

## 무릎관절 전치환술에 따른 하지 근육의 초음파 영상 구조 변화

■ 김문정, 윤세원<sup>1</sup>

광주여자대학교 일반대학원 물리치료학과; <sup>1</sup>광주여자대학교 물리치료학과

### Changes in Ultrasound Imaging of the Lower Limb with regards to TKR

Moon-Jeong Kim, PT, MS; Se-Won Yoon, PT, PhD<sup>1</sup>

Department of Physical Therapy, Graduate School, Kwangju Women's University; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University

**Purpose :** The purpose of this study was to determine the changes in ultrasound imaging of the lower limbs in patients with degenerative osteoarthritis who received a total knee replacement (TKR).

**Methods :** The participants for the study were ten patients who were to receive a total knee replacement. Measurements were taken a total of three times: before receiving a total knee replacement, and one week and two weeks after receiving a total knee replacement. The vastus medialis, rectus femoris muscle, tibialis anterior and gastrocnemius muscle were measured using ultrasound imaging.

**Results :** Muscle thickness of the vastus medialis, rectus femoris muscle, tibialis anterior and gastrocnemius muscle had no significant interaction over time whether surgery was performed or not. White area index (WAI) and density of vastus medialis, rectus femoris muscle, tibialis anterior and gastrocnemius muscle had no significant interaction over time whether surgery was performed or not.

**Conclusion :** In conclusion, lower quality muscles were due to a decrease in muscle fiber and an increase in fat fiber. Therefore, initial physical therapy after total knee replacement should consider this point and be designed appropriately as a therapeutic approach for total knee replacement patients.

**Key words :** Total knee replacement, Muscle thickness, White area index, Density

논문접수일 : 2013년 5월 9일

수정접수일 : 2013년 6월 3일

게재승인일 : 2013년 6월 17일

교신저자 : 윤세원, ptyoon2000@hanmail.net

### 1. 서론

의료기술의 발달과 생활양식의 변화로 급성질환의 이환율은 감소하고 평균수명은 연장되고 있다. 그로 인해 만성질환의 발병 또한 증가하고 있는 추세이다.<sup>1</sup> 대표적인 만성질환으로 고혈압, 당뇨병, 관절염, 호흡기질환 등이 있으며, 이 중 관절염(arthritis)은 성인에게 나타나는 기능장애와 관절통증의 가장 흔한 원인이 된다.<sup>2</sup> 퇴행성관절염은 모든 관절에 침범될 수 있으나,<sup>3</sup> 이 중 가장 흔히 유발되는 부위는 무릎관절 부위이다.<sup>4</sup> 무릎관절은 여러 가지 원인에

의해 연골세포가 손상되고, 관절을 움직이는 인대와 근육이 약화된다.<sup>5</sup>

퇴행성관절염은 모든 관절에 침범될 수 있으나,<sup>3</sup> 이 중 가장 흔히 유발되는 부위는 무릎관절 부위이다.<sup>4</sup> 무릎관절은 여러 가지 원인에 의해 연골세포가 손상되고, 관절을 움직이는 인대와 근육이 약화된다.<sup>5</sup> 퇴행성 무릎관절염이 발생하면 무릎동통과 이상음(cracking, grating)이 초기 증상으로 나타나게 되고, 활액막의 비후, 관절액의 증가, 근 경련 등으로 인해 관절운동의 장애가 발

생하게 된다.<sup>6</sup> 또한 퇴행성 무릎관절염은 보행, 앉은자세에서 일어날 때, 계단을 오르내릴 때 등 일상생활에 제한을 주기 때문에 무릎관절염의 주요 증상으로 나타나고 있다.<sup>7,8</sup> 퇴행성 무릎관절염은 이차적인 변화로 근육 위축과 근력 약화가 일어나 관절의 불안정성을 초래하고 관절의 변형이 유발되어 보행과 일상생활 동작의 장애는 물론 낙상의 위험도 높아진다.<sup>9</sup>

퇴행성 무릎관절염의 병리학적 진행을 멈출 수 없지만 통증을 감소시키고 신체기능을 향상 시키기 위해 약물치료, 비약물치료와 같은 보존적치료가 적용되고 있다.<sup>10</sup> 그러나 보존적치료에도 불구하고 증상의 호전이 없거나 통증이 극심하여 일상생활에 지장이 있는 경우에 통증감소, 무릎관절 안정성의 향상 및 기능의 회복을 목적으로 무릎관절 전치환술(total knee replacement, TKR)을 시행하게 된다.<sup>11</sup>

