만성 아킬레스건 파열의 수술 전략

조병기, 안병현

충북대학교 의과대학 정형외과학교실

Reconstructive Strategies for Chronic Achilles Tendon Rupture

Byung-Ki Cho, Byung-Hyun Ahn

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

Chronic Achilles tendon rupture is likely to result in functional impairment in gait and sports activity. The presence of a large defect secondary to retraction of the tendon ends, atrophy of the calf muscles, and vulnerable vascularity of the soft tissue envelope make it a challenging problem to treat. Surgical reconstruction aims to restore the length and tension of the gastrocnemius-soleus complex. Various surgical treatment options have been described, depending on several factors, including residual gap size after scar tissue removal, remaining tissue quality, and vascularity. Despite good results being reported, there is a lack of high-level, evidence-based clinical guidelines available to select the first-line surgical procedure. This paper overviews the current available surgical options for patients with chronic Achilles tendon rupture.

Key Words: Achilles tendon, Rupture, Treatment, Surgery

서 론

아킬레스건 파열의 진단이 수상 후 4~6주 이상 지연된 경우를 만성 아킬레스건 파열이라고 정의하며 급성 파열의 진단에 실패한 경우(misdiagnosed)나 치료하지 않고 방치된 경우(neglected), 퇴행성 변화에 의한 만성 파열을 모두 포함한다.¹⁻⁵⁾ 각각은 파열 전의 건 조직의 병리가 다르기 때문에 서로 다른 질환군으로 볼 수도 있으나 급성 파열이 발생하지 2주 정도 경과하면 파열단(end of the tendon stump) 사이에 섬유성 반흔 조직이 형성되고 불규칙적으로 결손 간격을 채우게 되어 건 및 근의 위축(atrophy)이 진행되므로 결국 양 군에서 비슷한 병리 소견을 보이는 것으로 알려져 있다.⁶⁾ 만성 아킬레스건 파열에서는 파열 근위부와 원위부(distal stump)의 간격이 벌어지고 그 간격은 섬유조직이나 육아조직으로 채워져 건의 강

도 및 족저굴곡력(push-off strength)이 약해진다.^{7,8)} 이로 인해 환측 또는 양측 뒤꿈치 들기가 어렵게 되고 보행 시 파행을 보이며 달리기, 점프, 등산 등의 운동에 제약이 생겨 결국 수술적 치료를 필요로 하는 경우가 대부분이다.^{3-5,9,10)} 그러므로 수술적 치료의 주된 목표는 하퇴 삼두근(triceps surae)과 아킬레스건의 정상 길이 및 긴장도(tension)를 회복하는 것이다.^{3,8,11)} 수술적 치료 시 파열단 사이에 채워진 반흔 조직을 제거한 뒤 생기는 큰 결손 부위는 단-단 봉합(end-to-end)이 어려운 경우가 많으며 주변 근육 조직의 위축과 피부 구축(skin contracture)이 동반되어 있는 경우도 흔해 급성 아킬레스건 파열의 수술적 치료보다 더 어렵고 복잡하다.^{1-3,12,13)} 특히 봉합부의 혈관 분포를 손상시키지 않고 유지시키는 것이 중요하므로 세심한 연부조직 조작이 요구된다. 어떤 수술 방법을 이용할지는 대개 파열단 사이에 형성된 반흔 조직을 제거한 후에 남은 결손 간격과 잔존 조직의 상태에 따라 결정되는데,^{1,5,6,14)} 일부 저자들의 경우 이러한 반흔 조직을 제거하지 않고 파열단 간격의 재건에 이용하여 성공적인 결과를 얻었다는 보고도 있다.^{7,15)} 그러므로 반흔 조직과 주변의 퇴행성 조직에 대한 변연 절제의 필요성 및 그 범위에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 만성 아킬레스건 파열에 대한 다양한 수술적 치료 방법들이 보고되어 있으나 단편적인 증례

