

# 척추질환 감별에 있어서의 CT 진단의 유용성 및 사례들

서울대학교 수의과대학  
윤 정 희

전산화 단층촬영(computed tomography, CT)과 자기공명영상(magnetic resonance imaging)은 사람에게 있어서 척추 질환의 진단과 치료에 혁명적인 발전을 이루게 했다. 이러한 현상은 수의 임상에서도 그대로 진행되고 있으며, 그 배경은 임상가들이 장비와 기술력을 활용할 기회와 가능성이 더욱 커지고 있기 때문이다. 예를 들어, 종래에 실시하던 조영촬영술 즉, 척수조영, 경막외조영 등과 같은 기법에 비해 CT 등은 훨씬 비침습적이고, 척수 및 관련 구조들 그리고 주위의 연조직 질환의 평가에 있어 민감도와 특이도가 높은 특징이 있다. 이번 강연에서는 다양한 CT의 활용 측면 중에서도 특히, 척추 질환의 진단에 있어 CT의 유용성에 대해 살펴보고자 한다.

## 영상의 획득

척추 CT 영상의 기본적인 기술적 목표는 최적의 공간적 그리고 대비 해상도를 획득함과 동시에 적절한 시간 내에 최소한의 잡상만이 생기도록 하는 것이며, 한편으로는 허상을 피하고 장비의 과부하를 줄이는 것이다. 어느 정도는 평가하는 병변의 특성, 동물의 크기 및 어떠한 종류의 영상을 활용할 것인가에 따라 스캔 프로토콜이 달라진다. 일반적으로는 mA를 높일수록 허상의 발생이 최소화되지만 이는 튜브에 과부하를 야기할 수 있다. 이 방법은 튜브의 냉각에 필요한 긴 영상의 획득시간이 요구되고 따라서 움직임 허상의 발생 가능성이 커진다.

영상영역 (field of view, FOV)의 선택은 주로 환자의 크기와 관찰하고자 하는 부위에 따라 결정된다. 소형 개나 고양이의 척추를 스캔하기 위해 작은 FOV를 이용할 경우, 큰 FOV를 이용해 획득한 영상의 단순 확대 영상과 비교할 때, 훨씬 더 뛰어난 해상도와 영상의 질을 얻을 수 있다. 하지만 동물의 횡단면 직경보다 작은 FOV를 이용할 경우, 영상 질 저하 허상이 나타날 수 있다. 스캐너의 설계에 따라 재구성 알고리즘 또는 필터를 영상의 획득 전, 후에 선택할 수 있으며, 다양한 조직의 종류를 나타내는데 도움이 된다. 뼈 영상 알고리즘은 공간해상도를 높이는 edge-enhancing 필터를 사용하지만 이는 신호대 잡음비율 (signal-to-noise ratio, SNR)과 대비해상도에 악영향을 미칠 수 있다. 연조직 영상 알고리즘은 잡음을 감소시키는 smoothing 필터를 사용하며 영상의 흐릿함과 공간해상도의 저하와 같은 단점이 있다. 선택하는 알고리즘은 기대되는 병변의 종류에 따라 결정된다.

최근 고양이 척추 영상에서 척추의 시상단면에 관한 보고가 있기는 하지만, 척추의 CT 영상은 주로 횡단 영상으로 국한된다. 단면두께와 방향의 선택은 영상화하는 병변의 위치와 특성에 따라 크게 좌우된다. 이상적으로 척추의 CT 영상은 척추관에 수직 또는 척추원반 공간에 평행한 방향으로 단면을 스캔하는데, 이는 영상