무릎관절 전치환술은 무릎관절에 의한 통증을 완화시키고 삶의 질을 높여주지만, 관절염으로 인해 줄어든 근력의 문제는 그대로 남아 있다.<sup>12</sup> 무릎관절 전치환술 후 근력회복은 무릎관절의 체중부하와 안정성 및 정상적인 기능의 수행을 위해 매우 중요하다.<sup>13</sup> 일반적으로 인간이 이동 시 근력의 유지는 근본적으로 중요한 요소이다.<sup>14</sup> 특히 무릎관절의 안정성을 유지하고 손상의 재발을 예방하는데 근육의 기능이 중요한 역할을 한다.<sup>15</sup>

근육의 기능을 평가하고 분석하는데 있어 구조적 특성인 근섬유의 크기나, 두께, 섬유형태 등을 파악하고 비교하는 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>16</sup> 최근에는 연골, 힘줄, 인대, 윤활막, 주변의 근육 및 혈관을 평가함에 있어 컴퓨터 전산화 단층촬영(computerized tomography, CT), 자기공명 영상촬영(magnetic resonance image, MRI), 초음파(ultrasonography, US) 등이 도입되어 이용되고 있다.<sup>17</sup>

초음파는 근 구조를 생체 내에서 비침습적인 방법으로 사용되고,<sup>18</sup> 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명영상보다 더 저렴하며 휴대성이 간편한 영상기법이다.<sup>19,20</sup> 또한 초음파는 이온화 방사선과는 달리 환자에 대한 위해성이 낮고 쉽게 접근이 가능하며, 실시간으로 영상을 제공할 수 있는 유용한 진단방법이다.<sup>21</sup> 초음파는 다른 영상촬영기법에 비해 심부근과 표재근을 평가하는데 용이하여, 최근 연구들은 초음파를 사용하여 골격근의 구조적 특징에 대해 질적이고 양적인 연구가 활발히 이루어지고 있다.<sup>22</sup>

퇴행성 무릎관절염 환자에게도 초음파 검사의 사용이 보편화되고 있다.<sup>23</sup> Kasukawa 등<sup>24</sup>은 퇴행성 무릎관절염 환자에게 초음파를 이용하면 단순 방사선 촬영에서 확인할 수 없는 삼출물의 양, 윤활막의 증식, 관절연골의 퇴행성 변화, 십자인대 등의 이상을 관찰할 수 있고 윤활막염을 정량적으로 측정할 수 있다고 한다. 또

한 Martel 등<sup>25</sup>은 퇴행성 무릎관절염 주사치료 시 초음파 유도 하에 정확도가 높아질 수 있다고 하였다. 그러나 이러한 연구들은 무릎관절염에서 다양한 조직의 변화 및 이상을 초음파로 관찰한 연구들로 무릎관절 전치환술 환자에게 있어 뼈대근육 구조의 변화에 대한 연구는 부족한 편이다.

따라서 본 연구의 목적은 퇴행성 무릎관절염을 가진 환자에게 무릎관절 전치환술을 시행함으로써 하지근육 중 안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근에 초음파를 이용하여 안쪽 넓은근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근의 구조적 특성과 질적 특성의 비교평가를 통해 무릎 관절 전치환술을 시행하기 전과 시행한 후의 변화를 알아보고 무릎관절 전치환술 환자의 임상 평가에 있어 기초자료로 제공하는데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 경북 S 병원에서 무릎관절 전치환술을 받을 환자로써, 뼈관절염을 가진 노인 10명을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(표 1). 대상자들은 다른 신체적, 정신적 질환이 없는 자, 최근 2개월 이내 다른 부위 수술을 받지 않은 자, 무릎관절 전치환술 부위의 합병증이 있지 않은 자, 하지의 신경계 질환이 없는 자로 목적과 내용, 실험절차 등에 대한 충분한 설명을 들은 후 자발적으로 참여에 동의한 자로 하였다(표 1).

표 1. 대상자의 일반적인 특성

	나이(세)	신장(cm)	몸무게(kg)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	수술부위
대상자(n=10)	70.4±7.0	147.6±3.1	59.9±10.4	27.3±4.4	Rt: 3(30%) Lt: 7(70%)

평균±표준편차  
빈도(%)

### 2. 실험방법

뼈대근육 구조는 초음파 영상촬영장치(MyLabOne, Esaote, 이탈리아)를 사용하여 안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근을 측정하였다. 초음파의 주파수 변조범위는 13MHz, gain의 범위는 70-80이고, 초음파 영상 측정에 사용된 초음파 변환기는 13MHz 선형변환기(liner transducer)를 사용하였다. 화소(pixel)의 밝기와 대비를 조절하는 gray map과 동적 범위(dynamic range)는 고정된 값으로 각각 3과 14로 설정하여 모든

검사에서 동일하게 적용하였다. 영상 획득 시 피부의 압박을 최소화하기 위하여 충분한 양의 초음파 겔을 변환기의 피부사이에 도포하였고, 측정이 일정하게 되도록 변환기는 피부와 직각을 유지하게 하였다.<sup>25</sup> 또한 측정의 신뢰도를 높이기 위하여 한 검사자가 측정하도록 하였다.

