

Krackow 봉합술을 이용한 아킬레스 건 급성 파열의 치료

한림대학교 강남성심병원 정형외과학교실

김형년 · 박기훈 · 박용욱

Treatment of Acute Achilles Tendon Rupture Using Krackow Suture Technique

Hyong-Nyun Kim, M.D., Ki-Hoon Park, M.D., Yong-Wook Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: We try to evaluate the clinical results of the acute Achilles tendon rupture treated with Krackow suture technique.

Materials and Methods: We reviewed 27 patients with acute Achilles tendon rupture treated between October 2005 and September 2007. There were 26 complete ruptures and 1 incomplete rupture. All were ruptured at tendinous area. There were 21 men and 6 women, and mean age was 38 years. We repaired ruptured Achilles tendon with Krackow suture technique. The results were evaluated with Arner-Lindholm scale for patients' satisfaction, strength of calf muscle power, calf circumference, and ankle motion. The average follow-up was 29 months.

Results: The patients' subjective clinical results was excellent in 25 cases and good in 2 cases. There were 15 cases of less than 1 cm, 6 cases of 1~3 cm, and 1 case of more than 3 cm in the calf circumference difference between the normal and affected leg. There were 20 cases of less than 5 degrees, and 2 cases of more 5 degrees in the difference of range of motion between the normal and affected ankle. We had an experience of postoperative deep infection in one diabetic patient.

Conclusion: We had a good clinical result for acute Achilles tendon rupture treated with Krackow suture method. So we recommend Krackow suture technique for acute Achilles tendon rupture.

Key Words: Achilles tendon, Acute rupture, Krackow suture

서 론

인체에서 가장 강력하고 큰 아킬레스 건 파열은 최근 스포츠 및 여가 활동의 증가로 발생빈도가 증가하는 추세에 있다. 아킬레스 건 파열에 대한 치료로는 보존적 치료^{14,15},

^{24,26}와 수술적 치료^{2,7-10,25}로 크게 구분되나, 파열 건에 대해 봉합술을 시행한 후 파열된 건 치유를 촉진시키고 또한 파열된 건과 건막 간의 유착을 방지할 목적으로 조기에 족근 관절 능동적 관절 운동과 보조기(walking brace) 착용하에 보행을 시도하는 방법^{3,4,18,21,29,32}이 선호되고 있다. 파열된 아킬레스 건 봉합 술식으로는 여러 방법들^{2,7-10,12,25}이 소개되고 있으나, 본 교실에서는 급성 아킬레스 건 파열에 대한 봉합 술식으로 Krackow 술식¹²을 이용하여 좋은 결과를 얻었기에 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

• Address for correspondence

Yong-Wook Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, 948-1 Daerim 1-dong, Yeongdeungpo-gu, Seoul, 150-950, Korea

Tel: +82-2-829-5165 Fax: +82-2-2634-1908

E-mail: aofas@chollian.net

대상 및 방법

1. 연구 대상

2005년 10월부터 2007년 9월까지 만 24개월 동안 급성 아킬레스 건 파열로 진단받고 Krackow 봉합 술식(Fig. 1)

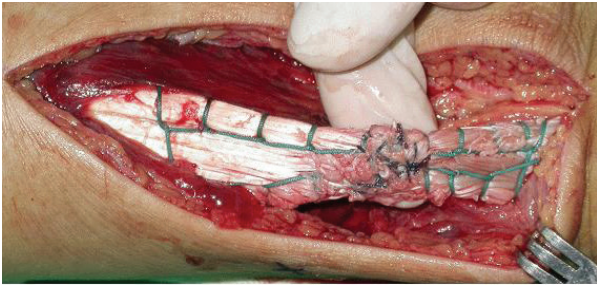


Figure 1. Photograph of the left leg showing Krackow suture with 2.0 Ethibond[®] and circular suture with 3.0 Vicryl[®] for Achilles tendon rupture.