의 왜곡을 최소화하고 척추원반과 인접한 척추 종판과의 부분용적효과 (partial volume averaging)을 피하는데 도움이 된다. 이는 겐트리를 기울임에 의해서 가능한데, 그 각도는 동물의 스카우트 영상을 통해 결정된다. 단면두께의 결정은 주로 관찰 부위의 해부학적 여건에 의해 달라진다. 척추원반 공간이나 관절면과 같은 비교적 작은 부위는 비교적 얇은 단면을 선택해서 부분용적효과를 피하는 것이 좋지만 잡상이 증가하면서 영상의 질이 저하되는 주된 단점이 있다. 추체 및 척추 주위 연조직과 같은 부위의 스캔은 비교적 잡상을 줄이고 전체적인 단면의 수를 줄일 목적으로 두꺼운 단면을 선택한다. 단면의 간격은 기대되는 영상획득 후 영상처리 에 따라 어느 정도 영향을 받는데, 단면은 재구성 관상단면이나 시상단면의 영상 질 개선을 위해 중복을 시킬 수도 있다. 불행히도 이 과정에는 어느 정도 불가피한 영상의 질 저하가 수반될 수 밖에 없다. 3차원 영상 재구성도 신 세대 스캐너에서는 다양한 소프트웨어의 선택이 가능하다. 이러한 특징을 이용하여 종양의 진단 및 치료계획의 수립에 도움이 되기도 한다.

정맥 내 또는 강 내 조영제 주입도 척추의 CT 검사에서 빈번히 병행되며, 이러한 물질의 투여와 관련된 특성은 특정 척추 질환을 설명할 때 다루도록 하겠다.

영상을 획득하면 스캐너 모니터 상 또는 다른 컴퓨터 영상에서 보이는 영상의 대비도는 윈도우 설정을 바꿔가면서 조작이 가능하다. 윈도우 level은 어떤 gray scale을 중앙에 두는가를 결정하고, 윈도우 width는 gray scale의 범위를 결정한다. 연조직은 전형적으로 비교적 좁은 윈도우를 사용해서 관찰하며 짧은 scale의 대비도를 제공하게 된다. 이러한 묘사방법은 본래 낮은 대비도를 갖는 조직과의 비투과성 차이를 더 두드러지게 한다. 역으로 빠와 같이 높은 대비도를 갖는 부분은 넓은 윈도우에서 가장 잘 영상화되는데 이는 긴 scale의 대비도를 제공하게 된다. 따라서 관찰하고자 하는 부위의 공간 및 대비 해상도 모두를 효과적으로 개선하게 되는 것이다. 완벽한 평가를 위해서는 척추의 CT 영상은 원래 빠와 연조직 윈도우 설정 하에서 볼 수 있는데, 이는 부적절한 윈도우 설정에 의해 오진이 야기될 수도 있기 때문이다. 예를 들어, 너무 좁은 윈도우 width를 사용할 경우, 조영제가 중등도 정도로 충전된 거미막밑공간은 허상성으로 두껍게 보일 수 있으며, 이를 조영제 절립의 압박으로 나아가, 척수의 압박으로 잘못 해석할 수도 있다.

## 정상해부학

CT 평가를 행하는 동물의 척추 해부학에 대한 설명은 요천추 및 경추 부위로 주로 집중되어 있다. 빠 구조 해부에 대해서는 이미 자세히 설명이 되어 있다. 피질 뼈에 대한 얇고 균질한 높은 비투과성을 보이며 평활한 경계를 갖는 것으로 설명된다. 해면뼈는 레이스 모양으로 벌집과 같은 특징을 보인다. 작은 해부학적 구조 (즉, 구멍, 척추뼈몸통정맥관, 뼈돌기)는 물론 척추의 기본적인 구성 (즉, 판, 뿌리, 몸통) 등이 영상화된다. 척추의 가동관절은 투과성의 활액과 관절연골에 의해 분리된 관절면 쪽의 얇고 평활한 연골밑뼈로 설명된다. 척추원반과 척추인대는 일관성 있게 확인되지는 않는다. 척추원반의 등쪽 섬유테, 등쪽세로인대, 배쪽 섬유테 그리고 배쪽 세로인대가 복합적으로 이루는 경계는 선형 또는 얇은 타원형의 연조직 비투과성으로 관찰된다. 궁 사이인대 (황색인대)는 몇몇 척추원반에서 곡선의 비투과성으로 등쪽판에 미치고 가동관절의 관절낭과 합쳐



지는 영상으로 관찰된다. 배쪽, 등쪽의 가시사이, 횡돌기사이 인대는 뚜렷이 확인되지 않는다(그림 1).

