

낮은 정자기장 하에서 프리모 시스템 산알의 운동특성 연구

이상석*

상지대학교 한방의료공학과 보건과학대학, 강원 원주시 우산동 산660, 220-702

소광섭

서울대학교 나노프리모연구센터 차세대융합기술연구원, 경기 수원시 영통구, 443-270

(2011년 11월 19일 받음, 2011년 12월 13일 최종수정본 받음, 2011년 12월 15일 게재확정)

해부학적 기술로 경락의 실체인 프리모 시스템 내에 존재하는 산알을 획득하여 운동 모습을 광학 현미경으로 분석하였고, 낮은 정자기장하에서 운동 특성을 조사하였다. 토끼 장기 표면으로부터 산알이 다량으로 몰려있는 프리모 소체 내에 약 1 μm 정도 크기의 산알들을 선택 및 분리시켜, 패트리 디쉬 안에 PBS 용액과 산알을 담았다. 내부 온도 38 $^{\circ}\text{C}$, 100 Oe 이하 일정한 외부 자기장에 평행방향과 수직방향으로 움직이는 산알의 운동속도를 관찰하였다. 평행방향 외부 자기장이 0 Oe에서 80 Oe까지 20 Oe 증가함에 따라 5개 산알 중 4개는 약 0.9 pixel/s의 평균속도로 감소하는 뚜렷한 경향성을 갖고 있음을 볼 수 있었다. 반면에 수직 방향으로 운동하는 산알의 경우, 외부 자기장이 없을 때와 비슷한 무작위로 운동함을 관찰하였다. 이러한 실험결과로부터 산알 핵 DNA내에 망간(Mn)과 코발트(Co) 등의 다량의 무기물을 함유하는 산알이 회전운동을 하면서 움직일 때, 외부 자기장을 인가함으로써 운동 특성을 약화시키는 자기적 특성이 있는 것으로 사료되었다.

주제어 : 경락, 산알, 프리모 시스템, 프리모 관, 프리모 소체, 정자기장, 운동특성

I. 서 론

한의학의 기본이론 중 하나인 경락경혈을 이용한 침구치료의 효과가 여러 가지 임상연구에서 입증되었으며, 신경계 및 호르몬계와 유전자 발현을 통한 치료기전들도 속속 밝혀지고 있다[1-4]. 그러나 치료효과를 일으키는 해부학적 시스템, 즉 경락체계의 실체에 대해서는 많은 연구에도 불구하고 아직 현대과학적인 규명이 이루어지지 못했다. 2000년대에 들어와 전 세계적으로 경락순환계학설에 대한 재조명이 이루어졌으며, 이를 재현하기 위한 연구에서 기는 관 다발형태의 새로운 구조가 국내의 연구진에 의해 발견되었다[5]. 이러한 연구 중 기존의 해부학에서 존재하지 않는 것으로 알려져 있던 혈관 내와 림프관 내의 새로운 구조물 발견은 경락순환계 학설의 새로운 구조물로서의 가능성을 더더욱 증폭시키고 있다[6-8].

인체의 모든 구조는 반드시 상응하는 기능을 가지는데, 이 새로운 구조는 장기와 장기를 잇고 있을 뿐 아니라 체표와 장기를 잇고 있는 것으로 최근 연구에 의해 밝혀졌다[1, 8]. 또한 이러한 경락순환관은 DNA를 다량 함유한 순환액을 가지는 구조로써, 이는 인체의 제3순환계라 할 수 있는 새로운 순환계로 프리모 순환계 혹은 프리모 시스템(Primo Vascular System; PVS)로 그 가능성을 시사한다[9]. 이러한 순환계 이론은 본래 경락연구 중 발전된 이론으로 경락경혈체계일 것

이다. 의학 발전의 역사에서 혈관계, 림프계 등 새로운 순환계의 발견은 기존 의학의 패러다임을 바꾸었고, 자율신경계, 호르몬계 등 인체 조절계의 규명은 질병의 발생과 치료에 대해 새로운 접근을 하게 해 주었다. 이제까지 밝혀지지 않았던 제3순환계의 구조와 기능이 규명된다면 이전의 어떤 의학적 발견보다 더 큰 파괴력을 가지고 의학의 대변혁이 일으킬 수 있는 매우 중요한 연구라 할 수 있다.

