

# Effect of Various Leg-Crossing Positions on Muscle Activities of Rectus Femoris, Tensor Fascia Latae, and Hamstring in Healthy 20's Adults

Won-Hwee Lee, Tae-Hee Kang, Jeong-Ha Kim, Tri suryanti

Department of Physical Therapy, College of Jeonju Vision, Jeonju, Korea

**Purpose:** The purpose of this study was to investigate the effect of leg-crossing positions on muscle activities of rectus femoris, tensor fascia latae, and hamstring in healthy 20's adults.

**Methods:** Twenty healthy subjects were asked to perform three leg-crossing positions, leg crossing (LC), tailor crossing (TC), and ankle crossing (AC). Surface electromyography (EMG) was used to evaluate the activities of rectus femoris, tensor fascia latae, and hamstring during upright sit posture (UP) and three leg-crossing positions and UP was compared to three leg-crossing positions. Repeated one way ANOVA was used for data analysis. The alpha level was set at 0.05.

**Results:** The results showed significant difference in the muscle activities of rectus femoris, tensor fascia latae, and hamstring among leg-crossing positions. The muscle activity of the rectus femoris was significantly lower in LC and TC positions than UP. The muscle activity of tensor fascia latae was significantly higher in LC position than UP and other leg-crossing positions. The muscle activity of hamstring was significantly higher in LC and TC positions and significantly lower in AC position than in UP.

**Conclusion:** Our study suggests that the activity of hip muscles was affected by pelvic and knee alignment in various leg-crossing positions.

**Keywords:** Electromyography, Leg-crossing, Sitting

## 서론

현대 사회에는 컴퓨터의 대중화와 컴퓨터 업무의 일반화로 인해 컴퓨터 사용 시간이 증가하면서 의자에 앉아서 하는 형태의 작업시간이 늘어나고 있으며 안 좋은 자세로 장시간 앉은 자세는 전방 머리 자세, 둥근 어깨 및 요통과 같은 근골격계 질환을 일으킬 수 있다.<sup>1-4</sup> 그러므로 올바르게 앉은 자세가 필요하며 올바르게 앉기 위해서는 체간 근육의 균형적인 작용과 충분한 엉덩관절 굽힘 관절 가동범위가 필요하다.<sup>5</sup> 올바른 앉은 자세를 인지하고 유지하려고 노력해도 장시간 앉아있을 때에는 허리를 숙이거나 다리를 꼬는 등 자세의 변화와 이러한 자세를 지속적으로 유지하고 있다.<sup>6</sup>

잘못된 앉은 자세들 중 대표적인 것은 다리 꼬기 자세가 있다. 다리 꼬기 자세는 일상생활이나 컴퓨터 작업을 하는 동안 주로 나타나는 자세로 이러한 자세로 인해 허리가 구부정하게 되고 골반의 회전을

유발한다.<sup>7,8</sup> 지금까지 다리 꼬기 자세에 대한 많은 연구들이 보고되었지만 다리 꼬기 자세를 취하는 이유에 대해서는 명확히 밝혀지지 않았다. 대부분 다리 꼬기 자세를 하는 이유는 이 자세가 편하기 때문에 습관적으로 다리 꼬기 자세를 취한다고 한다.<sup>9</sup> 또한 Snijder 등<sup>10</sup>은 짧은 치마를 입었을 때 미용적 이유로 다리 꼬기 자세를 취한다고도 제시하였다. 다리 꼬기 자세를 통해 신체의 구조적 불균형이나 골반의 불안정성 등을 보상한다고 제시한 연구들도 있는데, Pinar 등<sup>11</sup>은 외관상 양쪽 다리의 길이가 서로 다른 경우에 골반의 높이를 맞추기 위해서 다리 꼬기 자세를 하고, Snijder 등<sup>12</sup>은 엉치엉덩관절(sacroiliac joint)의 불안정성이 있는 사람이 다리 꼬기 자세를 통해 엉덩관절 모음(adduction)을 발생시켜 엉치엉덩관절에 안정성을 제공하므로 다리 꼬기 자세를 취한다고 하였다. Takishita 등<sup>13</sup>은 기립성 저혈압이 있는 사람들에게 다리 꼬기 자세가 혈압을 상승시키는 효과도 있다고도 제시하였다.