그림 1. 정상 요추 척추원반 위치의 CT 횡단 영상(뼈 윈도우). 길쭉한 타원형의 척추관 내에 연조직 비투과성의 척수가 확인되며, 그 주위로 어둡게 경막외 지방이 둘러싸고 있다. 척추구멍은 평활하고 막힘이 없으며, 더 외측으로는 양쪽으로 횡돌기의 일부가 관찰된다.

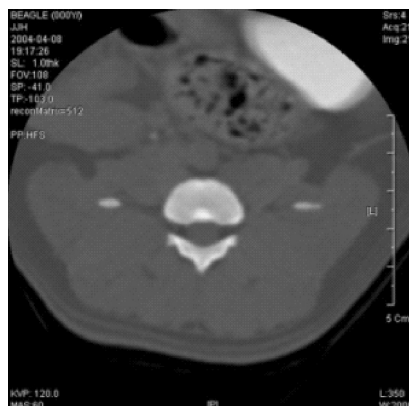


그림 1

경막외 지방은 척추관 내에서 둘러싸고 있는 연조직 비투과성의 구조와 대비를 이루는 조직으로 관찰된다. 척수, 혈관 및 수막으로 구성된 수막낭은 원형 또는 난원형의 균질한 연조직 비투과성으로 확인된다. 낭 내용물은 바로 구별되지는 않는다. 신경뿌리는 원형 또는 선형의 연조직 비투과성의 구조로 관찰되며, 스캔 면의 방향에 따라 다르게 보이고, 수막낭을 옆, 뒤쪽으로 빠져 나와 척추사이구멍을 빠져 나오게 된다.

척수조영 후의 척추 CT 검사도 자주 시행되는데, 이는 척추관의 수막낭과 경막 외 질환을 더욱 자세히 평가할 수 있게 한다. 사람에서는 척추의 CT 검사 전에 정맥 내 고용량 조영제 주입을 통해 경막 외 병변 특히, 원반탈출과 같은 병변의 진단에 대한 보조적 방법으로서 척추관 혈관상을 더욱 명확히 관찰할 수 있다.

## 퇴행성 질환

소동물에서 퇴행성 척추 질환의 CT 평가에 대한 논문은 주로 요천추 공간과 같은 다른 진단법으로는 일관성이 없는 경우 또는 경추와 같이 치료 또는 예후에 대한 추가적인 정보를 위해 CT가 필요한 경우에 초점이 맞춰져 있다. 대학이나 의뢰급 병원 등의 내부에 설치된 CT 장비의 활용도가 점차 커짐에 따라 척수조영에 보조적인 영상으로서 그 활용이 점차 증대되고 있다.

퇴행성 요천추협착에서 주요 CT 소견에 대해 척추원반의 변성 및 척추 불안정성등의 내재적 원인이 반영되어 설명되어 있다. 이러한 기초적인 병변에 의해 척추원반의 탈출, 인대 비후 및 경막외 섬유화 등의 연조직 증식, 가동관절의 뼈관절증 및 변형성 척추증 등이 야기된다. 가장 일관성 있는 CT 소견으로는 경막외 지방의 감소가 병행되는 척추관 내 또는 척추사이구멍 내 연조직 비투과성의 증가 등이 포함된다. 또한 CT 척수조영에서 보는 바와 같이, 척추원반의 등쪽 팽윤, 척추관과 척추구멍의 좁아짐 그리고 변형성 척추증 및 수막낭의 변위 등이 흔히 관찰되는 소견이다. 가동관절의 아탈구, 관절면 불규칙성 및 관절주위 증식체 등과 같은 관절의 불안정성 및 뼈관절염의 소견은 덜 빈번히 관찰되는 소견이다. 원반 변성의 가장 일반적인 소견은 척추관 내로 돌출되는 것이다. 척추원반 사이에 가스음영이 확인되거나 (vacuum phenomenon) 척추원반의 광물질화 등의 소견은 덜 빈번히 관찰된다.

