

사냥개에서 Three-Loop Pulley 봉합법을 이용한 아킬레스건 완전단열의 수복 2례

임상웅 · 조기래 · 김종민 · 조규만 · 한태성 · 이재영 · 김근형¹ · 최석화

충북대학교 수의과대학 동물의료센터

(게재승인 : 2006년 2월 21일)

The Three-Loop Pulley Repair of Complete Achilles Tendon Ruptures in Two Hunting Dogs

Sangwoong Lim, Ki Rae Cho, Jong Min Kim, Kyuman Cho, Tae-Sung Han,
Jae Yeong Lee, Gonhyung Kim¹ and Seok Hwa Choi

Veterinary Medical Center, College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

Abstract : Complete ruptures of the Achilles tendon were repaired in two hunting dogs of a 3-year-old, 20 kg and a 4-year-old, 14 kg with non weight bearing lameness. Both dogs were injured by wild animals and the skin defect was showed on the caudal surface of the right limb. Surgical repair involved the attachment of the ruptured tendon with a three-loop pulley method, using nonabsorbable suture materials. After surgical procedure, a bivalved cast was applied and maintained for 6 weeks. Exercise was restricted for 2 weeks more before gradually returned to normal. Gait and standing posture of dogs were returned to normal during the follow-up of 10 weeks.

Key words : Achilles tendon, three-loop pulley method, dog

서 론

아킬레스건은 개에서 가장 강한 건으로 3개의 건이 복합적으로 구성되어 있다. 3개의 건은 장딴지근(gastrocnemius m.)의 닿는 곳 건과 얇은뒷발가락굽힘근(superficial digital flexor m.)의 닿는 곳 건, 대퇴두갈래근(biceps femoris m.), 반힘줄모양근(semi-tendinosus m.), 치골경골근(gracilis m.)의 복합 건으로 되어 있다. 이중 장딴지근의 닿는 곳 건이 가장 큰 부분을 차지한다(11).

아킬레스건의 단열은 외상이 잦은 사냥개나 투견에서 발생한다. 아킬레스건이 완전히 단열된 동물은 다리를 딛지 않는 파행을 보이며, 무릎을 펴면서 발목을 등쪽으로 굽혔을 때 힘이 없는 아킬레스건을 확인할 수 있다(20). 아킬레스건의 손상은 3가지의 유형으로, 제 1형은 건의 완전한 단열이며 이 형태의 손상은 바닥에 뒷발허리와 발가락이 닿은 형태의 전형적인 발바닥걸기 자세(plantigrade stance)를 한다. 제2형은 아킬레스건 또는 건주위조직의 부분적인 단열로 인해 신전된 상태이고, 제 3형은 아킬레스건은 온전하나 염증이 있는 상태이다(15). 제 1형과 제 2형 단열에 해당하는 동물이 정상적인 운동기능을 회복하기 위해서는 단열된 건

을 연결하거나 지지하는 치료법이 필요하다.

수의임상에서 아킬레스건의 완전 단열의 단단문합법은 Bunnell-Mayer법, Three-loop pulley법, Locking loop법 등이며, 사람에서는 좀 더 다양한 수술법과 족저근(plantaris m.) 건 보강방법, 단열 상부건 이식방법과 같은 보강, 이식방법이 적용되고 있다(23). 문합부의 간격은 건의 치유를 방해하므로 문합부의 간격이 벌어지지 않도록 인장력이 강한 봉합법을 사용해야 한다. 현재 수의임상에서 많이 사용되는 방법중에서 Three-loop pulley법이 Locking loop법에 비해 인장력이 더 강하다(17). 그리고 봉합사는 ethilon, mersilene, ticon, ethibond, nylon등의 비흡수성 단사 또는 복합사를 사용한다(16).

본 증례에서는 아킬레스건이 완전 단열된 개에 인장력이 강한 Three-loop pulley 봉합법을 두 마리의 사냥개에 적용하여 좋은 결과를 얻었으므로 이를 보고하고자 한다.

