

# 재활 초음파 영상을 이용한 젊은 성인의 하지 근 구조 비교: 서울과 하노이 하지 근 단면적비교 연구

이황재<sup>1</sup>, 김민규<sup>1</sup>, 하현근<sup>1</sup>, 이완희<sup>2</sup>

<sup>1</sup>삼육대학교 대학원 물리치료학과, <sup>2</sup>삼육대학교 보건복지대학 물리치료학과

## Comparison of Muscle Architecture of Lower Extremity using Rehabilitative Ultrasound Image in Young Adults: a Comparative Study of Muscle Cross-sectional area of Lower Extermity of Seoul and Hanoi in Vietnam

Hwang-Jae Lee<sup>1</sup>, Min-Kyu Kim<sup>1</sup>, Hyun-Geun Ha<sup>1</sup>, Wan-Hee Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, The Graduate School, Sahmyook University, Seoul, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook university, Seoul, Republic of Korea

**Purpose:** The aim of the current study was to compare the muscle architecture of lower extremity using rehabilitative ultrasound imaging (RUSI) in young adults in Seoul and Hanoi.

**Methods:** The study design was a comparative study of muscle cross-sectional area of lower extremity. Sixty healthy young subjects (Seoul group: 30, Hanoi group: 30) participated in this study. Real-time B-mode RUSI with a 7.5MHz linear transducer was used for measurement of cross-sectional area, pennation angle, and muscle thickness of the rectus femoris, tibialis anterior, and medial gastrocnemius muscles. Independent t-test was used for statistical analysis.

**Results:** Significant difference in cross sectional area of rectus femoris was observed between Korean young adults and Hanoi young adults ( $p < 0.01$ ). Muscle thickness and pennation angle of tibialis anterior in Korean young adults were greater than in Hanoi young adults ( $p < 0.01$ ). In addition, the muscle thickness and pennation angle of the medial part of gastrocnemius muscle were greater in Korean young adults than in Hanoi young adults ( $p < 0.01$ ). In addition, in the results for gender, men had larger muscle architectures than women in both groups ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion:** This study, using RUSI, showed significant difference in muscle architectures of lower extremity in a diverse group of young adults RUSI.

**Key Words:** Muscle, Korea, Ultrasonography, Vietnam

### 1. 서론

골격근의 구조는 힘 발생의 축에서 관계되는 근섬유의 배치로 결정되어진다.<sup>1</sup> 골격근은 인체의 기능 활동에 중요한 역할을

하며, 물리치료 분야에서 가장 중요한 연구영역으로 이러한 골격근의 구조 변화에 따른 질병과 노화의 관계성에 대한 연구가 지속되고 있다.<sup>2-4</sup> 특히 하지 골격근 활동의 변화는 보행 메커니즘의 변화를 평가하고 분석하는데 매우 중요하다.<sup>5</sup> 많은 영상진단장치는 근육의 구조적 특성을 검사하는 방법으로 이용하고 있는데, 대표적으로 자기공명영상(magnetic resonance image, MRI) 방법이다.<sup>6</sup> MRI는 근육 길이의 정확한 선택과 높은 해상도, 다면적 평면출력이 가능하기 때문에 연부조직 평가로 효율적인 방법으로 사용되어 왔지만, 높은 비용과 환자들에게 추가적인 진정제가 필요할

Received Sep 4, 2014 Revised Oct 9, 2014

Accepted Oct 14, 2014

Corresponding author Wan-Hee Lee, whlee@syu.ac.kr

Copyright © 2014 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.

