다. 본 연구에서 정상인들을 대상으로 선정된 운동 동작들의 근력을 측정된 결과 몸통운동은 A-B-C 순으로, 다리운동

표 1. 동작별 표면근전도의 평균 %MVIC

단위( $\mu V$ )

운동동작	남 자				여 자			
	평 균	표준편차	최소값	최대값	평 균	표준편차	최소값	최대값
A	241.8	60.6	(136.0 -	330.6)	226.6	45.9	(144.5 -	287.3)
(굴곡근)	49.7	27.6	( 24.1 -	92.5)	65.4	21.5	( 32.4 -	93.4)
(신전근)	192.1	59.5	(103.4 -	301.2)	161.2	44.4	(102.1 -	211.0)
B	354.1	46.2	(270.5 -	426.3)	329.4	72.8	(216.6 -	415.0)
(내선근)	108.5	23.9	( 84.1 -	151.2)	103.5	22.9	( 76.9 -	142.4)
(외선근)	245.6	41.7	(186.4 -	301.4)	225.9	64.8	(132.4 -	312.4)
C	372.1	89.8	(240.6 -	531.9)	348.0	41.5	(282.3 -	419.1)
(내선근)	45.1	26.1	( 12.4 -	86.4)	46.9	19.3	( 14.3 -	73.1)
(외선근)	327.0	89.1	(203.4 -	499.8)	301.1	28.7	(263.1 -	346.0)
D	339.2	52.6	(269.2 -	427.5)	301.0	47.1	(221.9 -	368.2)
(굴곡근)	33.1	6.1	( 26.4 -	43.2)	39.5	13.6	( 22.1 -	56.1)
(신전근)	306.1	52.8	(241.1 -	391.1)	261.5	47.9	(198.3 -	324.1)
E*	468.9	39.7	(397.4 -	520.4)	425.4	47.7	(333.9 -	468.8)
(굴곡근)	176.1	31.5	(121.1 -	204.1)	181.1	31.6	(119.8 -	214.1)
(신전근)	292.8	31.6	(236.3 -	336.3)	244.3	29.7	(198.9 -	286.6)
F**	750.7	45.0	(681.2 -	828.3)	678.1	66.5	(593.1 -	816.7)
(굴곡근)	268.6	25.3	(223.1 -	301.1)	233.3	35.5	(198.7 -	291.1)
(신전근)	482.1	41.2	(396.4 -	532.2)	444.8	58.8	(381.6 -	544.2)

t-test, p값 \* 0.040, \*\* 0.011

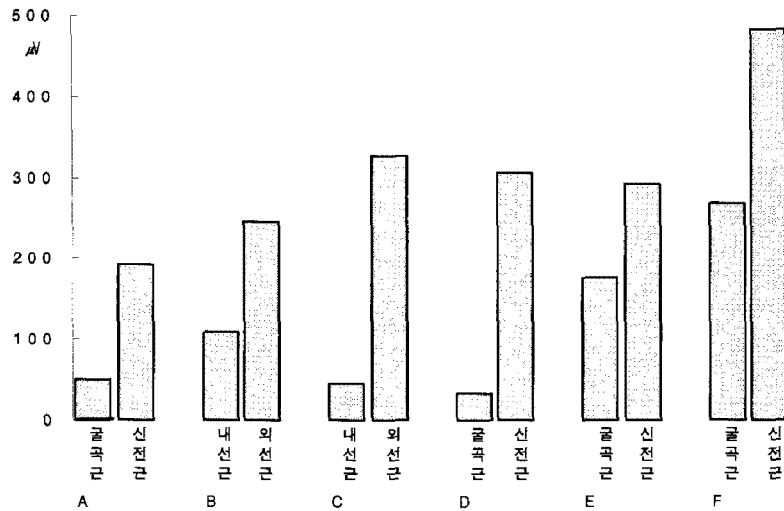


그림 3. 동작별 표면근전도 값 (남자)

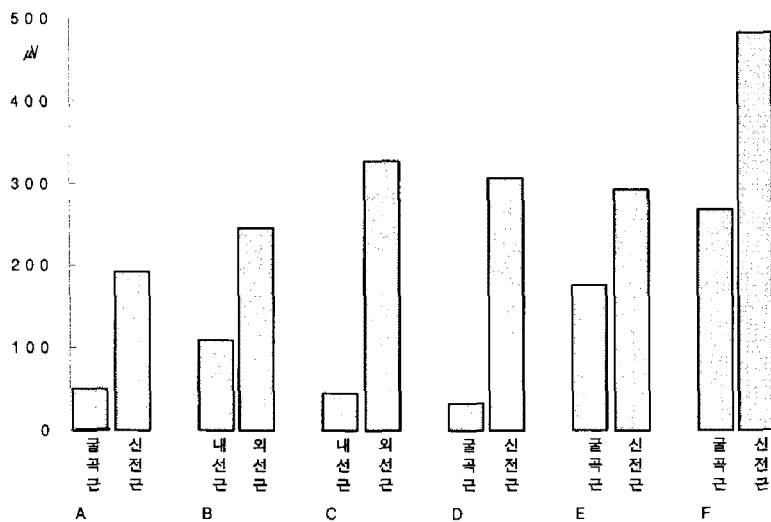


그림 4. 동작별 표면근전도 값 (여자)