기(氣)의 통로인 관의 실체를 존재한다는 관점에서 볼 때, 사람의 몸을 살아 움직이게 하는 가장 중요한 것 두 가지는 기와 혈액이라고 알려져 있다. 그 중 혈액은 혈관을 통하여 우리 몸 구성구석을 돌아다니면서 맑은 공기와 충분한 영양소를 세포에 공급하고 묵은 찌꺼기를 몸 밖으로 버리는 작용을 한다. 이렇게 눈으로 볼 수 있는 피가 혈관을 통하여 운행되듯이 보이지는 않지만 실재하는 기로 흘러 다니는 길을 경락이라고 부른다[10, 11]. 경락에 기가 원활히 소통되면 건강한 것이고 어느 부위에서 막히면 통증이 생겨 건강하지 않은 것이 되며, 이에 멈추어 버리면 죽었다고 하는 것이다. 이러한 기의 통로를 따라 생체정보를 전달하는 생체분자로서의 운반자를 산알(Sanal)이라고 정의한다[12-14].

생체분자인 산알의 실체에 연관되는 경락에 대한 동양의학이 서양에 알려지면서 서양의 유명한 과학자들이 경락을 찾으려고 부단히 노력하여 왔다[15-17]. 그러나 아직까지는 경락의 실체에 대해서 누구나 인정할 수 있는 결과는 발견하지 못하였다. 하지만 경락에 적용되는 이론으로 미국의 정형외과

*Tel: (033) 730-0415, E-mail: ssllee@sangji.ac.kr

의사인 R. Becker의 이론과 영국의 M. W. Ho 박사의 이론이 많이 알려져 있다. 그들은 경락을 말초신경의 외피를 따라 흐르는 전자(electron)의 흐름이라고 하였다. 이때 신경의 외피는 마치 전자를 흐르게 하는 반도체와 같은 역할을 한다고 하였다. 그리고 인체에는 콜라겐, DNA, 세포막 등과 같은 수많은 종류의 단백질이 있는데, 이들이 물과 결합하여 특수한 구성체를 형성하는데 이것을 액정이라고 하였다. 바로 이 액정을 통하여 생체광자(bio-photon)가 이동한다고 하였다 [12, 13]. 다시 말하면 생체광자는 기에 해당되고 액정은 경락에 해당된다고 하였다. 그래서 굳이 기가 통과하는 관과 같은 구조가 필요 없다고 하였다. 그리고 이 액정 구조는 죽어 있는 조직에서는 자세하게 관찰할 수 없으므로 살아 있는 조직을 이용하여 관찰하여야 한다고 하였다. 이를 볼 때, 경락이란 미세 에너지가 흐르는 통로가 아니라 경혈을 효과적으로 자극하기 위한 지표로 연결되어 있는 하나의 연결선일 뿐이라는 주장도 있다[1, 10].

앞으로는 생체분자인 산알과 밀접한 연관성이 있는 경락의 실체를 규명하는데 있어서 산알의 기초물성 연구가 보다 과학적 도구를 이용하여 재 발굴되고 재조명되어야 할 것이다. 중·장기적인 관점에서 볼 때, 생체분자의 산알에 대한 기초물성 중 자기적 특성 연구가 속히 이루어진 후에야 분자생물학적 측면과 한의학적 측면에서 심도 있게 학문적인 융합 연구가 필요하게 될 것이다. 따라서 산알의 자기적 특성을 상세하게 규명하는 것이 한의학에서 경락의 실체를 푸는데 매우 필요한 요소일 것이다[1, 5].

산알의 결맞음 운동에 의해 생체광자가 생성됨이 이미 과학적인 근거를 갖고 실체화되어 있기 때문에 산알은 반드시 자기적 특성을 내포하고 있다는 것으로 사료된다. 본 연구는 경락순환계인 프리모 시스템의 산알 실체와 순환계 내에서 결맞음 운동 모습을 광학 현미경 사진으로 얻어 발표한 국내 연구진의 도움으로 습득한 해부학적 기술로 크기가 0.8 μm~2.0 μm인 산알을 채취하고 그 산알 운동의 물성 중 하나인 100 G 이하의 정자기장 효과의 특성을 관찰하였고, 그 실험적인 결과를 분석하였다.