경우가 있는 단점이 있다.<sup>4</sup>

최근 영상진단장비의 발전에 따라 높은 해상도와 골격근에 대한 정량적 분석이 이루어져 있으며, 특히 초음파 영상기법은 비침습적이고 안전함의 이유로 골격근 구조의 특징을 평가하는데 대중적으로 활용되고 있다. 물리치료 영역에서는 재활 초음파 영상(rehabilitative ultrasound imaging, RUSI)이란 용어로 신경근골격손상(neuromusculo-skeletal disorder)의 재활을 목적으로 사용 되어져 왔다. RUSI는 근육과 근육과 연관되어지는 연부조직의 형태를 평가하고 운동과 신체적 과제(physical tasks)를 수행하는 동안의 기능을 평가하기 위해 물리치료사에 의해서 사용되어지는 초음파 영상으로 정의된다.<sup>7</sup> RUSI는 근육 질량의 변화를 감지할 수 있으며 측정되어진 영상은 높은 신뢰도의 재현성을 보여주고 있고 엑스레이에 비해서 근육 질량의 변화에 더욱 민감한 것으로 나타내고 있다.<sup>8</sup> RUSI를 이용한 근육구조학적 특성은 근육의 단면적(cross-sectional area), 근 두께(muscle thickness), 우상각(pennation angle)에 의해 설명되는데, 근육의 단면적은 근 질량을 위한 측정으로 근육의 둘레를 측정하는 것이며 근 두께는 천층과 심층의 근막 사이의 거리를 나타내고, 우상각은 근육 심층의 근막과 근 섬유 사이의 각으로 정의한다.<sup>9</sup> 이 측정방법은 다른 일반적인 측정 방법에 비해 높은 신뢰도를 나타내었다고 보고되었다.<sup>4,10,11</sup>

최근까지 이루어진 RUSI를 이용한 다양한 연구에서 건강한 근육과 신경근 질환과 말초신경 질환으로 인해 약화를 가져온 근육의 구조 차이를 확인할 수 있었다.<sup>4,12,13</sup> Chi-Fishman 등<sup>14</sup>은 정상적인 넵다리곧은근(rectus femoris)과 약화가 있는 넵다리곧은근의 수축력의 차이를 이완과 수축 시 근육의 횡단축의 변화를 초음파 영상기법을 이용하여 측정하였다. Hides 등<sup>15</sup>은 젊은 성인을 대상으로 좌측과 우측의 못갈래근(multifidus) 크기의 차이를 구분하였다. 또한 RUSI에 대한 하지 근육의 연구에서 연령에 따른 근 구조의 차이를 증명하였다.<sup>16,17</sup> 그 중 한 선행연구에 따르면, 노인을 대상으로 가쪽넓은근(vastus lateralis)과 내측 장딴지근(medial part of gastrocnemius muscle)의 근 두께와 우상각을 측정하는데 RUSI의 이용이 높은 신뢰성 있는 측정방법이라고 보여주었다.<sup>18</sup> 특히 젊은 성인과 노인의 근 구조 비교 연구에서는 연령이 높아짐에 따라 기능적 활동의 감소로 인하여 하지 근 두께의 감소와 이에 따른 우상각의 감소를 일으킨다고 하였다.<sup>19</sup> 성별에 따른 RUSI의 연구에서는 남성의 근육 구조와 형태가 여성에 비해 확연히 크고 넓은 구조로 이루어진다고 확인할 수 있었다.<sup>20</sup>

신체활동능력(physical activity function)의 역할 중 골격근의 역할이 매우 중요하다. 이러한 신체활동능력에 따라 인간의 체형에 많은 차이를 보인다. 인종에 대한 연구에서 보면, 동양인의 체형은 서양인에 비하여 차이가 많이 나지만 아시아의 급속한 경제 발전과 서구화 현상으로 인하여 동양인의 체형도 점점 서구화로 이루어지고 있다고 보고하였다.<sup>21</sup> 특히 동아시아 국가 안에서도 경제발전의 시차로 인하여 신체활동량의 차이와 생활습관으로 인하여 동아시아 국가간의 젊은 성인의 체형의 구조는 차이가 많이 난다고 하였다.<sup>22</sup> 이와 같이 신체활동능력에 국가간 또는 인종간의 차이를 보는 연구는 지속적으로 진행되고 있지만 신체활동능력에 중요한 역할을 하는 골격근의 구조적 특성에 대한 비교 연구는 매우 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 한국의 젊은 성인들과 다른 아시아 국가의 젊은 성인의 하지 근 구조의 특성을 비교하여 RUSI를 이용한 국가간 골격근 구조의 특성을 구명하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구 2013년 6월 24일부터 2014년 1월 10일까지 20대 초반의 정상 젊은 성인 60명(서울 피험자: 30명, 하노이 피험자: 30명)을 대상으로 진행을 하였으며, 대상자 선정 기준은 근골격계와 신경계의 병리학적 소견이 없고, 하지의 근력 운동을 정기적으로 시행하고 있지 않은 대상자로 선정하였다. 연구에 참여하기 전에 대상자에게 본 연구의 목적과 과정에 대한 설명을 충분히 한 후 참여 동의서에 서명을 한 자만을 대상으로 하였다. 베트남 하노이의 경우도 동일한 절차로 현지의 통역관 한 명을 두어 본 연구의 목적과 과정에 대해서 충분히 설명을 하게 하였으며 참여 동의서에 서명을 한 자를 대상으로 실시하였다(Table 1).