은 D-E-F 순으로 높은 값을 보였고, 좌우로 한 손으로 발끝 잡고 뒤로 당겨주는 F동작은 몸통운동의 동작들에 비해 배정도이었는데, 운동을 권고할 때 낮은 강도로 서서히 근육이 수축하게 함으로써 근육의 운동 능력을 늘리고자 하였다.

본 연구의 측정대상자들을 상대로 한 측정한 표면근전도 %MVIC값은 E), F 동작에서는 남자가 여자에 비해 유의하게 높았으나 A, B, C, D 동작에서는 남녀 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

## 2. 요통 환자들에서 운동요법 시행에 따른 효과

요통을 호소하는 환자들 중 실험군에게는 전기치

료 등 물리치료를 시행하면서 위에서 개발한 스트레칭운동의 효과에 대해서 설명하고, 매일 최소 하루 2회 이상씩 하도록 권고하여 내원할 때마다 이를 확인한 반면 대조군에게는 물리치료만을 시행하면서 트위스트, 어브도미널, 로우백, 래그프레스와 칼프로 근력을 측정하였다.

〈표 2의〉 남자에서 측정한 근력의 전체 합은 대조군에 비해 실험군 간에 운동요법 시작 전에  $179 \pm 16.4\text{kg}$ 과  $178.0 \pm 17.1\text{kg}$ 으로 차이가 없었으며, 이는 2, 4, 6주까지도 2 군간에 유의한 차이를 보이지 않았는데, 8주째에는 대조군의  $212.5 \pm 19.1\text{kg}$ 에 비해 실험군에서는  $249.5 \pm 22.2\text{kg}$ 으

표 2. 운동요법 시행 경과에 따른 남자의 근력 측정의 평균 값

측정머신		그룹	시작전		2주 후		4주 후		6주 후		8주 후		
트 위 스트	트	대조군	18.5	3.3	22.0	4.2	24.0	5.1	25.0	7.0	28.5	8.8	
		실험군	16.5	2.4	22.5	3.5	20.0	2.3	26.0	4.5	33.5	4.7	
어 브 도 미 널		대조군	21.0	5.1	23.0	6.7	22.5	5.8	25.0	5.7	28.0	5.8	
		실험군	20.5	3.6	26.0	4.5	24.0	4.5	29.5	4.9	37.0	4.2	
로 우 백		대조군	36.5	7.0	35.5	7.2	36.0	7.7	38.0	5.8	41.0	4.5	
		실험군	36.5	7.8	36.5	7.8	40.0	8.1	45.0	7.1	49.5	6.8	
래 그 프 래 스		대조군	72.0	6.3	71.5	5.7	73.0	4.8	73.0	4.8	72.0	4.2	
		실험군	72.0	6.3	71.0	6.9	73.0	4.8	78.0	6.3	79.5	8.3	
칼 프		대조군	31.0	3.9	39.5	5.5	39.5	5.5	42.0	6.3	43.0	4.2	
		실험군	32.5	5.4	37.5	5.8	43.0	5.3	46.0	5.6	50.0	5.2	
전 체		대조군	179.0	16.4	191.5	23.5	195.0	23.8	203.0	25.4	212.5	19.1	*
		실험군	178.0	17.1	193.5	21.2	200.0	19.7	224.5	24.7	249.5	22.2	*

\* 각 주별로 전체 근력의 t-test에서 8주째에서만 p값=0.001

로 유의한 차이를 보였다(p값=0.001). 이러한 현상은 단순히 권고한 스트레칭체조만을 한다고 해서 근력이 증가하기 보다는 시간이 지나면서 근육의 손상이 회복되면서 근력이 증가하는데 운동요법을 실시하는 군에서는 이러한 현상이 가속화되어 6~8주가 되어야 효과를 보이기 때문일 것으로 추

정된다. 또한 실제로 실험군에서 추적 면담 결과에서도 권고한 운동요법을 숙달하여 자연스럽게 할 수 있는 시기도 약 4주 정도가 경과하여야 하였으며, 통증의 완화 및 근력의 회복에 자신감을 가지고 스스로 적극적으로 임하기 때문인 것으로 보인다.