Received March 22, 2021 Revised April 18, 2021 Accepted April 19, 2021

Corresponding Author: Byung-Ki Cho

Department of Orthopedic Surgery, Chungbuk National University Hospital, 776, 1sunhwan-ro, Seowon-gu, Cheongju 28644, Korea

Tel: 82-43-269-6077, Fax: 82-43-274-8719, E-mail: titanick25@naver.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7746-598X

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright © 2021 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

보고 또는 단일 술식의 임상 결과를 보고하는 연구들이 대부분이며 현재까지 표준 술식에 관해 뚜렷하게 입증된 임상 지침(high-level, evidence-based clinical guidelines)은 부족한 실정이다. 본 글에서는 현재 임상적으로 널리 사용되고 있는 만성 아킬레스건 파열의 재건술식들에 대해 알아보고자 한다.

본 론

1. 수술 전의 고려사항

수술적 치료 전에 환자의 나이와 일상적 활동능력, 수상 전의 운동 참여도, 직업, 치료 기대치 등에 대한 충분한 고려가 필요하다.¹⁴⁾ 수술적 치료 후 이전보다 활발한 일상생활과 어느 정도의 스포츠 활동은 가능하더라도 완전한 운동능력의 회복에는 제약이 있는 경우가 많다.⁹⁾ 재건 수술 시 특히 주의해야 할 점은 봉합부의 혈관 분포를 손상시키지 않고 최대한 유지시켜야 한다는 것이다. 아킬레스건이 흔히 파열되는 부위는 부착부로부터 약 3~6 cm 근위부인데, 이 부위는 아킬레스건 내에서 가장 단면적이 작으며 등장성 부하가 가장 크게 작용하고 혈액 순환이 가장 취약한 해부학적 특징을 가지고 있다.^{2,16)} 아킬레스건의 혈액 공급은 건의 치유에 결정적인 역할을 하며 부건(paratenon), 근건 이행부, 골 부착부가 혈류의 공급원이다. 다른 건에 비해 상대적으로 혈액 공급이 취약한 편이며 대부분은 후경골동맥(posterior tibial artery)에서 혈액 공급을 받고, 부건은 비골동맥(peroneal artery)에서 혈액 공급을 받는다. 비복근막 젖혀내림 피판술(gastrocnemius fascia turn-down flap)이나 족저건(plantaris tendon) 보강술 등의 연부조직 강화술(augmentation)은 무혈관성 건 이식술이므로 혈류 분포가 취약해진 파열된 건 조직에 이용할 때는 특히 주의하여야 한다.³⁾ 아킬레스건 재건술식의 결정은 대개 파열단 사이의 결손 간격에 따라 선택되므로 (Table 1)^{1,5,6,17)} 수술 전 평가 시 초음파, 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI) 검사 등을 통한 세심한 측정과 수술 준비가 필요하다(Fig. 1). 대부분의 재건술식들은 긴 피부 절개와 연부조직 박리를 요하므로 혈행 장애로 인한 창상 회복의 지연, 피부 괴

사, 창상 감염, 반흔조직 유착 등의 문제점이 발생할 가능성이 커 주의를 요한다.^{1,4,12,13,18)}

2. 만성 아킬레스건 파열의 수술 방법들(surgical treatment options)

1) 단-단 봉합술

파열단 사이의 결손 간격이 2~3 cm 이내인 경우 급성 아킬레스건 파열 시의 봉합술과 비슷하게 부가적인 강화술이나 재건술 없이 대부분 직접적인 단-단 봉합술(direct end-to-end repair)이 가능하다.^{1,5,6)} 부건의 혈액 공급이 후외측에서 진행되며 외측에는 비복신경(sural nerve)이 주행하므로 급성 파열 시의 접근법과 같이 주로 후내방 절개가 이용된다. 파열 근위부 전에 봉합사를 거치한 후 수축된 비복-가자미근 복합체를 10분 정도 견인하면 대부분 단순 봉합술이 가능해진다(Fig. 2). 약 20~30도 정도의 족저굴곡 상태에서 양측 파열단의 접촉이 이루어져야 하며,⁹⁾ 일부 저자들은 단-단 봉합을 위해 족저굴곡이 30도 이상 필요한 경우 추가적인 후방 구획 근막절개술(posterior compartment fasciotomy, gastrocnemius recession)을 같이 시행할 것을 권장하고 있다.⁶⁾ 봉합 후에는 아킬레스건과 건막(tendon sheath) 사이의 섬유성 유착이 충분히 유리되었음을 확인하여 하퇴 삼두근의 움직임에 제약이 없어야 한다.^{9,14)} Porter 등¹⁹⁾은 수상 후 4~12주 사이에 시행된 아킬레스건 봉합술 후 평균 5.8개월에 수상 전 수준의 활동 복귀가 가능했으며 재파열이 발생한 환자는 없었음을 보고하였다.

