

## 요부 안정화 운동에 따른 몸통 근육들의 근활성도 비교

최희수

삼성제일병원 물리치료실

권오윤

연세대학교 보건과학대학 물리치료학과, 보건환경대학원 인간공학치료학과 및

보건과학연구소

이충휘, 전해선

연세대학교 보건과학대학 물리치료학과 및 보건과학연구소

오재섭

연세대학교 대학원 재활학과

### Abstract

### The Comparison of Trunk Muscle Activities During Sling and Mat Exercise

**Choi, Hee-soo, M.Sc., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, Samsung Cheil Hospital

**Kwon, Oh-yun, Ph.D., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Dept. of Ergonomic Therapy, The Graduate School of Health and Environment, Yonsei University

Institute of Health Science, Yonsei University

**Yi, Chung-hwi, Ph.D., P.T.**

**Jeon, Hye-seon, Ph.D., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Institute of Health Science, Yonsei University

**Oh, Jae-seop, M.Sc., P.T.**

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

The purpose of this study was to verify the most effective spinal stabilization exercises program by comparing the activities of muscles contributing to spinal stabilization during four types of exercises using a sling and a mat. Twenty healthy males were recruited and each subjects performed four types of exercises. Exercise 1 was performed in a quadruped position with the subjects lifting the left arm and the opposite leg on the mat. Exercise 2 was performed in a prone position while holding a sling with the right hand and the left knee was fully extended while lifting the left arm and right leg. Exercise 3 was performed in quadruped position while holding a sling with one the right hand and lifting the opposite arm and leg. In exercise 4, subjects were instructed to maintain a balance push-up position while holding slings with both hands in 10 cm forward reaching with extended elbows. Electromyographic (EMG) activities were recorded from the multifidus, external oblique, internal oblique, abdominal rectus, and erector spinalis muscles during the exercises. The EMG amplitude of each muscle was normalized to the amplitude in the maximal voluntary isometric contraction (MVIC) of each muscle. Repeated ANOVA

and Bonferroni's tests were used to compare the differences in the muscle activity according to the types of exercise. The EMG amplitudes of all the muscles were significantly different according to the types of exercises ( $p < .05$ ). The highest EMG activities of each muscle was as follow; multifidus was 73.38%MVIC in exercise 3, the erector spinalis was 40.03%MVIC in exercise 3, the external oblique was 135.88%MVIC in exercise 4, the internal oblique was 128.60%MVIC in exercise 4, and the rectus abdominalis was 95.24%MVIC in Exercise 4. The types of exercises showed a significant difference in composition rate of EMG amplitudes of each muscle ( $p < .05$ ). EMG composition rate of the multifidus was high in exercise 1 and 3. However, EMG composition rates of the external oblique, internal oblique, and the rectus abdominals were high in exercise 2 and 4. These results showed differences in EMG activities of muscles contributing to trunk stabilization during different therapeutic exercises. Therefore, the type of exercise should be carefully selected to effectively strengthen a specific trunk stabilizer.

**Key Words:** Electromyography; Multifidus; Sling; Stabilization exercise.

## I. 서론

요통은 많은 사람들이 경험하는 증상 중의 하나로 성인 중 80% 이상이 일생동안 한번쯤 경험하고 있으며, 사회가 산업화될수록 그 발생 빈도가 증가되고 있다. 요통은 거의 대부분 보존적인 치료 방법으로 완화되지만 일부 요통환자들에서 12주 이상 통증이 지속되는 경우가 있다. 이것을 만성요통이라고 분류한다(Anthony, 1995). 만성요통은 일상 활동을 제한시키는 질환으로, 만성 질환 중 심혈관 질환을 제외하고는 가장 흔히 병원을 방문하게 하는 원인 중의 하나이다(Carpenter와 Nelson, 1999). 또 요통치료에 많은 비용이 소요되지만(이은옥 등, 1993), 수술적 치료를 요하는 경우는 불과 전체 요통의 2%에 지나지 않는다(이은영 등, 2003).

요통 치료방법은 운동치료, 마사지, 도수교정 등이 있고 운동치료를 제외한 다른 것은 그 효과가 적고 일시적이며 만성 통증 환자에게는 효과가 제한적이다. 반면 운동은 장애와 통증을 감소시킬 수 있는 경제적이고 효과적인 만성 통증의 치료 방법이라고 보고되었다(Mather, 2004). 요통이 있는 사람들은 움직임시 발생하는 통증을 줄이기 위해 활동량을 줄이게 되는데 이것은 결국 요부 근육의 약화를 가져오며, 장기간의 침상안정은 근육의 약화와 관절의 운동제한을 초래하여 치유 지연의 주된 원인이므로 운동을 적용함으로써 긍정적인 결과를 얻을 수 있다(이강우, 1995). 요통환자에 있어서 규칙적인 운동은 인대, 뼈, 건 그리고 근육을 강화시키고 척추 디스크를 포함한 여러 관절과 연골에 충분한 영양을 공급해 주어 운동조절(motor control) 능력을 향상시켜 준다(Toillson과 Kriegel, 1988).

