

# 체간 굴곡과 신전 시에 요부 신근과 고관절 신근의 동원패턴



The Journal Korean Society of Physical Therapy

- 이현옥, 구봉오
- 부산가톨릭대학 보건과학대학 물리치료학과

Recruitment Patterns of Lumbar Extensor and Hip Extensors in Trunk Flexion and Extension

Hyun-Ok Lee, PT, PhD; Bong-Oh Gu, PT, PhD

Department of Physical Therapy, College of Health Science, Catholic University of Pusan

**Purpose:** We determined the recruitment pattern of lumbar elector spinalis, gluteus maxims, inner and outer hamstring muscle during trunk flexion and extension.

**Methods:** Thirty healthy subjects(male; 15, female; 15) without low back pain and other problems in lower extremities participated in this study. To measure the recruitment pattern, the onset times of electromyographic activity of the muscles were recorded during trunk flexion and return(extension) to standing position.

**Results:** The medial and lateral hamstring muscle was activated first, next elector spinalis, the last, gluteus maximus in trunk flexion. In trunk extension to standing position, the order of recruitment was similar to trunk flexion although the frequency is different. There were different between male and female in flexion and extension movement.

**Conclusion:** The recruitment order of lumbar extensor and hip extensors in trunk flexion and extension will provide database in evaluation and intervention of lower back pain and lumbo-pelvic rhythm disorder.

**Keywords:** Electromyographic activity, Recruitment pattern, Elector spinalis, Gluteus maxims, Hamstring

논문접수일: 2009년 2월 15일

수정접수일: 2009년 3월 6일

게재승인일: 2009년 3월 9일

교신저자: 이현옥, holee@cup.ac.kr

## 1. 서론

무릎을 펴고 똑바로 선 자세에서 앞으로 숙이기와 들기 동작은 떨어진 물건을 잡는 기능적 활동으로 고관절, 척추관절 등의 운동과 이에 관여하는 근육의 작용을 필요로 한다.

바로 선자세에서 체간을 굴곡하는 동안 근육의 활동은, 굴곡이 증가함으로써 척추기립근은 모멘트 팔의 길이가 길어지고 원심성 수축 활동이 증가한다. 그러나 완전 굴곡에 가까워질 때 갑자기 그 작용이 감소된다. 이 현상을 Floyd와 Silver<sup>1</sup>는 굴곡이완 반응(flexion-relaxation response, FRR)이라고 하였으며 정상인의 92~100%에서 일어난다고 하였다. 이 현상은 수동적 요소인 인대 등이 척추기립근의 신전 모멘트를 대신하는 것으로 인식되고 있다. 요추와 고관절의 운동패턴은 체간 굴

곡동안 요추에서 먼저 일어나고, 체간 신전에서는 고관절에서 먼저 일어나는 것으로 알려져 있다.<sup>2</sup> Esolar 등<sup>3</sup>은 선자세에서 손가락 발가락 닿기에서 요추와 고관절에서의 운동범위를 측정하여 비교하였고 또한 요통의 병력이 있는 사람과 없는 사람 간의 운동패턴의 차이를 비교하였다. McClure 등<sup>4</sup>은 체간 굴곡에서 신전하는 동안 정상인과 요통의 병력이 있는 사람을 비교하여, 요통의 병력이 있는 사람이 신전의 초기에 요추에서의 운동이 먼저 일어나는 경향이 있다고 하였다. 그러나 두 군 모두 신전 초기에 고관절의 운동이 많이 관여한다고 하였다. Norton 등<sup>5</sup>은 앞으로 숙이는 동작에서 고관절의 운동이 일어나기 전에 요추 굴곡범위의 50% 이상이 일어나서는 안된다고 하였다.