Figure 2. Sagittal T2 weighted MRI image of right leg showing the ruptured Achilles tendon.

을 이용하여 건 일차 봉합술을 시행한 38예 중 추시 관찰이 가능하였던 27예를 대상으로 하였다. 파열된 아킬레스 건에 대한 치료로 Krackow 봉합 술식을 이용한 일차 봉합술을 시행할 당시의 환자의 연령은 평균 38.2세(범위, 13~63세)였다. 이중 10대가 2명, 20대가 4명, 30대가 10명, 40대가 9명, 50대 이상이 2명으로 30, 40대가 전체 27명 중에서 19명(70%)을 차지하였고, 남녀 성비는 남자가 21예(78%) 여자가 6예이었다. 좌우측 발생 빈도는 15:12로 의미 있는 차이를 보이지는 않았다. 급성 아킬레스 건 파열 원인으로서는 운동 또는 여가 활동 중 발생한 경우가 16예(60%), 발을 헛디딤으로 발생한 실족사의 경우가 8예(30%), 열상에 의한 경우가 2예, 아킬레스 건 부착부에 국소 스테로이드 주사 후 발생한 경우가 1예이었다. 27명의 환자 중 1예에서 10년 이상 당뇨를 앓은 외에는 나머지 26예에서 동반 질환은 없었다.

열상에 의해 아킬레스 건 파열이 발생한 2예와 당뇨가 동반되었던 1예를 제외한 술 전 19예에서 환부에 대해 자기 공명 영상(Fig. 2) 또는 초음파 영상(Fig. 3)을 시행하였으며, 부분 파열이 1예였고, 나머지 18예는 완전 파열이 관찰되었다. 부분 파열 1예는 내원 3달 전 타병원에서 아킬레스 건 부착부에 국소 스테로이드 주사를 맞았던 적이 있던 환자였고, 이를 제외한 나머지 18예에서 시행한 검사에서 아킬레스 건 원위 및 근위단 간격은 평균 17 mm(범위, 4~43 mm)이었다. 또한 19예에서 파열은 아킬레스 건 종골 부착부에서 평균 상방 5.1 cm(범위, 3.4~7.1 cm)에서 발생하였다.

2. Krackow 봉합 술식

아킬레스 건 파열 후 일차 봉합술을 시행하기 까지는 평균 4일(범위, 1~14일)이 경과하였다.

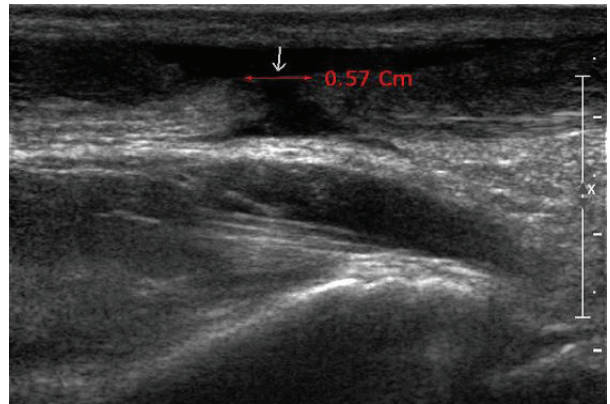


Figure 3. This US image of right leg showing the discontinuity and defect of Achilles tendon.