수집된 영상들은 Photoshop 7.0 (Adobe, 미국) 프로그램을 통해 8비트 회색모드(332×310 pixels)로 변환시킨 후, 이 영상을 Image Pro Plus 4.1 (Media Cybernetics, 미국) 프로그램을 사용하여 분석하였다.

### 1) 측정자세

안쪽넓은근(vastus medialis)의 측정자세는 편하게 누운자세에서 발이 회전되지 않도록 고정하고 무릎관절의 구축을 고려하여 무릎 아래에 롤 바(roll bar)를 두었으며, 세로축으로 무릎뼈의 중간부분에 선을 긋고 안쪽넓은근의 가로단면(transverse section)에서 측정하였다. 넓다리곧은근(rectus femoris muscle)의 측정자세는 편하게 누운자세에서 발이 회전되지 않도록 고정하고 무릎관절의 구축을 고려하여 무릎아래에 롤 바(roll bar)를 두었다. 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)와 무릎뼈 바닥(base of patella) 길이의 중간부분에서 측정하였다.<sup>25</sup> 앞정강근(tibialis anterior)의 측정자세는 편하게 누운자세에서 무릎관절 구축을 고려하여 무릎아래에 롤 바(roll bar)를 두었다. 종아리뼈 머리에서 외측 복사뼈 까지 거리의 20% 지점에서 측정하였다.<sup>26</sup> 장딴지근(gastrocnemius muscle)의 측정자세는 앞드린 자세로 발목관절을 테이블 끝에 걸어놓도록 하였다. 무릎뒤쪽의 양쪽 관절융기(condyle) 사이의 오목(fossa) 주름 13cm 아래에서 측정하였다. 동일부위에 대한 측정과 측정값의 신뢰도를 높이기 위해 유성 펜으로 표시 후 진행하였다.

### 2) 측정방법

안쪽넓은근, 넓다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근에서 세로단면(longitudinal section)으로 영상을 획득한 후, 근육두께(muscle thickness)를 측정하였다. 근육두께 측정 시, 널힘줄(aponeurosis)이 포함되지 않도록 하였고 얇은부분(superficial part)과 깊은부분(deep part) 널힘줄 간의 거리를 측정하였다. 근육두께 측정 시 피부의 압박을 최소화하기 위하여 최대한 주의하였으며, 충분한 양의 초음파 겔을 변환기와 피부사이에 도포하였다. 안쪽넓은근, 넓다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근에서 가로단면(transverse section)으로 영상을 획득한 후, 널힘줄이 포함되지 않도록 영역을 선택하였다. 백색영역지수(white area index,

WAI)는 선택된 영역의 영상에서 눈으로 백색으로 보이는 모든 영역(화소 값이 125 이상)의 화소 수를 전체 화소 수로 나눈 값이다.<sup>27</sup> 근육의 영상밀도(echodensity)는 선택된 영역의 평균 화소 값(pixel value)을 구하여, 이것을 근육의 영상밀도로 정하였다. 화소가 순수한 검정색이면 0이고, 순수한 흰색이면 255가 된다. 검정색의 분포가 많을수록 건강한 근육이다.<sup>27</sup>

## 3. 자료분석

연구의 결과 분석은 윈도우용 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 각 측정항목들에 대해 부위에 따른 변화 양상의 차이를 알아보기 위해 이요인 반복측정분산분석을 실시하였다. 이 때 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 근두께의 변화

수술여부에 따른 하지근육(안쪽넓은근, 넓다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근)의 근두께 변화는 다음과 같다(표 2). 반복측정분산분석 결과, 안쪽넓은근, 넓다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근 모두 수술 여부와 시간에 따른 교호작용은 없었다. 시간에 따라 넓다리곧은근의 근두께 변화는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $F=11.677, p<0.05$ ).