표 3. 운동요법 시행 경과에 따른 여자의 근력 측정의 평균 값

측정머신		그룹	시작전		2주 후		4주 후		6주 후		8주 후	
트 위 스트	트	대조군	11.0	3.1	9.5	2.8	10.5	3.6	11.0	3.1	12.5	2.6
		실험군	13.0	2.5	13.0	2.5	11.5	2.4	13.0	2.5	16.5	3.3
어 브 도 미 널		대조군	9.5	2.8	11.5	2.4	11.0	2.1	14.0	3.9	14.5	4.3
		실험군	12.5	3.5	13.0	4.2	14.5	4.9	18.5	8.5	21.5	5.7
로 우 백		대조군	17.5	4.2	18.0	5.3	19.0	5.1	21.5	4.1	22.5	5.4
		실험군	18.5	7.4	18.5	6.6	19.5	5.5	21.0	6.5	27.0	5.3
래 그 프 래 스		대조군	32.5	5.4	35.5	6.8	36.0	5.6	37.0	5.3	41.5	10.1
		실험군	31.0	8.4	30.5	8.9	36.5	10.2	43.0	9.4	45.0	11.5
칼 프		대조군	22.5	3.5	22.5	3.5	23.0	3.4	24.0	5.1	25.5	4.3
		실험군	22.5	2.6	24.0	3.1	27.0	2.5	28.0	2.5	31.0	3.1
전 체		대조군	93.0	11.1	97.0	13.1	99.5	12.5	107.5	13.5	116.5	20.5
		실험군	97.5	17.8	99.0	17.7	109.0	20.2	123.5	22.6	141.0	20.7

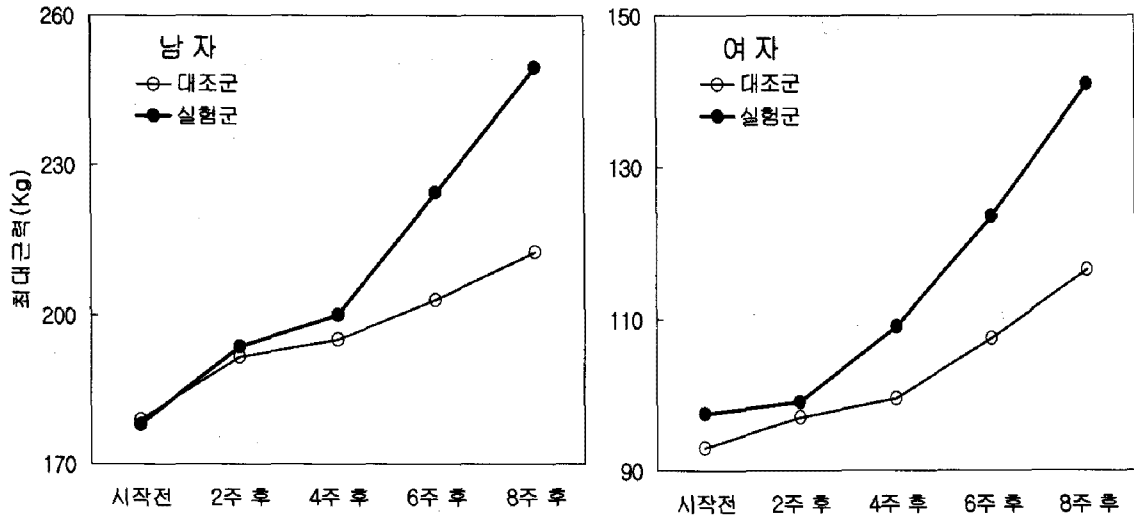


그림 5. 스트레칭운동 요법에 따른 대조군-실험군의 근력 측정값 추이  
(반복측정분산분석, 실험군-대조군 간  $p$ 값 0.045, 각 그룹내 변화  $p$ 값 0.000)

〈표 3의〉의 여자에서도 측정된 근력의 전체 합이 대조군에 비해 실험군 간에 운동요법 시작 전에  $93.0 \pm 11.1\text{kg}$ 과  $97.5 \pm 17.8\text{kg}$ 으로 차이가 없었으며, 이는 2, 4, 6주까지도 남자와 마찬가지로 2군 간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 8주째에 대조군의  $116.5 \pm 20.5\text{kg}$ 에 비해 실험군에서는  $141.0 \pm 20.7\text{kg}$ 으로 유의한 차이를 보였다( $p$ 값 = 0.016). 이러한 점에서는 남녀 모두 비슷한 양상을 보였다. 이는 운동이 만성요통의 통증을 감소시키고, 관절운동 범위를 증가시키며, 인대나 건을 능동적으로 신장시켜 혈류를 증가시킬 뿐만 아니라 근육의 불균형을 조정하여 근육의 피로를 감소시키기 때문인 것으로 보여(이경일 등, 2005), 요통환자에서 운동요법을 적어도 8주 이상 지속적으로 실시하는 것이 좋을 것으로 보인다.