환자를 전신 마취 또는 척추 마취 후 앙와위에 두고 환측 하지를 건측 하지 위에 4자 모양을 이루게 올려놓은 후 파열 부위를 중심으로 아킬레스 건 내측을 따라 약 10 cm 정도 종 절개를 가한 후 아킬레스 건을 싸고 있는 건외막 조직(paratenon)과 건중간막(mesotenon)을 역시 종 절개하여 파열된 아킬레스 건을 노출시켰다. 파열된 아킬레스 건단을 11번 메스를 이용해 다듬은 후 2.0 Ethibond® (Ethicon Inc, U.K.) 봉합사를 이용해 봉합을 시도하였다. 이때 파열된 아킬레스 건 전방에서 건외막 조직과 건중간막에 파열이 관찰되면 아킬레스 건을 봉합하기 전에 3.0 Vicryl®(Ethicon Inc, U.K.) 봉합사를 이용해 일차 봉합을 시행하였다. 파열된 아킬레스 건의 근위단과 원위단에 각각 네 개에서 다섯 개의 매듭을 짓고, 원위 및 근위 파열단이 완전히 접촉이 된 상태에서 봉합사를 파열단 내에 위치하도록 하여 철저히 묶은 후 그 주변을 다시 3.0 Vicryl® 봉합사를 이용해 봉합을 시행하였다. 족근 관절을 20도 족배 굴곡시켜 파열단 부위가 다시 벌어지지 않는 것을 확인하였고 이때 만일 파열단이 긴장으로 인해 벌어질 경우에는 3.0 Vicryl® 봉합사를 이용해 벌어지지 않는 것이 확인될 때까지 보강을 해주었다. 파열된 나머지 건외막 조직과 건중간막 역시 3.0 Vicryl® 봉합사를 이용해 봉합해 주었다. 술 후 족근 관절을 조심스럽게 서서히 중립위까지 족배 굴곡시켜 이때 저항이 느껴지지 않으면 중립위에서 단하지 부목을 시행해 주었고 만일 저항이 느껴질 경우에는 족근 관절을 약 10도 족저 굴곡한 상태에서 단하지 부목을 시행해 주었다.

수술 후 환부에 통증과 불편감이 해소되고, 환부에 염증 반응이 관찰되지 않으면 바로 보조기(walking boots)를 착용한 상태에서 전체중 부하 보행토록 하였다. 이때 발뒤꿈치에 아킬레스 건이 긴장하지 않을 정도의 수술용 패드(surgical pad)를 깔아 주었다. 보행을 하지 않을 때에는 보조기를 벗고 첫 3주 동안은 능동적 족관절 족저 운동만 허용

하였고, 다음 3주부터는 서서히 족관절 능동적 족배 운동도 같이 하도록 하였다. 수술 후 10~12주 사이에 이학적 검사를 통해 파열 부위에 통증이 해소되고 족근 관절 족저 및 족배 굴곡력이 양호 이상을 보이면 보조기를 제거하였으며, 이때 통증 및 불편감이 잔존할 경우에는 일시적으로 힐 패드(heel pad)를 권유하였다.

3. 술 후 원격 추시 기간 및 평가

최종 추시 때 환자의 임상적 결과 판정은 환자의 만족도, 종아리 근력 정도, 종아리 둘레, 족근 관절 운동 범위에 근거한 Arner-Lidholm 평가 기준¹⁾(Table 1)을 이용하여 우수, 양호, 불량으로 판정하였다. 환자의 만족도에서는 보행 시 불편감 정도를, 보행력(walking power) 정도를, 발뒤꿈치 들기 유무와 종아리 근력 정도를 살펴보고, 객관적 평가로 양측 종아리 둘레 차이와 양측 족근 관절 운동 범위 차이를 측정하였다.

평균 추시 기간은 29개월(범위, 16~44개월)이었고, 환자가 병원을 방문해 평가를 시행한 경우가 22예, 전화를 통한 주관적 평가만을 시도한 경우가 5예였다.

결 과

환자의 주관적 만족도는 보행 시 불편감 없음이 26예였고, 당뇨가 동반되었던 1예에서 가벼운 불편감을 호소하였다. 또한 보행 시 정상 보행력을 보인다가 25예였고, 보행 능력이 다소 떨어진다가 2예였고, 여기에는 당뇨가 동반되었던 1예가 속하였다. 당뇨가 동반되었던 1예를 제외한 26예에서 발뒤꿈치 들림이 가능하였다. Arner-Lidholm 평가 기준에 따르면 우수 25예, 양호 2예로, 전 예에서 양호 이상의 주관적 만족을 보였다.