Received Sep 15, 2015 Revised Oct 19, 2015

Accepted Oct 25, 2015

Corresponding author Won-Hwee Lee

E-mail wampus@naver.com

Copyright ©2015 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute 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.

다리 꼬기 자세에 대한 연구들은 주로 체간의 근활성도나 척추의 정렬과 관련되어 설명을 하고 있다.<sup>6,14,15</sup> Jung<sup>6</sup>과 Kim 등<sup>15</sup>은 다리 꼬기 자세가 체간의 미치는 영향들에 대해 보고하였으며 주로 다리 꼬기 자세는 내복사근과 외복사근의 근 활성도를 감소시키고 체간 근육의 비대칭적인 근활성도를 나타낸다고 제시하였다. Kang 등<sup>14</sup>은 다리 꼬기 자세는 골반과 척추의 각도 및 양쪽 볼기의 압력을 변화시킨다고 보고하였다. 지금까지 많은 연구들이 다리 꼬기 자세로 인한 복근이나 척추 세움근과 같은 체간 근육의 근활성도 변화 및 척추의 정렬 상태에 미치는 영향에 대해 주로 알아보고 있었다. 하지만 척추의 정렬 상태는 엉덩관절 주변 근육들에 의해서도 영향을 받을 수 있다.<sup>5</sup> 엉덩관절 주변 근육들 중 넙다리곧은근, 넙다리 근막 긴장근, 뒤넙다리근은 골반에서 시작하여 무릎관절을 지나가는 두 관절 근육으로 골반의 움직임과 엉덩관절 및 무릎관절의 움직임을 일으킨다.<sup>16</sup> 넙다리 곧은근과 넙다리 근막 긴장근은 골반의 아래앞 엉덩뼈 가시(anteroinferior iliac spine)와 위앞 엉덩뼈 가시(anterosuperior iliac spine)에 붙어 있어 수축시 골반의 앞쪽 기울임을 일으키고 척추 세움근과 짝힘(force-couple)으로써 작용한다. 뒤넙다리근은 궁둥뼈 결절에 붙어 있어 수축시 골반의 뒤쪽 기울임을 일으켜 복근과 짝힘으로 작용한다.<sup>16</sup> 이러한 협력근들은 최적으로 동원되어야 하는데 하나의 근육이 과도하게 동원되면 근육 불균형이 일어난다.<sup>17</sup> 엉덩 관절 주변 근육의 근활성도 및 길이의 변화는 앉은 자세에서 골반의 앞쪽 또는 뒤쪽 기울임을 유발하며 이는 요추의 굽힘과 펴 움직임을 일으켜 요추의 정렬 상태에 영향을 줄 수 있다.<sup>5,17</sup> 또한 이 근육들은 정강뼈와 종아리 뼈에 붙어 있어서 엉덩관절 및 무릎관절의 움직임에 관여를 하여 근육의 근활성도 및 미세성의 변화는 엉덩관절과 무릎관절의 근골격계 문제에도 관여를 할 수 있다.<sup>16,17</sup> 지금까지 대부분의 연구에서는 여러 형태의 다리 꼬기 자세로 인해 복근 및 척추 세움근의 근활성도가 어떻게 변하는지 또는 요추의 정렬상태가 어떻게 변하는지에 대해 제시를 하였지만 여러 형태의 다리 꼬기 자세가 엉덩관절 주변의 근육들에는 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 알려지지 않았다. 본 연구에서는 여러 형태의 다리 꼬기 자세에 따라 엉덩관절 주변 근육들에게 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 본 연구에서 사용할 여러 형태의 다리 꼬기 자세는 사람들이 주로 취하는 다리 꼬기 자세들이며 Kang 등<sup>14</sup>과 Kim 등<sup>15</sup>의 연구에서 사용했던 다리 꼬기 자세인 다리 꼬기 자세(Leg-crossing, LC), 양반다리 꼬기 자세(Taylor crossing, TC), 발목 꼬기 자세(Ankle crossing, AC)이다. 그래서 본 연구에서는 이러한 여러 형태의 다리 꼬기 자세들을 바로 앉은 자세(upright sit posture, UP)와 비교하여 엉덩관절 주변 근육인 넙다리 곧은근, 넙다리 근막 긴장근, 뒤넙다리근의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다.