**표 2. 수술여부에 따른 하지근육의 근두께 변화**

(단위: cm)

		시기			시기	p	
		수술 전	수술 1주 후	수술 2주 후		부위	시기 * 부위
안쪽 넓은근	수술한쪽	0.59±0.16	0.54±0.12	0.47±0.13	0.191	0.526	0.459
	수술하지않은쪽	0.64±0.22	0.52±0.16	0.54±0.16			
넙다리 곧은근	수술한쪽	0.77±0.30	0.56±0.23	0.50±0.19	0.004*	0.545	0.782
	수술하지않은쪽	0.85±0.26	0.57±0.07	0.52±0.11			
앞정강근	수술한쪽	1.45±0.33	1.27±0.34	1.27±0.31	0.161	0.930	0.888
	수술하지않은쪽	1.43±0.27	1.30±0.24	1.28±0.24			
장딴지근	수술한쪽	0.74±0.26	0.75±0.20	0.74±0.17	0.181	0.058	0.142
	수술하지않은쪽	1.00±0.26	0.77±0.20	0.78±0.16			

평균±표준편차

\*p<0.05

**2. 백색영역지수의 변화**

수술여부에 따른 하지근육(안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근)의 백색영역지수 변화는 다음과 같다(표 3). 반복측정분산분석 결과, 안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근 모두

수술여부와 시간에 따른 교호작용은 없었다. 시간에 따라 안쪽넓은근(F=70.058, p<0.05), 넙다리곧은근(F=42.784, p<0.05), 앞정강근(F=19.086, p<0.05), 장딴지근(F=36.202, p<0.05)의 백색영역지수 변화는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

**표 3. 수술여부에 따른 하지근육의 백색영역지수 변화**

		시기			시기	p	
		수술 전	수술 1주 후	수술 2주 후		부위	시기 * 부위
안쪽 넓은근	수술한쪽	0.23±0.08	0.34±0.09	0.51±0.08	0.000*	0.017*	0.148
	수술하지않은쪽	0.19±0.09	0.24±0.10	0.36±0.15			
넙다리 곧은근	수술한쪽	0.38±0.28	0.76±0.13	0.86±0.09	0.000*	0.223	0.725
	수술하지않은쪽	0.31±0.19	0.67±0.16	0.82±0.15			
앞정강근	수술한쪽	0.24±0.07	0.29±0.07	0.36±0.08	0.000*	0.553	0.320
	수술하지않은쪽	0.20±0.07	0.28±0.08	0.37±0.11			
장딴지근	수술한쪽	0.18±0.05	0.37±0.18	0.52±0.19	0.000*	0.641	0.264
	수술하지않은쪽	0.21±0.12	0.31±0.15	0.48±0.18			

평균±표준편차

\*p<0.05

**3. 근육영상밀도의 변화**

수술여부에 따른 하지근육(안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근)의 근육영상밀도 변화는 다음과 같다(표 4). 반복측정분산분석 결과, 안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 앞정강근, 장딴지근 모두

수술여부와 시간에 따른 교호작용은 없었다. 시간에 따라 안쪽넓은근(F=73.914, p<0.05), 넙다리곧은근(F=27.069, p<0.05), 앞정강근(F=17.016, p<0.05), 장딴지근(F=23.111, p<0.05)의 근육영상밀도 변화는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 4. 수술여부에 따른 하지근육의 근육영상밀도 변화

		시기			시기	p	
		수술 전	수술 1주 후	수술 2주 후		부위	시기 * 부위
안쪽 넓은근	수술한쪽	100.93±6.36	112.33±9.74	128.28±7.44	0.000*	0.019*	0.472
	수술하지않은쪽	91.35±14.59	102.01±10.57	112.71±15.71			
넙다리 곧은근	수술한쪽	116.09±27.43	148.29±14.54	159.96±9.18	0.000*	0.324	0.663
	수술하지않은쪽	113.89±21.38	139.33±14.35	155.66±13.34			
앞정강근	수술한쪽	105.04±7.01	110.40±6.44	115.99±6.84	0.000*	0.339	0.159
	수술하지않은쪽	99.66±10.28	107.94±9.12	117.02±9.65			
장딴지근	수술한쪽	104.59±19.74	113.20±16.69	122.88±13.69	0.000*	0.427	0.644
	수술하지않은쪽	101.22±15.71	107.65±16.42	123.74±18.19			

평균±표준편차  
\*p<0.05

#### IV. 고찰

초음파 영상은 사용이 간편하고, 비용이 적게 들며, 안전하고 해상도가 좋아 최근 근골격계 진단에 많이 사용되고 있다.<sup>28</sup> 초음파 영상을 이용한 뼈대근육의 두께 평가는 매우 신뢰도가 높은 방법이라는 많은 연구결과를 통해 증명되었다.<sup>29,30</sup> 초음파 영상은 뼈대 근육을 평가하는데 다른 영상기법이나 다른 장비에 비해 심부근과 표재근을 평가하는데 용이하며, 다양하고 공간적인 시각화와 정량화를 할 수 있다.