CT는 다른 영상의학적 방법보다 개의 요천추 공간을 평가하는데 있어 주요 장점이 있는데, 이는 높은 대비도, 고해상도의 횡단영상을 제공할 수 있기 때문이다. MRI 영상과 비교해서는 대비 해상도가 다소 낮은 단점이 있다. 연조직 비투과성의 증가와 경막의 지방 영상화의 감소가 요천추 협착을 나타내는 가장 신뢰성 있는 소견이기는 하지만 이들 소견은 압박 병변을 확진하기에는 비특이적이다. 더구나 경막의 지방의 감소로 CT를 통한 척추관 구조의 해상도를 저하시키기도 한다. 척수조영을 함께 사용하면 수막낭을 확연히 구별하거나 다른 척추관 구조를 명확히 할 수는 있지만, 요천추 협착의 진단에 사용할 경우, blooming 허상 및 빔경화 허상을 유발해 경막의 변위 확인을 막는 바람직하지 못한 결과를 초래할 수도 있다는 보고가 있다.

CT는 후방 경추 불안정성 및 경추 원반탈출의 평가에 유용한 것으로 알려져 있다. 비조영증강 CT는 척추의 해부학은 물론 척추관의 횡단 직경과 형태를 관찰할 수 있으며 심한 척추관 협착과 광물질화된 척추원반의 탈출을 확인할 수 있다 (그림 2). 원반의 외측 또는 구멍을 통한 탈출의 진단에도 의미가 있는데, 이는 척수조영상에서는 정상으로 보일 수도 있다. 비조영증강 CT는 일부 학자들에 의해서 적당한 정도의 지방이 존재하더라도 척추관의 연조직 해부의 해상도에는 적절하지 않은 것으로 주장되며, 위축으로 인한 수복 가능한 척수 변형을 감별할 능력이 없는 것으로 얘기되기도 한다. 이런 이유에서, 이들 질환의 진단에는 기존의 척수조영보다도 별 장점이 없는 것으로 알려져 있다. 몇 두 정도의 개에서의 연구 결과이지만, 정맥 내 조영 투여 후 CT 검사는, 척수의 압박 진단을 확진 하는데 도움이 되기는 해도, 척수조영만큼의 가치는 없는 것으로 알려져 있다. 역으로, CT 척수조영은 비대칭성의 척수압박을 국소화하거나 수술적 접근의 방향을 제시하는데 있어 종전의 척수조영보다 월등히 뛰어난 가치가 있다 (그림 3). 또한 사람에서 보고된 것과 같이 척수의 위축과 같은 불량한 결과에 대한 예후의 중요성에 관한 정보를 제공하기도 하지만 개에서는 추가적인 증거가 더 필요한 실정이다.

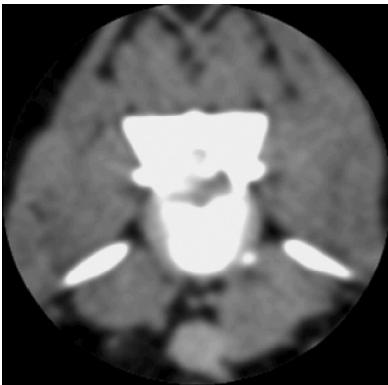


그림 2

그림 2. 척추원반질환, 요추 1-2번 사이 CT 횡단 영상. 척추관 내에는 고감쇠성의 물질이 채워져 있고 이는 오른쪽과 등쪽을 차지하며 척수를 반대 방향으로 압박하고 있다.