근활동 패턴은 관절의 유연성<sup>6</sup> 운동강도<sup>7</sup> 등에도 영향을 받

게 된다. 요추나 천장관절 등 요추 골반 리듬과 관련이 있는 부위에 병변이 있는 경우, 특히 요통이 있는 경우 정상인에 비하여 운동패턴이나 근활동 패턴에 차이가 있다는 많은 보고가 있다.<sup>8-10</sup>

최근에는 근전도를 이용하여 근활동 뿐만 아니라 근육의 개시시간에 관한 연구가 진행되고 있다. Hodges와 Richardson<sup>11</sup>은 요통이 있는 경우 체간 근육의 동원 순서에 변화를 연구하였다. Leinonen 등<sup>12</sup>은 요통환자에서 동적 활동인 체간 굴곡신전 동안 요부 신근과 고관절 신근의 동원 패턴이 정상인과 차이가 있는지 여자만을 대상으로 연구 보고하였다. 근육의 동원 순서에 대한 연구는 주로 요통 환자의 체간 안정화와 관련된 근육에 집중되어 있으며 동적운동에서의 근육의 동원패턴에 대한 연구는 부족한 실정이다.

국내의 연구로는 요통환자에서 고관절 신전시의 요부와 고관절 근육의 동원시간을 비교 한 연구와<sup>13</sup> 코르셋 착용에 따른 고관절 신전 시에 근육의 개시시간에 대한 연구 등이 있다.<sup>14</sup> 운동패턴과 근육작용에 대한 연구가 요통과의 관련성으로 진행되고 있으나 국내에서는 아직 요부와 고관절 사이의 리듬에 대한 운동학적 분석이나 근육작용에 대한 근전도적 분석이 부족한 실정이다. 요통환자가 증가하고 있고 이에 대한 치료중재로 운동패턴의 중요성이 강조되고 있는 시점에서 정상적인 운동패턴과 근육작용에 대한 상세한 연구가 필요한 시점이다.

이에 본 연구에서는 체간 굴곡과 신전 동안 요부와 고관절의 관여하는 근육의 동원 순서를 확인함으로써 요통 등 요추 골반 리듬에 변화를 줄 수 있는 손상이나 질환의 평가 치료에 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 건강한 20대 성인 남녀 30명(남 15명, 여 15명)을 연구 대상으로 하며, 상지와 하지에 선천적인 기형이나 신경, 근골격근의 결함이 없고, 최근 6개월 동안 외과적 질환이 없는 자로 선정하였다. 또한 체간 전방굴곡의 전체 가동범위에 이상이 없는 자로 하였으며 실험을 실시하기 전 연구의 목적과 방법에 대해 모든 대상자에게 충분히 설명한 후 자발적인 동의를 얻었다.

### 2. 측정도구

체간 전방굴곡과 신전시 선택된 근육의 근전도 신호의 기록 및 신호처리를 위하여 표면 근전도 MP150WSW (BIOPAC System Inc. CA, USA)을 사용하였다. 표면근전도의 전극은 Ag/AgCl

Meditrace electrode (Kendall®, Canada)를 사용하였다. 수집된 표면근전도 아날로그 신호는 MP150 system으로 보내져 디지털 신호로 바뀐 다음, 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.7.3 소프트웨어(BIOPAC System Inc. CA, USA)를 이용하여 자료를 처리하였다. 표본추출율은 1,024Hz 이며, 잡음을 제거하기 위해 대역통과필터(band pass filter) 20~450Hz 그리고 대역저지필터(band stop filter) 60Hz를 이용하였다.

## 3. 실험방법

### 1) 전극배치

각 근육에서 최대 근수축이 가장 뚜렷이 보이는 근복을 찾는 다음, 근 섬유 방향을 따라 활성전극(activate electrode)과 기준전극(reference electrode)을 수평으로 부착하고, 접지전극(ground electrode)은 이들 전극의 외측이나 내측에 각 근육마다 부착하며, 각 전극 중심 사이의 거리는 2cm 이내로 부착하였다.<sup>15</sup> 척추기립근의 경우 활성전극은 장골능과 수평한 3번째 요추 극돌기로부터 외측으로 2cm 떨어져 있는 근복에 부착하고, 대둔근은 천추의 아래 외측각(inferior lateral angle)으로부터 대전자를 연결한 선의 가운데 지점인 근복에 부착한다. 대퇴이두근 중 내측에 위치한 내측 슬괘근은 좌골결절로부터 15cm 아래쪽 근복에 부착하였다. 피부 저항을 감소시키기 위하여 사포로 각질을 제거하고 알코올로 소독한 다음, 전극에 소량의 근전도용 젤을 바르고 부착하며, 종이테이프를 전극을 고정하였다.