본 연구에서 초음파 영상을 이용하여 안쪽넓은근의 근두께 변화에서는 시간과 수술여부의 교호작용이 나타나지 않아 변화 양상에 큰 차이가 없었음을 알 수 있었다. 넙다리곧은근의 근두께 변화에서도 시간과 수술여부의 교호작용이 나타나지 않았다. 그러나 시간에 따라 넙다리곧은근 근두께 변화는 수술한 쪽에서 무릎관절 전치환술 하기 전보다 수술 후 근두께가 유의하게 감소하는 양상을 보였고, 수술하지 않은 쪽에서도 무릎관절 전치환술 전보다 수술 후 넙다리곧은근 근두께가 유의하게 감소하는 양상을 보였다.

장기적인 침상생활, 노화, 지속적인 활동제한 등은 근육에 주어지는 흥분성 감소의 원인이 된다.<sup>31,32</sup> 또한 골절된 뼈와 반복된 손상 등으로 조직을 보호하기 위해 보조기나 부목을 이용하여 관절을 고정시키고 이것으로 인해 근위축이 발생되며, 이는 관절 고정 후 나타나는 문제로 임상에서 흔히 발생한다.<sup>33</sup> Kubo 등<sup>34</sup>은 건강한 성인을 대상으로 20일 동안 침대에서 쉬도록 하고 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)으로 하지근육 용적의 변화에 대해 연구한 결과 넙다리내갈래근 중 넙다리곧은근에서 많은 감소가 일어난다는 것을 알 수 있었으며, 이 연구들은 본 연구

결과와 일치하였다. 따라서 본 연구의 결과는 무릎관절 전치환술 후 관절고정을 위해 4~5일 침상생활로 일상생활 활동이 제한되면서 안쪽넓은근과 넙다리곧은근의 근기능 감소로 인해 근두께가 감소된 것으로 생각된다.

초음파 영상을 이용하여 앞정강근 근두께의 변화를 알아본 결과, 앞정강근의 근두께는 시간과 수술여부의 교호작용이 나타나지 않아 근두께의 변화 양상에 큰 차이가 없었음을 알 수 있었다. 또한 장딴지근 근두께 변화에서도 시간과 수술여부의 교호작용이 나타나지 않아 근두께의 변화양상에 큰 차이가 없었음을 알 수 있었다. 시간에 따라 앞정강근과 장딴지근 모두 점차 감소하는 양상은 보였지만 유의한 변화는 없었다. McCreesh와 Egan<sup>35</sup>의 연구에서 풋볼 운동선수를 대상으로 우세 다리와 비우세다리 앞정강근의 근두께를 비교한 결과 우세다리에서 더 높은 근두께를 가지고, 운동을 전혀 하지 않는 성인에게서는 우세다리와 비우세다리의 앞정강근 근두께는 거의 변화가 없다고 하였다. Narici 등<sup>36</sup>은 연령대에 따라 장딴지근의 구조변화에 대해 연구한 결과 연령이 증가할수록 장딴지근의 근두께는 감소한다고 하였다. 이는 젊은 성인은 매일 활동을 하는 반면, 나이가 들수록 활동하지 않아 근육을 사용하지 않아 근육 구조적 변화로 인해 장딴지근의 근두께가 감소한다고 보고하였다. 이로 보아 무릎관절 전치환술 후 관절 고정을 위해 무릎보조기를 착용함으로써 기능적 활동이 제한되기 때문에 앞정강근과 장딴지근의 근기능이 저하되어 근두께가 감소하는 양상이 보인 것으로 생각된다.

Jeong<sup>37</sup>의 연구에서 넙다리곧은근의 백색영역지수는 연령에 따라 변화하는데 이는 고령화와 신체적 활동의 감소로 인해 근섬유가 지방이나 다른 결합조직으로 전환되어 반사강도를 높여 백색영역

지수가 증가된 것이라고 하였다. Sipila와 Suominen<sup>38</sup>의 연구에서는 노년층의 여성을 대상으로 근력강화 운동 시 가쪽넓은근(vastus lateralis)과 넙다리뼈(femur)의 반사강도를 비교한 결과, 근력강화 운동을 하기 전보다 후에 가쪽넓은근의 반사강도는 감소하였고, 넙다리뼈의 반사강도는 증가한다고 보고하였고, 이는 근육에서 반사강도 감소는 지방조직의 소실로 인한 것이라고 하였다.