증 례 1

체중 20 kg의 3년령 수컷 하운드 잡종이 본원에 내원하기 5일전에 멧돼지 사냥 중 우측 후지의 아킬레스건이 단열되어 지역동물병원에서 일차 치료를 하였으나, 수일 후에 건이 재 단열되어 내원하였다. 내원당시 체온과 심박, 호흡수는 각각

¹Corresponding author.
E-mail : ghkim@cbu.ac.kr

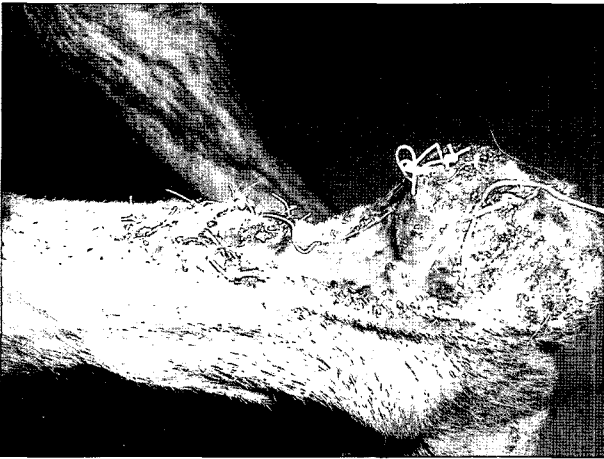


Fig 1. Case 1, Large skin defect and reruptured Achilles tendon is shown on the caudal surface of the right limb.

39.1°C와 108(회/분), 24(회/분)였다. 우측 후지의 파행과 6 cm 정도의 피부 결손과 아킬레스건의 완전 단열을 확인하였다(Fig 1). 혈액검사에서 경도의 단핵구 증가, 경도의 적혈구 감소와 헤모글로빈 감소를 보였으며, 그 외 혈액검사에서 특이적인 이상은 없었다.

환축의 마취는 전투약으로 atropine(0.04 mg/kg, SC)과 마취유도로 propofol(5 mg/kg, IV)을 사용하였으며 100% 산소공급 하에 isoflurane(2~3%)으로 유지마취를 하였다. 환부의 접근을 위해 양와자세로 눕히고 우측 후지 발끝을 수술실 천장에 매달아 발목을 신장시킨 후 조작이 쉽도록 수술대의 끝에 환축을 보정하였다. 37°C로 가온한 생리식염수로 창상부위를 세정하고, 아킬레스건 주변의 봉합사와 괴사조직을 제거한 후 유착된 피하와 근막을 둔성 분리하였다. 건을 노출시킨 후 병적으로 이상 증식된 섬유조직부에 정상적인 건 조직이 확인될 때까지 변연절제술을 실시하였다. 봉합사는 1-0 크기의 님시줄(직경 0.435 mm)을 사용하여 정리된 양 끝단을 Three-loop pulley 봉합법으로 봉합하였다.

항생제 감수성 결과를 바탕으로 amikacin을 하루에 3번씩 일주일간 투여하였고, 수술 후 우측 후지에 앞뒤분리형 석고고정(bivalved cast)을 대퇴 근위부터 발끝까지 6주간 고정하였다. 석고고정 제거 후 4주간 다리를 굽혔다 펴는 수동 재활운동을 실시하면서 점진적으로 보행운동량을 증가시켰다. 환축은 점차 다리를 땅에 딛는 횟수가 증가하였고 수술 10 주 후에는 정상 보행이 가능하였다.

증 례 2

체중 14 kg의 4년령 수컷 잡종견이 사냥 중에 멧돼지에게 공격을 당한 후 우측 후지를 들고 사용하지 못하였다. 체온과 심박, 호흡수는 각각 38.4°C와 120(회/분), 32(회/분)였으며, 우측 후지의 파행, 아킬레스건 부위에 2 cm 정도의 피부결손이 있었다(Fig 2). 그 외 특이적인 이상소견은 없었으며, 외관검사와 촉진검사 결과 아킬레스건의 완전 단열로 진



Fig 2. Case 2, Skin defect and Achilles tendon injuries is shown on the caudal surface of the right limb.