### 2. 실험방법

#### 1) 측정도구

근육의 디지털 영상분석을 위한 RUSI를 이용한 초음파 영상 수집은 real-time B-mode 초음파 영상장비로 MYSONO U5 (Samsung medicine, Seoul, 한국)를 사용하였다. RUSI 측정에 사용된 변환기는 7.5MHz인 선형탐촉자(linear transducer)이며, 주파수 변조 범위는 6-8.5 MHz이고 gain의 범위는 20-80으로 하였다. Gain (G45)은 고정된 값으로 모든 검사에서 동일하게 적용하였다.

Table 2. General characteristics of subjects

| Variable          | Hanoi group (n=30) | Seoul group (n=30) |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| Sex               |                    |                    |
| Male/Female       | 18/12              | 11/19              |
| Age (years)       | 22.3 ± 1.5*        | 22.7 ± 2.2         |
| Height (cm)       | 162.3 ± 7.3        | 164.1 ± 7.9        |
| Weight (kg)       | 47.0 ± 5.6         | 60.3 ± 14.6        |
| Thigh length (cm) | 36.6 ± 2.5         | 43.0 ± 2.3         |
| Tibia length (cm) | 36.8 ± 2.0         | 40.1 ± 2.4         |
| Thigh circum (cm) | 30.5 ± 2.2         | 46.0 ± 5.0         |

Values are mean ± standard deviation.

2) 측정방법

본 연구에서는 RUSI를 이용하여 하지의 기능적 활동에 있어 중요한 역할을 담당하는 넙다리곧은근, 앞정강근, 내측 장딴지근을 측정하였다.<sup>4,10,11</sup> 대상자는 RUSI 측정에 앞서 정확한 측정부위를 계산하기 위하여 대퇴부의 길이와 종아리의 길이를 측정하였다. 넙다리곧은근의 측정자세와 측정위치로 대상자는 직각의 등받이가 있고 높낮이 조절이 가능한 의자에 허리를 곧바로 세우고 앉은 상태에서 고관절, 슬관절, 족관절 모두 90° 굴곡위를 취하게 하였다. 대퇴부의 길이는 전상장골극과 슬개골 상부까지의 길이를 측정하고 총 대퇴길이의 50% 지점을 측정위치로 지정하였다.<sup>11</sup> 앞정강근은 대상자가 골반이 90°로 굴곡을 만들고 다리를 뻗은 앉은 자세에서 종아리의 길이를 측정하였다. 종아리의 길이는 외측 슬와부 주름에서부터 외복사뼈의 중심부까지의 거리를 측정한 후 RUSI측정위치는 정아리의 총 길이의 상부 20% 지점으로 하였다.<sup>10</sup> 마지막으로 내측 장딴지근의 측정을 위해 대상자는 엎드린 자세에서 종아리 길이의 근위부 30% 지점과 내측 비복근의 후내측 근복 중간지점으로 하였다. 모든 측정부위는 정확성을 높이기 위해 인체에 무해한 인체용 펜을 이용하여 표식을 한 후 RUSI를 측정하였다. 피부와 마찰을 최소화하고 피부의 압박을 최소화하기 위해서 초음파 젤을 충분한 양으로 탐촉자와 피부 사이에 도포하였고, 측정의 정확성을 높이기 위해서 탐촉자가 흔들리지 않도록 전원을 지정한 상태에서 피부에 직각을 유지하여 측정하였다.<sup>4</sup> 모든 근육의 측정은 이완된 상태와 동일한 수축 힘을 만들기 위해서 3 kg의 모래주머니를 이용하여 근육의 저항부위에 부착하여 수축된 상태를 측정하였다. 또한 동일한 수축상태에서 측정을 위해 모래주머니의 저항에 대항하여 근 수축이 일어나고 5초간