본 연구의 수술여부에 따른 안쪽넓은근의 백색영역지수 변화에서 시간과 수술여부의 교호작용은 나타나지 않았으나, 시간에 따라 무릎관절 전치환술을 한 쪽과 하지 않은 쪽 모두 수술 전보다 수술 후 백색영역지수가 유의하게 증가하였다. 넙다리곧은근, 앞정강근 그리고 장딴지근 모두 백색영역지수 변화에서도 시간과 수술여부의 교호작용은 나타나지 않았지만, 시간에 따라 넙다리곧은근, 앞정강근 그리고 장딴지근의 백색영역지수가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 무릎관절 전치환술 후 침상생활로 신체적 활동이 감소함으로써 무릎관절 주변근육에 근섬유보다 지방조직이 많기 때문에 초음파의 반사강도가 증가하여 백색영역지수가 증가된 것으로 생각된다.

Jeong<sup>37</sup>은 백색영역지수는 근육영상밀도와 밀접한 상관관계가 있어 백색영역지수가 증가하면 근육영상밀도 또한 증가하는 상관성을 가진다고 하였다. 이는 디지털 영상 분석 항목인 근육영상밀도는 근섬유가 아닌 지방이나 결합조직에 대해 높은 반사강도를 보이기 때문이라고 보고하였다. Larsson<sup>39</sup>은 연령이 증가함에 따라 근 섬유가 지방이나 결합조직으로 전환이 된다고 하였고, Reimers 등<sup>40</sup>은 섬유지방 조직으로의 전환은 근육 반사강도와 관련이 있다고 하였다.

본 연구에서 초음파 영상을 이용하여 수술여부에 따른 안쪽넓은근의 근육영상밀도 변화는 시간과 수술여부의 교호작용이 나타나지 않았으나, 시간에 따라 근육영상밀도가 유의하게 증가하였다. 넙다리곧은근, 앞정강근 그리고 장딴지근의 근육영상밀도 변화에서도 시간과 수술여부의 교호작용은 나타나지 않았지만, 시간에 따라 넙다리곧은근, 앞정강근 그리고 장딴지근 모두 근육영상밀도가 유의하게 증가하였다. Jeong 등<sup>41</sup>은 정상성인을 대상으로 연령층에서 성별에 따른 넙다리곧은근 근육영상밀도의 변화에 대해 연구한 결과 모든 연령층에서 여자의 근육영상밀도가 높았고, 이는 여성이 남성에 비해 신체적 활동량이 적어서 나오는 현상이라고 하였다. 이러한 점을 보아 본 연구의 결과는 무릎관절 전치환술을 시행한 대상자들의 연령이 높고, 무릎관절 전치환술 후 신체적 활동의 감소로 인해 하지 근육영상밀도가 증가한 것으로 생각된다.

그러나 본 연구는 연구에 필요한 대상자의 수가 적고 단일 병원에

서 이루어졌기 때문에 본 연구의 결과를 확대 해석하기에는 제한점이 있으므로, 추후 연구에서는 많은 대상으로 무릎관절 전치환술 환자에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 무릎관절 전치환술을 시행할 무릎 뼈관절염 환자를 대상으로 하지근육의 근력과 초음파 영상구조의 변화를 알아보고자 하였다. 그 결과 근두께, 백색영역지수 그리고 근육영상밀도 모두 시간과 무릎관절 전치환술 시행여부에 따른 교호작용은 없었다. 그러나 무릎관절 전치환술을 시행하면 시간에 따라 근두께는 점차 증가하는 경향을 보인다. 근육의 백색영역지수와 근육영상밀도는 무릎관절 전치환술 후 시간에 따라 증가하는 것을 알 수 있었다. 이것은 무릎관절 전치환술 후 뼈대근육 구조에 있어 근섬유의 감소와 지방섬유의 분포가 많기 때문에 근육의 질이 떨어진다는 것을 알 수 있었다. 따라서 무릎관절 전치환술 후 초기 물리치료 시 이러한 점을 고려하여 무릎관절 전치환술 환자에게 적절한 치료적 접근이 이루어져야 한다고 생각된다.

## Acknowledgement

이 논문은 김문정의 석사학위 논문 일부를 축약하였음.

## 참고문헌

1. Topp R, Woolley S, Hornyak J et al. The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(9):1187-95.
2. Pang MY, Harris JE, Eng JJ. A community-based upper-extremity group exercise program improves motor function and performance of functional activities in chronic stroke: A randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2006;87(1):1-9.
3. Saxon L, Finch C, Bass S. Sports participation, sports injuries and osteoarthritis: Implications for prevention. Sports Med. 1999;28(2):123-35.
4. Oliveria SA, Felson DT, Reed JI et al. Incidence of symptomatic hand, hip, and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. Rheum. 1995;38(8):1134-41.

