

# Falciform ligament(간검상인대)에서 관찰되는 프리모 조직의 조직학적 특성 연구

연선희, 권오상, 이새봄, 조성진, 최광호, 이상훈, 최선미, 류연희

한국한의학연구원 침구경락연구그룹

## Histological study of the primo vascular system on the falciform ligament

Sun Hee Yeon, O Sang Kwon, Sae-Bhom Lee, Seong Jin Cho, Kwang-Ho Choi, Sanghun Lee, Sun Mi Choi, Yeon Hee Ryu

Acupuncture, Moxibustion & Meridian Research Group Division of Standard Research, KIOM

**Objectives** : Primo vascular system is known to new circulatory system and suggested as a anatomical structure of meridian system. Primo-vessels are present throughout the whole body. The purpose of this study is to identify primo tissues taken from falciform ligament and to compare with organ surface primo tissue, blood vessel and lymph vessel.

**Methods** : Male Sprague-Dawley rats (8weeks old, 250~320g) used for this study. The medial line of the abdomen was dissected and searched for primo tissues in falciform ligament and on the internal organs using stereomicroscope. We performed serial cross section and histological investigations. The tissues were stained with hematoxylin-eosin and Masson's trichrome.

**Results** :

1. The primo tissues attached on the falciform ligament had white color and length of 5~8mm.
2. We could observe primo tissues are classified with ligament tissues.
3. Histogogically, primo tissue on falciform ligament and organ surface primo tissue could be considered same tissue.

**Conclusions** : In this study, we observed primo tissue discovered on the falciform ligament. And we also histologically compared such discovered primo tissue with organ surface primo tissue. Consequently, we could consider that two tissues have histological similarity and possibility of connection in one network system.

**Key Words** : Primo Vascular System, morphological study, falciform ligament

### 1. 서 론

봉한관은 1960년대 김 등<sup>1)</sup>에 의해 경락의 해부학적 실체로 주장된 것으로, 혈관, 림프관과는 다른 새로운 순환계로 제안되어 왔다. 2000년대 들어 봉한관의 실

체 연구와 더불어 기능 연구를 위한 기초 연구가 다시 진행되면서, 기존에 봉한관, Bonghan system 혹은 Threadlike structures라 불리던 조직은 2009년부터 primo vascular system이라 명명되고 활발한 연구가 진행되고 있다.

경락이란 인체 내의 기가 흐르는 길로, 한의학에서 침구 치료의 기초가 되는 가장 큰 이론이 경락이론이다. 침구치료의 의학적 근거를 뒷받침하기 위해서는 경락이론의 객관화가 이루어져야하며, 현재까지 경락

접수 ▶ 2012년 6월 29일    수정 ▶ 2012년 7월 25일    채택 ▶ 2012년 7월 30일  
교신저자 류연희, 대전광역시 유성구 유성대로 1672 한국한의학연구원  
Tel 042-868-9484    E-mail yhyu@kiom.re.kr

학설의 실체에 대해서 신경<sup>2)</sup>, 근막(fascia)<sup>3)</sup>, 체액(조직간액)<sup>4)</sup>등의 가설이 제기 되었으나, 경락체계를 온전히 설명하지는 못하고 있다. 그 과정에서 봉한학설이 새롭게 대두되었고 다양한 관점에서 연구가 진행되어 각 생체 부위에서의 프리모 연구가 진행되고 있다.

프리모 조직 연구는 수많은 논란 속에서 실체를 규명하고 그 기능을 예측하기 위한 연구 결과가 발표되고 있다. 프리모 조직 실체에 대해서는 림프관 내 프리모 조직의 구조<sup>5)</sup>와 뇌신경 속 프리모 조직 연구를 통해 특정 기관과 연결된 프리모 조직의 실제적 구조를 규명하려<sup>6)</sup> 했으며, 장기표면 프리모 조직의 해부학적 연구<sup>7)</sup>를 통해 독립적으로 존재하는 프리모 조직의 실체를 규명하려는 노력을 계속 하고 있다. 기능면에서는 질병과의 연관성을 밝히기 위해 Green fluorescence protein(GFP)를 이용한 동물 모델을 만들어 암세포 혈관 형성에 프리모 시스템이 긴밀한 연관성이 있음을 증명하는 연구 결과를 발표했다<sup>8)</sup>.