## 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구대상자는 실험 전에 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 듣고, 연구의 목적에 동의하는 연구동의서를 작성하고 연구에 참여 의사를 밝힌 전라북도 전주시에 소재한 OO 대학교에 재학 중인 건강한 남녀 대학생 20명 (남자 10명, 여자 10명)을 대상으로 연구를 실시하였다. 연구대상자의 선정기준은 요통이나 다리의 통증으로 인한 관절가동범위에 제한이 없는 자로 엉덩관절의 굽힘 범위가 90도 이상 가능한 대상으로 선정하였으며 지난 6개월 동안 골절, 관절염, 외상과 같은 정형외과적 장애나 통증을 경험했던 대상자는 연구대상자에서 제외하였다. 연구에 참여한 연구대상자의 평균 연령은 23.8±4.8세, 평균 신장은 168.4±10.2 cm, 그리고 평균 체중은 66.5±15.4 kg이었으며 대상자의 평균 엉덩관절의 굽힘 범위는 116.4±3.2도였다. 정규성 검정을 통해 연령을 제외한 모든 변수들이 정규분포 하였으며 대상자의 우세측 다리는 모두 오른쪽이었다.

### 2. 실험방법

#### 1) 측정도구

##### (1) 표면 근전도 시스템

다양한 다리 꼬기 자세에 따른 체간 근육의 활성도를 알아보기 위하여 표면 근전도 시스템(AP1180)을 사용하였으며, 표면 근전도 시스템에서 디지털 처리된 근전도 신호의 분석은 무선 EMG 시스템(Wireless EMG System (100RT), BTS, Millan, Italy)을 이용해 처리하였다. 표면 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000 Hz로 설정하였다. 근육의 근전도 신호는 제곱 평균 제곱근법(Root Mean Square, RMS) 처리하여 분석하였다.

표면전극의 부착부위는 피부저항을 감소시키기 위해 털을 제거하고, 가는 사포로 3-4회 문지른 다음, 알코올 솜으로 피부 각질층을 제거하고 전극을 부착하였다. 전극을 부착하는 근육은 오른쪽 넙다리 곧은근, 넙다리근막긴장근, 뒤넙다리근의 가쪽 근육으로 전극 부착 부위는 Cram 등<sup>18</sup>에 의해 제시된 부위를 참고하여 최대 근 수축이 뚜렷이 보이는 힘살(muscle belly)에 전극을 부착하였다. 표면 근전도 신호의 정규화(normalization) 과정을 위해 자발적 기준 수축(Reference Voluntary Contraction, RVC)을 사용하였다. 자발적 기준 수축의 측정 자세는 등받이가 있는 의자에서 다리를 꼬지 않고 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목관절은 90도로 굽힘되고 엉덩관절의 회전이 없는 중립 자세(UP)로 이 자세를 1분 동안 유지하였다. 이때 각 근육의 근전도 신호를 3회 반복 측정하였으며 3회 반복하여 구한 값에서 각각 처음 10초와 마지막 10초를 제외한 중간 40초 동안의 평균값으로 자발적 기준 수축을 구해 이를 기준으로 하였다. 이는 UP 자세에 대한 근활성

도 값으로 각각 자세에 대한 측정값을 비교하였다.

2) 실험 절차

본 연구에서는 등받이가 있는 의자에서 주로 사용되는 세 가지 형태의 다리 꼬기 자세인 다리 꼬기 자세(LC), 양반다리 꼬기 자세(TC), 발목 꼬기 자세(AC)에서 근활성도를 측정하고 자발적 기준 수축 자세인 바로 앉은 자세(UP)와 비교하였다(Figure 1). 다리를 꼬는 방향은 오른쪽 다리를 왼쪽 다리 위에 올려놓은 방법으로 하였고, 왼쪽 발은 지면에 닿아있는 형태로 하였다.<sup>14,15</sup>

대상자들은 먼저 바로 앉은 자세에서 자발적 기준 수축을 측정하였고, 세 가지의 다리 꼬기 자세를 1분간 3회씩 측정하였다. 측정자세의 순서는 무작위한 순서로 결정하였으며 근피로 등을 방지하기 위해 측정 간 휴식시간을 5분으로 하였다.