요통을 치료하기 위하여 Williams 운동, McKenzie 운동, Pilates 운동, Feldenkrais 운동 등이 적용되어 왔고,

최근에는 척추 안정화 운동(spinal stability exercise)이 요통치료에 적용되고 있다. 척추 안정화(spinal stability)란 사람이 의식적 또는 무의식적으로 척추관절의 움직임을 조절할 수 있는 능력을 의미한다. 안정화 운동의 목적은 근육과 움직임의 조절 능력을 회복시키는 것으로(Magee, 1999) 최근 치료적 운동뿐만 아니라 예방적 차원의 관리 측면에서도 주목 받고 있다. 척추 근육은 대근육(global muscle)과 국소근육(local muscle)으로 구분된다. 대근육은 다분절성 근육이라 할 수 있고, 몸에 가해지는 중력이나 무거운 물건을 들어 올리는 등 외적 부하에 대해 균형을 유지하는 근육들이다. 여기에는 안쪽빗근(internal obliquus), 가쪽빗근(external obliquus), 복직근(rectus abdominis), 척추 주위근(paraspinalis)이 포함된다. 그리고 못갈래근(multifidus), 극돌간근(interspinalis), 횡돌기간근(intertransversarii)이 국소근육에 포함된다. 이들은 척추의 만곡을 유지하며, 척추 전후방 및 측방의 안정성을 유지하는데 중요한 역할을 하는 지근(tonic muscles)들이다(Bergmark, 1989). Hides 등(1996)은 요통환자에게 요부 근육, 특히 못갈래근의 약화는 절대로 자연 치유가 일어나지 않는다고 하였다.

요부 근육은 일상생활 중 다양한 자세를 유지하는데 필수적이기 때문에 요부근육의 적절한 근력과 지구력의 유지는 매우 중요하다. 만성 요통환자의 경우에는 요부 안정화에 관여하는 근육들이 흔히 손상되기 때문에 결국 조직 형태학적, 구조학적 변화를 보인다(배지혜 등, 2001). 따라서 손상된 근육의 기능을 다시 회복하기 위한 특별한 운동이 요구된다. Richardson 등(1999)은 요부의 문제가 있는 사람들은 부적절한 요부 근육의 활성 형태를 보이고, 이로 인해 척추 불안정성과 조직 손상이 야기된다고 보고하였다. 이는 척추 불안정성이 조직 상해 또는 요통 같은 질병을 유발하고 나아가 척추의 불안정성을 초래하는 악

순환을 유발한다. 악순환의 고리를 끊기 위해 척추 안정화를 위한 많은 형태의 운동들에 대한 연구가 진행 되어지고 있다(Luoto 등, 1998). 운동형태는 1937년 Williams가 제안한 요부 굴곡 운동에서부터 시작하여 엎드린 자세나 똑바로 누운 자세 등, 여러 자세에서 매트, 볼, 아령, 균형 판 등을 이용한 운동 형태까지 다양하다(Arokoski 등, 2001).

최근에는 슬링을 이용하여 근육의 안정화를 위한 운동이 사용되고 있다(김선엽과 권재학 2001). 슬링 운동은 매달려 있는 줄을 이용하여 운동하는 것으로 여러 가지 효과가 있지만 특히 척추 안정화에 좋은 운동으로 인식되고 있다. 하지만 아직 객관적으로 효과를 입증한 연구가 부족한 실정이다(오재섭 등, 2003). 그리고 척추 안정화를 위한 여러 운동들이 널리 임상적으로 사용되고 있음에도 불구하고 아직 특정 운동 형태에 따른 요부 근육 활성화 형태에 대한 연구도 부족하다.

따라서 본 연구는 매트에서 실시하는 운동과 슬링을 이용한 운동 방법들이 요부 척추 안정화 근육들의 근활성도에 차이가 있는지 알아보고 운동 형태에 따른 근활성도에 차이가 있는지를 비교하여 척추 안정화를 위한 바람직한 운동 형태를 설계하는데 필요한 자료를 제공하기 위하여 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 들은 후 실험 참여에 자발적으로 동의한 연세대학교 원주캠퍼스에 재학생으로 실험에서 요구되는 자세를 충분히 수행할 만한 근력과 관절 가동범위를 가진 건강한 성인 남자 20명을 대상으로 실시하였다. 또한 지난 6개월 동안 요통을 경험하거나 사지에 선천적인 기형, 심각한 외과적 혹은 신경학적 질환이 있거나, 외상이나 통증을 경험했던 대상자는 제외시켰다.

연구대상자의 평균 연령은 22.6세였고, 평균 신장은 174.7 cm, 평균 체중은 67.5 kg이었다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

일반적 특성	평균±표준편차	범위
나이(세)	22.6±3.1	20~27
신장(cm)	174.7±5.8	160~182
체중(kg)	67.5±9.7	55~87

## 2. 실험기기 및 운동방법

### 가. 표면 근전도 시스템

체간 운동과 자세유지에 작용하는 못갈래근, 가쪽빗근, 안쪽빗근, 복직근, 척추기립근(elector spinalis)의 근활성도를 측정하기 위해서 5개의 DE 3.1 이중차등 표면전극과 1개의 접지전극(ground electrode), MP150WSW<sup>1)</sup>, Bagnoli EMG System<sup>2)</sup>을 사용하였다. 또한 5개 채널의 표면근전도 아날로그 신호와 MP150시스템에서 디지털 신호로 전환된 아날로그 신호는 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.7.2(BIOPAC System Inc. Santa Barbara, U.S.A) 소프트웨어를 이용하여 자료 처리되었다.

신호의 표본추출률(sampling rate)은 1,024 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭(bandwidth)은 Bagnoli EMG System의 측정 주파수 대역 필터인 20~450 Hz와 60 Hz 노치 필터(notch filter)를 사용하였다. 수집된 신호는 완파 정류(full wave rectification)한 후 root mean square(RMS) 처리를 하였다.