유지한 상태 후 영상을 측정하였다. 우측 하지의 근육을 대상으로 측정하였고, 각 근육의 측정은 3회 반복을 하여 평균값을 이용하였고 각 근육의 측정 사이 시 근육의 피로도를 방지하기 위하여 5분의 충분한 휴식 후에 진행하였다.

3) RUSI 분석

RUSI에서 촬영 된 초음파 영상을 디지털 영상분석을 하기 위해서 장비 내에 있는 계산프로그램인 캘리퍼(caliper)를 이용해 분석하였다. 분석 방법은 넙다리곧은근의 단면적은 하층막 안쪽으로 선을 그어 나온 길이를 측정하였다.<sup>11</sup> 앞정강근의 근 두께는 상부층막(superficial aponeurosis)과 심부층막(deep aponeurosis) 사이의 직선거리를 선으로 측정하였으며 중간층막(middle aponeurosis)과 근섬유가 이루는 각을 측정하여 우상각을 측정하였다.<sup>23</sup> 내측 장딴지근도 앞정강근과 마찬가지로 근 두께와 우상각을 측정하였는데 근 두께는 동일한 방법으로 상부층막과 심부층막 사이의 직선 거리를 이용하여 측정하였지만 우상각은 앞정강근과 다른 근육 형태로 중간층막이 없기 때문에 심부층막과 근섬유가 이루는 각을 측정하였다.<sup>4</sup> 모든 근육의 RUSI의 분석 방법은 다음과 같다(Figure 1).

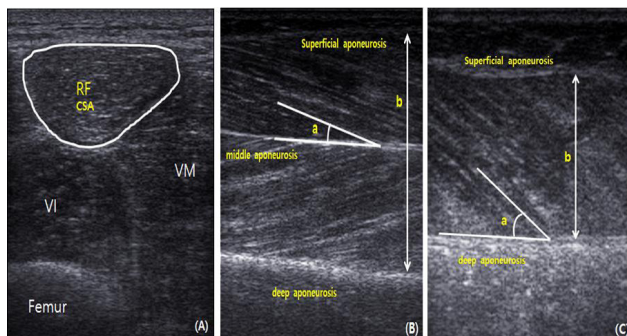


Figure 1. lower extremity muscle architecture using RUSI (A) rectus femoris, (B) tibialis anterior, (C) medial of gastrocnemius, a: pennation angle, b: muscle thickness RF: rectus femoris, VI: vastus intermedius, VM: vastus medialis, CSA: cross-sectional area

3. 자료분석

본 연구에서 모든 측정값들은 SPSS version 12.0(SPSS for windows; SPSS Inc, Chicago, IL)프로그램을 이용하여 통계 처리를 하였다. 서울그룹과 하노이그룹의 하지 근 구조와 그룹 별 성별에 따른 근 구조를 비교하기 위해 독립표본 t-검정 (independent t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의성을 검정하기 위해서 유의수준은  $\alpha$ 는 0.05로 하였다.

Table 2. Comparison of RUSI of lower extremity

| Muscle                       | Condition   | Hanoi group (n=30) | Seoul group (n=30) | t       |
|------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------|
| RF<br>CSA (cm <sup>2</sup> ) | rest        | 2.62 ± 0.13        | 5.17 ± 0.78        | -17.57* |
|                              | contraction | 2.07 ± 0.07        | 4.00 ± 0.56        | -18.26* |
| TA<br>TH (cm)                | rest        | 1.65 ± 0.09        | 1.98 ± 0.11        | -12.77* |
|                              | contraction | 2.30 ± 0.13        | 2.64 ± 0.18        | -8.40*  |
| TA<br>PA (°)                 | rest        | 12.45 ± 0.80       | 14.45 ± 0.49       | -11.37* |
|                              | contraction | 14.44 ± 0.49       | 16.42 ± 1.20       | -8.39*  |
| mGCM<br>TH (cm)              | rest        | 1.52 ± 0.11        | 2.46 ± 0.21        | -21.69* |
|                              | contraction | 2.63 ± 2.29        | 3.42 ± 0.36        | -9.30*  |
| mGCM<br>PA (°)               | rest        | 12.79 ± 0.99       | 14.78 ± 0.64       | -14.36* |
|                              | contraction | 16.62 ± 1.08       | 19.69 ± 2.01       | -12.78* |