Table 1. Arner-Lindholm Scale for Evaluation of Acute Achilles Tendon Rupture

Excellent	Free from discomfort and essentially normal function Normal walking power, tip toe, calf muscle power Calf circumference < 1 cm Ankle ROM decrease < 5 degrees (plantar flexion/dorsiflexion)
Good	Mild discomfort Slightly decreased walking power, tip toe, calf muscle power Calf circumference < 3 cm Ankle ROM decrease < 15 degrees (plantar flexion/dorsiflexion)
Poor	Dissatisfied or marked discomfort Limp, inability to tip toe Calf circumference > 3 cm Ankle ROM: dorsiflexion decrease > 10 degrees or plantar flexion decrease > 15 degrees

총 27명의 환자 중 22명에서 시행한 환측과 건측의 종아리 둘레 차이가 1 cm 이하를 보인 경우가 15예, 1~3 cm 차이를 보인 경우가 6예, 3 cm 이상 차이를 보인 경우도 1예에서 있었으나, 전 예에서 이로 인한 근력 약화를 호소하지는 않았다. 총 27명의 환자 중 22명에서 시행한 환측과 건측의 족근 관절 운동 범위의 차이가 5도 이하를 보이는 경우가 20예, 2예에서는 7도, 11도의 차이를 보이고 있었으나, 이로 인한 일상생활에 불편은 호소하지 않았다. 특히 하계도 22예 중 15예에서 건측보다 환측에서의 족근 관절 족배 굴곡 각도가 더 크게 관찰되었고, 그 정도는 평균 4.3도(범위, 2~7도)이었다.

술 후 합병증으로 재파열은 없었으나, 당뇨가 동반되었던 1예에서 절개부 심부 감염이 발생하여 장기간 치료가 요하였고, 창상 치유 후 족근 관절의 운동 범위가 감소된 외에는 환자의 주관적 만족도는 양호를 보였다.

고 찰

1575년 Pare가 아킬레스 건 파열에 대해 처음 기술한 이래 이에 대한 다양한 치료 방법들^{2,7-10,14,15,24-26)}이 소개되어져 왔다. 지금까지 소개된 치료 방법들은 보존적 치료 방법과 수술적 치료 방법으로 크게 나눌 수가 있는데, 보존적 치료 방법을 주장하는 학자는 수술 후 많은 경우에서 수술에 따른 합병증으로 인해 종전의 활동력을 상실한 경우 때문이라고 하였고³⁰⁾, 수술적 치료 방법을 주장하는 학자는 수술적 치료로 수상전의 활동력이 복구되기 때문이라고 하였다²⁷⁾. 최근 스포츠와 여가 활동의 증가로 아킬레스 건 파열의 발생 빈도는 점차 증가하는 추세에 있어 합병증 없이 조속한 시일 내에 환자를 회복시켜 사회에 복귀시키는데 치료 목적이 있겠다. 이를 위해 Rubin과 Wilson²⁸⁾은 수술적 요법이 보존적 요법보다 합병증의 빈도는 높다 하더라도 결과의 향상을 위해서는 수술적 요법이 시행되어야 한다고 주장하였다.

지금까지 소개된 수술 방법으로는 족저근건을 이용하여 술식^{9,10,25)}, 대퇴근막을 이용하는 술식²⁾, 파열된 아킬레스 건의 근위단의 건막(aponeurosis)를 이용하는 술식⁸⁾ 등의 다양한 자가 건, 근막 또는 건막을 이용하는 방법과 파열된 아킬레스 건을 Bunnell 봉합 술식^{25,31)}, Kessler 봉합 술식⁷⁾, Krackow 봉합 술식¹²⁾ 또는 pull out 봉합 술식^{13,25)}을 이용해 봉합하는 방법들이 있다. 그러나 족저근건, 대퇴근막, 파열된 아킬레스 건의 근위단 건막 등과 같은 다양한 자가 건, 근막 또는 건막을 이용하는 술식은 그 술식이 간단치 않아 급성 아킬레스 건 파열에서 보다는 아킬레스 건 파열이

3~4주 이상 경과하여 파열된 건 간의 접촉이 불가능한 경우에서 주로 이용된다고 하겠다.