이 등<sup>9)</sup>은 fluorescent carbocyanin dye의 일종인 Dil을 이용하여 Rat의 복강에서 프리모 조직이 2-3개 혹은 그 이상의 작은 가지(Branches) 형태로 존재하고 있으며, 장기 속으로 혹은 근막으로 사라지는 모습을 관찰하였다. 이러한 형태는 김 등<sup>1)</sup>이 주장한 프리모 조직의 작은 가지(branch)와 일치함을 시각화하여 보여 주었으며, 이를 토대로 프리모 조직이 일종의 네트워크를 형성하고 있음을 예측할 수 있으며 장기와 연결되어 있거나 막에 분포하고 있는 프리모 조직과 장기표면에 독립적으로 존재하는 프리모 조직이 조직학적으로 일치하는지 확인할 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 프리모 조직의 네트워크 형성에 대한 가능성을 확인하기 위하여 간검상인대에서 관찰되는 프리모 조직의 해부학적 특성 분석을 통해 장기표면 프리모 조직과의 유사성을 확인하여 보고하는 바이다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험동물

실험동물은 Sqrage-Dawley계 250-320g, 8-9주령의 수컷 흰쥐(대한 바이오링크, 한국)을 사용하였다.

동물은 온도 22±1℃, 상대습도 55±10%의 조건에서 12시간 간격으로 주야 주기를 주어 사육되었으며 실험 시작하기 전 5일간 적응기를 두었다. 적응기 및 실험 기간에 동물들은 사료와 물을 자유롭게 먹을 수 있도록 하였으며, 수술 24시간 전부터는 시료를 제외하고 물만을 공급하였다.

### 2. 수술

실험동물은 20% urethane (Sigma-Aldrich, USA)을 이용하여 1.5mg/kg의 비율로 대퇴 외측에 근육 주사하여 전신마취하였다. 출혈이 일어나지 않도록 linea alba를 따라 절개하여 개복하였다. 검상인대 부위를 관찰 할 때는 검자를 이용하여 흉부를 들어 올리고 관찰하였고, 장기표면 프리모 조직 관찰은 항온 수조에 40℃로 중탕한 PBS(Phosphate Buffered Saline, pH7.4)를 주기적으로 도포하며 노출된 장기 표면을 실체현미경(SMZ1500, Nikon, Japan)을 사용하여 관찰하였다.

### 3. 조직 채취

간검상인대에서 관찰된 조직은 프리모 소체로 의심되는 하얀 조직을 포함하는 간검상인대 전체를 잘라내어 바로 Neutral buffered formalin(NBF)에 고정하였다. 장기표면 프리모 조직은 장기표면에서 흰색의 반투명한 덩어리나 선상의 조직을 대상으로 관찰하여 채취하였고, 채취 즉시 NBF에 고정하였다. 고정된 조직들은 O.C.T compound에 포매하여 동결한 후 Cryostat(CM-3050-S, Leica, Germany)를 이용하여 연속절편하였다. 프리모 조직과 육안으로 유사하게 관찰되는 림프관과 혈관을 동시에 채취하여 프리모 조직과 같은 방법으로 시료를 준비하고 비교 하였다.

### 4. 염색 및 관찰

동결절편 된 조직을 8μm 두께로 연속절편하여 100~200μm 간격으로 선택하여 Hematoxylin & Eosin(H&E) 염색을 통해 프리모 조직의 세포 핵과 세포질의 기본 구조 관찰을 하였고 슬라이드 사이에 조

직 형태의 변화가 예상되는 경우 추가로 염색하여 관찰하였다. H&E 염색 결과 간점상인대와 프리모 조직이 연결되는 부분을 확인한 후 조직의 형태가 변하는 슬라이드의 앞과 뒤 슬라이드를 선별하였다. 이 슬라이드는 결합조직을 관찰하고 간점상인대와의 차이점을 비교하기 위해 Masson's trichrome(HT15-1KT, sigma, USA) 염색을 실시하였다. 염색한 조직은 광학현미경을 사용하여 세포질의 색과 형태를 관찰하였다(Dp70, Olympus, Japan).