Values are mean ± standard deviation.

RF: rectus femoris, CSA: cross-sectional area, TA: tibialis anterior, mGCM: medial part of gastrocnemius, TH: thickness, PA: pennation angle,

RUSI: rehabilitative ultrasound image.

\*p<0.01

### III. 결과

#### 1. 넙다리곧은근의 근 구조 비교

서울그룹과 하노이그룹의 넙다리곧은근의 이완상태와 수축상태에서 근 구조의 차이에 대한 결과는 다음과 같다(Table 2). 독립표본 t-검정을 실시하여 두 그룹간에 넙다리곧은근의 단면적의 차이는 이완상태와 수축상태 모두 유의한 차이가 나타났다(p<0.01).

#### 2. 앞정강근의 근 구조 비교

서울그룹과 하노이그룹의 앞정강근의 이완상태와 수축상태에서 근 구조의 차이에 대한 결과는 다음과 같다(Table 2). 독립표본 t-검정을 실시하여 두 그룹간에 앞정강근의 근 두께와 우상각의 차이는 이완상태와 수축상태 모두 유의한 차이가 나타났다(p<0.01).

#### 3. 내측 장딴지근의 근 구조 비교

서울그룹과 하노이그룹의 내측 장딴지근의 이완상태와 수축상태에서 근 구조의 차이에 대한 결과는 다음과 같다(Table 2). 독립표본 t-검정을 실시하여 두 그룹간에 내측 장딴지근의 근 두께와 우상각의 차이는 이완상태와 수축상태 모두 유의한 차이가 나타났다(p<0.01).

#### 4. 서울그룹에서 성별에 따른 하지 근 구조의 비교

서울그룹에서 이완상태에서 성별에 따른 근 구조의 차이에

대한 결과는 다음과 같다(Table 3). 독립표본 t-검정을 실시하여 서울그룹에서 성별에 따른 하지 근 구조의 차이는 이완상태에서 모두 유의한 차이가 나타났다(p<0.01).

#### 5. 하노이그룹에서 성별에 따른 하지 근 구조의 비교

하노이그룹에서 이완상태에서 성별에 따른 근 구조의 차이에 대한 결과는 다음과 같다(Table 3). 독립표본 t-검정을 실시하여 하노이그룹에서 성별에 따른 하지 근 구조의 차이는 이완상태에서 모두 유의한 차이가 나타났다(p<0.01).

### IV. 고찰

골격근은 인체의 가장 많은 비중을 차지하는 조직으로서 근육은 골격에 대한 보호와 근력을 제공하고 외부 충격으로부터 흡수와 힘에 대해 체위를 유지시키는 기능을 한다.<sup>4</sup> 이러한 골격근의 기능을 측정하고 분석하기 위해서 근육의 구조인 근 두께, 근섬유와 근막을 이루는 각도, 근육의 단면적 등을 비교하고 분석하는 연구가 매우 중요하다.<sup>24</sup> 초음파 영상기법을 이용한 근 구조 변화의 측정은 다른 자기공명영상, 컴퓨터 단층촬영(computerized tomography, CT)등과 같은 영상기법에 비하여 표재근뿐만 아니라 심부근의 구조도 측정하는데 유용하게 이용하며, 이완과 수축에 따른 근육의 모든 구조와 형태를 시각화를 통하여 실시간으로 확인할 수 있으며, 이러한 시각화를 정량화 할 수 있다는 장점이 있다.<sup>14</sup> 또한 초음파 영상은 조직에 따라 다양하고 다르게 반영되고