5. Han JH. Effectiveness of 8 weeks of application of aqua complexed exercise on lower limbs muscular strength, pain relief and balance after total knee arthroplasty. Korea University. Dissertation of Master's Degree 2010.
6. Choi SH. Isometric exercise? joint range of motion in osteoarthritis patients, pain scale, K-WOMAC index effect. Ulsan University. Dissertation of Master's Degree. 2011.
7. Baker K, McAlindon T. Exercise for knee osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*. 2000;12(5):456-63.
8. Ettinger WH, Jr., Afable RF. Physical disability from knee osteoarthritis: The role of exercise as an intervention. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(12):1435-40.
9. Jin HM, Kim JE. The study of anthropometric variables and blood profiles by body mass index (BMI) in elderly people with chronic disease. *Journal of Korean Physical Education Association for Women*. 2008;22(3):141-53.
10. Kim SM, Song JM. The efficacy of community-based rehabilitation exercise to improve physical function in old women with knee arthritis. *J Kor Soc Phys Ther*. 2010;22(1):9-17.
11. Kim JH. Effect of quadriceps setting exercise after total knee arthroplasty. Pusan Catholic University. Dissertation of Master's Degree. 2011.
12. Cho WS, Park JH, Kim JM et al. Factors affecting range of motion after total knee arthroplasty. *The Journal of the Korean Orthopaedic Association*. 2003;38(7):683-8.
13. Chung MS, Kwak HS. Effects of a muscle strengthening exercise program after total knee arthroplasty. *The Journal of Korean Academic Society of Nursing Education*. 2008;14(1):20-9.
14. Abramovici A, Daizade I, Yosipovitch Z et al. The distribution of peptide-containing nerves in the synovia of the cat knee joint. *Histol Histopathol*. 1991;6(4):469-76.
15. Ferrell WR, Jr., Rosenberg JR, Baxendale RH et al. Fourier analysis of the relation between the discharge of quadriceps motor units and periodic mechanical stimulation of cat knee joint receptors. *Exp Physiol*. 1990;75(6):739-50.
16. Bilodeau M, Schindler-Ivens S, Williams DM et al. EMG frequency content changes with increasing force and during fatigue in the quadriceps femoris muscle of men and women. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13(1):83-92.
17. Park KT, Kim HJ, Kang YJ et al. The ultrasonographic findings related to pain and functional status in patients with knee osteoarthritis. *J Korean Acad Rehab Med*. 2008;32(6):668-81.
18. Henriksson-Larsen K, Wretling ML, Lorentzon R et al. Do muscle fibre size and fibre angulation correlate in pennated human muscles? *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1992;64(1):68-72.
19. Kawakami Y, Abe T, Fukunaga T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *J Appl Physiol*. 1993;74(6):2740-4.
20. Kuno S, Fukunaga T. Measurement of muscle fibre displacement during contraction by real-time ultrasonography in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;70(1):45-8.
21. Park MY. The depth analysis and morphological study of the five phase points using a musculoskeletal ultrasound. Wonkwang University. Dissertation of Master's Degree. 2012.
22. 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.
23. Martel W, Adler RS, Chan K et al. Overview: New methods in imaging osteoarthritis. *J Rheumatol Suppl*. 1991;27:32-7.