II. 실험방법

현재 밝혀지고 있는 프리모 시스템은 혈관과 임파관과 심장 내장에 존재하는 내프리모 체계, 주로 내장의 표면에 분포하고 있는 내외프리모 체계, 혈관이나 신경을 따라 달리고 있는 외프리모 체계, 그리고 신경 조직에 분포하고 있는 프리모 체계 등 4가지로 구성되어 있다[1, 5]. 본 연구는 4가지 프리모 체계 중 가장 잘 관찰되며 많은 산알을 포함하고 있는 토끼 내장의 표면에 분포된 소체를 택하였다. 실험실 동

물로는 뉴질랜드 2 kg의 토끼(rabbit)를 국내 서울에 소재한 중앙실험동물회사(Jung Ang Laboratory Animal Company)로부터 공급 받았다. 실험용 토끼는 23 °C의 온도와 60 % 상대습도를 일정하게 조절되는 항온 항습실에 갇히게 한 상태로 밝음과 어둠을 12시간씩 주기적으로 반복되도록 빛을 인가하였다. 실험동물은 어떤 구속 없이 자유로 물과 먹이를 먹도록 하였고, 돌봄에 최적화한 상태로 1996년에 제정된 서울대학교 실험동물 윤리규정을 따랐다. 해부 실험에 사용된 토끼들은 우레탄 1.5 g/kg을 복막에 주사하여 마취시켰다. 모든 해부과정들은 일반적인 마취환경 내에서 이루어졌다[9]. 깊은 마취상태에서 토끼의 복부를 절개 오픈하고, 복부 피부 표면에서의 혈관과 흉부를 기관의 표면 위로 피의 흐름을 최소화하기 위해 크램프로 조였다. 후대정맥과 장골 주위에 있는 림프관을 연구하였다. 해부 수술 중 건조함을 방지하기위해 수시로 PBS(Phosphate Buffered Saline, pH 7.4, Introgen, USA)를 사용하여 토끼의 장기에 뿌렸다.

Fig. 1 사진은 토끼 대장인 장기 표면에 붙어서 흰색 줄기를 이루는 프리모 관 혹은 봉한 관(Primo vessel or Bonghan vessel)을 핀셋 양쪽으로 프리모 관 들어 올린 상태 보여 주고 있다. 핀셋 아래쪽으로 관의 굵기가 큰 것이 바로 산알이다량으로 물려있는 프리모 소체 혹은 봉한 소체(Primo node or Bonghan node) 부분이라 볼 수 있다. 소체 내에 약 1 μm 정도 크기의 많은 산알이 존재하고, 장기로부터 길게 퍼진 프리모관을 미세가위를 이용하여 소체만 선택하여 분리시켰다.

잘려진 프리모 소체의 표면을 조심스럽게 터트려 분리된 산알들 모양의 특징은 Fig. 2처럼 1 μm~2 μm 크기의 원형 형태이다. 때로는 타원형 산알도 몇몇이 관찰되었다. 지름 1 μm 크기의 산알 구조체는 800배~1000배의 광학현미경 대물렌즈 초점거리를 미세하게 변화시켜 확인하였다. PBS에 물게 담긴 산알들이 정지, 회전운동, 병진운동을 관찰하기 위하여 저자 기장 혹은 고자기장 인가 및 관찰 실험시스템을 셋팅 하였다.

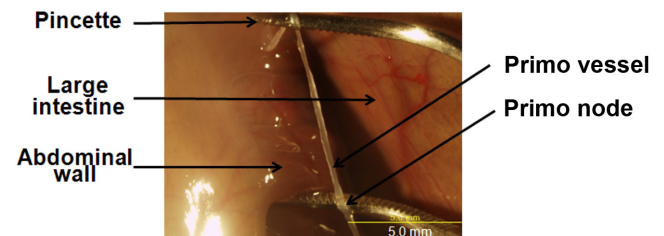


Fig. 1. (Color online) A photograph of the primo vessel and node of the real primo vascular system inside of the surface of the internal organs observed from rabbits' abdominal wall. The anatomical experimental conditions are as follow as: laboratory animal-New Zealand 2 kg rabbits, an observation temperature of 38 °C, and medium used to prevent from drying PBS (phosphate buffered saline, pH 7.4, Introgen, USA).

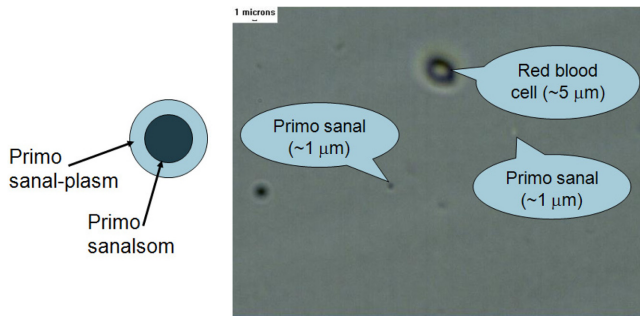


Fig. 2. (Color online) The structure, size, and features of microcells so called “sanals” obtained from the primo vessel and node of the real primo vascular system inside of the surface of the internal organs observed from rabbits' abdominal wall. A sanal is composed of sanal-plasm, sanalsom, and sanal-membrane.