급성 아킬레스 건 파열에서 이용할 수 있는 봉합 술식으로는 Bunnell 술식^{25,31)}, Kessler 술식⁷⁾, Krackow 술식¹²⁾, pull out 술식^{13,25)} 등 다양하게 소개되고 있지만, 각 봉합 술식에 대한 봉합 강도는 차이를 보이는 것으로 보고하고 있다^{5,19,22,23)}. 최근 봉합 술식의 강도가 술 후 조기 족근 관절 운동과 조기 재활운동을 허용할 정도로 강력하고 안정된 술식으로 많은 저자들이 Krackow 술식을 사용하고 있다. 본 연구의 경우에도 모든 예에서 파열된 건의 양단을 접촉시켜 적당한 긴장을 유지한 상태에서 Krackow 봉합 술식을 사용하였으며, 이때 파열된 아킬레스 건을 보강 유지하고 유착을 줄일 목적으로 추가하는 족저근건을 봉합 술식은 하지 않았다. 2003년 강 등⁹⁾은 60예의 급성 아킬레스 건 파열에 대해 파열된 건의 양단을 족저근건을 이용해 단단 봉합을 시행한 결과 54예(90%)에서 양호 이상의 결과를 보였고, 단지 2예에서 절개부 피부 병변을 경험하였다고 하였으며, 1997년 강 등⁸⁾은 18예의 급성 아킬레스 건 파열에 대해 파열된 근위 건단에서 길이 7~8 cm, 폭 1.5 cm 정도의 건판을 만들어 이를 180도 이동하여 원위 건단에 봉합해 주는 술식을 시행한 결과 3예에서 보행 및 운동시 동통을, 1예에서 절개부 피부 병변을 경험하였다고 하였다. 본 교실에서 시행한 Krackow 봉합 술식을 이용한 아킬레스 건 일차 봉합술 결과 전 예에서 양호 이상의 결과를 보였으며, 조기 체중 부하 및 조기 족근 관절 운동으로 인한 재파열과 같은 합병증도 발생하지 않았고, 단지 당뇨가 동반되었던 1예에서 가벼운 불편감 및 절개부 심부 감염이 발생하였다.

일반적으로 건 손상에 대한 치유과정은 3단계로 나뉜다. 즉 염증기(inflammation), 원섬유 생성기(fibrillogenesis period), 그리고 성숙기(maturing period)로 구성된다^{6,20)}. 손상된 건의 복원은 건초와 그 주변 결합조직의 증식에 의한 외재적 치유와 건외막 및 건내막 등의 건 자체조직의 증식과 이동에 의한 내재적 치유에 의해 이루어진다. 건의 재형성은 수상 후 2주경에 시작하여 4주경에는 건 섬유가 종으로 배열되고¹⁷⁾, 성숙 과정은 1년까지 지속된다. 손상 조직의 복원 과정은 고정에 의해서 변화되어지는데, 육아조직이 아킬레스 건의 절단면 사이를 연결시켜 주지만 고정기간이 길어지면 반흔 조직에 의해 건의 주위 조직과 유착될 수 있으며 정상적인 활주작용을 방해하게 된다¹⁶⁾. 일시적 고정을 한 후에 기계적 스트레스를 가했을 때 형성된 콜라겐 섬유의 방향이 평행한 것과는 달리 장기간 고정으로 인하여 생긴 반흔 조직의 섬유방향은 불규칙하며 정상적인 긴장상태로 복귀하는데도 더 많은 시간이 소요된다.

