

개에서 전십자 인대 단열의 초음파적 평가

성윤상 · 엄기동¹ · 장광호

경북대학교 수의과대학

Ultrasonographic Evaluation of Surgically Induced Cranial Cruciate Ligament Rupture in the Dog

Yun-sang Seong, Ki-dong Eom¹ and Kwang-ho Jang

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University

Abstract : Ultrasonographic examination of the stifle joint four clinically and radiographically normal adult dogs was performed before and after inducing the cranial cruciate ligament (CrCL) rupture of the bilateral stifle surgically. At pre- or post-surgery, the hyperechoic patella ligament and the echogenic infrapatella fat interfered the visualization of the CrCL by the plain scanning method. However when the stifle joint was imaged by the scanning method injecting normal saline within the joint capsule, the hyperechogenic ligament was visualized by the separation of the infrapatella fat and the CrCL and the contrast effect of anechoic saline. When the stifle joint was imaged by the real time scanning method after the induction of the surgical rupture, fluttering of the ligament and anechoic area between the bone and the CrCL was identified due to the lack of tonicity and continuity of the ligament. Enlargement of the ligament because of its increased diameter as well as fluttering of the CrCL and the increased joint space's thickness was visualized. Consequently, confirming fluttering of the CrCL, increased ligament diameter and anechoic region between the CrCL and the bone, ultrasonographic examination is a valuable diagnostic tool as well as cranial drawer test and radiographic examination.

Key words : cranial cruciate ligament rupture, ultrasonography, stifle joint, dog

서 론

후지파행의 주된 원인 중 하나인 슬관절의 비정상성 여부를 진단하기 위한 방법으로 병력청취, 신체검사 및 방사선 평가가 주로 수행되고 있다. 또한 자기공명 단층영상 진단, 관절경 검사, 관절 조영술 등도 이용되고 있지만^{7,11}, 이러한 진단과정은 관절에 침습적이고 보정을 위해 전신 마취가 요구되며 경제적 부담이 증가하게 된다. 따라서 비침습적이고, 적용이 간편한 초음파 단층 촬영이 인의와 대동물 분야에서 유용하게 쓰이고 있으며, 최근 소동물 임상에서도 관절질환 진단에 적용되어 오고 있다^{4,6,7,11}. 그러나 관절낭내 슬개하 지방체와 중소형견의 경우 관절낭이 협소하다는 해부 특성상 피부를 통한 전십자 인대의 초음파 관찰은 쉽지 않은 것이 사실이다^{9,13}.

슬관절 질환 중 극심한 통증과 파행을 유발하는 전십자 인대 단열은 크게 부분단열과 완전단열로 분류하고 있다⁵. 완전단열의 경우 cranial drawer test 또는 방사선 촬영만으로도 진단이 가능하다. 그러나 부분단열을 보이는 경우 후지파행을 동반하지만 신체검사와 방사선 검사상에 이상 소견

을 정확히 확인하기는 불가능하다¹⁴. 이를 보완하기 위해 자기공명 단층영상을 이용한 진단 방법이 요구되고 있다^{10,11}.

본 연구는 소동물 임상에서 빈번하게 발생하는 전십자 인대 단열에 대한 초음파 진단 가능성 및 유용성 확인과 단열된 인대의 관절낭내 형태학적 변화를 관찰하고자 하였다. 아울러 본 연구를 토대로 전십자 인대 부분단열에 대한 진단적 가능성을 모색하고자 한다.

재료 및 방법

실험동물

임상적으로 건강한 생후 1년령 이상(평균 21개월령)의 평균 체중 14.5 ± 2 kg인 잡종견 4두를 암수 구별 없이 실험에 이용하였다.

초음파 단층 검사

실험견의 정상 슬관절에 대해 생리식염수 주입 전·후 초음파 단층 검사를 실시 후 수술적인 방법으로 전십자 인대의 단열을 유도하고 생리식염수 주입 전·후 실시간 초음파 단층 검사를 실시하였다.