### III. 실험결과

간점상인대에서 관찰된 프리모 소체는 인대 위에 부착되어 있었으며, 소체의 주위에서 프리모 조직과 연결된 백색의 선을 관찰할 수 있었다. 이러한 형태는 기존의 연구에서 관찰된 장기표면 프리모 조직의 형태와 일치한다<sup>10)</sup>. 그러나 장기표면 프리모 조직은 독립적으로 장기표면에 걸쳐 존재하다 장기 속으로 사라지는 반면 간점상인대에서 발견된 프리모 조직은 인대 위에 부착하여 존재하고 장기표면 프리모 조직과 달리 육안으로 확인이 용이하다(Fig. 1).

간점상인대 사이에서 나온 프리모 조직의 검증은 장기표면 프리모 조직과의 유사도와 림프관, 혈관과의 형태학적 차이점을 H&E 염색을 통해 비교하여 확인하였다. H&E 염색 결과에서 보여주듯이 간점상인대에 존재하는 프리모 조직은 긴 타원형의 모양을 나타냈고 밀집된 핵과 호염기성 과립이 있는 형태의 밝은 세포(\*)가 출현하는 것을 관찰하였다. 장기표면 프리모 조직의 경우 타원형의 모양을 가지며 밀집된 핵과 호염기성 과립이 있는 밝은 세포를 관찰할 수 있어 간점상인대에서 발견된 프리모 조직의 특징과 동일한 모양을 나타냄을 확인할 수 있었다(Fig. 2 A-a,b).

유사조직으로 오인되는 림프관(Fig. 2 A-c)과 혈관(Fig. 2 A-d)을 비교하여 본 결과 두 기관은 밝은 세포가 관찰되지 않았을 뿐만 아니라 내벽의 안쪽에 다른 소관이 관찰되지 않았고 조직을 형성하는 관 자체가 프리모 조직보다 두꺼웠다. 따라서 간점상인대에서 관찰된 프리모 조직은 림프관과 혈관과 형태학적으로 명확한 차이가 있음을 확인하였다.

H&E 염색한 결과를 토대로 조직의 모양이 변하는 부분의 slide를 선별하여 Masson's trichrome 염색을 수행한 결과 elastic fiber는 파란색으로 염색이 되고 프리모 조직은 밀집된 다수의 핵으로 인해 짙은 보라색으로 염색이 되어 인대와 프리모 조직을 구별할 수 있었다.

간점상인대의 연속 표본의 중간에 프리모 조직이 드러났으며 이후 조직이 끝나는 부분에서 다시 인대 조직으로 연결됨을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 1번부터 20번 슬라이드까지는 ligament 조직만 관찰되다가 26번 슬라이드에서 프리모 추정 조직이 관찰되었고, 34번 슬라이드에서부터 프리모 조직이 조금씩 작아져서 사라지는 모습이 관찰되었다(Fig 3). 따라서 간점상인대에서 관찰되는 프리모 조직은 인대와는 다른 조직임을 확인하였다.

### IV. 고찰

침구치료는 경혈의 자극을 통하여 경락의 기능을 활성화시켜 치료작용을 나타내는 것으로<sup>11)</sup>, 약이나 수술에 의존하지 않고 치료하려는 자연의학의 흐름에 힘입어 세계적으로 수요가 늘고 있는 추세이며 침술이 질병과 통증 등의 치료에 탁월한 치료법이라는 많은 임상학적 보고가 늘고 있다<sup>12)13)</sup>. 침의 치료 원리는 경혈·경락 이론에 바탕을 두고 있다. 경락은 기혈운행의 통로로, 경락으로 말미암아 인체 내외의 조직과 기관이 고르게 영양공급을 받으며 정상적 생리활동을 유지하게 되는데 인체 내외의 원인에 의해 경락에 이상변화가 발생하게 되면 해당 경락과 연관된 부위의 생리작용이 실조되어 병리현상이 발생하게 된다<sup>14)</sup>. 이러한 경혈·경락의 실체를 과학적으로 입증하려는 노력으로 생겨난 이론이 봉한 학설이며, 이 연구를 통해 경혈·경락의 실체를 암시하는 많은 실험 자료들이 나오고 있다.