### 2) 각 근육의 동원패턴

동원패턴을 확인하기 위한 개시시간의 측정에는 근전도 자료를 수집하기 시작한 후 2초간을 기초선 기간으로 정하고, 2초 동안에 수집한 근전도 신호를 전파정류(full-wave rectify) 과정을 거친 후, 기초선 기간 중 Lee<sup>16</sup>의 방법에 따라 500ms의 기초선을 설정하고 그것의 평균에 2SD를 초과하는 값을 역치로 설정하였으며 40ms 이상 지속하는 경우를 개시시간으로 측정하였다. 역치를 초과하는 지점은 Acqknowledge 3.7.3프로그램에서 자동적으로 계산된다.

개시시간을 측정하기 위하여 대상자에게 전극을 부착한 상태에서 실험자의 구호에 따라 선 자세에서 체간을 전방으로 굴곡하도록 하고, 그 다음 원래 자세로 되돌아 오도록 지시하였다. 각각 모두 5번 수행하고, 측정 간에 피로를 방지하기 위하여 충분한 휴식시간을 제공하였다. 속도는 빠른 것과 느린 속도를 연습하게 한 후 그 중간 정도의 편안한 속도로 체간을 굴곡하게 하였다. 5번 반복한 자료 값 중 최대, 최소값을 뺀 나머지 3개의 값의 평균을 산출하여 근 수축 개시시간의 대표값을 산출하였다.

**Table 1.** General characteristics of subjects

Gender	Age(yrs) (Mean±SD)	Height(cm) (Mean±SD)	Weight(kg) (Mean±SD)
Male	24.13±2.29	169.06±5.87	61.4±10.07
Female	22.13±1.30	165.07±6.95	55.93±8.88
Total	23.13±2.08	167.07±6.59	58.67±9.65

**Table 2.** Muscle recruitment pattern in trunk flexion

Recruitment order	Erector Spinalis	Gluteus Maximus	Lateral Hamstring	Medial Hamstring	$\chi^2$
1	1(3.3)	5(16.7)	17(56.7)	13(43.3)	36.814*
2	5(16.7)	8(26.6)	5(16.7)	7(23.3)	
3	16(53.3)	6(20.0)	2(6.70)	6(20.0)	
4	8(26.6)	11(36.7)	6(20.0)	4(13.3)	
Total	30(100)	30(100)	30(100)	30(100)	

Number(%) \* P&lt;0.05

#### 4. 자료분석

본 연구에서는 건강한 20대 대상자 30명(남 15명, 여 15명)을 대상으로 4개 근육의 개시시간을 측정하였으며 수집된 자료들은 동원패턴을 파악하기 위하여 동원순서를 빈도로 나타내고 이를  $\chi^2$ 검정으로 분석하고 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

### III. 결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 남, 여 각각 15명으로 총 30명이며 연령은 평균 23.13세, 키는 평균 167.07cm, 몸무게는 평균 58.67kg이었다(Table 1).

#### 2. 체간 굴곡 시에 근육의 동원패턴

체간 굴곡에서 근육의 동원 순서는 다양한 패턴을 보였다. 가장 빈도가 높은 순서를 조사한 결과 척추기립근은 3순위 동원이

53.3%로 가장 높고, 대둔근은 4순위가 36.7%로 가장 높고, 외측 슬괩근과 내측 슬괩근은 1순위로 각각 56.7%, 43.3%로 빈도가 가장 높았고 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ )(Table 2). 즉 내,외측 슬괩근이 가장 먼저 동원되고 그 다음이 척추기립근, 마지막으로 대둔근이 동원되는 경향을 보였다.