특히 100 Oe의 저자기장 하에서 회전운동하는 산알의 스핀 방향과 인가하는 자기장 방향과의 수직 및 수평에 의존하는 자기 이방성 효과를 조사하여 산알의 모양과 인가 자기장 방향에 따른 자기적 특성을 규명하였다. 한편, 주파수 (20 mHz~20 kHz)가 인가된 교류 저자기장 100 Oe 이하에서 산알의 미세 이동성 변화를 조사는 차후 심화된 실험연구로 정하였다.

III. 실험결과 및 토의

회전 운동하는 산알의 운동 방향과 인가하는 자기장 방향과의 수직 및 수평에 의존하는 자기 이방성 효과를 조사하기 위하여 저자기장 100 Oe 이하에서 산알의 미세 이동성 변화 특성을 조사하였다. 이에 대해 정지, 회전, 병진 운동하는 산알의 운동 변화 관찰을 시도하였다. 이것은 산알의 모양과 인가 자기장 방향에 따른 자기적 특성을 연구하여 저자기장 하에서 인가 교류자기장 변화에 따른 산알의 운동적 특성을 연구에 필요한 요소이다. 이를 바탕으로 추후에 연구될 내용은 1 kOe~10 kOe의 일정한 고자기장 하에서 산알의 스핀 회전 운동 변화 및 위치 변화에 대해 정지, 회전, 병진 운동하는 산알을 분리하고 그 변화를 관찰하는 것이다.

Fig. 3은 광학현미경 스테이지 위 중앙에 놓인 패트리 디쉬 안에 PBS를 담고 프리모 관(primo vessel)에서 분리된 소체 내의 산알들이 들어있는 실제적인 시료 그릇과 외부 자기장 인가형 전자석과 코일을 보여 주는 사진이다. 사진과 더불어 정자기장하에서 산알 운동을 관찰할 광학현미경 시스템을 보여주는 개략도이다. 전자석 코일에 3 A 이내로 인가하는 전류는 일정 직류전압공급기(dc Power Supply)에서 공급되었다. 전자석 코일에 흐르는 전류량에 따라 시료의 중앙으로 지나가는 균일한 자기장의 값들은 0.25 A, 0.5 A, 0.8 A, 2.0 A

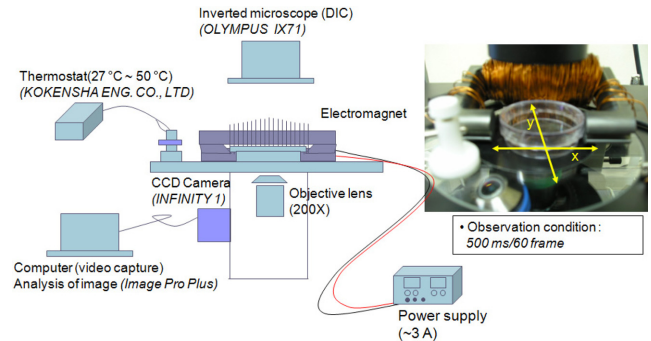


Fig. 3. (Color online) Schematic of a sanals' motion measuring system included electromagnet, thermostat, inverted microscope, and computer analysis video capture. The x-axis and y-axis marked in photograph are parallel and perpendicular to the applied magnetic field, respectively. An experimental temperature, an observation condition, and a motion imaging analysis program are 38 °C, 500 ms/60 frames, and Image Pro Plus, respectively.

일 때 각각 20 Oe, 40 Oe, 60 Oe, 80 Oe이었다. 시료 주위 환경의 주요한 요인인 27 °C~50 °C 범위 내에 일정한 온도를 유지하기 위해 Kokensha Engineering 회사 제품의 자동 온도 및 습도조절 아크릴 케이스 안에 실험에 필요한 측정관찰 시스템을 넣었다. PBS를 담은 패트리 디쉬(petri dish)에 산알운동을 관찰하기 위해 반전 광학현미경인 모델 Olympus IX71 DIC를 사용하여 모델 Image Pro Plus의 컴퓨터 비디오 캡처와 이미지 분석을 통해 관찰 조건을 500 ms/60 frames로 유지하였다. Fig. 3의 우측 상단에 표시하였듯이 전자석으로부터 나오는 외부 자기장의 방향과 직교하는 x-축과 y-축을 정하여 자기장의 방향에 따른 산알운동의 의존성을 관찰하였다.