혈관계와 림프계 이외의 제3의 순환계라 불리는 프리모 조직에 대한 해부학적 연구뿐 아니라 질병과의 연계성을 확인하고자 하는 기능적인 측면의 연구까지 다양한 분야에서의 접근이 이루어지고 있다. 이러한 노력에도 불구하고 프리모 조직의 실체에 대한 추측만이 있을 뿐 명확한 근거를 찾지 못하고 있다. 프리모 조직 연구가 난관에 봉착한 가장 큰 이유 중 하나는 연구자의

속련도에 따라 프리모 조직의 발견 빈도가 확연히 다르다는 점과, 연구능력이 축적된 연구자라 하더라도 프리모 조직의 발견 위치, 크기, 조직 수가 일정하지 않다는 점에 있다고 사료된다. 이러한 측면에서 볼 때 특정 부위에서 일정하게 프리모 조직을 채취할 수 있다는 것은 프리모 연구에 있어서 큰 의의를 가진다고 할 수 있겠다.

최근 Ping 등<sup>15)</sup>은 Trypan blue를 이용한 mesentery에서의 프리모 조직 채취 방법이 특정 위치에서 동일한 방법으로 일정하게 프리모 조직을 얻을 수 있는 획기적인 방법이라고 제안했다. 그러나 Trypan blue를 이용한 프리모 조직 채취는 피브린(fibrin)이나 장간막(mesentery)과 같은 유사조직과 혼동될 가능성이 크다는 단점이 있다. Rat의 간결상인대의 경우 염색을 하지 않고도 프리모 소체를 종종 관찰할 수 있으나 현재까지 이에 대해 많은 연구 논문이 발표되는 않았으며, 현재까지 연구가 진행된 여타 프리모 조직과 동일한 네트워크를 구성하는 조직인지에 대해서도 밝혀진 바 없다.

프리모 조직은 기본적으로 혈관 혹은 림프관 주변에 많이 분포되어 있으며 암조직에서도 발견되는 점<sup>16)</sup>을 고려하면 생체조직 전체에 네트워크를 형성하고 있을 것이라 추정할 수 있다. 또한 nanoparticle을 이용한 프리모 조직 추적 연구에서 프리모 조직이 장기 사이로 사라지는 것을 확인하여 발표된 바 있는데<sup>9)</sup>, 이러한 연구 결과를 근거로 간결상인대에서의 프리모 조직과 장기표면 프리모 조직은 하나의 네트워크로 연결되어 있을 것으로 사료되고 이에 두 조직의 특징을 확인하여 생체 내에 존재하는 프리모 조직 네트워크의 연결 고리를 확인하고자 하였다.

또한 많은 연구에서 장기표면과 혈관<sup>17)</sup> 혹은 림프조직 내<sup>18)</sup>에서 프리모 관과 소체의 연결고리를 확인하였고 장간막에 연결된 프리모 조직의 구별에 대한 연구<sup>7)</sup>도 발표되었다. 그러나 간결상인대 내에서 발견되는 프리모 소체가 어떤 형태로 간결상인대 사이에 존재하는지 조직학적, 구조적 해석을 시도 한 연구결과는 없어 본 연구를 통해 탄력조직에서의 프리모의 연결 방식에 대해 확인하고자 하였다.

Rat의 간결상인대에서 관찰된 프리모 조직은 길이 5-8mm의 백색의 타원형이었으며 간결상인대에 붙어 있으나 쉽게 분리되지 않고 포셉을 이용하여 약간의 힘을 주어 잡아당기면 분리가 가능하다. 또한 소체 아

래로 백색의 관이 연결되어 있는 것을 확인하였으며 (Fig. 1) 이 프리모 관은 다른 조직으로 연결되어 있을 것으로 사료된다. 장기표면 프리모 조직은 유백색의 탄력이 있는 관과 백색의 덩어리로 장기표면에 독립적으로 존재하다가 장기 속이나 막 사이로 사라지는 형태를 보이며 육안상으로는 간결상인대에서 관찰되는 프리모 조직과 색과 형태에서 유사하다. 그러나 장간막과 같이 육안상으로 프리모 조직과 비슷하게 관찰되는 조직은 많기 때문에 이를 명확히 하기 위하여 조직의 단면 형태를 비교해 보다 정확한 비교를 시행 하였다.