정상 전십자 인대 관찰. 슬관절내 초음파 평가를 위해 11-MHz Linear(LOGIQTM, 400 PRO, General Electric Co.) 탐촉자를 이용하여 실시간 B-Mode를 통해 단층 검사를 실시하였다. 동물을 ketamine(10 mg/kg)과 acepromazine(0.03

¹Corresponding author.
E-mail : eomkd@amcseoul.com

이 논문은 2003년도 경북대학교의 연구비에 의하여 연구되었음.

mg/kg)으로 전마취한 다음 isoflurane을 이용 유지마취 하였다. 슬관절 관찰을 용이하게 하기 위해 관절면 주위 피부를 삭모하고 소독용 알콜과 초음파용 gel을 도포 하였다. 실험견을 배측위 시키고, 슬관절을 정상 입자세 정도의 각이 되도록 굽힌 다음 경골 내측관절융기와 대퇴골 외측관절융기를 연장하는 가상선을 따라 전십자인대와 평행하게 탐촉자를 위치시키고^{4,6,11,12} 정상 전십자 인대에 대한 단순 초음파 단층 검사를 실시하였다. 초음파 단층 검사 실시 후 생리식염수 주입을 통한 초음파 단층 검사를 위해 21G 주사침을 대퇴골 외측 활차능과 슬개골하단 사이의 관절낭내 삽입하여 생리식염수 주입구로 이용하였고, 생리식염수 주입에 따른 관절 부종을 막기 위해 내측 관절낭내에 23G 주사침을 삽입하여 배출구로 활용하였다. 관절낭내 생리식염수를 주입하면서 확장되는 관절낭을 관찰하고 전십자 인대를 단층 촬영 하였다.

전십자 인대의 수술적 단열 후 관찰. 전십자 인대의 수술적 단열을 위해 isoflurane을 이용하여 유지 마취하였다. 피부절개 후외측 슬관절낭을 No. 15 blade를 이용 절개한 다음 전십자 인대를 육안으로 관찰하면서 인대의 중간부를 완전 절단하였다. 관절낭과 피부를 봉합 한 다음 술 후 5일, 12일에 관절낭내 생리식염수 주입 전 및 주입 후에 대한 초음파 단층 검사를 실시하였다.

결 과

관절낭내 생리식염수 주입에 따른 관절 주위 미약한 피하 부종이 1-2일간 나타났으며 전십자 인대 단열로 인한 파행과 촉진 시 동통 호소를 보였다.

정상적인 전십자 인대의 초음파상은 앞서 보고 된 바와 같이 인대의 장축과 평행하게 탐촉자를 위치하였을 때 에코가 증가된 전십자 인대의 인지도가 높아졌지만^{6,12}, 슬개하 지방체와의 뚜렷한 식별 정도와 인대의 안정성 여부는 확인하기 어려웠다. 그러나 생리식염수 주입 후 인대 주위를 무에코의 식염수 용액이 차지하면서 대퇴관절융기와 경골융기사이 영역에 강하게 밀착되어 있는 전십자 인대 관찰이 용이하였고, 전십자 인대의 안정성 여부를 명확하게 진단할 수 있었다 (Fig 1).

수술적 단열 후 단순 초음파 단층 검사상에서 슬개하 지방체로 인해 전십자 인대 관찰이 어려웠다. 그러나 생리식염수 주입 후 관찰이 용이하였으며, 인대와 경골 사이 무에코 영역과 주입된 생리식염수의 흐름에 따른 단절된 인대 선단의 유동성 있는 움직임이 실시간으로 관찰되었다(Fig 2). 또한, 단열로 인한 인대 섬유질의 긴장성 소실로 전체 직경이 다소 비후된 소견을 보였다.

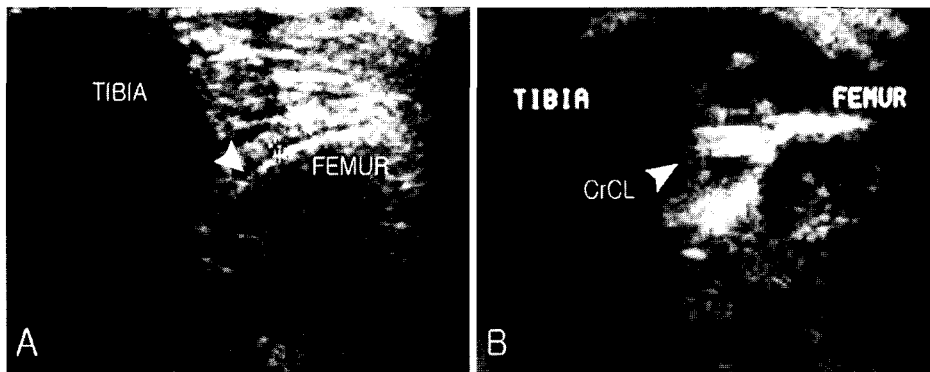


Fig 1. Normal cranial cruciate ligament(CrCL): A. The CrCL is not distinctly visualized on the plain scanning method by the patella ligament and the infrapatella fat. Joint fluid is seen normally (white arrow head). B. The hyperechoic CrCL is identified, when it is imaged by injecting normal saline within the joint capsule.