남자의 경우 척추기립근은 3순위로 동원되는 빈도가 46.7%로 가장 높고, 대둔근은 2순위로 33.3%, 외측 슬괩근은 첫번째 동원되는 율이 60.0%, 내측 슬괩근은 첫번째 동원되는 율이 33.3%로 가장 높고 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=20.210$ ,  $p<0.05$ )(Table 3).

여자의 경우 척추기립근은 3순위로 60.0%, 대둔근은 4순위로 46.7%로 빈도가 가장 높고, 외측 슬괩근과 내측 슬괩근은 첫번째 동원되는 율이 동일하게 53.3%로 가장 높았으며 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=30.461$ ,  $P<0.05$ )(Table 3).

남자와 여자의 경우 척추기립근과 대둔근의 동원순서에서 차이를 보이고 있다. 즉 여자는 척추기립근 대둔근 순으로 동원되는데 비하여 남자의 경우는 대둔근이 척추기립근보다 먼저 수축하는 경향을 보였다.

#### 3. 체간 신전 시에 근육의 동원패턴

체간 신전에서 근육의 동원 순서는 굴곡에서와 마찬가지로 다양한 패턴을 보였다. 가장 빈도가 높은 순으로 조사한 결과 척추기립근은 3순위 동원이 43.3%로 같이 가장 높고, 대둔근은 4순위로 36.7%로 가장 높고, 외측 슬괩근과 내측 슬괩근은 1순위로 각각 43.3%, 46.7%로 빈도가 가장 높았고 유의한 차이가 있었다(Table 4)( $p<0.05$ ). 즉 내,외측 슬괩근이 가장 먼저 동원되고 그 다음이 척추기립근, 마지막으로 대둔근이 동원되는 경향을 보였다.

**Table 3.** Muscle recruitment pattern in trunk flexion (male and female)

Recruitment order	Erector Spinalis		Gluteus Maximus		Lateral Hamstring		Medial Hamstring	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
1	1(6.7)	0(0.0)	2(13.3)	3(20.0)	9(60.0)	8(53.3)	5(33.3)	8(53.3)
2	1(6.7)	4(26.7)	5(33.3)	3(20.0)	4(26.7)	1(6.7)	3(20.0)	4(26.7)
3	7(46.7)	9(60.0)	4(26.7)	2(13.3)	1(6.7)	1(6.7)	3(20.0)	3(20.0)
4	6(40.0)	2(13.3)	4(26.7)	7(46.7)	1(6.7)	5(33.3)	4(26.7)	0(0.0)
Total	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)

Number(%)

**Table 4.** Muscle recruitment pattern in trunk extension

Recruitment order	Erector Spinalis	Gluteus Maximus	Lateral Hamstring	Medial Hamstring	X <sup>2</sup>
1	2(6.7)	3(10.0)	13(43.3)	14(46.7)	
2	3(10.0)	7(23.3)	12(40.0)	7(23.3)	
3	13(43.3)	9(30.0)	3(10.0)	7(23.3)	40.815*
4	12(40.0)	11(36.7)	2(6.7)	2(6.7)	
Total	30(100)	30(100)	30(100)	30(100)	

Number(%) \* P<0.05

남자의 경우 근육의 동원 순서는 척추기립근이 가장 늦게 동원되는 비율이 60.0%로 빈도가 가장 높았고, 대둔근은 2순위와 4순위의 빈도가 각각 33.3%, 외측 슬괵근은 첫번째 동원되는 비율이 53.3%, 내측 슬괵근은 첫번째 동원되는 비율이 40.0%로 가장 높았고 유의한 차이가 있었다(X<sup>2</sup>=37.252, p<0.05)(Table 5).

여자의 경우 동원 순서는 척추기립근은 3순위로 46.7%로 빈도가 가장 높고, 대둔근은 4순위로 40.0%, 외측 슬괵근은 두번째 동원되는 비율이 40.0%였고, 내측 슬괵근은 첫번째 동원되는 비율이 53.3%로 가장 높았으나 유의한 차이는 없었다(X<sup>2</sup>=16.203)(Table 5).