### 나. 운동 방법

본 연구에서 4가지 운동 방법을 선택하여 실시하였는데 각각의 운동 방법은 다음과 같다(그림 1). 운동 1은 대상자가 무릎을 꿇고 네발기기 자세를 취하게 하고 손바닥은 10 cm 높이의 판 위에 위치하게 한 후 왼쪽 팔과 오른쪽 다리를 펴고 몸통 높이에서 들고 10초간 유지하게 하였다. 운동 2는 대상자가 팔굽혀펴기 자세를 취하였다. 이 자세에서 위에서 내려오는 슬링 줄이 바닥에 닿는 현수점이 대상자의 어깨 위치에 놓이게 설정하고 대상자가 양손으로 슬링을 잡고 고관절과 슬관절을 신전한 상태에서 엎드린 후 오른쪽 팔과 왼쪽 다리를 들고 10초간 균형을 유지하게 하였다. 슬링을 잡은 왼손이 바닥에서 10 cm 떨어진 높이가 되도록 슬링의 높이를 조절하였다. 운동 3은 대상자가 오른손으로 슬링을 잡고 유지하면서 운동 1과 같은 자세를 10초간 유지하도록 하였다. 운동 4는 대상자가 운동 2와 같은 자세를 취하고 현수점이 어깨에 위치한 자세에서 슬링을 양손으로 잡고 손 위치에서부터 10 cm 앞쪽에 표시된 지점까지 슬링을 잡은 손을 뺀게 하였다.

1) BIOPAC System Inc. CA, U.S.A.

2) Delsys Inc. Boston, MA, U.S.A.

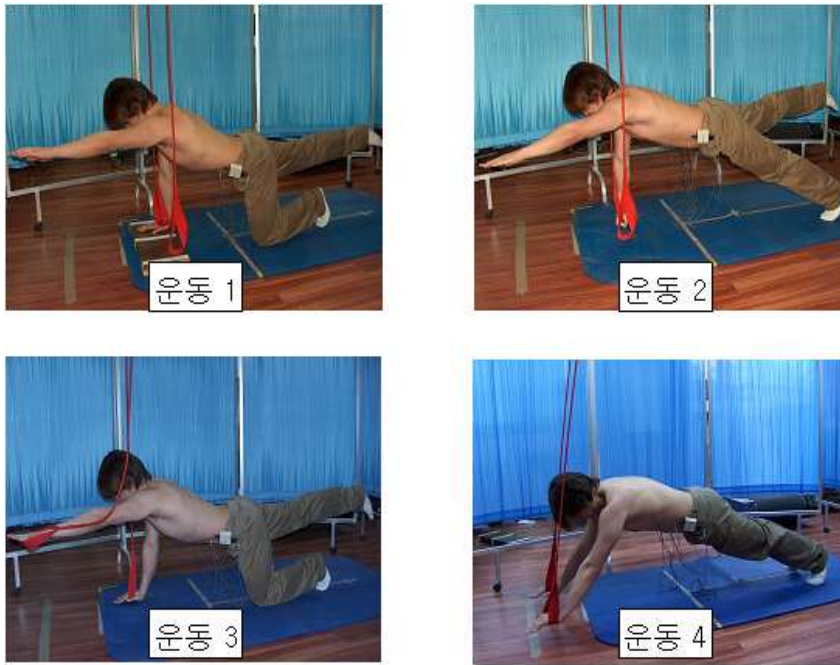


그림 1. 운동 방법

### 3. 실험 방법

#### 가. 근전도 전극 및 표식자 부착

뭇갈래근, 안쪽빗근, 가쪽빗근, 복직근, 척추기립근의 근활성도를 측정하기 위해 각 근육의 전극 부착 부위를 유성펜으로 표시하였다(Cram 등, 1998)(표 2). 맨손근력 검사(manual muscle testing: MMT)방법을 이용하여 최대 근수축 유도시 뚜렷이 보이는 근복에 근전도 전극 부착 위치를 최종적으로 표시하였다. 표면근전도 신호에 대한 피부저항을 감소시키기 위하여 부착부위의 털을 제거하고 가는 사포로 3~4회 문질러 피부 각질층을 제거한 후, 소독용 알코올로 피부를 깨끗이 하였다. 소량의 전해질 젤(electrolyte gel)을 바른 표면전극을 피부에 부착하였고, 접지전극(ground electrode)은 오른쪽

표 2. 전극의 부착 위치

근육	전극의 부착 위치
뭇갈래근	L5 극돌기로부터 외측으로 3 cm 떨어진 곳
안쪽빗근	배꼽선과 위앞엉덩뼈가시의 중간
가쪽빗근	배꼽에서 가쪽 15 cm 지점
복직근	배꼽 위 5 cm 지점
척추기립근	배꼽 위 5 cm 지점

손등에 부착하였다.

#### 나. 실험 설계

4가지 운동 자세를 등척성으로 유지하는 동안 근활성도를 측정하였다. 측정 순서는 무작위로 결정하였다. 실험 전에 운동 자세에 대한 교육을 실시하였고, 각 운동을 실시하는 동안 정적 자세 유지를 위해 발과 손을 지정된 위치에 유지하도록 교육하였다. 연속적인 측정으로 인해 발생할 수 있는 근피로를 최소화하기 위해서 각 운동 후 3분간 휴식을 취하도록 하였다. 각각의 등척성 요부 안정화 운동을 10초간 실시하였고, 처음 2초와 마지막 2초를 제외한 6초 동안 측정된 근신호량을 자료 분석에 사용하였다.

#### 다. 최대등척성수축 시 근활성도 측정

각 근육들의 활동전위를 표준화하기 위해 맨손근력검사 자세에서 최대등척성 수축시 근활성도를 측정하였다. 5초 동안의 자료값을 수집한 후 초기와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 %MVIC로 사용하였다.