Fig 3. Case 2, Completed ruptured Achilles tendon is repaired with a Three-loop pulley method, using ethibond suture material.

단하였다.

혈액검사에서 백혈구가 증가 (20,940 개의/ μ l)된 이외에 모든 수치는 정상범위였으며, 혈청화학검사에서도 ALP(150 IU/l)가 증가하였고 다른 검사치는 모두 정상범위이었다.

마취전 투약과 마취유지는 증례 1과 동일하게 실시되었다. 손상된 아킬레스건을 노출시키기 위하여 피부결손 부위를 따라 근위 방향으로 절개면을 확장하였다. 피하조직과 깊은근막을 둔성 분리하여 건초와 건을 노출시킨 후 아킬레스건의 단열을 확인하였다. 단열된 부위는 종골융기(calcaneal tuberosity) 부착점으로부터 근위 방향 2 cm 지점으로, 단열된 근위 방향의 건은 건초속으로 들어가 있었다. 노출시킨 건의 양 끝단에 변연절제술을 실시하고 아킬레스건을 단단 봉합하였다(Fig 3). 봉합사는 ethibond 2호(Ethibond[®], Ethicon)

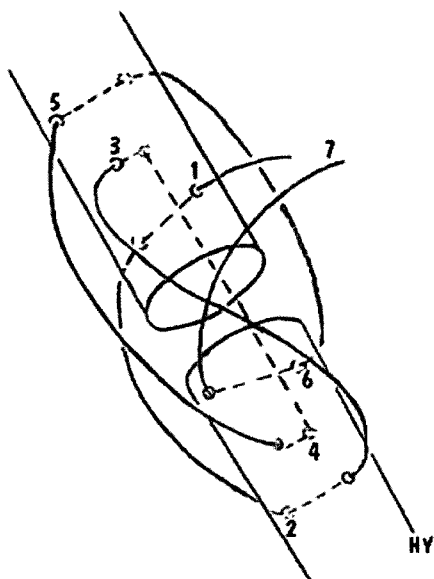


Fig 4. Images of Three-loop pulley method with an interrupted far-near, near-far pattern.



Fig 5. Case 2, Photograph of repaired Achilles tendon and skin at 6 weeks postoperation.

를 사용하였고, Three-loop pulley 봉합법으로 봉합하였다 (Fig 4).

수술 후 우측 후지에 6주 동안 앞뒤분리형 석고고정 (bivalved cast)을 하였다. 석고고정을 제거한 후 환부가 약간 종대 되어있는 환부를 확인하였다(Fig 5). 고정을 제거한 후 4주 동안 수동 재활운동을 병행하면서 제한된 운동을 하였으며, 환축은 점차 다리를 사용하는 횟수가 증가하면서 정상적인 보행을 하였다.

고 찰

개에서 아킬레스건의 단열은 비교적 드문 손상으로써 급성손상과 만성손상으로 구분할 수 있다. 급성손상은 예리한

물체나 둔기 등에 의한 외상에 의해 발생되고 대개 창상을 동반한다. 만성손상은 지속적인 과도한 운동으로 건이 장력을 견디지 못할 때 보통 양측성으로 발생한다. 개에서 아킬레스건 손상의 호발 부위는 종골용기(calcaneal tuberosity)의 부착점 또는 바로 앞부분이다(10).

건의 3단계 치유과정중 제 1기는 염증기로 염증세포의 침윤과 섬유소 응고가 손상된 건 사이에 차게 되는데 이 기간에는 장력이 존재하지 않는다. 제 2기는 원섬유 생성기로 손상된 건주위로 섬유아세포가 교원조직을 생성하고, 제 3기는 성숙기로 교원섬유의 재정렬이 일어난다. 장력은 제 2기부터 3기에 걸쳐 생성된다(4). 제 2기에 해당되는 원섬유 생성기에 잘 조절된 간헐적 수동 재활운동이 다른 기간의 운동보다 건의 생역학적 특성 회복에 더 효과적이다(6).