Table 3. Comparison of RUSI according to gender in Seoul group

| Muscle                       | Condition | Seoul group (n=30) |               | t     |
|------------------------------|-----------|--------------------|---------------|-------|
|                              |           | Male (n=11)        | Female (n=19) |       |
| RF<br>CSA (cm <sup>2</sup> ) | rest      | 5.66 ± 0.68        | 4.89 ± 0.71   | 2.90* |
| TA<br>TH (cm)                | rest      | 2.10 ± 0.10        | 1.93 ± 0.81   | 3.68* |
| TA<br>PA (°)                 | rest      | 14.96 ± 0.23       | 14.16 ± 0.43  | 5.74* |
| mGCM<br>TH (cm)              | rest      | 2.69 ± 0.10        | 2.32 ± 0.11   | 8.81* |
| mGCM<br>PA (°)               | rest      | 17.52 ± 0.40       | 16.11 ± 1.01  | 4.40* |

Values are mean ± standard deviation.

RF: rectus femoris, CSA: cross-sectional area, TA: tibialis anterior, mGCM: medial part of gastrocnemius, TH: thickness, PA: pennation angle, RUSI: rehabilitative ultrasound image.

\*p<0.01

Table 4. Comparison of RUSI according to gender in Hanoi group

| Muscle                       | Condition | Hanoi group (n=30) |               | t     |
|------------------------------|-----------|--------------------|---------------|-------|
|                              |           | Male (n=18)        | Female (n=12) |       |
| RF<br>CSA (cm <sup>2</sup> ) | rest      | 2.69 ± 0.10        | 2.53 ± 0.10   | 4.34* |
| TA<br>TH (cm)                | rest      | 1.71 ± 0.05        | 1.56 ± 0.63   | 6.71* |
| TA<br>PA (°)                 | rest      | 12.85 ± 0.53       | 11.87 ± 0.79  | 4.07* |
| mGCM<br>TH (cm)              | rest      | 1.58 ± 0.10        | 1.43 ± 0.07   | 4.46* |
| mGCM<br>PA (°)               | rest      | 13.42 ± 0.58       | 11.83 ± 0.62  | 7.18* |

Values are mean ± standard deviation.

RF: rectus femoris, CSA: cross-sectional area, TA: tibialis anterior, mGCM: medial part of gastrocnemius, TH: thickness, PA: pennation angle, RUSI: rehabilitative ultrasound image.

\*p<0.01

특별하게 근육의 형태는 어둡게 나타나며 뼈와 결합조직은 초음파 반사로 인하여 밝게 보이게 되며, 정상적인 근육의 형태는 선명하고 밝게 나타나는 특징을 보인다.<sup>25</sup> RUSI를 이용한 여러 연구들 중에서 하지의 근육을 대상으로 한 연구의 대부분이 대퇴사두근, 앞정강근, 장딴지근이 주로 연구되어져 왔는데, 이들 근육들은 하지의 기능적 활동에 있어 중요한 근육들이기 때문에 주목되어져 왔다.<sup>10,14,25</sup> 따라서 이러한 초음파 영상기법의 유용성을 이용하여 본 연구에서는 두 도시간(서울 vs. 하노이)의 젊은 성인을 대상으로 우측의 넙다리곧은근, 앞정강근과 내측 장딴지근에 대한 RUSI 측정을 한 후 영상 분석 방법을 이용하여 골격근의 구조 차이를 알아 보고자 하였다

최근까지 아시아의 여러 국가들의 급격한 경제발전과 함께 서구화된 생활습관과 식습관 등으로 젊은 성인들의 체형도 서구화로 진행 되어지고 있다. 더욱이 아시아 국가간에서도 경제발전의 시차가 존재함에 따라 신체활동량의 정도도 차이가 있으며 이에 따른 신체 체형의 변화도 차이가 일어나는 실정이다. 선행연구에 따르면, 동아시아국가(한국, 중국, 대만, 일본)에서 한국과 중국의 청소년이 다른 동아시아 국가의 청소년에 비해 체형에서 나타나는 신장과 체중이 유의하게 큰 것으로 나타났다.<sup>21</sup> 또한 Yamauchi 등<sup>22</sup>은 중국 청소년의 신체활동 수준이 한국 청소년의 신체활동 수준 보다 높은 것으로 나타났는데 결론적으로 중국 청소년이 다른 아시아 국가의 청소년에 비해 체격이 크고, 체중이 높다고 보