한편 한의학의 고대 문헌에서 발체한 자기장의 인체나 동물에 대한 생물학적 효과 10 가지는 아래와 같다. (1) 심혈관계에 미치는 영향은 건강인의 심박출량을 저하시키고 혈압을 저하시키며, 심박수(분당 심박동수)는 변화시키지 않는다. 자기를 제거한 후 5분 뒤 심혈관계는 기본적으로 정상 상태로 회복된다. (2) 혈액 응고 계통에 미치는 영향으로는 500 Oe, 30분 범위 안의 정자기장과 시변자장은 내인성 혈액 응고 제1단계의 어떤 효소들의 격발을 강화시켜 혈액응고인자의 활성화를 촉진하거나 혈액응고인자 복합물의 혈액응고 활성 기능을 증가시킨다. 그러나 혈액응고 장애를 일으키거나 혈액 응고 현상을 야기하지는 않는다. (3) 창상 유합에 미치는 영향으로는 유합을 빠르게 하고 종창의 소실을 촉진하며 미순환을 개선하고 골절 유합을 빠르게 한다. (4) 시변자장은 수면을 촉진할 경우, 150 Oe, 상승시간 0.1 ms, 하강시간 0.6 s로 하였을 경우 취침을 촉진하고 수면 시간을 개선하며 깨어난 후 머리가 혼탁하거나 몸이 피곤한 증상도 분명히 개

선된다. (5) 체외 전혈(全血) 점도에 미치는 영향으로는 1000 Oe의 정자기장에서 전혈 점도가 하강한다. (6) 적혈구침강속도에 미치는 영향으로는 적혈구침강속도는 자장 강도가 증가됨에 따라 빨라지며 침강 시작 시간도 앞당겨진다. 1500 Oe의 자장을 40분간 가했을 경우 대조군과 비교해 유의한 차이를 보였다. (7) 체외 혈전(딱지) 형성에 미치는 영향으로는 혈전 형성을 촉진한다. (8) 적혈구 변형 능력에 미치는 영향으로는 2000 Oe의 자장을 절변율(切變率) 1000으로 하여 가했을 때 적혈구 변형율은 유의하게 증가한다. (9) 체표 조직 혈류에 미치는 영향으로는 체표 조직 혈류가 증가한다. 특히 500~2000 Oe를 가했을 때 매우 뚜렷한 의미가 있다. 혈류 속도는 1000 Oe에서 가장 빠르다. (10) 생쥐에 대한 진정최면 작용에 관하여 61.8 Oe, 10 Hz, 펄스듀티 계수를 50으로 했을 때 가장 좋은 진정 · 최면 작용을 갖는다.

오히려 한의학에서는 오래전부터 경락의 실체인 프리모 시스템의 관점에서 외부 자기장의 영향을 고찰하지 않았다. 위에서 언급한 한의학적 관점에서 자기장의 인체나 동물에 대한 생물학적 효과는 생화학적으로 깊은 관련이 있다고 볼 수 있다. 혈액의 주요 구성 성분인 적혈구가 산소 운반을 위해 특화된 세포로, 산알이 있는 세포핵이 없는 대신에 혈색소라 불리는 헤모글로빈이라는 단백질을 갖고 있다[19, 20]. 혈구에서 실제로 산소를 운반하는 생물질은 강자성체인 철(Fe) 이온을 가진 헤모글로빈이다. 이 헤모글로빈이 붉은 이유는 헤모글로빈에 있는 철 이온이 붉기 때문이다. 이 철(Fe) 이온이 산소와 결합을 잘하기 때문에, 한 개의 적혈구 안에 2.8×10^3 개의 헤모글로빈 분자가 함유되어 있다. 헤모글로빈 한 분자는 철 원자가 4개 함유되고, 철 원자 1개에 대해 한 분자씩의 산소가 결합하므로, 산소 4분자가 헤모글로빈 한 분자와 결합한다. 적혈구 내 헤모글로빈 단백질 분자는 산화작용

으로 인해 색깔이 검붉게 변화가 결국 청록색을 띠게 된다. 결국 산화철이 형성됨으로써 강자성체가 페리자성체로 변화하므로 공기 중에 노출된 적혈구는 짧은 시간 내에 자성의 변화를 가져오게 된다.