건의 치유는 외재적 치유와 내재적 치유로 나뉘는데, 외재적 치유는 건초와 같은 건주위의 결합조직이 증식하여 일어나며, 내재적 치유는 건의 자체조직이 증식하여 일어난다(5). 토끼의 아킬레스건에서 수술적 치료와 비수술적 치료를 비교한 결과, 비수술적 치료는 외재적 치유만 발생하지만 수술적 치료는 내, 외재적 치유 모두 발생한다(24). 수술적 치료법과 비수술적 치료법은 사람에서 어느 방법이 더 좋은지 아직도 논란이 지속되고 있다.

최근의 연구에 의하면 수술적 치료방법은 수술과 관련된 합병증을 어느 정도 유발할 수 있지만 비수술적 치료방법에 비해 재파열의 가능성이 충분히 낮다고 보고되었으나(9) 다른 보고에서는 비수술적 치료를 했을 경우에도 재파열이 단지 7%에서만 일어났다고 하였다(8). 수술적 치료방법과 비수술적 치료방법 모두 좋은 결과를 나타낸 보고도 있다(18). 이러한 논란을 바로 수의로 적용하여 생각하기에는 어려움이 있지만 토끼의 아킬레스건을 사용한 실험에서의 결과를 보면 수술적 치료가 비수술적 치료보다 높은 인장 강도를 보였다(24). 완벽한 관리가 어려운 환축의 경우에는 재파열의 위험성이 적은 수술적 방법이 더 추천되는 방법이라고 생각된다.

사람에서는 건을 이어주는 수술법뿐만 아니라, 이식이나 보강과 같은 결손간격을 채워주는 수술법이 소개되어 있다. 비후 또는 유착된 부분을 제거한 후 생기는 결손간격을 파열 상부 건을 이용하여 채워주는 Bosworth 법(2), 파열 건단의 양쪽에서 건판을 떼서 결손간격을 채워주는 Toygar 법(21), 파열부위를 족저근(plantaris m.)건으로 보강하는 Lynn 법(14), 파열 상부 건을 이용하여 보강하는 Lindholm 법(13) 등이 있다. 증례 1에서는 어느 정도 변연을 절제하여 결손간격이 있었지만 수술시 이식이나 보강과 같은 수술법을 적용하지 않았다. 이러한 이식이나 보강법은 수의임상에서도 연구되어야 할 것으로 보인다.

아킬레스건 단열의 치료시 가장 중요한 것은 간격형성을 최소화하여, 아킬레스건이 치유되는 동안 강한 봉합으로 문합부의 간격형성을 막아야 한다. 3 mm 이상의 간격형성은

건끼리의 부착을 막아 수술 6주 후에 재파열의 위험성이 증가한다(3). 본 증례에서 사용된 Three-loop pulley 봉합법은 비교적 인장력이 강하여 문합부의 비틀어짐이 적고 단열된 건의 간격이 최소화되어 회복기간을 단축하여 좋은 예후를 나타내는 것으로 생각된다. Three-loop pulley 봉합법은 대형 견에서 인장력이 중요한 아킬레스건에는 좋은 방법으로 사용될 수 있으나, 매듭수가 많고 위치해 있는 표면도 많아 활주기능이 중요한 곳에는 사용하기 어렵다. 활주저항이 낮으면 좀 더 자유롭고 섬세한 운동을 할 수 있지만, 큰 개의 강한 힘을 받는 아킬레스건은 고려되지 않는다(1).

아킬레스건을 봉합하는데 증례 1에서 낚시줄(0.435 mm), 증례 2에서는 ethibond(Ethibond®, Ethicon)를 봉합사로 사용하였다. 견을 봉합하는 봉합사는 불활성이며, 강하고 조직을 쉽게 통과해야 하며 견이 문합되어 힘이 생길 때까지 장력을 유지해야 한다. 사용한 낚시줄은 polyamide(nylon)로 된 비흡수성 단사로서 세균의 서식 가능성이 적어 감염 위험이 적으며, ethibond는 비흡수성으로 꼬여있어 인장강도가 뛰어나며 polybutylate로 코팅되어 있어 생체조직과 반응하지 않는다. 낚시줄에 비해 ethibond가 인장력이 강하지만(12) 본 증례에서는 봉합사의 차이에 따른 인장력이나 회복시간의 단축 등과 같은 비교는 하지 않았다.