24. Kasukawa R, Shio K, Kanno Y et al. Doppler ultrasound measurements of knee joint synovitis in rheumatoid arthritis patients treated with infliximab. *Mod Rheumatol*. 2007;17(5):376-9.
25. Moreau NG, Teefey SA, Damiano DL. In vivo muscle architecture and size of the rectus femoris and vastus lateralis in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(10):800-6.
26. MacDonald SJ, Bourne RB, Rorabeck CH et al. Prospective randomized clinical trial of continuous passive motion after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2000(380):30-5.
27. Maurits NM, Beenakker EA, van Schaik DE et al. Muscle ultrasound in children: Normal values and application to neuromuscular disorders. *Ultrasound Med Biol*. 2004;30(8):1017-27.
28. Yoon SW. The study about change of neuro-musculo-skeletal system in type II diabetic patients. Dongshin University. Dissertation of Doctorate Degree. 2006.
29. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Magnetic resonance imaging and ultrasonography of the lumbar multifidus muscle. Comparison of two different modalities. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(1):54-8.
30. Walton JM, Roberts N, Whitehouse GH. Measurement of the quadriceps femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging. *Br J Sports Med*. 1997;31(1):59-64.
31. Berg HE, Eiken O, Miklavcic L et al. Hip, thigh and calf muscle atrophy and bone loss after 5-week bedrest inactivity. *Eur J Appl Physiol*. 2007;99(3):283-9.
32. Stevens JE, Walter GA, Okereke E et al. Muscle adaptations with immobilization and rehabilitation after ankle fracture. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(10):1695-701.
33. Caron AZ, Drouin G, Desrosiers J et al. A novel hindlimb immobilization procedure for studying skeletal muscle atrophy and recovery in mouse. *J Appl Physiol*. 2009;106(6):2049-59.
34. Kubo K, Akima H, Ushiyama J et al. Effects of 20 days of bed rest on the viscoelastic properties of tendon structures in lower limb muscles. *Br J Sports Med*. 2004;38(3):324-30.
35. 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;3:18.
36. Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND et al. Effect of aging on human muscle architecture. *J Appl Physiol*. 2003;95(6):2229-34.
37. Jeong JG. Quantitative evaluation of normal skeletal muscle using ultrasound image and surface electromyography. Dongshin University. Dissertation of Doctorate Degree. 2005.
38. Sipila S, Suominen H. Quantitative ultrasonography of muscle: Detection of adaptations to training in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(11):1173-8.
39. Larsson L. Motor units: Remodeling in aged animals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995;50 Spec No:91-5.
40. Reimers CD, Fleckenstein JL, Witt TN et al. Muscular ultrasound in idiopathic inflammatory myopathies of adults. *J Neurol Sci*. 1993;116(1):82-92.
41. Jeong JG, Kim TY, Kim YN et al. Analysis of semg median frequency and ultrasound image echodensity of normal skeletal muscle. *J Kor Soc Phys Ther*. 2006;18(1):83-94. Suppl. 1991;27:32-7.
24. Kasukawa R, Shio K, Kanno Y et al. Doppler ultrasound measurements of knee joint synovitis in rheumatoid arthritis patients treated with infliximab. *Mod Rheumatol*. 2007;17(5):376-9.
25. Moreau NG, Teefey SA, Damiano DL. In vivo muscle architecture and size of the rectus femoris and vastus lateralis in children and adolescents with cerebral

- palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(10):800-6.
26. MacDonald SJ, Bourne RB, Rorabeck CH et al. Prospective randomized clinical trial of continuous passive motion after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2000(380):30-5.
  27. Maurits NM, Beenakker EA, van Schaik DE et al. Muscle ultrasound in children: Normal values and application to neuromuscular disorders. *Ultrasound Med Biol*. 2004;30(8):1017-27.
  28. Yoon SW. The study about change of neuro-musculo-skeletal system in type II diabetic patients. Dongshin University. Dissertation of Doctorate Degree. 2006.
  29. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Magnetic resonance imaging and ultrasonography of the lumbar multifidus muscle. Comparison of two different modalities. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(1):54-8.
  30. Walton JM, Roberts N, Whitehouse GH. Measurement of the quadriceps femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging. *Br J Sports Med*. 1997;31(1):59-64.
  31. Berg HE, Eiken O, Miklavcic L et al. Hip, thigh and calf muscle atrophy and bone loss after 5-week bedrest inactivity. *Eur J Appl Physiol*. 2007;99(3):283-9.
  32. Stevens JE, Walter GA, Okereke E et al. Muscle adaptations with immobilization and rehabilitation after ankle fracture. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(10):1695-701.
  33. Caron AZ, Drouin G, Desrosiers J et al. A novel hindlimb immobilization procedure for studying skeletal muscle atrophy and recovery in mouse. *J Appl Physiol*. 2009;106(6):2049-59.
  34. Kubo K, Akima H, Ushiyama J et al. Effects of 20 days of bed rest on the viscoelastic properties of tendon structures in lower limb muscles. *Br J Sports Med*. 2004;38(3):324-30.
  35. 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;3:18.
  36. Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND et al. Effect of aging on human muscle architecture. *J Appl Physiol*. 2003;95(6):2229-34.
  37. Jeong JG. Quantitative evaluation of normal skeletal muscle using ultrasound image and surface electromyography. Dongshin University. Dissertation of Doctorate Degree. 2005.
  38. Sipila S, Suominen H. Quantitative ultrasonography of muscle: Detection of adaptations to training in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(11):1173-8.
  39. Larsson L. Motor units: Remodeling in aged animals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995;50 Spec No:91-5.
  40. Reimers CD, Fleckenstein JL, Witt TN et al. Muscular ultrasound in idiopathic inflammatory myopathies of adults. *J Neurol Sci*. 1993;116(1):82-92.
  41. Jeong JG, Kim TY, Kim YN et al. Analysis of sEMG median frequency and ultrasound image echodensity of normal skeletal muscle. *J Kor Soc Phys Ther*. 2006;18(1):83-94.