산알은 내부에는 DNA가 있고 RNA로 구성된 원형질이 껍질부위로 둘러싸여 있다. 이 산알의 역할은 프리모 관을 따라 흘러 다니며, 손상된 조직이나 세포가 있는 곳에 이르면 세포를 재생하는 주요 기능을 가지고 있다고 알려져 있다 [1, 5]. 다시 말하면 DNA로 구성된 산알이 세포로 변화하기도 하고 또는 세포가 자체사멸(Apoptosis) 과정에서 새로운 산알로 된다는 것으로 알려져 있다[12-14, 18]. 세포핵에 의한 세포분열을 일부로 포함하는 더 큰 세포 생성사멸의 과정이 있다고 볼 수 있다. 이러한 것들은 산알 기능이 세포학 및 유전학적인 근본을 바탕위에 검증될 필요가 있다고 판단된다.

산알에는 핵산, 특히 DNA가 많이 들어 있으며 적혈구처럼 단백질도 많다고 한다. 토끼의 산알의 경우, 조사된 산알 내의 염기성분에 관하여 구아닌(Guanine) 21.8(몰 %), 아데닌(Adenine) 28.25(몰 %), 시토신(Cytosine) 21.3(몰 %), 티민(Thymine) 28.6(몰 %)과 피리진 염기나 프린 염기가 1(몰 %)을 차지한다고 보고되었다[5, 12]. 적혈구가 철(Fe) 이온을 가지고 있어서, 외부자기장에 의한 구조, 형태, 운동에 영향을 받듯이 건조한 산알 내 측정된 각종 무기물 함유량 중 강자성체 성분인 코발트가 적지 않게 들어 있다[12, 13]. 산알 내의 코발트 존재로 말미암아 자체 회전운동을 하는 산알은 외부에서 인가한 정자기장에 영향을 받을 수 있게 된다.

산알의 두드러진 특징 중 하나로서 브라운 운동과 다른 고유한 운동특성을 가지고 있다. 이미 위상차 현미경으로 프리모 액을 관찰하면 산알은 끊임없이 자전하면서 이동하고, 또 산알체도 형질 안에서 끊임없이 움직이고 있다. 산알은

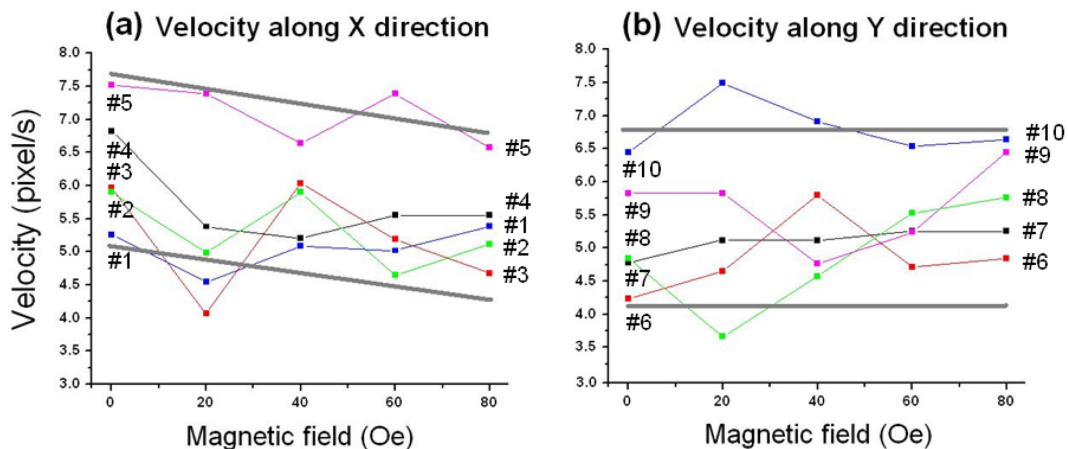


Fig. 4. (Color online) Analysis of 10 sanal's moving velocities along the direction of magnetic field (x-direction) (a) and perpendicular to the direction of magnetic field (y-direction) (b) under the low magnetic field of 0 Oe, 20 Oe, 40 Oe, 60 Oe, and 80 Oe, respectively. The gray bold lines in two graphs velocity versus magnetic field are shown two major tendencies for variation of sanal's moving velocity.

37 °C~38 °C에서 활발히 운동하고 37 °C 이하에서는 완만해지고 50 °C 이상에서는 운동이 정지한다는 것이다. Fig. 3에 나타난 시스템을 사용하여 내부 온도 38 °C로 일정하게 유지한 상태에서 측정된 80 G 이하의 정자기장하에서 산알운동 특성결과를 Fig. 4에 나타내었다. 패트리 디쉬내 산알을 PBS에 담아 전자석 이용하여 인가한 일정한 외부 자기장을 단계적으로 가하여 산알 운동을 관찰하였다.