### 4. 분석 방법

운동 방법에 따른 각 근육들의 근활성도와 근활성도 구성비의 차이를 비교하기 위하여 반복측정된 일요인 분산분석(one way repeated ANOVA)을 실시하였고, 본페로니 수정법(Bonferroni's correction)으로 사후검정

을 하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준  $\alpha$  은 .05로 정하였고, 수집된 자료는 윈도우용 SPSS version 12.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

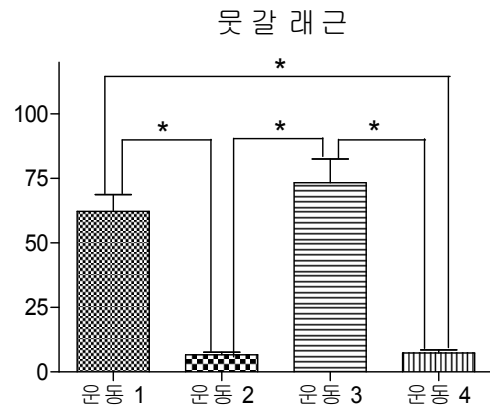
### III. 결과

#### 1. 운동 방법에 따른 각 근육들의 근활성도(%MVIC)

4가지 운동 방법에 따른 각 근육들의 근전도 신호량을 측정된 결과 각 근육의 근활성도(%MVIC)는 운동 방법에 따라 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 못갈래근은 운동 3에서 근활성도가 73.38%MVIC로 가장 높았고, 운동 1, 운동 2, 그리고 운동 4순의 근활성도를 보였다. 가쪽빗근은 운동 4에서 근활성도가 135.88%MVIC로 가장 높았고, 운동 3, 운동 2, 그리고 운동 1순이었다. 안쪽빗근은 운동 4에서 근활성도가 128.60%MVIC로 가장 높았고, 운동 1에서 가장 낮았다. 복직근은 운동 4에서 95.24%MVIC로 가장 높았고, 운동 3에서 가장 낮았다. 척추기립근은 운동 3에서 40.03%MVIC로 가장 높았고, 운동 2에서 가장 낮았다(표 3).

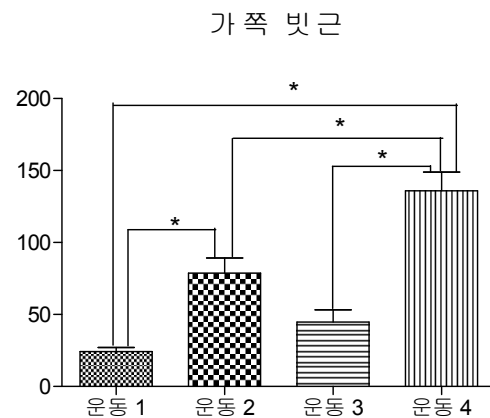
운동 형태에 따른 근전도 신호량 차이가 어떤 운동간에 생기는지를 알아보기 위하여 본페로니 수정으로 사후검정을 한 결과, 못갈래근, 복직근, 그리고 척추기립근의 근활성도는 운동 1과 운동 2 사이, 운동 1과 운동 4 사이, 운동 2와 운동 3 사이, 운동 3과 운동 4 사이에서 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 가쪽빗근의 근활성도는 운동 1과 운동 2 사이, 운동 1과 운동 4 사이, 운동 2와 운동 4 사이, 운동 3과 운동 4 사이에서 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 안쪽빗근은 운동 1과 운동 3 사이를 제외한 모든 운동 방법 간에 유의한 차이가 있

었다( $p < .05$ )(그림 2)(그림 3)(그림 4)(그림 5)(그림 6).



\* $p < .05$ (본페로니 수정)

그림 2. 운동 방법에 따른 못갈래근의 근활성도 비교



\* $p < .05$ (본페로니 수정).

그림 3. 운동 방법에 따른 가쪽빗근의 근활성도 비교

표 3. 운동 방법에 따른 근활성도 신호량(%MVIC)

근육	운동방법				p
	운동 1	운동 2	운동 3	운동 4	
못갈래근	62.25±29.04 <sup>a</sup>	6.70±4.36	73.38±40.82	7.30±5.53	.00
가쪽빗근	37.40±39.60	78.71±47.28	44.70±38.54	135.88±58.53	.00
안쪽빗근	11.39±9.90	73.42±58.90	16.50±17.55	128.60±55.82	.00
복직근	7.84±8.40	71.53±38.61	8.21±8.53	95.24±46.77	.00
척추기립근	30.55±27.33	7.44±6.40	40.03±37.75	8.39±7.41	.00

<sup>a</sup>평균±표준편차

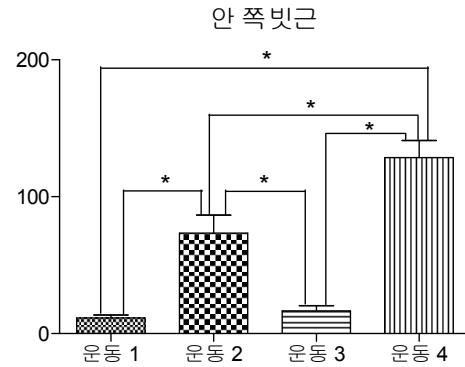
## 2 운동 방법에 따른 각 근육들의 근활성도 구성비(%)

각 운동 자세에서 요추를 등척성으로 유지하는데 작용하는 근육의 근활성도 구성비(composition rate)를 비교한 결과 운동 형태에 따라 각 근육별 근활성도 구성비는 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 운동 1에서는 못갈래근의 근활성도 분포비가 47.0%로 가장 높았으며, 복직근의 구성비가 5.0%로 가장 낮았다. 운동 2에서는 가쪽빗근의 근활성도 구성비가 35.4%로 가장 높았으며, 못갈래근이 3.0%로 가장 낮았다. 운동 3에서는 못갈래근의 근활성도 구성비가 41.5%로 가장 높았고, 복직근이 4.1%로 가장 낮게 분포하였다. 운동 4에서는 가쪽빗근의 근활성도 구성비가 36.6%로 가장 높았으며 못갈래근이 2.2%로 가장 낮게 분포하였다.