남자와 여자의 경우 굴곡에서와 마찬가지로 척추기립근과 대둔근의 동원순서에서 차이를 보였다. 즉 여자는 척추기립근 대둔근 순으로 동원되는데 비하여 남자의 경우는 대둔근이 척추기립근보다 먼저 수축하는 경향을 보였다.

#### IV. 고찰

선 자세에서 몸을 앞으로 숙이는 동작은 기능적 동작일 뿐만 아니라 몸의 유연성을 검사하는 방법으로 슬괵근의 유연성뿐만 아니라 비복근, 척추기립근 등의 유연성을 동시에 검사하는 방법이다. 이 동작에서 요추와 골반 사이의 운동관계를 요추-골반 리듬이라고 한다. 요추-골반의 운동은 궁극적으로 요추관절과

천장관절 고관절의 운동을 필요로 한다.

요통환자의 대부분은 체간의 시상면상 운동에서 통증을 발생한다. 따라서 임상에서 체간의 굴곡-신전 동안에 발생하는 요추-골반의 리듬의 변화는 요통 환자 평가의 한 방법으로 활용될 수 있다. 요통이 있는 경우 정상인에 비하여 근활동 패턴에 차이가 있다는 많은 보고가 있다.<sup>9-10</sup> 그러나 근육동원의 동원패턴을 측정하는 근전도 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 요추와 고관절 근육에서의 동원순서를 관찰해 요추-골반 패턴의 운동에 관여하는 고관절 신근과 요추 배근의 동원순서를 확인하여 임상적으로 활용할 수 있는 자료를 제공하고자 본 연구를 시도하였다.

근육의 개시시간을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있다. 시각적으로 근전도를 보고 근육의 개시시간을 확인하는 방법과 컴퓨터를 이용하여 근육의 개시방법을 확인하는 방법이 있다. 시각적 방법을 이용한 몇몇 연구에서는 근전도 활동이 정적 상태를 깨고 제일 먼저 상승이 감지된 시간을 개시시간으로 결정하였다.<sup>17,18</sup> 컴퓨터를 이용하는 방법으로는 먼저 기준값을 설정하고 기준값에 편차를 더한 값을 근수축 개시 역치로 설정 역치를 초과 일정횟수 지속적으로 수축하는 지점을 개시시간으로 결정하는 방법이 있다.<sup>15,19,21</sup> 이들의 연구에서 기초선은 50, 100, 500ms의 평균값을, 평균값의 1, 2, 3SD를 초과하는 값을 역치로 설정하였다. Hodge와 Bui<sup>22</sup>는 컴퓨터에 기초한 알고리즘 계산 방식으로 근전도의 개시시간을 측정하는 방법이 정확하다고 개시시간을 측정하는 여러 방법을 비교하여 입증하였다. 본 연구에서는 Lee<sup>15</sup>의 방법에 따라 500ms의 기초선을 설정하고 그것의 평균에 2SD를 초과하는 값을 역치로 설정하였으며 40ms 이상 지속하는 경우를 개시시간으로 측정하였다.

본 연구의 결과 선자세에서 체간을 굴곡할 때 각 근육의 개시시간은 Table 2에서 처럼 다양하게 나타났다. 그들의 빈도를 조사해 보면 내외측 슬괵근이 제일먼저 수축을 개시하는 비율이 가장 높고 다음이 척추기립근, 대둔근 순이었다. 체간 굴곡에서 균형을 유지하는 방법으로 체중심을 기저면 내에 유지하기 위하여 먼저 엉덩이를 뒤로 이동한다. 즉 엉덩이를 이동하면서 동시에 고관절의 굴곡이 일어나야 한다.<sup>23</sup> 따라서 고관절의