광학현미경 내에 포착된 10개의 산알들(#1, #2, #3, #4, #5, #6, #7, #8, #9, #10)을 선택하여 500 ms/60 frames 하에서 1분간 측정된 추적경로를 계산하여 평균이동경로에 따른 초당 픽셀(pixel)수로 나타난 평균속도 결정하였다. 먼저 외부자기장이 없을 때 PBS 내 산알은 무작위로 운동을 한다. Fig. 3에 나타내었듯이 인가된 외부자기장과 같은 평행방향을 x-축 방향 운동으로, 직교하는 수직방향을 y-축 방향으로 설정하였다. 구별된 각각의 자기장 하에서 현재로서는 데이터의 상세한 통계적인 처리가 필요하지만, 자기장이 0 Oe에서 80 Oe까지 20 Oe 증가함에 따라 증가함에 따라 대체적으로 x-축 방향은 5개의 산알중 1개를 제외한 4개는 운동 속도가 감소하는 뚜렷한 경향성을 갖고 있음을 알 수 있다. 구별된 5개의 산알에서 #1를 제외한 #2는 0.7 pixel/s, #3은 1.0 pixel/s, #4는 1.2 pixel/s, #5는 0.7 pixel/s로 감소하였다. 따라서 평균속도 0.9 pixel/s로 감소하였다. Fig. 4의 회색 굵은 선은 외부자기장 0 Oe와 80 Oe 일 때 산알 운동속도의 감소량을 고려하여 임의로 그려진 선을 표시하였다. 반면에 y-축 방향에 따른 산알 운동의 경우, 20 Oe씩 증가함에 따라 증가와 감소의 변화가 큰 폭으로 요동하여 경향성 없이 외부 자기장이 없을 때와 비슷한 무작위로 운동함을 관찰할 수 있었다. 이러한 실험결과로부터 산알 핵 DNA내에 망간(Mn)과 코발트(Co) 등의 다량의 무기물을 함유하는 산알이 회전운동 시 외부 자기장을 인가함으로써 운동특성을 약화시키는 자기적 특성이 있는 것으로 분석할 수 있다. 따라서 프리모 시스템 내 생체분자인 산알의 낮은 정자기장 효과가 외부자기장 크기와 방향에 영향을 미치는 실험적인 결과에 대한 해석은 심도 있는 추가실험이 요구된 통계적 분석이 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결 론

해부학적 기술로 토끼의 장기표면으로부터 산알을 채취하고, 프리모 시스템의 산알 실체와 순환계 내에서 결맞은 운동 모습을 광학 현미경 사진으로 관찰하여 그 산알운동의 물성 중 하나인 정자기장 효과의 특성을 관찰하였다. 토끼 대장인 장기 표면으로부터 산알이 다량으로 몰려있는 프리모 소체 내에 약 1 μm 정도 크기의 산알들을 선택하여 분리시켰

다. 패트리 디쉬내 산알을 PBS에 담아 내부 온도 38 °C로 일정하게 유지한 채, 100 G 이하의 정자기장하에서 자기장과 평행방향과 수직방향으로 움직이는 산알을 조사하였다. 자기장이 0 Oe에서 80 Oe까지 20 Oe 증가함에 따라 증가함에 따라 대체적으로 평행 방향은 5개의 산알중 5개 중 1개를 제외한 4개는 약 0.9 pixel/s 평균속도로 감소하는 뚜렷한 경향성을 갖고 있음을 볼 수 있었다. 반면에 수직 방향에 따른 산알 운동의 경우, 경향성이 없이 외부 자기장이 없을 때와 비슷한 무작위로 운동함을 관찰하였다. 건조한 산알 내 측정된 각종 무기물 함유량 중 강자성체 성분인 코발트(Co)가 적지 않게 들어 있는 코발트 존재로 말미암아 자체 회전운동을 하는 산알은 외부에서 인가한 정자기장에 영향을 받을 수 있게 된다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 교육과학기술부 한국연구재단의 지원을 받아 수행하고 있는 2011년도 일반연구지원사업 상반기 모험연구(2011-0007552)과제에 대한 연구결과입니다. 저자들은 산알 채취 및 광학현미경 관찰실험을 행하여 주신 이병천박사와 유형숙씨에게 감사를 드립니다.