또한 건 수복 후에 3주간 고정 후 운동시킨 경우가 장기간 고정된 경우보다 장력이 3배나 강하다고 하였다²⁰⁾. 이런 연구 결과를 바탕으로 최근 건 파열 일차 봉합술 후 조기 관절 운동을 시행하는 것을 원칙으로 하고 있다. 한편 1977년 Ketchum¹¹⁾은 조기 능동적 운동은 건의 활주를 향상시키지 못하고 봉합선을 가로지르는 장력이 증가하여 건 파열 양단 사이가 벌어지고 건 경색, 건 연화 및 건 파열이 생길 수 있다고 하였다. 1981년 Woo 등³³⁾에 의하면 제한된 수동적 운동이 수복한 건의 장력과 활주기능을 증가시킨다고 하였다. 본 교실에서는 술 후 통증이 사라지면 술 후 3주간 족근 관절 능동적 족저 굴곡 운동을, 그리고 술 후 6주부터는 족근 관절 능동적 족배 굴곡 운동을 함께 독려하였다. 추시 관찰 결과 22예 중 15예에서 건측보다 환측에서의 족근 관절 족배 굴곡 각도가 더 크게 관찰되었으나, 이 경우에서 양측 종아리 근력의 차이는 없었을 뿐만 아니라 둘째 역시 차이를 발견할 수 없어 추후 이에 대한 재평가가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

급성 아킬레스 건 파열의 수술적 치료로 Ethibond 봉합사를 이용한 Krackow 봉합 술식은 조기에 체중 부하와 조기 족근 관절 운동을 허용하여 환자로 하여금 만족할 만한 결과를 얻을 수 있는 술식으로 사료된다.

REFERENCES

1. Amer O and Lindholm A: Subcutaneous rupture of the Achilles tendon; a study of 92 cases. *Acta Chir Scand*, 116(Supp 239): 1-51, 1959.
2. Bae DK, Han JS, Nam GU, Kim JJ and So JK: Reconstruction of Achilles endon using fascia using fascia lata allograft-A case report-. *J Korean Orthop Assoc*, 29: 690-696, 1994.
3. Baek GH, Lee HK, Lee SH, Yeo BG and Cho KH: Experimental study on the effects of suture and limited active motion on Achilles tendon healing. *J Korean Orthop Assoc*, 29: 36-43, 1994.
4. Carter TR, Fowler PJ and Blokker C: Functional postoperative treatment of Achilles tendon repair. *Am J Sports Med*, 20: 459-462, 1992.
5. Cetti R, Henriksen LO and Jacobsen KS: A new treatment of ruptured Achilles tendons. A prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res*, 308: 155-165, 1994.
6. Gelberman RH, Vande Berg JS, Lundborg GN and Akeson WH: Flexor tendon healing and restoration of the gliding surface. An ultrastructural study in dogs. *J Bone Joint Surg*, 65-A: 70-80, 1983.
7. Ihn JC, Park BC, Kyung HS, Kim SY and Shin SH: Surgical treatment of the closed complete rupture of Achilles tendon. *J Korean Orthop Assoc*, 32: 1681-1686, 1997.
8. Kang CN, Kim JH, Kim DW, Koh YD, Go SH and Kim SM: Surgical repair of Achilles tendon ruptures-modified Lindholm method-. *J Korean Orthop Assoc*, 32: 711-718, 1997.
9. Kang JD, Kim KY, Kim HC, Kim JH and Choi SK: Surgical treatment of Achilles tendon rupture using modified Lynn method. *J Korean Soc Foot Surg*, 7: 223-231, 2003.
10. Kang JD, You MK, Yoo HJ and Ha PS: Reapir of the torn Achilles tendon, using the Plantaris tendon. *J Korean Orthop Assoc*, 20: 961-966, 1985.
11. Ketchum LD: Primary tendon healing: a review. *J Hand Surg*, 2-A: 428-435, 1977.
12. Krackow KA, Thomas SC and Jones LC: A new stitch for ligament-tendon fixation. Brief note. *J Bone Joint Surg*, 68-A: 764-766, 1986.
13. Lavine LS, Karas S and Warren RF: Two-pin technique for Achilles tendon repair. *Clin Orthop Relat Res*, 40: 137-138, 1965.
14. Lea RB and Smith L: Nonsurgical treatment of tendo-Achilles rupturr. *J Bone Joint Surg*, 54-A: 1398-1407, 1972.
15. Lee EW, Kang KS, Kang SY and Jin WJ: Comparison of conservative and operative treatment of Achilles tendon rupture. *J Korean Orthop Assoc*, 31: 598-605, 1996.
16. Lehto M, Duance VC and Restall D: Collagen and fibronectin in a healing skeletal muscle injury. An immunohistological study of the effects of physical activity on the repair of injured gastrocnemius muscle in the rat. *J Bone Joint Surg*, 67-B: 820-828, 1985.
17. Levy M, Velkes S, Goldstein J and Rosner M: A method of repair for Achilles tendon ruptures without cast immobilization. Preliminary report. *Clin Orthop Relat Res*, 187: 199-204, 1984.
18. Mandelbaum BR, Myerson MS and Forster R: Achilles tendon ruptures. A new method of repair, early range of motion, and functional rehabilitation. *Am J Sports Med*, 23: 392-395, 1995.
19. Marti R and Weber BG: Rupture of the achilles tendon - functional after care. *Helv Chir Acta*, 41: 293-296, 1974.
20. Mason ML and Allen HS: The rate of healing of tendons: An experimental study of tensile strength. *Ann Surg*, 113: 424-459, 1941.
21. Mortensen HM, Skov O and Jensen PE: Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg*, 81-A: 983-990, 1999.
22. Mortensen NH and Saether J: Achilles tendon repair: a new method of Achilles tendon repair tested on cadaverous materials. *J Trauma*, 31: 381-84, 1991.
23. Mortensen NH, Saether J, Steinke MS, Staehr H and Mikkelsen SS: Separation of tendon ends after Achilles tendon repair: a prospective, randomized, multicenter study.