CT 척수조영은 척수 감압술의 효과를 술후에 평가하거나 압박 병변의 제거 후에 척수의 형태 변화를 확인하는데 사용할 수 있다. 이 방법은 추체의 융합 만을 확인하는 단순 술후 척수조영에 비해 훨씬 많은 정보를 제공할 수 있다.

수의임상에서 CT의 활용이 늘어나면서 실제 척수의 부종이 존재하는 경우와 같이, 종래의 척수조영에서는 논란의 여지가 있던 소견에 대해서도 어느 정도 명확히 할 수 있는 기회가 되기도 한다. 이러한 관점에서, CT는 척수 부종의 원발성 척수 내 또는 경막 외 원인 그리고 탈출된 원

반의 위치를 명확히 밝히는데 있어 가치가 있는 것으로 평가된다.

그림 3. 척수조영 후 CT 영상. 척추관 내에 비교적 균질한 두께로 거미막밑 공간을 채우는 조영제 영상이 확인되며, 척수는 탈출된 물질에 의해 위쪽 및 왼쪽으로 변위되어 있다. 이처럼 척수조영 후 CT 스캔은 수막강의 위치와 병변의 관계를 더 자세하게 관찰할 수 있는 장점이 있다.

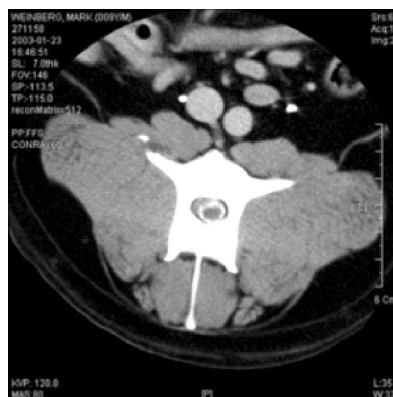


그림 3

### 감염성 질환

동물 척추의 감염성 질환의 평가에 있어 CT를 활용한 예는 많지 않

다. 증례보고와 같은 문헌이 빈약하기는 하지만, 어쨌든 보고된 소견은 사람에서의 것과 비슷하다. 일반촬영에 비해 CT가 갖는 장점은 민감도의 증대 및 탁월한 연조직 대비도의 증가이다. 뼈 용해, 뼈 증식 및 척추원반의 변성 등이 초기 CT 진단에서 관찰될 수 있다 (그림 4). 또한 CT는 부종과 종양형성 같은 척추 주위 연조직의 변화를 확인할 수 있는데, 이들 변화는 방사선 영상이나 핵의학 검사에서는 관찰되지 않을 수도 있다. 돌기가 척추관 내로 뺨어오는 것도 평가할 수 있다. 요추 주위에 배액루가 있는 고양이 환자의 일반 영상에서는 확인되지 않던 척추관의 대형 결손부가 CT 평가에서는 뚜렷이 확인되었다. CT는 환자의 관리에도 도움이 되는데, 문제가 되는 부위의 유도하 생검 및 필요할 경우, 유도 하 외과적 창연 절제가 가능하다. 항생제 치료를 행한 후에, 뼈 비투과성의 증가 그리고 연조직 종괴의 크기 감소가 존재할 경우, 치료의 효율에 대해서도 추적 평가가 가능하다.



그림 4

그림 4. 13번 흉추와 1번 요추 사이 척추원반 부위의 CT 횡단상. 원반을 포함한 추체에 광범위한 파괴성 병변이 확인되며, 주위로 연조직 증식이 확인된다. 이 환자는 척추원반염에 이환되었다.