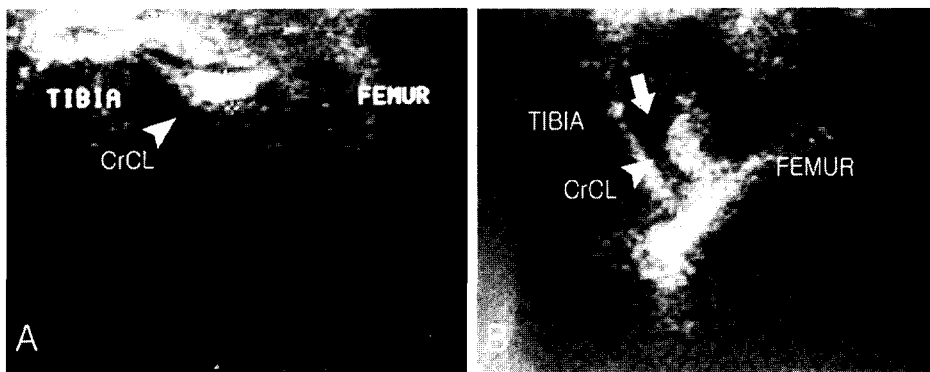


Fig 2. cranial cruciate ligament(CrCL) after inducing surgical rupture: A. Comparing with Fig 1B, the lack of continuity of the CrCL is identified. B. Note the fluttering ligament and the anechoic area between the CrCL and the tibia(white arrow).

고 찰

전십자 인대 단열은 외상이나 슬관절의 구조적 이상에 의하여 급성 또는 만성으로 발생할 수 있는 질환으로 종에 관계없이 나타난다. 전십자 인대 단열은 슬관절의 cranial drawer test와 방사선 촬영을 통하여 진단할 수 있으나 부분 단열과 같이 증상이 나타나지 않는 경우 오진의 우려가 있어 주의가 요구된다¹⁴. 여러 진단 방법 중에서도 방사선 사진 촬영이 전십자 인대 단열 진단방법 중 유용하게 이용되고 있지만 변성관절질환으로 진행되거나 경골의 전방이동이 명백한 경우를 제외하고는 진단상 오진을 범하기 쉽다. 이러한 이유로 인의 분야와 대동물 임상상의 경우 초음파 진단, CT 또는 MRI 등의 추가 검사가 이루어지고 있으나 현재까지 소동물에서는 실제적으로 널리 쓰이지 못하고 있으며, 병력 청취나 신체검사, 방사선 진단이 가장 일반적인 것이 현실이다. 또한, 소동물 영역에서 초음파 단층 검사법은 비침습적이지만 관절낭이 충분히 크지 않다는 사실이 기술적인 방해요소로 작용하고 있고 실제 적용 또한 어려운 실정이다^{6,11}.

이에 본 실험에서 초음파를 통한 전십자 인대 단열의 진단적 가치를 확인하고자 전십자 인대의 정상상과 단열 후 변화상에 대해 관찰하였다. 실험결과 관절낭에 대한 단순 초음파 단층 검사에서는 관절낭의 구조물에 대한 평가가 불가능했지만, 관절낭내 생리식염수 주입에 따라 전십자 인대의 관찰이 용이하였고, 주입전과는 달리 안정성 평가도 가능하였다. 이는 정상 관절내에서는 슬개인대와 슬개하 지방체등으로 인하여 구조물이 명확하게 구분되지 않지만 주입된 생리식염수가 전십자 인대와 밀착된 슬개하 지방체의 분리 역할로 작용했다고 판단된다. 또한, 주입된 생리식염수는 관절낭내 무에코 영역 형성을 도와 수직투사에서 나타나는 고에코성 인대와^{6,12} 대비를 이루어 전십자 인대의 확인을 더욱 명확하게 해 주었다. 지금까지 보고된 연구에 따르면 고에코성의 슬개하 지방체로 인하여 전십자 인대는 대부분 저에코성 구조물로 관찰된다^{4,11}. 이는 인대와 탐촉자간의 투사각이 수직을 벗어남으로 인한 비정상 투사성 허상으로 실제적인 인대 관찰의 오류로 판단된다¹¹⁻¹³. 또한 단열 후 시간이 지남에 따라 관절 삼출이 많아지면서 관절낭내 무에코 영역이 형성되어 저에코성의 인대 구조물을 발견하기가 어려워진다¹. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 생리식염수 주입을 통한 인대의 수직투사 관찰은 구조물의 명확한 대비를 형성하여 상대적으로 관찰이 용이하다. 또한 무에코 영역 형성을 통한 고에코성 인대의 관찰은 전십자 인대 단열로 인한 관절 변성시 발생하는 관절 삼출에 방해받지 않으며, 오히려 적은 량의 식염수 주입만으로도 인대 관찰이 용이하리라 판단된다.