- Orthopedics*, 15: 899-903, 1992.
24. **Nistor L:** *Surgical and non-surgical treatment of Achilles tendon rupture. J Bone Joint Surg*, 63-A: 394-399, 1981.
 25. **Park IH, Lee KB, Song KW, Lee JY and Song YS:** *Surgical repair of Achilles tendon ruptures-3 tissue bundle technique-. J Korean Orthop Assoc*, 25: 1406-1413, 1990.
 26. **Persson A and Wredmark T:** *The treatment of total rupture of the Achilles tendon by plaster immobilization. Int Orthop*, 3: 149-152, 1979.
 27. **Ralston EL and Schmidt ER Jr:** *Repair of the ruptured Achilles tendon. J Trauma*, 11: 15-21, 1971.
 28. **Rubin BD and Wilson HJ Jr:** *Surgical repair of the interrupted Achilles tendon. J Trauma*, 20: 248-249, 1980.
 29. **Speck M and Klaue K:** *Early full weightbearing and functional treatment after surgical repair of acute Achilles tendon rupture. Am J Sports Med*, 26: 789-93, 1998.
 30. **Stein SR and Luekens CA Jr:** *Closed treatment of Achilles tendon ruptures. Orthop Clin North Am*, 7: 241-246, 1976.
 31. **Thompson TC:** *A test for rupture of the tendo achillis. Acta Orthop Scand*, 32: 461-465, 1962.
 32. **Troop RL, Losse GM, Lane JG, Robertson DB, Hastings PS and Howard ME:** *Early motion after repair of Achilles tendon ruptures. Foot Ankle Int*, 16: 705-709, 1995.
 33. **Woo SL, Gelberman RH, Cobb NG, Amiel D, Lothringer K and Akeson WH:** *The importance of controlled passive mobilization on flexor tendon healing. A biomechanical study. Acta Orthop Scand*, 52: 615-622, 1981.