**Table 5.** Muscle recruitment pattern in trunk extension(male and female)

Recruitment order	Erector Spinalis		Gluteus Maximus		Lateral Hamstring		Medial Hamstring	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
1	0(0.0)	2(13.3)	1(6.7)	2(13.3)	8(53.3)	5(33.3)	6(40.0)	8(53.3)
2	0(0.0)	3(20.0)	5(33.3)	2(13.3)	6(40.0)	6(40.0)	4(26.7)	3(20.0)
3	6(40.0)	7(46.7)	4(26.7)	5(33.3)	1(6.7)	2(13.3)	5(33.3)	2(13.3)
4	9(60.0)	3(20.0)	5(33.3)	6(40.0)	0(0.0)	2(13.3)	0(0.0)	2(13.3)
Total	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)	15(100)

Number(%)



신근이 척추기립근보다 먼저 수축이 일어난 것으로 사료된다. 대둔근과 슬괵근의 수축 순서는 굴곡의 처음 순간에는 체간에 가해지는 중력모멘트가 크지 않기 때문에 약간의 수축만 필요하다. 이때 슬괵근이 작용한 것은 가벼운 동작에서는 대둔근보다 슬괵근이 우선적으로 작용하기 때문이다.<sup>24</sup>

Nelson 등<sup>25</sup>은 체간 굴곡에서 요추와 골반운동 패턴은 동시에 일어나는 경향이 있다고 하였다. 또한 Sihvonen<sup>8</sup>은 요추골반 리듬에서 척추기립근과 슬괵근이 같이 작용한다고 하여 본 연구와는 차이를 보이고 있다. 선행 연구들 간의 차이나 본 연구에서의 차이가 전극의 부착부위의 차이인지 아니면 운동속도의 차이인지는 확실치가 않다.

체간 굴곡의 남녀간의 차이에서는 척추기립근과 대둔근의 동원순서에서 차이를 보이고 있다. 즉 남자의 경우는 대둔근이 척추기립근보다 먼저 수축하고, 여자는 척추기립근 대둔근 순으로 동원되었다. Leinonen 등<sup>12</sup>은 여자만을 대상으로 측정한 결과 대둔근이 척추기립근보다 늦게 수축한다고 하여 본 연구의 여자의 결과와 일치하고 있다. 하지만 대퇴이두근과 척추기립근이 동시에 수축한다는 결과와는 차이를 보이고 있다. Leinonen 등<sup>12</sup>은 L1-2사이에 전극을 부착하였고 본 연구에서는 L3 극들기 옆에 부착하였다. 위의 결과 차이가 전극의 부착부위 차이인지 아니면 개인의 체형이나 개인의 굴곡 패턴의 차이인지는 확실치가 않다. Thomas<sup>26</sup>는 체간 굴곡의 초기 운동패턴 분석에서 남자는 요추에서 여자는 고관절에서 많은 양의 운동이 일어난다고 하였으며 이를 근육의 강도(stiffness)의 관점에서 분석하였다. 본 연구의 결과는 남녀 모두 슬괵근이 가장 먼저 수축하여 고관절의 운동이 먼저 일어난 것으로 생각되며 척추기립근과 대둔근의 개시시간에는 순서에 차이가 있었지만 이 연구의 결과로 남녀간의 운동패턴 차이를 입증할 수는 없었다. 근육의 동원 순서로 운동순서를 예측할 수는 있지만 전적으로 운동량의 많고 적음과 근육의 동원 순서는 일치하지 않을 수도 있을 것으로 사료된다.