3) 통계 방법

세 가지 형태의 다리꼬기 자세와 바로 앉은 자세에서 근 활성도의 변화를 비교하기 위해 반복측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 사용하였다. 사후 분석 방법으로는 Bonferroni 검정을 사용하였다. 통계적 유의성을 검증하기 위한 유의수준( $\alpha$ )은 0.05였고 SPSS 19.0 for Window (IBM Co, Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하였다.

결 과

1. 다리꼬기 자세에 따른 근활성도 비교

다리 꼬기 자세에 따라 넙다리곧은근, 넙다리근막긴장근, 뒤넙다리근의 근활성도는 모두 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 사후검정 결과 넙다리 곧은근은 LC 자세와 TC 자세는 UP 자세보다 근활성도의 유

의한 감소를 보였으며, AC 자세에 비해서도 유의한 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). 넙다리근막긴장근은 LC 자세에서 다른 자세들 보다 근활성도의 유의한 증가를 보였고( $p < 0.05$ ), 나머지 자세들 사이에서는 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 뒤넙다리근은 UP 자세에 비해 LC와 TC 자세에서 근활성도에 유의한 증가를 보였고, AC 자세에서는 근활성도에 유의한 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). AC 자세는 LC와 TC 자세에 비해서도 근활성도에 유의한 감소를 보였다( $p < 0.05$ ) (Table 1) (Figure 2).

고 찰

본 연구에서는 다양한 다리꼬기 자세가 엉덩관절 주변 근육의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기로 주로 다리 꼬는 형태로 사용하는 자세인 LC, TC, AC 자세에서 UP 자세를 기준으로 엉덩관절 주변 근

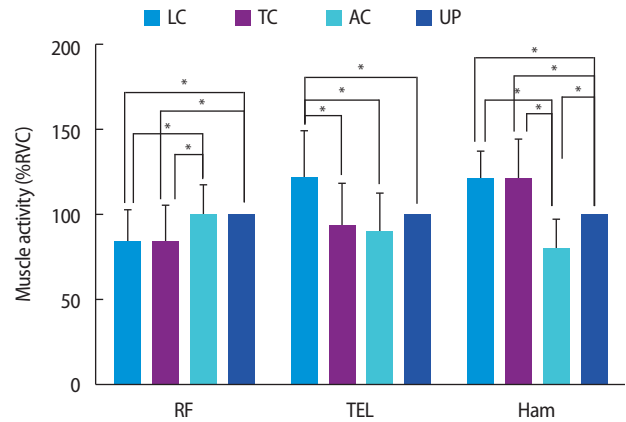


Figure 2. Comparison of muscle activities according to leg-crossing positions (\*significant difference at  $p < 0.05$ ). RF: Rectus femoris, TFL: Tensor fascia latae, Ham: Hamstring, LC: Leg-crossing, TC: Tailor-crossing, AC: Ankle-crossing, UP: Upright sit posture.