간결상인대에서 관찰된 프리모 조직을 serial section 하여 H&E 염색을 통해 장기표면 프리모 조직과 비교해 보았다. 간결상인대에서 관찰된 프리모 조직은 장기표면 프리모 조직과 동일하게 내피 세포로 형성된 다수의 cavity(arrows)와 세포질이 상대적으로 밝게 염색되고 세포의 크기가 상대적으로 큰 세포(\*)를 가지고 있어(Fig 2 A-a, b) 동일한 형태를 지닌 조직으로 사료되며, 이로 미루어 보아 동일한 네트워크를 구성하거나 동일한 분류를 가지는 조직으로 확인되었다. 신경, 혈관, 림프관 등 선상 조직의 기능으로 유추해 볼 때, 연결된 두 조직 사이에서는 물질 수송이나 신호전달 혹은 둘 다의 기능이 이루어졌을 것으로 사료된다. 그러나 프리모 조직에서 관찰된 cavity가 primo duct인지 단순한 cavity 인지의 여부와 이 구조물이 가지는 기능에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

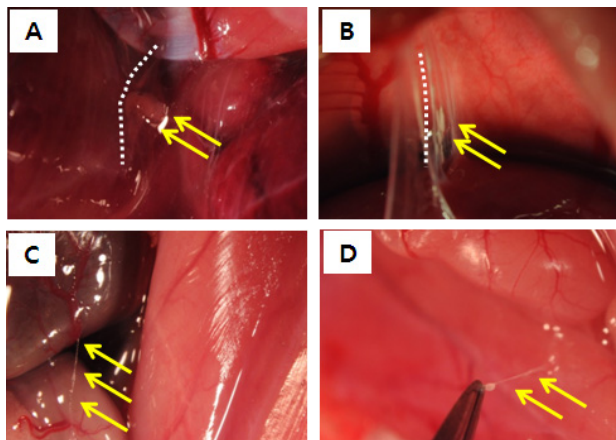
Masson's trichrome 염색 결과 ligament는 파란색으로 염색되어 전체가 탄력섬유로 구성되어 있지만 프리모 조직은 다수의 밀집된 핵으로 인해 짙은 보라색으로 염색되어 ligament와 프리모 조직을 구별할 수 있었으나 두 조직이 분리되어 있지는 않았다(Fig. 2 B). 프리모 조직에서만 관찰되는 밀집된 핵과 호염성 과립이 있는 밝은 세포를 가진다는 점 그리고 혈관, 림프관과는 다르게 내벽의 안쪽에 소관을 가지며 관조직의 내피세포가 상대적으로 얇다는 특징을 나타냄으로써 유사기관의 구별을 명확히 할 수 있었다.

따라서 간결상인대에서 관찰되는 프리모 조직은 소관 구조를 가지며 장기표면 프리모 조직과 조직학적으로 유사한 특징을 나타낸다. 두 프리모 조직은 혈관, 인대, 림프관과 구별되는 현재까지 규명되지 않은 새로운 네트워크 구조체일 것이라 예상할 수 있으며, 이

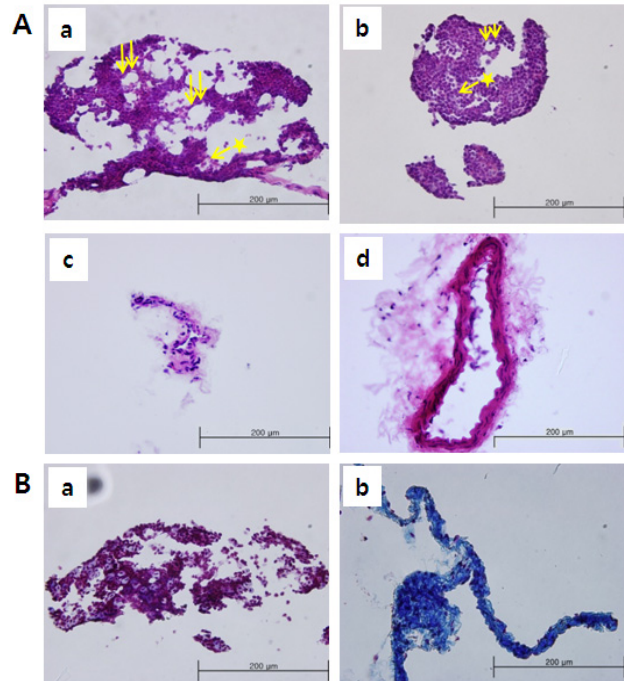
는 氣가 흐르는 통로로, 인체의 내외를 연결하고 막 부위에 고르게 퍼져있는 경락의 특성과도 유사하다고 볼 수 있다. 따라서 프리모 조직은 경락의 해부학적 실제일 가능성이 있다고 사료된다.