정상적인 전십자 인대 관찰에서 보이는 상은 대퇴관절용기와 경골용기사이 구역에 강하게 밀착되어 긴장성을 지닌 직선형의 모습을 나타내었다. 그러나 수술적 단열 후 인대는 선단이 유동성 있는 움직임을 가진 상으로 나타났다. 이러한 변화상은 단열 후 단순 초음파 검사에서는 슬개하 지방체에 둘러싸여 구분이 어려웠으며 단열의 확인이 불가능하였다.

이에 따라 정상 전십자 인대 관찰에서 나타난 결과를 바탕으로 관절낭내 생리식염수를 주입 시 앞선 결과와 같이 인대 구조물 관찰이 용이했으며, 인대의 유동성과 더불어 인대와 골 사이 무에코성 영역을³ 관찰할 수 있었다. 이러한 유동성은 생리식염수를 주입함과 동시에 실시간 단층 촬영함으로써 명확히 확인할 수 있었다. 생리식염수 주입에 따라 관절낭내 유속의 흐름이 발생되고 단열로 긴장성이 소실된 인대 선단은 부유하는 듯한 움직임을 나타내었다. 또한, 생리식염수 주입으로 인해 단열된 부위를 채우고 있던 슬개하 지방체는 관절낭 상부로 이동하고 유동성을 가진 인대는 골로부터 더욱 유리되면서 인대 선단과 골 사이 무에코성의 단절 영역이 확연히 드러나게 되었다. Fuchs와 Chylarecki³의 연구에 따르면 인의분야의 경우 전십자 인대 단열의 90% 이상이 인대와 골 사이 저에코 영역 확인으로 진단 가능한 것으로 나타나고 있다. 그러나 지금까지 연구에 따르면 소동물에서 전십자 인대 단열의 초음파 진단은 20% 정도로 나타나고 있으며 진단적 가치 또한 높지 않다고 보고되고 있다^{2,4,6,9,13}. 이는 관절낭내 단순 초음파 단층 검사에서 인대와 골 사이 고에코성 단절 영역을 관찰한 결과로써 비정상 투사성 허상으로 보이는 저에코성의 인대를 확인하기 위해서는 관절 삼출이 적을 때만 가능하다는 문제점도 존재한다. 이러한 점을 미루어 볼 때 생리식염수 주입을 통한 초음파 단층 검사는 인대의 직접적인 관찰과 더불어 인대의 움직임까지 확인할 수 있으며, 관절 삼출에 영향을 받지 않는 무에코성 단절 영역을 확인함으로써 전십자 인대 단열 진단에 가치가 우수하다고 판단된다.

단열술을 실시한 후 인대의 유동성과 함께 긴장성 소실로 인한 전체 직경 비후와⁸ 양측 관절낭 확장도 확인되었다⁴. 이러한 변화는 편측 전십자 인대 단열시 또는 부분 단열시 양측 관절의 초음파 단층 검사를 통하여 정상과 비정상 인대의 직경 변화상을 확인함으로써 진단에 도움이 될 것으로 판단된다. 관절낭 확장은 이미 알려진 바와 같이 전십자 인대 단열로 인한 관절 변성 과정으로 방사선 촬영을 통해서도 확인할 수 있다^{14,9}.

이러한 초음파 단층 실험 결과를 미루어 볼 때 전십자 인대 단열로 인한 인대의 변화상을 확인하기 위해 주입된 생리식염수가 진단에 중요한 보조역할을 담당한다고 판단된다. 현재까지 관찰이 어렵고, 진단적 가치가 낮다고 판단되어온 전십자 인대의 초음파적 접근이^{2,4,6,9,13} 생리식염수로 인한 관절낭내 무에코성 영역 형성에 따라 상대적으로 용이해졌고, 실시간 초음파 단층 검사에서 생리식염수 주입으로 단열된 인대 선단의 유동성을 확인할 수 있다는 장점을 본 실험을 통해 확인할 수 있었다. 이러한 실험결과를 종합하면 생리식염수 주입법을 이용한 실시간 초음파 단층 촬영은 전십자 인대 단열의 진단 및 확인에 유용할 것으로 판단된다.