2) 반흔조직을 이용한 봉합술(direct repair using scar tissue between the tendon stumps)

파열단 사이의 반흔 조직을 일부만 제거하여 길이를 단축하고 비복-가자미근 복합체의 긴장도를 회복시켜 봉합하는(interposed

Table 1. General Consensus on Surgical Treatment Options according to the Residual Gap Size after Scar Tissue Removal in Chronic Achilles Tendon Rupture

Defect size (cm)	Recommended surgical options
<2	Direct end-to-end repair
2~5	V-Y Achilles tendon advancement (lengthening) ±augmentation with FHL tendon transfer
>5	Gastrocnemius fascia turn-down flap FHL tendon transfer Reconstruction using allo- or auto-tendon graft

Data from the article of Steginsky et al. (Foot Ankle Clin. 2017;22:715-34).¹⁷⁾
FHL: flexor hallucis longus.

Figure 1. Preoperative magnetic resonance image (A) and intraoperative photograph (B) showing the gap size between the Achilles tendon stumps.

Figure 2. (A, B) Intraoperative photographs showing the direct end-to-end repair after a manual traction of the Achilles tendon stumps.

Figure 3. (A-C) Intraoperative photographs showing the V-Y advancement of the gastrocnemius fascia to repair the Achilles tendon stumps.

scar tissue repair) 술식이다. Yasuda 등⁷⁾은 반흔 조직의 중간부 1/3 (약 2~3 cm) 정도를 절제한 뒤 남은 조직을 단-단 봉합하는 술식을 통해 양호한 임상 결과를 얻었음을 보고하였으며, 술 전 MRI 검사상 반흔 조직의 증식에 의해 미만성으로(diffusely) 두꺼워진 아킬레스건 내부에서 신호강도 증가 소견이 관찰되는 경우 이 술식이 효과적이라고 하였다. Cho 등¹⁵⁾도 파열단 사이의 반흔 조직을 이용한 재건술 시 술 전 MRI T2강조영상에서 넓은 범위의 고신호 강도(diffuse intratendinous high signal change)를 보이는 경우, 혈관 조직 및 교원섬유의 증식을 포함해 활발한 치유 과정이 진행 중인 반흔 조직이므로 재건술에 이용될 수 있음을 보고하였다.

3) V-Y 비복근막 전진술

파열단 사이의 결손 간격이 2~5 cm 정도인 경우 대개 V-Y 비복근막 전진술(V-Y gastrocnemius fascia advancement or lengthening)을 단독으로 또는 장족무지굴건을 이용한 보강술(flexor hallucis longus tendon transfer)과 같이 병행하여 시행한다.^{5,6,20)} 이 수술법은 비복-가자미근 복합체의 기능이 유지되어 있는 경우에만 가능하므로 수술 전 평가 시 종아리의 위축(calf atrophy) 상태나 족저굴곡력(plantarflexion strength)에 대한 세심한 확인이 필요하다. 또한 수술 중 비복-가자미근 복합체의 육안적 소견이 예상보다 불량한 경우 장족무지굴건 이진술을 추가로 시행할 수 있도록 미리 준비해두는 것이 필요하다.⁶⁾ 종아리 후방에 긴 종 절개를 가한 후 비복-가자미근의 근건 접합부에서 뒤집어진 V자 형태의 근막