아킬레스건의 회복은 초기에 단열부위가 어느 정도 안정되어 있으나에 따라 달라진다. 증례 1에서는 지역 동물병원에서 피부와 아킬레스건을 봉합하였지만, 수술 후 불충분한 관리로 피부와 아킬레스건의 봉합이 풀리면서 2차 감염되어 본원으로 내원하였다. 이러한 단열부위의 불안정성은 2차 수술이 필요하다(7). 본 증례에서 견의 안정성 유지와 술부소독을 위해 6주간의 앞뒤분리형 석고고정으로 운동을 제한하여 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 아킬레스건의 회복을 증진시키는 방법은 여러 가지가 있다. 특히 아킬레스건이 단열된 개에서 봉합수술 후 3일째부터 10일간 초음파 치료(0.5 W/cm²/10분/일)한 실험군이 대조군보다 회복속도와 예후가 더 좋아졌다는 보고가 있다(19). 그리고 수술 후 3주부터 틈새를 형성하지 않을 정도로 간헐적인 수동운동을 실시하여 내재적 치유를 촉진함으로써 견의 생역학적 측정치의 증가와 가동역을 증가시키는 방법이 제시되었다. 장력회복이외에도 간헐적 수동운동은 견의 치유동안 장기간의 석고고정으로 인한 피부괴사, 감염, 건유착, 근위축, 골관절염 등의 합병증을 예방할 수 있다(4,6). 견의 회복을 저해하는 요인은 감염과 관절염, 종양, 경구 또는 국소 스테로이드의 사용, fluoroquinolone계의 항생제이다. 아킬레스건 세포를 배양할 때 fluoroquinolone계의 항생제를 투약한 경우 대조군에 비해 세포분화가 66-68% 정도 감소되었고, 콜라겐의 합성능력 또한 36-48% 정도 감소하여, 아킬레스건의 파열 환축에 스테로이드 제제나 fluoroquinolone계의 항생제의 사용은 자제되어야 한다(22).

대형 견종의 아킬레스건 단열시에 인장력이 강한 Three-loop pulley 봉합법과 수술 후 앞뒤분리형 석고고정을 실시하고 적절한 술부소독과 간헐적인 수동운동과 함께 초음파

치료를 병행하면 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

결론

사냥 중에 멧돼지의 공격으로 아킬레스건이 완전 단열된 사냥개 2마리가 충북대학교 수의과대학 동물의료센터에 내원하였다. 아킬레스건 단열이외에는 특이적인 이상 소견은 없었다. 단열된 아킬레스건은 비흡수봉합사를 이용하여 Three-loop pulley 봉합법으로 수복하였다. 수술 후 앞뒤분리형 석고고정으로 6주 동안 고정하였고, 그 후 2주간의 운동 제한과 함께 수동운동을 실시하면서 점차 운동량을 증가시켰다. 수술 10주 후에는 정상적인 보행을 하였다.