못갈래근은 운동 1과 운동 3 사이, 운동 1과 운동 4 사이에서 근활성도 구성비에서 유의한 차이가 있었고, 운동 2와 운동 3 사이, 운동 2와 운동 4 사이에서 유의한 차이가 있었다. 가쪽빗근은 운동 1과 운동 3 사이, 운동 1과 운동 4 사이에서 유의한 차이가 있었고, 안쪽빗근, 복직근, 척추기립근은 운동 1과 운동 3 사이, 운동 1과 운동 4 사이, 운동 2와 운동 3 사이, 운동 2와 운동 4 사이에서 유의한 차이가 있었다.

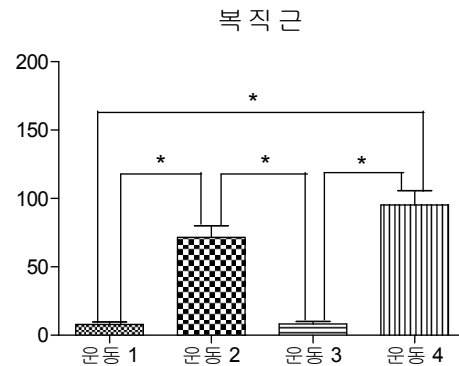
## IV. 고찰

요부 안정화 운동의 목적은 근육과 움직임 조절능력을 회복시키는 것이며 현재는 요통 환자의 치료에 자주 사용되는 접근 방법이다. 몸통 근육은 일상생활 중에서 다양한 자세를 유지시켜주는데 필수적이기 때문에 몸통 근육의 적절한 근력과 지구력의 유지가 매우 중요하다. 요부의 안정화를 위한 운동으로는 복부 근육을 강화시키는 윗몸일으키기(curl up) 운동과 요부 신전근을 강화하는 운동이 있다. 윗몸일으키기 운동은 정적이고 요부의 안정화에 기여하는 안쪽빗근과 가쪽빗근보다는 복직근 강화에만 초점이 맞추어져 실질적인 요부 안정화에는 기여하지 못한다(Vera Garcia 등, 2000). 또한 요부 신전근 강화 운동은 척추 주위근의 활성도는 증가하나 척추에 가해지는 압력(compression loading)이 증가해 조직을 손상시켜 통증을 유발하거나 증상을 악화시킬 수 있다(Nachemson과 Linch, 1969). 윗몸일으키기



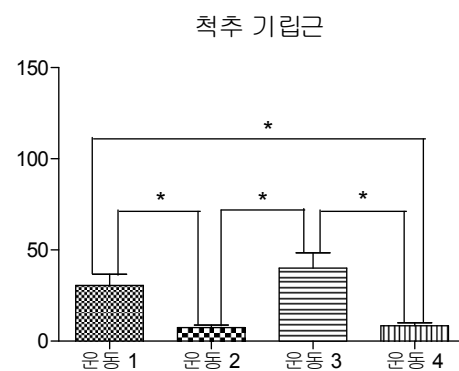
\* $p < .05$ (본페로니 수정).

그림 4. 운동 방법에 따른 안쪽빗근의 근활성도 비교



\* $p < .05$ (본페로니 수정)

그림 5. 운동 방법에 따른 복직근의 근활성도 비교



\* $p < .05$ (본페로니 수정)

그림 6. 운동 방법에 따른 척추기립근의 근활성도 비교

와 요부신전 운동의 이러한 단점 때문에 안정화를 위한 다양한 운동 프로그램이 개발되어있다. 슬링 운동은 동적이고 고정된 지지면에서의 운동보다 안정성에 관여하는 여러 근육을 동시에 강화시키는 운동이라는 장점이 있다(오재섭 등, 2003). 슬링 운동은 요통 환자들에게 체간과 근위부 관절의 안정성 증진을 위해 사용되고 있다. 현재 유럽을 중심으로 슬링 치료의 효과가 인정되고 유럽과 아시아 지역에서 많이 활용되지만 과학적인 증거는 아직 부족한 실정이다(김선엽과 권재학, 2001).

본 연구는 매트에서 실시하는 운동과 슬링을 이용한 운동 방법들이 요부 척추 안정화 근육들의 근활성에 차이가 있는지 알아보고 운동 형태에 따른 근활성도에 차이가 있는지를 비교하여 척추 안정화를 위한 바람직한 운동 형태를 설계하는데 필요한 자료를 제공하기 위하여 실시하였다. 실험은 매트와 슬링에서 네발기기 자세에서 팔과 다리를 들고 유지하기(운동 1)(운동 3)와 슬링에서 팔굽혀펴기 자세로 팔과 다리들기(운동 2), 슬링에서 팔굽혀펴기 자세에서 팔을 전방으로 10 cm 내밀어 유지(운동 4)하는 동안 표면전극을 이용해 못갈래근, 가쪽빗근, 안쪽빗근, 복직근, 척추기립근의 근활성도를 비교하였다.