절개를 시행한다(Fig. 3). 비복근의 전방에 부착된 건막은 손상되지 않도록 주의해야 하며 Y 모양의 형태를 만들기 위해 V자 절개의 날개는 파열단 간격보다 최소 1.5배 이상 길어야 한다.^{4,20,21)} Elias 등²⁰⁾은 평균 5.7 cm의 결손 간격을 보인 만성 아킬레스건 파열 환자들에서 V-Y 비복근막 전진술과 장족무지굴건 이진술을 같이 시행한 결과, 재파열 없이 양호한 임상 결과를 보였으며 등속성 운동검사(isokinetic dynamometer)상 반대측 정상 근력과 비교해 약 78% 정도의 족저굴곡력 회복이 이루어졌음을 보고하였다. Guclu 등²¹⁾은 V-Y 비복근막 전진술 후 평균 16년의 장기 추시 임상 결과를 보고하였으며 수술 후 재건술까지의 소요시간, 수술 전의 종아리 위축 정도, 결손 간격 등이 술 후의 족저굴곡력 회복 정도에 부정적으로 작용하는 요소이나 임상평가 점수(American Orthopaedic Foot and Ankle Society [AOFAS] score)와는 유의한 상관관계가 없었다고 하였다. Lin 등¹⁰⁾은 V-Y 비복근막 전진술이 비교적 쉽고 경제적이며 가자미근(soleus muscle)에서 혈류가 공급되어 아킬레스건 재건 부위의 빠른 회복에 도움이 되는 술식이라고 하였다.

4) 비복근막 젖혀내림 피판술

파열단 사이의 결손 간격이 5 cm 이상인 경우 주로 사용되며 근위부 아킬레스건 또는 비복근막의 중간 부위에서 종 방향으로 양측에서 절개를 가한 뒤, 붙어 있는 근육을 제거하고 근막 피판(distally based flap)을 아래로 돌려 원위부의 남아있는 건에 부착시켜 주는 술식이다(Fig. 4). 결손 간격에 따라 근막 피판의 길이가 결정되는데

Figure 4. (A~D) Intraoperative photographs showing the harvest of dual strips of the gastrocnemius fascia, and the turn-down distally with a 2-cm cuff.

Figure 5. (A, B) Intraoperative photographs showing a combined procedure using gastrocnemius fascia turn-down flap and flexor hallucis longus tendon transfer.

근위부의 종 방향 절개는 파열부 1~2 cm 상방에서 멈추며, 젖혀내림 시 회전축이 되는 건 부위가 찢어지지 않도록 단단히 봉합하는 것이 중요하다. Gerdes 등²²⁾은 사체 실험을 통해 단-단 봉합술과 비교하여 비복근막 피판술로 보강된 아킬레스건 봉합술이 약 41% 정도 더 강한 인장강도(tensile strength)를 나타냈음을 보고하였다. Us 등²³⁾은 비복근막 젖혀내림 피판술 후 반대측의 정상 족저굴곡력과 비교해 약 2.5%~22% 정도의 최대 우력(peak torque) 감소가 남아있으나 전체적인 임상 결과는 양호하였음을 보고하였다. Ahmad 등²⁴⁾은 평균 7.5 cm의 결손 간격을 보인 32명의 환자들에서 비복근막 피판술과 장족무지굴건 이전술을 같이 시행한 후 재파열 없이 양호한 임상 결과를 얻었음을 보고하였다. Mulier 등²⁵⁾도 비복근막 피판술과 장족무지굴건 이전술을 같이 시행한 경우 비복근막 피판술만 시행 받은 환자들에 비해 더 우수한 운동 능력과 족저굴곡력 회복을 보였다고 하였다. 근막 피판의 너비(width)와 길이는 저자들에 따라 다양하게 사용되고 있으며 너비는 1~3 cm 정도, 길이는 12 cm까지 보고된 바 있다.^{23,25,26)} 또한 다른 저자들은 약 1 cm 너비의 서로

분리된 두 개의 근막 피판(medial and lateral flaps)을 이용한 재건술식을 보고하였다.²⁷⁻²⁹⁾ Seker 등²⁷⁾은 이 술식을 이용하여 평균 6.4 cm의 결손 간격을 보인 21명의 환자들에서 재파열 없이 성공적인 장기 추시 임상 결과를 얻었으며 등속성 운동검사상 정상측과 비교해 족저굴곡력의 유의한 차이가 없었고 종아리 두께도 비슷하였음을 보고하였다.