고하였다. 본 연구에서도 서울의 젊은 성인이 베트남의 젊은 성인성인에 비하여 체중과 하지의 체형에서 유의한 차이성을 보였다. 이는 베트남 하노이의 젊은 성인이 한국 서울의 젊은 성인 보다 신체활동 수준이 낮기 때문이라고 사료된다. 이런 결과는 인간의 활동능력을 결정하는데 중요한 역할을 하는 골격근의 구조와 형태에도 영향을 미쳐 두 그룹간의 하지 근 구조의 수축과 이완 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 결과를 보였을 것이라고 생각된다.

Nagayohi 등<sup>26</sup>의 연구에서는 앞정강근의 근 수축력이 우상각, 해부학적 근 횡단면적과 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났고 또한 발목 배측굴곡력과 근육의 크기 사이에 유의한 상관관계를 보였다고 증명하였다. Freilich 등<sup>27</sup>은 넙다리곧은근에서 대상자들의 체중이 근 두께와 수의적 수축력과 유의한 양의 상관관계를 보고하였고, 성별에 따라서도 유의한 차이성을 나타냈다. 이러한 결과는 체중이 더 많이 나가는 남자가 여자보다 IIb형 근육섬유 크기가 더 큰 것이기 때문이라고 설명하였다. 본 연구에서도 그룹 별 성별에 따른 근 구조의 차이를 보았을 때, 비록 성별의 피험자 수가 동일하지는 않았지만 모든 측정 근육에서 이완상태의 근 구조가 남성이 여성에 비해 통계학적으로 유의하게 크고 넓은 구조를 보였다. 또 다른 연구에서는 우상각과 근 두께는 근육근육의 이완상태에서 보다 수의적 등척성 수축을 하는 동안 현저한 변화를 나타냈다고 하였다. 이러한 선행 연구의 결과에 따라 본 연구에서도 체중이 더 많이 나가는 서울그룹의 젊은 성인이 넙다리곧은근, 앞정강근, 내측 장딴지근의 단면적, 근 두께, 우상각에서 근육의 이완상태와 수축상태 모두 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다. 이는 본 연구에 대상이 되는 근육이 모두 강한 힘을 내야 하는 II형 섬유의 근육이기 때문에 더 큰 차이성을 보였을 것이라고 생각된다.

본 연구에서는 몇 가지 제한 점을 가지고 있다. 첫째, 서울과 하노이 30명씩으로 적은 수의 대상자로 제한되어 두 도시의 젊은 성인을 대표하여 일반화하기 어렵다고 할 수 있다. 둘째, 대상자의 신체활동 정도에 따라 근육의 구조와 형태에 많은 영향을 받을 수 있지만 본 연구에서는 대상자의 신체활동 정도를 통제하여 선정하지 못하였다. 향후 연구에서는 젊은 성인을 대상으로 개인의 신체활동 정도에 따라 근 구조의 차이를 분류하는 연구가 필요하다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 RUSI를 이용하여 두 국가의 젊은 성인을 대상으로 하지 근 구조의 차이를 알아봄으로써 인종간의 골격근 차이를 이해하고, 향후 인종간의 골격근 구조를 알아보기 위한 측정장비로 RUSI가 정량적 분석을 하는