그 결과 4가지 운동 방법에 따른 각 근육들의 근활성도는 운동 방법에 따라 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ). 못갈래근은 운동 3에서 근활성도가 73.38%MVIC로 가장 높았고, 운동 1, 운동 2, 그리고 운동 4순으로 근활성도가 높았다. 가쪽빗근은 운동 4에서 근활성도가 135.88%MVIC로 가장 높았고, 운동 3, 운동 2, 그리고 운동 1순으로 높았다. 안쪽빗근은 운동 4에서 근활성도가 128.60%MVIC로 가장 높았고, 운동 1에서 가장 낮

았다. 복직근은 운동 4에서 95.24%MVIC로 가장 높았고, 운동 3에서 가장 낮았다. 척추기립근은 운동 3에서 40.03%MVIC로 가장 높았고, 운동 2에서 가장 낮았다. 운동 3의 슬링 네발 자세에서 못갈래근이 73.38%MVIC로 가장 높았으나 각 운동 방법별 근육의 근활성도 구성비에서는 운동 1의 매트에서 네발자세에서 팔과 다리들기 운동시 못갈래근의 기여도가 47.0%로 가장 높았고, 운동 3의 네발기기자세에서 슬링 운동이 41.5%로 못갈래근의 기여도가 높았다. 운동 1과 운동 3은 못갈래근, 가쪽빗근, 기립근, 안쪽빗근, 복직근 순으로 근활성도의 구성비가 높았다. 또한 운동 2의 팔굽혀펴기 자세에서 슬링을 이용한 팔과 다리들기 운동과 운동 3의 팔굽혀펴기 자세에서 양팔 밀기 운동에서는 가쪽빗근과 안쪽빗근, 복직근 순으로 근활성도가 높았고, 근활성도의 구성비도 같은 양상을 보였다(표 3)(표 4).

Richardson 등(1999)은 소근육인 못갈래근과 횡복근(transverse abdominal muscle)이 대근육과 독립적으로 수축한다고 했으며 대근육의 과도한 운동이 척추의 과부하를 유발하고 이것은 요통 환자에게 통증을 증가시키고 허리에 악영향을 끼친다고 보고하였다. 그러므로 임상적으로 안전하고 효과적인 운동 방법을 찾아야하며 구조적인 손상을 막기 위해 과도한 운동을 피해야한다고 하였다. McGill(1998)도 엎드려 양다리나 상체를 동시에 신전하는 운동은 척추에 과부하를 주어 피해야하고 운동을 시작할 때는 굴곡상태에서 시작하도록 하였다. 요부 근육의 강화는 %MVIC의 25%의 이하로 하며, 특히 척추의 안정성에 기여하는 못갈래근이 주로 제1형 섬유로 구성되어 있어 %MVIC의 30~40%의 낮은 강도로 수행하도록 하였다. Plamondon 등(2002)도

표 4. 운동 방법에 따른 근활성도 구성비(%)

근육	운동형태				F
	운동 1	운동 2	운동 3	운동 4	
못갈래근	47.0±13.3 <sup>a</sup>	3.0±1.6	41.5±9.2	2.2±1.8	393.1*
가쪽빗근	19.9±11.0	35.4±13.0	26.4±11.8	36.6±10.5	235.8*
안쪽빗근	7.8±5.8	28.7±12.3	8.2±6.7	34.0±8.9	188.5*
복직근	5.0±3.1	29.5±9.6	4.1±2.3	24.5±5.8	466.6*
척추기립근	20.4±9.8	3.3±2.0	19.8±8.4	2.6±2.3	122.5*

\* $p<.05$

<sup>a</sup>평균±표준편차.

요부 신전운동시 요추 5번과 천추 1번 사이 근육의 지구력 강화에는 50%MVIC 보다 작은 강도의 운동을 추천했다. 본 연구에서도 슬링 운동시 팔굽혀펴기자세에서 팔 뻗기와 팔과 다리들기 운동시 못갈래근의 활성도가 낮은 것은 운동 축에서 손의 위치가 멀어질수록 자세를 유지하고자 척추 굴곡에 관여하는 복부쪽의 근육들을 많이 작용하였으나 상대적으로 못갈래근의 근활성도는 감소한 것으로 생각된다.

Souza 등(2001)은 똑바로 누운상태와 네발기기자세에서 팔과 다리 운동시에 대근육인 복직근, 가쪽빗근, 안쪽빗근의 근활성도를 알아보았다. 똑바로 누운자세에서 이 근육들이 동일하게 동원되고 이것은 복직근, 가쪽빗근과 안쪽빗근이 몸통과 골반에 안정성을 제공하기 때문이며, 특히 빗근은 안쪽 외회전을 막아 척추의 안정성 유지에 효과적이 근육이라고 했다. 네발기기 자세에서도 운동 강도와 상관없이 가쪽빗근과 안쪽빗근의 근활성도가 복직근보다 높았으며 가쪽빗근과 안쪽빗근의 근활성도가 거의 일정하게 같았다. 가쪽빗근과 안쪽빗근은 운동 강도에 상관없이 하지를 들어올릴 때 요부의 회전을 막아 정상적 척추를 유지하기 위한 요부의 지지대가 된다고 하였고, 복직근은 척추의 안정화에 크게 기여하지는 못한다고 했다. 본 연구에서는 운동 2와 운동 4에서 상대적으로 복직근, 가쪽빗근, 안쪽빗근의 근활성도가 유의하게 높게 나타났고 근활성도 구성비도 높게 나왔다. 이러한 결과는 복직근과 가쪽빗근, 안쪽빗근을 동시에 활성화시키기 위해서는 이러한 형태의 운동이 필요할 것이다. 이것은 매트보다 불안정한 지지면에서 자세를 유지하고 팔을 뻗음으로써 요추로부터 힘의 작용점이 멀어지는 것에 대항하기 위해 근활성도가 높게 나타난 것으로 생각된다.