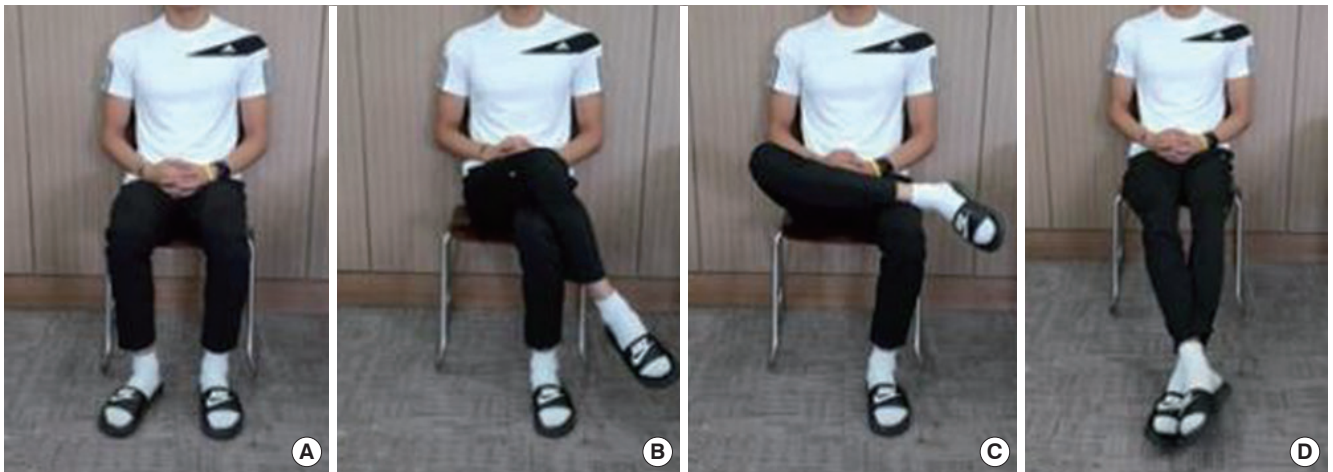


Figure 1. Upright sit posture and three leg-crossing positions. (A) Upright sit posture, (B) Leg-crossing, (C) Tailor-crossing, (D) Ankle-crossing.

**Table 1.** Comparison of muscle activity of rectus femoris, tensor fascia latae, and hamstring according to leg crossing positions (%RVC)

Muscle	Posture	Muscle activity	Type III Sum of Squares	df	F	p
Rectus femoris	LC	83.56±18.80 <sup>†</sup>	5,431.02	3	9.26	<0.001*
	TC	83.06±22.36				
	AC	99.56±17.87				
	UP	100.00±0.00				
Tensor fascia latae	LC	121.83±28.03	23,410.14	3	29.05	<0.001*
	TC	94.81±23.47				
	AC	89.91±22.89				
	UP	100.00±0.00				
Hamstring	LC	120.77±16.77	23,410.14	3	29.05	<0.001*
	TC	120.84±23.12				
	AC	79.58±17.61				
	UP	100.00±0.00				

LC: Leg crossing, TC: Tailor crossing, AC: Ankle crossing, UP: Upright sit posture.  
<sup>†</sup>mean±standard deviation, \*p<0.05.

육인 넙다리 곧은근, 넙다리 근막 긴장근, 뒤넙다리근의 근활성도에 미치는 영향을 알아보았다.

연구결과 모든 근육이 다리 꼬기 자세에 따라 유의한 차이를 보였다. UP 자세에서 넙다리 곧은근의 근활성도를 기준으로 세가지 다리 꼬기 자세와 비교하였을 때 LC 자세와 TC 자세에서는 유의하게 낮은 근활성도를 보였고, AC 자세는 유의한 차이가 없었다. UP 자세에서 넙다리 근막 긴장근의 근활성도를 기준으로 세가지 다리꼬기 자세와 비교하였을 때 LC 자세에서는 유의하게 증가된 근활성도를 보였고, TC와 AC 자세에서 유의한 차이가 없었다. UP 자세에서 뒤넙다리근의 근활성도를 기준으로 세가지 다리꼬기 자세와 비교하였을 때 LC와 TC 자세에서는 유의하게 증가된 근활성도를 보였고 AC 자세에서는 유의하게 감소된 근활성도를 보였다.

이러한 결과를 다리꼬기 자세별로 보면 UP 자세를 기준으로 LC 자세에서는 넙다리 곧은근의 근활성도는 유의하게 낮았고, 넙다리 근막 긴장근과 뒤넙다리근의 근활성도는 유의하게 높았다. UP 자세를 기준으로 TC 자세에서는 넙다리 곧은근의 근활성도는 유의하게 낮았고, 뒤넙다리근의 근활성도는 유의하게 높았다. Kang 등<sup>14</sup>의 연구에서 LC와 TC 자세는 UP 자세보다 골반의 후방 경사가 더 일어난다고 보고하였다. 앉은 자세는 선 자세보다 골반의 후방 경사를 더 일으키고 다리꼬기 자세는 골반을 더욱 후방 경사시켜 척추의 구부정한 자세(slumped position)를 일으킬 수 있다.<sup>7,19,20</sup> 넙다리뒤근은 복근과 함께 골반을 후방경사시키는 근육이다.<sup>17</sup> 그러므로 UP 자세를 기준으로 LC 자세와 TC 자세에서 뒤넙다리근의 근활성도가 유의하게 증가하고 넙다리곧은근의 근활성도가 유의하게 감소한 것은 골반의 후방 경사로 인해서 나타났을 것으로 사료된다. 또한 UP 자세를 기준으로 비교하였을 때 LC 자세에서만 넙다리 근막 긴장근의 근활성도가 유의하게 증가되어 있었다. Sahrman<sup>17</sup>은 LC 자세에서 넙다리 근막 긴