그러나 프리모 조직 연구에 대한 한계점은 여전히 존재하고 있다. 간경상인대에서 발견되는 프리모 조직이 다른 프리모 조직에 비해 관찰되는 빈도가 높으나 항상 관찰되는 것은 아니며 인대와 프리모 조직의 순수 분리가 어려울 뿐 아니라 채취할 수 있는 조직의 양도 작아서 현재로서는 실질적인 기능을 연구하기에는 많은 어려움이 남아있다. 또한 프리모 조직을 간단하고 명료하게 구별해 낼 수 있는 특이 마커가 없다는 것도 연구의 어려움을 더하고 있다. 항체 발굴과 특이 단백질 분석 등을 통해 프리모 마커를 발견하여 프리모 조직을 특정할 수 있는 기술이 개발되면 한 단계 더 높은 연구를 수행할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서, 장기표면에 독립적으로 존재하는 프리모 조직과 간경상인대에서 관찰되는 프리모 조직이 동일함을 확인하였다. 간경상인대에서 관찰되는 프리모 조직에서 소체 아래로 관이 연결되는 것을 확인함으로써 프리모 조직이 일종의 네트워크를 이루어 원격 부위와의 물질 또는 정보의 이동이 발생할 수 있는 가능성을 확인하였다는데 의의가 있다. 또한 이 연구가 생체 내 많은 곳에 분포하고 그물망처럼 서로 연결되어 있는 프리모 조직이 경락의 실체라는 주장을 뒷받침할 수 있는 근거의 하나를 획득하였다고 사료된다.

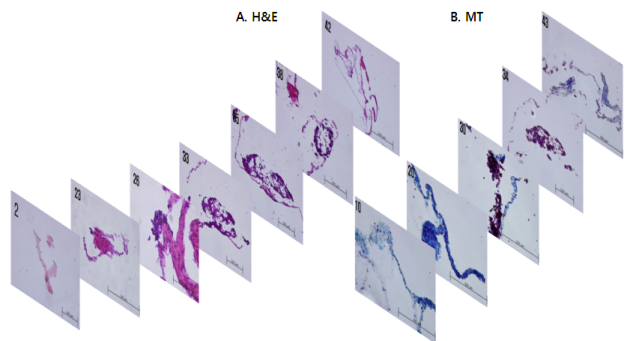


〈Figure 1〉 Stereoscopic image of primo vascular system of a rat  
A, B : Primo tissue(arrows) in falciform ligament of a rat, White dotted line shows primo vessel connect with primo corpuscle.  
C, D : Organ surface primo tissue, The tissues are slightly connected to the organ surface and branched.



〈Figure 2〉 Histological observation of primo tissue, blood vessel and lymph vessel

A : Hematoxylin & Eosin (H&E)-stain image of primo tissue, blood vessel and lymph vessel.  
A-a : primo tissue in falciform ligament(×400)  
A-b : organ surface primo vessel(×400)  
Primo tissue in falciform ligament(A-a) has many cavity(arrows) more than primo tissue on the surface of a rat abdominal organ(A-b).  
A-c : lymph vessel(×1000), A-d: blood vessel(×400)  
Primo tissue cavity or vessel wall is thinner than blood vessel and lymph vessel.  
B : Masson's trichrome (MT)-stain image of primo tissue and ligament.  
B-a : primo tissue separated from falciform ligament(×400)  
B-b : ligament(×400)  
Connective tissue was stained blue(B-b) and nuclei was stained dark red/purple.



〈Figure 3〉 Serial section image of the primo tissue in falciform ligament of a rat

It shows representative H&E-stained and MT-stained primo tissue serial cross-section in falciform ligament of a rat. The primo tissues attached on the falciform ligament.

## V. 결론

간검상인대에서 장기표면 프리모 조직과 유사한 조직이 관찰되었고 이를 확인한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

간검상인대에서 관찰된 프리모 조직은 다수의 cavity를 가지며 세포질이 상대적으로 밝게 염색되고 세포의 크기가 상대적으로 큰 세포를 가지고 있었다.

간검상인대에서 발견된 프리모 조직은 그 형태가 장기표면 프리모 조직과 일치함을 확인하였다.

MT 염색을 통해 간검상인대와 프리모 조직을 구분할 수 있었다.