유용한 측정방법으로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

## 참고문헌

1. Malas FU, Ozcakar L, Kaymak B et al. Effects of different strength training on muscle architecture: Clinical and ultrasonographic evaluation in knee osteoarthritis. *PM R*. 2013;5(8):655-62.
2. Jeong JG, Kim TY, Kim YM et al. Analysis of a sEMG median frequency and ultrasound image echodensity of normal skeletal muscle. *J Korean Soc Phy Ther*. 2006;18(1):83-94.
3. Myers H, Davis A, Lazicki R et al. Sex differences in rectus femoris morphology across different knee flexion positions. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(2):84-90.
4. Cho KH, Lee HJ, Lee WH. Reliability of rehabilitative ultrasound imaging for the medial gastrocnemius muscle in poststroke patients. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014;34(1):26-31.
5. Schmitz A, Silder A, Heiderscheit B et al. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009;19(6):1085-91.
6. Mitsopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB et al. Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol*. 1998;85(1):115-22.
7. Teyhen D. Rehabilitative ultrasound imaging symposium san antonio, tx, may 8-10, 2006. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(8):1-3.
8. Menon MK, Houchen L, Harrison S et al. Ultrasound assessment of lower limb muscle mass in response to resistance training in copd. *Respir Res*. 2012;13(1):119.
9. Strasser EM, Draskovits T, Praschak M et al. Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. *Age (Dordt)*. 2013;35(6):2377-88.
10. McCreesh K, Egan S. Ultrasound measurement of the size of the anterior tibial muscle group: The effect of exercise and leg dominance. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2011;3(1):18.
11. e Lima KM, da Matta TT, de Oliveira LF. Reliability of the rectus femoris muscle cross-sectional area measurements by ultrasonography. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012;32(3):221-6.
12. Wallwork TL, Hides JA, Stanton WR. Intrarater and interrater reliability of assessment of lumbar multifidus muscle thickness using rehabilitative ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(10):608-12.
13. Kim MH, Kim SH, Kim HJ. Comparison of ultrasonography images on normal muscle and myofascial trigger points activated

- muscle, *J Korean Soc Phy Ther*. 2013;25(2):76-80.
14. Chi-Fishman G, Hicks JE, Cintas HM et al. Ultrasound imaging distinguishes between normal and weak muscle, *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(6):980-6.
  15. Liang HD, Zhou LX, Wells PN et al. Temperature measurement by thermal strain imaging with diagnostic power ultrasound, with potential for thermal index determination, *Ultrasound Med Biol*. 2009;35(5):773-80.
  16. Binzoni T, Bianchi S, Hanquinet S et al. Human gastrocnemius medialis pennation angle as a function of age: From newborn to the elderly, *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*. 2001;20(5):293-8.
  17. Shortland AP, Harris CA, Gough M et al. Architecture of the medial gastrocnemius in children with spastic diplegia, *Dev Med Child Neurol*. 2002;44(3):158-63.
  18. Raj IS, Bird SR, Shield AJ. Reliability of ultrasonographic measurement of the architecture of the vastus lateralis and gastrocnemius medialis muscles in older adults, *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012;32(1):65-70.
  19. Thom JM, Morse CI, Birch KM et al. Influence of muscle architecture on the torque and power-velocity characteristics of young and elderly men, *Eur J Appl Physiol*. 2007;100(5):613-9.
  20. Chow RS, Medri MK, Martin DC et al. Sonographic studies of human soleus and gastrocnemius muscle architecture: Gender variability, *Eur J Appl Physiol*. 2000;82(3):236-44.
  21. You JS, Kim SW. Body composition and subcutaneous fat distribution in east asian adolescents, *Journal of Sport and Leisure Studies*. 1993;75(3):479-82.
  22. Yamauchi T, Kim SN, Lu Z et al. Age and gender differences in the physical activity patterns of urban schoolchildren in Korea and China, *J Physiol Anthropol*. 2007;26(2):101-7.
  23. Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging, *Muscle Nerve*. 2003;27(6):682-92.
  24. Lieber RL, Friden J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture, *Muscle Nerve*. 2000;23(11):1647-66.
  25. Seo SK. The analysis of ultrasonography on gastrocnemius medialis of patient with stroke, *J Korean Soc Phy Ther*. 2007;19(2):11-9.
  26. Nagayoshi T. The relationship between ankle dorsiflexion torque and muscle size indices, *Journal of Sports and Health Science*. 2003;1(2):216-21.
  27. Freilich RJ, Kirsner RL, Byrne E. Isometric strength and thickness relationships in human quadriceps muscle, *Neuromuscul Disord*. 1995;5(5):415-22.