참고문헌

- [1] K. S. Soh, J. Kor. Phys. Soc. **45**, 1196 (2004).
- [2] K. S. Soh, J. Acupunct. Meridian Stud. **2**, 93 (2009).
- [3] B. C. Lee, K. W. Kim, and K. S. Soh, J. Acupunct. Meridian Stud. **2**, 66 (2009).
- [4] B. C. Lee, J. S. Yoo, V. Ogay, K. W. Kim, H. Dobberstein, K. S. Soh, and B. S. Chang, Microsc. Res. Tech. **70**, 34 (2007).
- [5] S. Fujiwara and S. B. Yu, Igaku No Ayumi **60**, 567 (1967).
- [6] B. Sung, M. S. Kim, B. C. Lee, J. S. Yoo, S. H. Lee, Y. J. Kim, K.-W. Kim, and K. S. Soh, Naturwissenschaften **95**, 117 (2008).
- [7] V. Ogay, K. H. Bae, K. W. Kim, and K. S. Soh, J. Acupunct. Meridian Stud. **2**, 107 (2009).
- [8] J. S. Yoo, H. B. Kim, N. Won, J. Bang, S. Kim, S. Ahn, B. C. Lee, and K. S. Soh, Mole. Imag. Bio. **13**, 471 (2011).
- [9] J. S. Yoo, M. M. Ayati, H. B. Kim, W. B. Zhang, and K. S. Soh, PLoS ONE **5**, e9940 (2010).
- [10] B. H. Kim, J. Jo Sun Med. **9**, (Korean) 5 (1962).
- [11] B. H. Kim, J. Jo Sun Med. **90**, (Korean) 6 (1963).
- [12] B. H. Kim, J. Jo Sun Med. **108**, (Korean) 1 (1965).
- [13] B. H. Kim, J. Jo Sun Med. **108**, (Korean) 39 (1965).
- [14] B. H. Kim, J. Jo Sun Med. **108**, (Korean) 1 (1965).
- [15] B. H. Kim, J. Acad. Med. Sci. DPR Korea **90**, 1 (1963).
- [16] S. Kato, H. Shimoda, R. C. Ji, and M. Miura, Anat. Sci. Int. **81**, 71 (2006).
- [17] T. Makinen, C. Norrmen, and T. V. Petrova, Cell Mol. Life Sci.

- 64, 1915 (2007).
- [18] M. Z. Ratajczak, R. Liu, W. Marlicz, W. Blogowski, T. Starzynska, W. Wojakowski, and E. Zuba-Surma, *Methods in Cell Biology*, **103**, 31 (2011).
- [19] S. H. Park, K. S. Soh, M. C. Ahn, D. G. Hwang, and S. S. Lee, *J. Kor. Mag. Soc.* **16**, 157 (2006).
- [20] S. H. Park, K. S. Soh, D. G. Hwang, J. R. Rhee, and S. S. Lee, *J. Magnetism* **13**, 30 (2008).

The Low and Static Magnetic Field Effects on the Motion of Biomolecule Sanals Inside the Primo Vascular System

Sang-Suk Lee*

Department of Oriental Biomedical Engineering, College of Health and Science, Sangji University, Gangwon-do 220-702, Korea

Kwang-Sup Soh

Nano-Primo Research Center, Advanced Institutes of Convergence Technology, Seoul National University, Suwon 443-270, Korea

(Received 19 November 2011, Received in final form 13 December 2011, Accepted 15 December 2011)

The motion features of sanals inside of the primo vascular system (PVS), that is so-called the Kyungrak system, are investigated under a low static magnetic field by using the anatomy technology and optical microscope. The sanals with a size of about 1 selected and separated from the primo vessel and node of the real PVS inside of the surface of the internal organs are observed from rabbits' abdominal wall and dipped with PBS liquid inside of petri dish. The sanal's moving velocity along the direction of magnetic field (x-direction) and perpendicular to the direction of magnetic field (y-direction) under the low magnetic field of 0 Oe, 20 Oe, 40 Oe, 60 Oe, and 80 Oe, respectively, is observed below a internal temperature of 38 °C. Ten sanals' moving velocities versus magnetic field are shown two differently dominant tendencies with an average velocity of 0.9 pixel/s and a random velocity according to the x-direction and y-direction, respectively. This experimental results imply that the rotating motion of sanal with nuclei DNA composed of many inorganic magnetic materials of Mn and Co is monotonically weakened by the increase of applied magnetic field.

Keywords : kyungrak, sanal, primo vascular system (PVS), primo vessel, primo node, static magnetic field, motion property