5) 자가건 이전술(local autologous tendon transfer)

파열단 사이의 결손 간격이 5 cm 이상인 경우 주로 사용되나 그보다 작은 크기의 결손 간격을 보이는 환자들에서도 다른 재건술식과 동반된 복합 술식으로서 자주 이용된다(Fig. 5). 장족무지굴근은 단비굴근(peroneus brevis)이나 장족지굴근(flexor digitorum longus)보다 더 강한 족저굴곡근이며 힘이 작용하는 축(axis of pull of the tendon)이 아킬레스건의 방향과 유사하고, 해부학적 위치상 아킬레스건과 가까이 신경이나 혈관의 방해를 받지 않고 이전할 수 있다는 장점이 있어 가장 흔히 사용된다.^{1,3,4,8,30)} 또한 장족무지굴근

Figure 6. [A, B] Intraoperative photographs showing the Achilles tendon reconstruction using free semitendinosus tendon autograft.

의 혈류가 취약 지역인 원위 아킬레스건 재건 부위로 공급되어 치유에 도움이 되는 것으로 알려져 있다.³¹⁾ 장족무지굴건을 얻는 방법은 크게 세 가지로 구분할 수 있으며 족근관(tarsal tunnel) 부위에서 채취하는 방법, 중족부의 장족지굴건과의 교차부(the knot of Henry)에서 길게 채취하는 방법, 무지 원위 지골의 기저부에서 최대의 길이로 채취하는 방법이 있다. 중족부에서 채취하는 경우 족근관 내에서 채취할 때보다 약 10~12 cm 정도 더 긴 장족무지굴건을 얻을 수 있으며,³⁰⁾ 근위부로 빼내어 남아있는 아킬레스건과 종골에 만들어진 골터널을 통과하여 고정시킨다. 장족무지굴건의 남아있는 원위부는 대개 장족지굴건에 견고정(tenodesis)시키며 무지 지간관절 굴곡력의 저하가 남게 되나 임상적으로 뚜렷한 불편감은 없는 것으로 알려져 있다.³⁰⁾ 족근관 부위에서 짧게 채취하는 경우 아킬레스건의 후내측에 단일 절개를 가해 접근하며, 심층막을 절개하고 장족무지굴건을 전인한 뒤 대개 견고정 나사(tenodesis screw)를 이용해 아킬레스건의 종골 부착부위 바로 앞쪽(posterosuperior tuberosity)에 고정시킨다. 장족지굴건을 길게 채취하는 술식은 추가적인 피부 절개가 필요한 대신 아킬레스건의 근위부와 원위부를 통과시켜 파열단 사이의 결손부를 재건시킬 수 있다는 장점이 있고, 단일 절개를 통해 짧게 채취하는 술식은 파열단 사이의 결손부를 채우기에는 부족하나 족저굴곡력을 강화시켜주는 역할(biomechanical augmentation)을 한다.⁸⁾ Oksanen 등³²⁾은 아킬레스건 재건술 후의 MRI 추시 검사상 종골로 이전된 장족무지굴건이 평균 52% 정도의 두께 증가(hypertrophy)를 보였다고 하였다. 만성 아킬레스건 파열에서 장족무지굴건 이전술 후 발목 족저굴곡력의 회복은 정상측과 비교해 약 16%~35% 정도 저하된 수준까지 호전되는 것으로 보고되고 있다.^{20,32)} Elgohary 등³³⁾은 장족무지굴건 이전술을 통한 아킬레스건 재건술 후 재파열 없이 양호한 임상 결과를 보고하였으며 모든 환자들이 스포츠 활동에 복귀가 가능하였으나 수상 전 수준의 운동능력을 회복하기는 어렵다고 하였다. Alhaug 등³⁴⁾은 장족무지굴건 이전술 후 정상측과 비교해 유사한 수준의 최대 족저굴곡력(maximal plantarflexion strength) 회복이 이루어졌고 반복적인 뒤꿈치 들기 검사(heel rise endurance test)상 근 지구력(endurance)에서는 큰 차이가 있었으나 환자들의 보행능력에 특별한 영향은 없었음을 보고하였다. 만성 아킬레스건 파열에서 장족무지굴건 이전술 단독 술