장근이 과도하게 사용된다고 하였고, 넙다리근막긴장근의 단축을 최소화 하기 위해서는 LC 자세를 피해야만 한다고 하였다. UP 자세를 기준으로 AC 자세에서 뒤넙다리근의 근활성도는 유의하게 낮았고, 넙다리 곧은근과 넙다리 근막 긴장근의 근활성도는 유의한 차이가 없었다. AC 자세는 다른 다리꼬기 자세들보다 골반의 후방 경사가 덜 일어나며 무릎의 각도가 가장 펴되어 있는 자세이다.<sup>14</sup> 그러므로 뒤넙다리근의 근활성도가 UP 자세보다도 유의하게 낮게 나왔고 비록 AC 자세에서 넙다리 곧은근은 UP 자세와는 유의한 차이가 없었지만 다른 다리꼬기 자세들과는 유의한 차이를 보였으므로 무릎의 펴된 위치와 관련이 있다고 사료된다. 이를 통해 각각의 다리꼬기 자세에 따라 엉덩관절 주변 근육들의 근활성도 변화는 각각의 다리꼬기 자세에서 골반 및 무릎의 정렬상태와 관련이 있다고 사료된다.

Kang 등<sup>14</sup>의 연구에서는 동작 분석을 통해 각각의 다리꼬기 자세를 습관적으로 장시간 취하게 되면 척추에서 나타나는 근골격계 질환인 척추 후만증이나 측만증을 일으킬 수 있다고 제시하였다. 본 연구에서 알아본 근육들은 각각의 다리꼬기 자세에 따라 근활성도가 유의하게 증가되기도 하고 감소하기도 하였다. 하지만 넙다리 근막 긴장근은 UP 자세를 기준으로 비교했을 때 유의하게 감소되는 자세는 없었고, LC 자세에서만 유의하게 증가되었다. UP 자세를 기준으로 했을 때 LC 자세에서 넙다리 근막 긴장근의 근활성도가 높았다는 것은 UP 자세보다 넙다리 근막 긴장근이 많은 수축을 한다는 것을 의미하고 LC 자세를 장시간 습관적으로 취하게 되면 넙다리 근막 긴장근의 과사용이 되며 이는 근육 길이의 단축이나 뻣뻣함을 일으킨다.<sup>21</sup> 넙다리 근막 긴장근은 무릎뼈 가쪽에 정지하는 근육으로 넙다리 근막 긴장근의 과사용으로 인한 근육 길이의 단축은 정강뼈의 가쪽돌림과 무릎뼈의 가쪽 활주에 기여하여 무릎 통증을 유발할 수 있다.<sup>20,21</sup> 또한 Sahrman<sup>21</sup>은 넙다리근막긴장근이 뻣뻣하고 단축되는 경우 골

반을 회전시키며 이러한 골반의 회전은 요추의 회전을 유발한다고 하였다. 지금까지 많은 연구들에서 다리꼬기 자세시 골반의 회전이 일어나며 이 회전은 복근의 불균형으로 인해 일어난다고 하였다.<sup>6,10,15</sup> 하지만 본 연구를 통해 증가된 넓다리 근막 긴장근의 근활성도도 장시간 습관적으로 LC 자세를 취하게 되면 골반의 회전에 기여하는 요소가 될 수 있다고 생각한다.