체간 신전에서 근육의 동원 순서는 굴곡에서와 마찬가지로 다양한 패턴을 보였다(Table 4). 외측 슬괵근과 내측 슬괵근이 가장 먼저 수축하고 척추기립근은 3순위 4순위 동원이 가장 높고, 대둔근은 마지막으로 작용하는 비율이 가장 높았다. 이는 신전의 초기에 대퇴이두근이 가장 먼저 수축하고 다음이 대둔근 척추기립근 순이라는 Leinonen 등<sup>12</sup>의 결과와는 차이를 보이고 있다. 9.5kg의 상자를 들고 신전하는 동안, 신전운동 초기에 골반에서의 운동이 먼저 일어나고 그 다음 요추 신전이 일어난다는 Nelson 등<sup>25</sup>의 결과와 비교할 때 슬괵근이 먼저 작용하여 고관절의 신전을 일으키고 그 다음 척추기립근에 의한 척추의 신전이 일어난 것으로 사료된다. 또한 이 결과는 Sakamoto 등<sup>27</sup>의 엷드린 자세에서 고관절 신전할 때의 근육동

원 순서와 같았다. 만약에 하중이 가해진 상태, 즉 물건을 들어 올리는 경우는 처음부터 큰 힘을 필요로 하기 때문에 근육들의 동원순서에는 차이가 있을 것으로 사료된다.

Kwon 과 Koh<sup>13</sup>는 선자세에서 고관절 신전에서 내측 슬괵근 척추기립근 대둔근 순으로 근 수축이 발생한다고 하여 신전의 패턴이 다름에도 불구하고 같은 근 동원 순서를 보였다. 위의 결과를 종합해 볼 때 개방성에서의 고관절 신전과 폐쇄성에서의 고관절 신전에서 차이가 없음을 알 수 있다.

남자와 여자의 경우 척추기립근과 대둔근의 동원순서에서 차이를 보이고 있다. 즉 여자는 슬괵근 척추기립근 대둔근 순으로 동원되는데 비하여 남자의 경우는 슬괵근 대둔근 척추기립근의 동원 경향을 보이고 있다. 슬괵근이 다른 근육보다 먼저 수축하는 것은 다른 연구결과와<sup>12,13</sup> 일치하지만 대둔근과 척추기립근의 동원 순서는 약간의 차이를 보였다. 본 연구의 결과로 볼 때 슬괵근이 여성에서는 더 우세한 것으로 사료된다. 남녀간의 차이는 체격조건의 차이 즉 골반의 형태 혹은 각 근육의 유연성 차이 또는 습관적 운동 패턴의 차이 때문인지는 명확하지 않다. 근육의 활동패턴은 잘 조절된 훈련에 의해 변화될 수 있다.<sup>28,29</sup> 따라서 요통환자 등의 치료에 근육의 동원패턴을 평가하여 치료방법으로 활용하는 것도 하나의 방법일 것이다.

## V. 결론

본 연구의 결과는 일상생활이나 산업장에서 몸을 숙이거나 물건을 들어 올리는 등의 동작에서 근육의 동원순서를 정상적으로 유지함으로써 정상적인 운동패턴을 유도 요부 손상을 미연에 방지할 수 있고, 요통 등 요추 골반 리듬에 변화를 줄 수 있는 손상이나 질환의 경우에 평가나 치료에 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

남녀간에는 척추기립근과 대둔근 사이에서 동원순서에 차이가 있기 때문에 임상적으로 활용 시 이 차이를 고려하여야 하며, 이 차이가 어떤 요인에 의한 것인지는 앞으로 좀 더 연구되어야 할 것이다.