Arokoski 등(2001)은 몸통 근육의 역할은 척추 안정성에 기여하며, 요부의 굴곡 신전근의 협응수축력의 증가로 척추 안정성이 증가하고 복부스프링 힘(abdominal spring force)의 증가로 복강내압이 높아져 안정성이 증가한다고 하였다. Panjabi(1992)는 척추 안정성에 주로 작용하는 심층소근은 못갈래근과 횡복근이며 반면 대근육은 몸통 움직임의 가장 중요한 근육으로 척추를 분절별로 지지하지는 않는다고 하였다. 이렇게 척추 안정화에 대한 대근육과 소근육에 관한 논의는 많으나 못갈래근의 중요성에는 의견이 일치한다. 못갈래근은 요부주위근 중에서 가장 크고 내측에 위치하는 근육으로 다섯개의 분리된 띠로 구성되어 있다. 각각은

척추 후관절의 유두상 돌기, 장골릉, 천골에서 기시하여 척추의 극돌기에 부착하며, 가장 표층 섬유다발은 여러 척추에 걸쳐 있으며 가장 깊은 섬유다발은 인접한 두 척추에만 걸쳐있으며 다른 척추 근육과는 달리 단일 신경지배를 받는다. 하지만 띠 각각을 분절적으로 국소화 시키기는 어려워 못갈래근을 띠별로 각각 따로 나누기는 힘들다. 기능적으로는 척추를 신장시키고 수축되는 반대방향으로 회전시켜 요추의 전만을 유지하고 원하지 않는 비틀림, 굽힘 같은 움직임은 방지함으로써 추간관을 보호하는 등 척추의 안정성과 움직임에 중요하다. 또한 못갈래근은 근육의 길이가 짧아 반응시간(reaction time)이 매우 빠르며 안정성 유지에 상당히 중요한 역할을 한다(배지혜 등, 2001).

Mayer 등(1999)은 손의 위치 변화를 이용하여 토크 변화를 준 결과 손의 위치가 운동이 일어나는 요부의 운동축에서 멀어질수록 근활성도가 증가함을 보고하였고 손을 이용한 토크 값의 변화를 통해서 요부 재할 시 외부의 저항이 없는 단계에서 점진적인 근활성도 증가를 강조하였다. 그러나 만성요통에서 저 강도의 운동보다 신전운동을 중심으로 한 고강도의 운동이 효과가 있다는 보고도 있다(Dettori 등, 1995). 본 연구에서는 못갈래근의 근활성도는 운동 2와 운동 4에서 보다 운동 1과 운동 3에서 유의하게 높았다. 운동 1과 운동 3 자세를 유지할 동안 근활성도 구성비는 복직근의 기여도가 낮고 못갈래근의 기여도는 상대적으로 높게 나타났다. 반면 운동 2와 운동4의 자세를 유지하는 동안 작용하는 근활성도의 구성비는 복직근, 가쪽빗근, 안쪽빗근의 구성비가 높게 나타났다. Richardson 등(1999)은 척추안정화를 위해서는 복직근과 척추기립근과 같이 표면에 있는 대근육의 수축을 최소화하면서 못갈래근과 횡복근을 활성화시키는 능력을 증진시켜야 한다고 하였다. 이러한 측면에서 볼 때 척추의 안정화를 증진시키기 위해서는 복근의 기여도가 적고 못갈래근의 기여도가 높은 운동 1과 운동 3이 더 효과적일 것으로 생각된다. 운동 4의 자세를 유지하기 위해서는 복직근이 가장 많은 근활성도(95.24%MVIC)를 보였다. 복직근의 근력을 증가시키기 위해서는 이와 같은 운동이 효과적일 수 있지만, 못갈래근의 근활성도는 7.30%MVIC, 구성비는 2%로 상대적으로 낮아 척추안정화에는 기여하지 못할 것으로 생각된다. 운동 4에서 안쪽빗근과 가쪽빗근의 근활성도는 128%MVIC, 135.88%MVIC로 다른 운동에 비해 높은 근활성도를 보였다. 이러한 측면에서 볼 때 운



동 4는 복직근과 안쪽빗근과 가쪽빗근의 근력을 증가시키기 위해서는 효과적인 운동 방법으로 판단된다. 이러한 연구결과는 척추 주위근의 근력을 증진시키기 위해서는 선택적으로 운동을 택하여야 하며, 앞으로 요통 환자를 대상으로 이러한 연구를 실시하여 운동 방법에 따른 근활성도를 비교해보는 연구와 각각 운동 방법의 치료 효과를 알아보는 것이 필요할 것이다.

근전도 실험에서 표면전극은 근육내전극(intra muscular electrode)에 비해 부착이 용이하다는 편의성 때문에 실험에 많이 활용되나 표면전극은 표층의 근육의 근전도 신호량 수집에만 사용될 수 있다. 못갈래근은 심층근과 표층근으로 구성되어 있어 표면전극의 활용에 논란이 되어왔다(Arokoski 등, 1999). Arokoski 등(1999)은 못갈래근의 근활성도를 표면전극과 근육내전극을 이용하여 상관관계를 알아 본 결과 요추 2번과 요추 5번에서의 %MVIC의 상관계수  $r=0.928, 0.950$ 으로 높은 상관성을 보였다고 보고하였다. 반면 Stokes 등(2003)은 몸통 근육은 여러 가지 근육의 동시수축(coactivation)으로 잡음(cross talk) 때문에 못갈래근과 같은 심부근육의 근활성도를 표면근전도를 이용하여 측정하는 방법은 정확성이 낮다고 보고하였다. 본 연구에서는 못갈래근의 근활성도를 표면근전도를 이용하여 측정하였기 때문에 순수한 못갈래근의 근활성도를 측정하지 못한 제한점을 가지고 있다. 앞으로 근육내전극을 삽입하여 연구를 실시해보는 것이 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 슬링과 매트를 이용한 운동 방법들이 요부 안정화를 위해 필요한 근육들을 활성화할 수 있는지를 알아보고, 어떤 운동 형태가 어떤 근육을 더욱 활성화시키는지를 비교함으로써 척추 안정화를 위한 바람직한 운동 형태를 설계하는데 도움을 주기위해 실시하였다. 연구 대상자는 건강한 성인 남자 20명을 대상으로 실시하였다. 운동 방법은 네발기기 자세에서 반대 팔과 다리를 드는 운동(운동 1)과 같은 자세에서 슬링을 이용한 운동(운동 3), 옆드린 자세에서 슬링을 양손으로 잡고 다리를 자연스럽게 펴고 반대 팔과 다리를 드는 운동(운동 2), 그리고 운동 2와 같은 자세에서 팔을 앞으로 10 cm 내미는 운동(운동 4)이었다. 운동을 하는 동안 표면근전도 MP150WSW와 Bagnoli EMG 시스템을