본 연구의 제한점은 젊은 연령에 대상자로 국한되어 있어 일반화하기 힘들며, 요통이나 다리의 문제가 없는 정상인들로만 대상으로 하였다. 또한 단순히 근활성도만 측정하여 다양한 다리꼬기에 따른 실제 관절의 정렬 변화 등은 알 수 없었다. 그러므로 추후 연구에서는 다양한 연령대의 대상자를 토대로 연구와 요통이나 다리의 통증이 있는 대상자에게서는 어떠한 차이가 있는지 알아보는 연구가 필요하다. 또한 장시간 다리를 습관적으로 꼬는 대상자들을 대상으로 실제적으로 엉덩관절 근육들의 단축 여부도 알아보는 연구도 필요할 것이다.

## REFERENCES

- Li G, Haslegrave CM. Seated work postures for manual, visual and combined tasks. *Ergonomics*. 1999;42(8):1060-86.
- Ortiz-Hernandez L, Tamez-Gonzalez S, Martinez-Alcantara S et al. Computer use increase the risk of musculoskeletal disorders among newspaper office workers. *Arch Med Res*. 2003;34(4):331-42.
- Park YN, Bae YS. Comparison of muscle performance of the lumbar region and head alignment according to the length of sitting time. *J Kor Phys Ther*. 2013;25(6):386-92.
- Kwon JW, Nam SH, Choi YW et al. The effect of different head positions in sitting on head/shoulder posture and muscle activity. *J Kor Phys Ther*. 2013;25(4):217-23.
- Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation*. St. Louis, Mosby, 2002:387-476.
- Jung YG. Effects of leg crossed sitting on the trunk muscle activities during the computer work. Yonsei university. Dissertation of Master's degree. 2005.
- Lee JH, Park SY, Yoo WG. Change in craniocervical and trunk flexion angles and gluteal pressure during VDT work with continuous cross-legged sitting. *J Occup Health*. 2011;53:350-5.
- Watanabe S, Kobara K, Ishida H et al. Influence of trunk muscle co-contraction on spinal curvature during sitting cross-legged. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2010;50:187-92.
- Jung WJ. Effects of a wallet in the back trouser pocket on paraspinal muscle activity in sitting. Yonsei university. Dissertation of Master's degree. 2009.
- Snijders CJ, Slagter AH, van Strik R et al. Why leg crossing? The influence of common postures on abdominal muscle activity. *Spine*. 1995; 20(18):1989-93.
- Pinar R, Sabuncu N, and Oksay A. Effects of crossed leg on blood pressure. *Blood Press*. 2004;13(4):252-4.
- Snijders CJ, Hermans PF, Neising R et al. The influence of slouching and lumbar support on iliolumbar ligaments, intervertebral discs and sacroiliac joints. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19(4):323-9.
- Takishita S, Touma T, Kawazoe N et al. Usefulness of leg-crossing for maintaining blood pressure in a sitting position in patients with orthostatic hypotension - case reports. *Angiology*. 1991;42(5):421-5.
- Kang SY, Kim, SH, Ahn SJ et al. A comparison of pelvic, spine angle and buttock pressure in various cross-legged sitting postures. *PTK*. 2012; 19(1):1-9.
- Kim TH, Seo HK, Hong WT. The change of muscle activities of trunk muscles during various leg-crossing positions in low back pain patients. *J Kor Phys Ther*. 2007;19(5):1-10.
- Muscolino JE. *Know the body: Muscle, bone, and palpation essentials*. St Louis, Mosby, 2011:339-78.
- Sahrmann SA. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. St Louis, Mosby, 2002:121-74.
- Cram J, Kasman G, Holtz J. *Introduction of surface electromyography*. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 1998:358-71.
- Chae YW, Park JW, Park S. Effects of knee malalignment on static and dynamic postural stability. *J Kor Phys Ther*. 2015;27(1):7-11.
- Kang MH, Oh JS, Park BJ et al. Comparison of the lumbar flexion angle and EMG activity in trunk muscles in individuals with and without limited hip flexion range of motion during visual display terminal work with cross-legged sitting. *J Phys Ther Sci*. 2013;25:1537-9.
- Sahrmann SA. *Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines*. St Louis, Elsevier, 2011:354-406.