참고 문헌

1. Berg RJ, Egger EL. In vitro comparison of the three loop pulley and locking loop suture patterns for repair of canine weight-bearing tendons and collateral ligaments. *Vet Surg* 1986; 15: 107-110.
2. Bosworth DM. Repair of defects in the tendo achillis. *J Bone Joint Surg Am* 1956; 38: 111-114.
3. Gelberman RH, Boyer MI, Brodt MD, Winters SC, Silva MJ. The effect of gap formation at the repair site on the strength and excursion of intrasynovial flexor tendons. An experimental study on the early stages of tendon-healing in dogs. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81: 975-982.
4. Gelberman RH, Vandeberg JS, Manske PR, Akeson WH. The early stages of flexor tendon healing: a morphologic study of the first fourteen days. *J Hand Surg Am* 1985; 10: 776-784.
5. Gelberman RH, Vande Berg JS, Lundborg GN, Akeson WH. Flexor tendon healing and restoration of the gliding surface. An ultrastructural study in dogs. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 70-80.
6. Gelberman RH, Woo SL, Lothringer K, Akeson WH, Amiel D. Effects of early intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg Am* 1982; 7: 170-175.
7. Guerin S, Burbidge H, Firth E, Fox S. Achilles tenorrhaphy in five dogs: A modified surgical technique and evaluation of a cranial half cast. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1998; 11: 205-213.
8. Ingvar J, Tagil M, Eneroth M. Nonoperative treatment of Achilles tendon rupture: 196 consecutive patients with a 7% re-rupture rate. *Acta Orthop* 2005; 76: 597-601.
9. Khan RJ, Fick D, Keogh A, Crawford J, Brammar T, Parker M. Treatment of acute Achilles tendon ruptures. A meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87: 2202-2210.
10. Kramer M, Schimke E, Gerwing M, Schleich S, Michele U. Diseases of the Achilles tendon in dogs and cats. *Tierarztl Prax Ausg K Klientiere Heimtiere* 1998; 26: 238-246.
11. Lamb CR, Duvernois A. Ultrasonographic anatomy of the normal canine calcaneal tendon. *Vet Radiol Ultrasound* 2005; 46: 326-330.
12. Lawrence TM, Davis TR. A biomechanical analysis of suture

- materials and their influence on a four-strand flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 2005; 30: 836-841.
13. Linholm A. A new method of operation in subcutaneous rupture of the Achilles tendon. *Acta Chir Scand* 1959; 117: 261-270.
 14. Lynn TA. Repair of the torn achilles tendon, using the plantaris tendon as a reinforcing membrane. *J Bone Joint Surg Am* 1966; 48: 268-272.
 15. Meutstege FJ. The classification of canine Achilles tendon lesions. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1993; 6: 53-55.
 16. Momose T, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, An KN. The effect of knot location, suture material, and suture size on the gliding resistance of flexor tendons. *J Biomed Mater Res* 2000; 53: 806-811.
 17. Moores AP, Owen MR, Tarlton JF. The three-loop pulley suture versus two locking-loop sutures for the repair of canine achilles tendons. *Vet Surg* 2004; 33: 131-137.
 18. Weber M, Niemann M, Lanz R, Muller T. Nonoperative treatment of acute rupture of the achilles tendon: results of a new protocol and comparison with operative treatment. *Am J Sports Med* 2003; 31: 685-691.
 19. Saini NS, Roy KS, Bansal PS, Singh B, Simran PS. A preliminary study on the effect of ultrasound therapy on the healing of surgically severed achilles tendons in five dogs. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 2002; 49: 321-328.
 20. Fossum TW, Hedlund CS, Hulse DA, Johnson AL, Seim HB III, Willard MD, Carroll GL. Muscle-tendon unit laceration. In: *Small animal surgery*, 2nd ed. St Louis: Mosby. 2002: 1160-1164.
 21. Lagergen C, Lindholm A. Vascular distribution in the Achilles tendon. *Acta Chir Scandanav* 1959; 116: 491-495.
 22. Williams RJ III, Attia E, Wickiewicz TL, Hannafin JA. The effect of ciprofloxacin on tendon, paratenon, and capsular fibroblast metabolism. *Am J Sports Med* 2000; 28: 364-369.
 23. 김동욱, 강충남, 김종오, 고영도, 고상훈, 김성만. Surgical repair of Achilles tendon ruptures ; modified lindholm method. *대한정형외과학회지* 1997; 32: 711-718.
 24. 이상훈, 백구현, 조규형, 이한구, 여봉구. Experimental study on the effects of suture and limited active motion on Achilles tendon healing. *대한정형외과학회지* 1994; 29: 36-43.