이용하여 못갈래근, 가쪽빗근, 안쪽빗근, 복직근, 척추기립근의 근활성도를 측정하였다. 각 근육의 활동전위를 정량화하기 위해 %MVIC로 정규화하였다. 운동 형태에 따른 각 근활성도의 차이를 알아보기 위해서 반복측정된 일요인 분산분석을 실시한 후 본페로니 수정법으로 사후검정을 실시하였다. 결과는 다음과 같았다.

1. 운동 방법에 따른 각 근육들의 근활성도는 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 못갈래근은 운동 3에서 근활성도가 73.38%MVIC, 가쪽빗근은 운동 4에서 근활성도가 135.88%MVIC, 안쪽빗근은 운동 4에서 근활성도가 128.60%MVIC로, 복직근은 운동 3에서 95.24%MVIC, 척추기립근은 운동 3에서 40.04%MVIC로 가장 높았다.

2. 각 근육별 근활성도의 구성비는 운동 방법에 따른 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 못갈래근은 운동 1과 운동 3에서 근활성도의 구성비가 유의하게 높았고, 안쪽빗근, 가쪽빗근, 복직근은 운동 2와 운동 4에서 근활성도의 구성비가 유의하게 높았다.

연구의 결과 운동 방법에 따라 몸통 안정성을 유지하는 근육의 활성도가 다르다는 것을 알 수 있었다. 그러므로 각 근육의 근력을 증가시키기 위해서는 선택적인 운동의 형태가 필요할 것이다.

## 인용문헌

- 김선엽, 권재학. 슬링(sling)시스템을 이용한 요부 안정화 운동. 대한정형물리치료학회지. 2001;7(2):1-15.
- 배지혜, 나진경, 유지연 등. 요통환자의 다열근 위축에 대한 논문. 대한재활의학회지. 2001;25(4):684-691.
- 오재섭, 김선엽, 권오윤 등. 슬링과 고정된 지지면에서의 팔 굽혀 펴기 동작시 근 활성도비교. 한국전문물리치료학회지. 2003;10(3):29-40.
- 이강우. 요통의 운동치료. 대한재활의학회지. 1995;19(2):203-208.
- 이은옥, 이선옥, 임난영. 만성 통증 환자의 통증 연관 행위를 이용한 통증척도의 민감성 및 타당도 조사. 대한간호학회지. 1993;22(1):5-15.
- 이은영, 방요순, 고자경. 만성 요통 환자의 치료를 위한 치료용 볼 운동의 효과. 한국전문물리치료학회지. 2003;10(3):109-121.
- Anthony HW. Diagnosis and management of low back pain and sciatica. Am Fam Physician.

- 1995;52:1333-1341.
- Arokoski J, Kankaanpaa M, Valta T, et al. Back and hip extensor muscle function during the therapeutic exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80:842-850.
- Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1089-1098.
- Bergmark A. Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1989;23(6):20-24.
- Carm JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to Surface Electromyography.* Maryland, Aspen, 1998:360-374.
- Carpenter DM, Nelson BW. Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:18-24.
- Dettori JR, Bullock SH, Sutlive TG, et al. The effects of spinal flexion and extension exercises and their associated postures in patients with acute low back pain. *Spine.* 1995;20:2303-2312.
- Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first episode low back pain. *Spine.* 1996;21:2763-2769.
- Luoto S, Aalto H, Taimela S, et al. One footed and externally disturbed two footed posture control in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. A controlled study with follow up. *Spine.* 1998;23(19):2081-2089.
- Magee DJ. *Instability and stabilization. Theory and treatment.* 2nd. Seminar Workbook. 1999.
- Mather CG. Effective physical treatment for chronic low back pain. *Orthop Clin North Am.* 2004;35(1):57-64.
- Mayer T, Smith SS, Keeley, et al. Quantification of lumbar function. Part 2: Sagittal plane trunk strength in chronic low back pain patient. *Spine.* 1985;10:765-772.
- McGill SM. Low back exercise: Evidence for improving exercise regimes. *Phy Ther.* 1998;78:754-765.
- Nachemson A, Linch M. Measurement of abdominal and back muscle strength with and without low back pain. *Scand J Rehabil Med.* 1969;1:60-65.
- Panjabi MM. The stabilizing system of spine. Part I. Function, dysfunction adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992;5:383-389.
- Plamondon A, Serresse O, Boyd K, et al. Estimated moments at L5/S1 level and muscular activation of back extensor for six prone back extension exercises in healthy individuals. *Scand J Med Sci Sports.* 2002;12(20):81-89.
- Richardson C, Jull G, Hodes P, et al. *Therapeutic Exercises for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain.* London, Churchill Livingstone, 1999.
- Souza GM, Backer LL, Powers CM. Electromyographic activity of selected trunk muscles during spine stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1551-1557.
- Stokes IA, Henry SM, Single RM. Surface EMG electrodes do not accurately record from lumbar multifidus muscles. *Clin Biomech.* 2003;18(1):9-13.
- Toillson CD, Kriegel LK. Physical exercise in the treatment of low back pain Part I: A review. *Ortho Rev.* 1988;17(7):724-728.
- Vera Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl up on both stable and labile surfaces. *Phys Ther.* 2000;80(6):564-569.