### Author Contributions

Research design: Lee HO

Acquisition of data: Lee HO, Ku BO

Analysis and interpretation of data: Lee HO, Ku BO

Drafting of the manuscript: Lee HO

Research supervision: Lee HO

## Acknowledgements

본 논문은 2007학년도 부산가톨릭대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

## 참고문헌

1. Floyd WF, Silver PHS. The function of erector spinae muscles in certain movements and postures in man. *J Physiol.* 1955;129(1):184-203.
2. Calliet R. *Low Back Pain Syndrome.* Philadelphia, F. A. Davis Co, 1994:17-55.
3. Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK et al. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine.* 1996;21(1):71-8.
4. McClure PW, Esolar M, Schreier R. et al. Kinematic analysis of lumbar and hip motion while rising from a forward, flexed position in patients with and without a history of low back pain. *Spine.* 1997;22(5):552-8.
5. Norton BJ, Van Dillen L, Gaitierrez C. et al. Videographic analysis of subjects with and without low back pain during forward bending. *Phys Ther.* 1996;76:S29.
6. Hashemirad F, Talebian S, Hatf B. et al. AH. The relationship between flexibility and EMG activity pattern of the erector spinae muscles during trunk flexion-extension. *J Electromyogra Kinesiol.* 2008; In Press
7. Clark BC, Manini TM, Mayer JM et al. Electromyographic activity of the lumbar and hip extensors during dynamic trunk extension exercise. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(11):1547-52.
8. Scholtes SA, Gombatto SP, Van Dillen LR. Differences in lumbopelvic motion between people with and people without low back pain during two lower limb movement tests. *Clin Biomech.* 2009;24(1):7-12.
9. Himmelreich H, Vogt L, Banzer W. Gluteal muscle recruitment during level, incline and stair ambulation in health subjects and chronic low back pain patients. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2008;21(3):193-9.
10. Radebold A, Cholewicki J, Panjabi MM et al. Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine.* 2000;25(8):947-54.
11. Hodge PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(9):1005-12.
12. Leinonen V, Kankaanpää M, Airaksinen O et al. Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain and rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(1):32-7.
13. Kwon OY, Koh EK. The comparison of the onset times of hamstring, and lumbar erector spinae muscle activity during hip extension between subjects with low back pain and health subjects. *KAUTPT.* 2002;9(2)33-42.
14. Park CH, Kwon OY, Cho SY. The effect of a lumbosacral corset on the onset of rectus abdominis and hip extensor activity during hip extension in health subjects. *KAUTPT.* 2002;9(3):23-37.
15. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to surface electromyography.* Aspen, Maryland, 1998:336-70.
16. Lee WA, Buchanan TS, Roger MW. Effects of arm acceleration and behavioral conditions on the organization of postural adjustments during arm flexion. *Exp Brain Res.* 1987;66(2):257-70.
17. Allum JH, Pfaltz CR. Visual and vestibular contributions to pitch sway stabilization in the ankle muscles of normals and patients with bilateral peripheral vestibular deficits. *Exp Brain Res.* 1985;58(1):82-94.
18. Woollacott MH, von Hosten C, Rösblad B. Relation between muscle response onset and body segmental movements during postural perturbations in humans. *Exp Brain Res.* 1988; 72(3):593-604.
19. Neafsey EJ, Hull CD, Buchwald NA. Preparation for movement in the cat. II: Unit activity in the basal ganglia and thalamus. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1978;44(6):714-23.
20. Nashner LM, Shumway-Cook A, Marin O. Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. *Exp Brain Res.* 1983;49(3):393-409.
21. Di Fabio RP. Reliability of computerized surface electromyography for determining the onset of muscle activity. *Phys Ther.* 1987;67(1):43-8.
22. Hodge PW, Bui BH. A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1996;101(6):511-9.
23. Sahrman SA. Diagnosis and treatment of movement impair-

- ment syndromes. Missouri, Mosby, 2002:58.
24. Smith LK, Weiss EL, Don Lehmkuhl L. Brunnstrom's clinical kinesiology. 5th ed. Philadelphia, FA Davis, 1996:280-1.
  25. Nelson JM, Walmsley RP, Stevenson JM. Relative lumbar and pelvic motion during loaded spinal flexion/extension. Spine. 1995;20(2):199-204.
  26. Thomas JS, Corcos DM, Hasan Z. The influence of gender on spine, hip, knee and ankle motions during a reaching task. J Mot Behav. 1998;30:98-108.
  27. Sakamoto AC, Teixeira-Salmela LF, de Paula-Goulart FR. et al. Muscular activation patterns during active prone hip extension exercises. J Electromyogr Kinesiol. 2009;19(1):105-12.
  28. Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG. et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. Man Ther. 2007 ;12(3): 271-9.
  29. Marshall PW, Murphy BA. Muscle activation changes after exercise rehabilitation for chronic low back pain. Arch Phys Med Rehabil. 2008;89(7):1305-13.