이상의 연구 결과로 간검상인대에서 관찰되는 프리모 조직의 특징을 확인하였고, 생체 내 프리모 조직의 분포를 연구하는데 활용되기를 기대한다.

## Acknowledgement

This study funded by A study on the functions of Bonghan system for the substantial investigation of the meridian and acupuncture points (K12272).

## 참고문헌

1. Kim BH On the kyungrak system. *J Acad Med Sci* 1963;10:1-41.
2. Vitaly Napadow, Andrew Ahn, John Longhurst, Lixing Las, Elisabet Stener-Victorin, Richard Harris and et al. The status and future of acupuncture mechanism research. *The journal of alternative and complementary medicine* 2008;14(7), p.861-9.
3. Yu Bai, Jun Wang, Jin-peng Wu, Jin-xing Dai, Ou Sha, David Tai Wai and et al. Review of

- evidence suggesting that the fascia network could be the anatomical basis for acupoints and meridians in the human body. *Evidence-based complementary and alternative medicine* volume 2011, Article ID 260510, p.6.
4. Zhang WB, Tian YY, Li H, Tian JH, Luo MF, Xu FL and et al. A discovery of low hydraulic resistance channel along meridians. *J Acupunct Meridian Stud* 2008;1(1)20-8.
  5. Lee BC, Yoo JS, Baik KY, Kim KW, Soh KS Novel threadlike structures (Bonghan Ducts) inside lymphatic vessels of rabbits visualized with a janus green B staining method. *The anatomical record* 2005;286B:1-7.
  6. Lee BC, Eom KH, Soh KS Primo-vessels and primo-nodes in rat brain, spine and sciatic nerve. *J Acupunct Meridian Stud* 2010;3(2):111-5.
  7. Lee SH, Ryu YH, Yun YJ, Lee SW, Kwon OS, Kim JH and et al. Anatomical discrimination of the differences between torn mesentery tissue and internal organ-surface primo-vessels. *J Acupunct Meridian Stud* 2010;3(1)10-15.
  8. Heo CJ, Hong MY, Jo AR, Lee YH, Suh MA Study of the primo vascular system utilizing a melanoma tumor model in a green fluorescence protein expressing mouse. *J Acupunct Meridian Stud* 2011;4(3)198-202.
  9. Lee BC, Jhang SU, Choi JH, Lee SY, Ryu PD, Soh KS Dil staining of fine branches of bonghan ducts on surface of rat abdominal organs. *J Acupunct Meridian Stud* 2009;2(4):301-5.
  10. Hong S, Yoo JS, Hong JY, Lee BC, Soh KS and et al. Immunohistochemical and electron microscopic study of the meridian-like system on the surface of internal organs of rats. *Acupuncture & electro-therapeutics res., INT. J.* 2007;32:195-210.
  11. 대한침구학회 교재편찬위원회. 침구학 중. 파주 : 집문당. 2008;230.
  12. Nanna Goldman, Michael Chen, Takumi Fujita, Qiwu Xu, Weiguo Peng, Wei Liu Adenosine A1 receptors mediate local anti-nociceptive effects

- of acupuncture, *Nature neuroscience* 2010;13:883-8.
13. Jorge Vas Acupuncture vs Streitberger needle in knee osteoarthritis—an RCT, *Acupunct Med* 2006;24:15-24.
  14. 전국한 의과대학·한 의학전문대학원 경락경혈학 교재 편찬위원회. 경혈학. 원주 : 의방출판사 2009 : 23-5.
  15. An P, Dai JX, Su ZD, Yoo JS, Qu R, Lee SW and et al. Putative primo-vascular system in mesentery of rats. *J Acupunct Meridian Stud* 2010;3(4):232-40.
  16. Johng HM, Yoo JS, Yoon TJ, Shin HS, Lee BC, Lee JK and et al. Use of magnetic nanoparticles to visualize threadlike structures inside lymphatic vessels of rats. *eCAM* 2007;4(1)77-82.
  17. Yoo J, Lim M, Ogay V, Soh KS Alcian blue staining method for visualizing bonghan ducts inside blood vessels of mice. *IFMBE Proceedings* 2007;14(24), 3626-9.
  18. Lee BC, Lee CH, Soh KS Alcian blue staining method to visualize the lymph intravascular Bonghan duct in rabbit lymph vessel. *IFMBE Proceedings* 2007;14(24), 3611-3.