그러나 생리식염수 주입을 이용한 초음파 단층 촬영 수행 과정에서 생리식염수가 관절낭이 아닌 주위 조직으로 주입되었을 경우 조직 부종으로 관찰이 더욱 어려워지게 되고 관절낭내 과량 주입 시 부종의 지속시간이 길어지는 점을 유

의해야 한다. 더불어 인대와 탐촉자 간 수직 투사와 적절한 슬관절 각의 유지가 요구된다. 이러한 기술이 습득되면 마취 없이 단시간내 전십자 인대 관찰이 가능하며 완전 단열에 비해 진단이 어려운 부분단열의 진단에 있어서도 접근용이성이 있다고 사료된다.

결 론

성견 4마리의 양측 무릎을 각각 정상적인 상태와 수술적으로 전십자 인대 단열을 유도한 상태에서 관찰하였다. 두 경우 모두 정상 초음파 단층 검사 시 슬개인대와 슬개하 지방체로 인하여 전십자 인대가 명확히 나타나지 않았다. 그러나 생리식염수 주입을 통한 초음파 단층 검사시 생리식염수가 인대와 슬개하 지방체를 분리하고 관절낭내를 무에코 영역으로 만듦으로 고에코의 인대를 관찰할 수 있었다. 또한, 수술적 단열 후 실시간 초음파 단층 검사에서 인대의 연속성 결여로 인해 생리식염수 주입에 따른 인대 선단의 유동성이 관찰되었고 골과 인대 사이의 저에코 영역이 나타났다. 그와 더불어 인대의 긴장성 소실로 인한 전체 직경의 비후로 단축의 두께가 증가되어 나타났으며, 양측 관절낭 두께의 증가도 보였다.

이러한 결과를 미루어 볼 때 방사선 촬영 및 cranial drawer test와 더불어 생리식염수 주입을 이용한 초음파 단층 검사를 통하여 인대의 유동성과 인대와 골 사이 무에코 영역의 확인하고 단축 직경을 평가함으로써 전십자 인대 단열 진단이 더욱 용이하리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Burk RL, Ackerman N. The appendicular skeleton. In: Small animal radiology and ultrasonography, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders. 1996: 427-529.

2. Engelke A, Meyer-Lindenberg A, Nottle I. Ultrasonography of the stifle joint in dogs. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 1997; 110: 24-29.
3. Fuchs S, Chylarecki C. Sonographic evaluation of ACL rupture signs compared to arthroscopic findings in acutely injured knees. Ultrasound Med Biol 2002; 28: 149-154.
4. Gnudi G, Bertoni G. Echography examination of the stifle joint affected by cranial cruciate ligament rupture in the dog. Vet Radiol Ultrasound 2001; 42: 266-270.
5. Johnson AL, Hulus DA. Disease of the joints. In: Small animal surgery, 2nd ed. St. Louis: Mosby. 2002: 1013-1157.
6. Kramer M, Stengel H, Gerwing M, Schimke E, Sheppard C. Sonography of the canine stifle. Vet Radiol Ultrasound 1999; 40: 282-293.
7. Larsen LPS, Rasmussen OS. Diagnosis of acute rupture of the anterior cruciate ligament of the knee by sonography. European J of Ultrasound 2000; 12: 163-167.
8. Miller TT. Sonography of injury of the posterior cruciate ligament of the knee. skeletal radiol 2002; 31: 149-154.
9. Nautrup CP, Tobias R, Cartee RE. Limbs and spine. Nautrup CP, Tobias R, Cartee RE. In: An atlas and textbook of diagnostic ultrasonography of the dog and cat. London: Manson Publishing Ltd. 1998: 329-365.
10. Owens JM, Biery DN. Extremities. In: Radiographic interpretation for the Small Animal Clinician, 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins. 1999: 59-103.
11. Reed AL, Payne JT, Constantinescu GM. Ultrasonography anatomy of the normal canine stifle. Vet Radiol Ultrasound 1995; 36: 315-321.
12. Reef VB, Sertich PL, Turner RM. Musculoskeletal ultrasonography. In: Equine diagnostic ultrasound. Philadelphia: WB Saunders. 1998: 39-186.
13. Samii VF, Long CD. Musculoskeletal system. In: Small animal diagnostic ultrasound, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders. 2002: 267-284.
14. Scavelli TD, Schrader SC, Matthiesen DT, Skorup DE. Partial rupture of the cranial cruciate ligament of the stifle in dogs: 25 cases(1982-1988). J Am Vet Med Assoc 1990; 196: 1135-1138.