이렇게 2주 간격으로 측정된 최대근력 전체 합은 물리치료만 시행한 대조군이나 스트레칭운동과 물리치료를 병행한 실험군에서 시간이 지남에 따라 근력이 증가되었는데, 2군 간에 근력이 증가하는 정도에 있어서는 남자 실험군의 경우 6주가 지나면서 8주째에 대조군  $212.5 \pm 19.1\text{kg}$ 에 비해  $249.5 \pm 22.2\text{kg}$ 으로, 여자의 실험군의 경우는 대조군  $116.5 \pm 20.5\text{kg}$ 에 비해  $141.0 \pm 20.7\text{kg}$ 으로 더 빠르게 증가하는 경향을 나타내었다(그림 2).

또한 통증을 호소하는 정도도 시간이 지나면서 심한 통증은 대조군이나 실험군에서 점차 줄어들었으나, 면담 시 통증 정도는 여러 가지 주변 상황에 따라 편차가 심해 이번 분석에서 제외한 한계점이 있으나, 앞으로 이를 보다 더 면밀히 보완하여 통증과 근력 변화 간에는 어떤 관련이 있는지 연구해야 할 것으로 생각된다.

### III. 결 론

요통 환자들이 쉽게 배워서 활용할 수 있는 스트레칭동작 6 종류를 선정, 정상인에서 표면근전도로 운동시 근육들의 %MIVC를 측정하여 운동방법 실시 순서를 정하였다. 요통을 호소하는 환자들 중 실험군 20명에게는 선정된 운동과 기존의 물리치료 하도록 하고, 대조군 20명에게 물리치료만 시행 하도록 한 후, 운동요법 시작 전과 2주 및 4, 6, 8주 후에 휘트니스머신을 이용하여 근력을 측정하여 운동효를 비교하였다.

측정된 근력은 6주 후부터 대조군에 비해 실험군에서 차이를 보이기 시작하여, 8주 후에는 남녀 모두에서 대조군에 비해 실험군에 비해 더 높은 근력을 나타내어 운동요법이 요통환자들의 근력강화에 도움을 주는 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 김의수, 김태원, 강신욱, 최승권 (2003). 운동요법1-스트레칭의 과학적 원리. 서울: 학술자료사.
- 김종균, 이승주 (2004). 업무관련 근골격계질환 중 목과 어깨의 통증에 대한 스트레칭 운동 효과 분석. 한국체육학회지, 43(3), 655-666.
- 김종균, 이승주 (2004). 업무관련 근골격계질환 중 목과 어깨의 통증에 대한 스트레칭 운동 효과 분석. 한국체육학회지, 43(3), 655-666.
- 김진호, 한태륜 (1997). 재항의학. 서울: 군자출판사.
- 대한정형외과학회(2002). 정형외과학 제5판. 서울: 최신의학사.
- 이경일, 김권영, 이철갑 (2005). 근전도를 이용한 직업성 요통환자의 좌우 요부근력 및 복합운동효과분석. 한국스포츠리서치 16(1), 53-59.
- 이경일, 김권영, 이철갑, 김영수 (2005). 복합운동이 직업성 요통환자의 건강 체력에 미치는 효과. 한국스포츠리서치 16(1), 131-138.
- 카톨릭대학교 예방의학교실 (2003). 산업보건학 제3판. 서울: 수문사.
- Alexiev AR(1994). Some differences of the electromyographic erector spine activity between normal subjects and low back pain patients during the generation of isometric trunk torque. Electromotor Clin Neurophysiol 34(8), 495-499.
- Ambroz C, Scott A, Ambroz A, Talbott EO (2000). Chronic low back pain assessment using surface electromyography. J Occup Environ Med, 42(6), 660-669.
- Anders C, Sprott H, Scholle HC (2001). Surface EMG of the lumbar part of the erector trunci muscle in patients with fibromyalgia. Clin Exp Rheumatol, 19(4), 453-455.
- Hess JA, Hecker S (2003). Stretching at work for injury prevention: issues, evidence, and ecommendations. Appl Occup Environ Hyg, 18(5), 331-8.
- Khalil TM, Asfour SS, Martinez LM, Waly SM, Rosomoff RS, Rosomoff HL (1992). Stretching in the rehabilitation of low-back pain patients. Spine, 17(3), 311-7.
- Michael Adams (2002). *The Biomechanics of Back pain*. Toronto: Churchill Livingstone.
- Neblett R, Mayer TG, Gatchel RJ (2003). Theory and rationale for surface EMG-assisted stretching as an adjunct to chronic musculoskeletal pain rehabilitation. Appl Psychophysiol Biofeedback. 28(2), 139-146.

투 고 일 : 04월 30일

심 사 일 : 05월 10일

심사완료일 : 05월 20일