### 척추의 종양

동물 척추의 종양성 또는 종양과 비슷한 병변에 대한 평가에 있어 CT의 활용에 대한 보고는 많지 않다. 이 부분에 있어서도 이전에 설명한 것과 마찬가지로 같은 장, 단점의 원리가 적용된다. 원발성과 전이성 뼈 종양을 확인하고 감별하는 CT의 능력은 일반촬영에 비해 아주 우수하고 탁월하다. 이환된 범위, 척추관 침습 및 연조직 파급 등의 변화를 관찰하는데 아주 용이하다. 사람에서는 뼈 핵의학 검사에서 확인된 병변에 대한 심도 있는 평가를 위해 빈번히 CT가 사용되기도 한다. CT는 또한 척추 병변의 생검을 유도할 수도 있다. 척추관 연조직 종양의 평가는 대개 종양과 척수의 관계를 더 자세히 규명하기 위해 척수조영 CT와 병행에 하게 된다. 개에서의 척추 및 척수종양의 CT 평가에 관한 대규모 연구에서, CT는 종양과 관련된 뼈 용해와 생산을 평가

하는데 있어 일반촬영영상보다 훨씬 뛰어나다는 결과가 있다 (그림 5). CT는 제대로 식별된 경막 외 병변에 있어서는 일반 척수조영과 같은 정확성을 보이는 것으로 되어 있지만, 척수 내 병변과 경막의 병변을 감별하는데는 척수조영보다 정확성이 다소 떨어지는 것으로 알려져 있다. 하지만 이러한 관점에서 좀 더 정확한 결론의 도출을 위해서는 단지 진단적인 정확성에만 국한될 것이 아니라 다중 단면 재구성 등 다양한 post-processing 및 정맥 내 조영제 투여 후 촬영 등의 차원에서의 고찰도 함께 고려되어야 할 것으로 생각된다.



그림 5

그림 5. 5번 흉추의 CT 횡단상. 추체의 광범위한 골 감소가 확인되며, 피질의 불연속성 (파괴)도 관찰된다. 또한 척추관 쪽으로의 피질도 역시 연속성을 소실한 것으로 관찰된다. 이 환자의 병변은 심저부종양의 추체 전이에 의한 것으로 밝혀졌다.

CT에서 정맥 내 조영제의 투여는 척추관 종양의 범위와 특성을 파악하는데 도움이 되지만 척추주위 구조의 평가에는 별 도움이 되지 않는 것으로 알려져 있다. 모든 종양에 있어 조영제의 축적 효과가 있지는 않지만 이들 종양의 조영 증강을 통해 종양 범위의 한계와 고형 또는 낭성 구성의 감별에 대한 도움을 얻을 수 있다. 이 조영

증강 패턴이 또한 종양 종류에 대한 정보를 제공하기도 한다.

## 결론

CT는 동물에서 척추의 평가에 혁명적인 역할을 했다. 고해상도의 단층 영상은 다양한 원인에 의한 질환의 진단에 민감도와 특이도에 괄목한 만한 증가를 가능하게 했다. 수의임상에서의 이들 기법의 활용이 아직도 비교적 초기 단계에 있기는 하지만 지금까지의 활용을 통해 척추 질환의 진단적 접근에 대한 새로운 기준을 제시한 것으로 평가된다. 이를 통해 임상가들은 이 장비를 어디에서 이용할 수 있을 것인가, 장비의 기본적인 이해와 기본적인 정상 CT 해부학에 관한 정보를 어떻게 얻을 것인가, 질환에 대한 보호자들로부터의 질문에 대한 해답은 어떻게 제공할 것인가 등과 같은 문제를 어느 정도는 해결할 수 있어야 할 것으로 생각한다.

## 참고문헌

1. Adams WH: The Spine. Clinical Techniques in Small Animal Practice, 14(3): 148-159, 1999.
2. Feeney DA et al.: Atlas of Correlative Imaging Anatomy of the Normal Dog. W B Saunders, Philadelphia, 1999.
3. Shores A: Principles and Concepts of Computed Tomography. Veterinary Clinics of North America, 23(2): 399-415, 1993.