식과 비복근막 피판술을 같이 시행한 복합 술식 사이의 임상 결과를 비교한 연구에서 Koh 등³⁵⁾은 두 술식 사이에 임상평가 점수(AOFAS score, short form health survey)에서 유의한 차이가 없었으며 수술 소요시간만 복합 술식에서 더 길었음을 보고하였다.

단비굴건을 이용한 아킬레스건 재건술 후의 결과로 Maffulli 등^{36,37)}은 평균 6.5 cm의 결손 간격을 보인 환자들에서 재파열이나 비복 신경 손상 없이 비교적 양호한 기능 회복과 운동 복귀가 가능하였음을 보고하였으며 기존의 개방적 술식을 변형한 최소 침습적 건 이전술의 유용성을 주장하였다. 또한 정상측과 비교해 유의한 외번근력(eversion strength)의 저하가 남았으나 대부분의 환자들이 까치발 보행(tiptoe gait)과 최소 10회 이상의 연속적인 한쪽 발뒤꿈치 들기(single limb heel raise)가 가능하였으며, 단비굴건의 희생과 관련된 임상적으로 뚜렷한 불편감은 발견되지 않았다고 하였다. 이 술식에서 단비굴건은 제 5중족골 기저부에 만들어지는 별도의 피부 절개를 통해 채취되며, 근위부로 빼내어 아킬레스건의 양 파열단을 통과하여 봉합시킨다.³⁶⁾ 장족지굴건을 이용한 아킬레스건 재건술 후의 결과로 Mann 등³⁸⁾은 평균 39개월 추시상 재파열 없이 약 86%의 환자들에서 양호한 임상 결과를 얻었음을 보고하였다. de Cesar Netto 등³⁹⁾은 장족지굴건 이전술 후 92%의 환자들에서 한쪽 발뒤꿈치 들기가 가능하였고 약 6.6%에서 소족지 굴곡력의 저하가 남았으나 보행 및 일상생활에서의 특별한 불편감은 없었다고 하였다.

6) 자가건 이식술(reconstruction using auto-tendon graft)

파열단 사이의 결손 간격이 6cm 이상으로 큰 경우 사용되며 주로 이용되는 자가건(free tendon autograft)으로는 슬괭건(hamstring tendon), 슬개건(patellar tendon), 대퇴사두건(quadriceps tendon) 등이 보고되고 있다(Fig. 6).^{9,14)} Maffulli와 Ajis¹⁾는 자가건 이전술 만으로는 충분한 재건이 부족하거나 결손 간격이 6.5 cm 이상인 경우 슬괭건 이식을 이용한 재건술을 권장하였다. Maffulli 등⁴⁰⁾은 동측 무릎에서 채취한 자가 반건양건(semi-tendinosus) 이식을 통한 아킬레스건 재건술 후 양호한 임상 결과 및 높은 환자 만족도를 보고하였으며, 술 전보다는 유의한 회복을 얻었으나 정상측과 비교했을 때 종아리 두께의 차이와 족저굴곡력의 저하가 남았다고 하였다. Dumbre Patil 등⁴¹⁾도 자가 반건양건 이식술 후 모든 환자들

이 수상 전의 일상생활 능력을 회복했으며 도수 근력 검사상 술 전 2 등급에서 술 후 4~5 등급으로 족저굴곡력의 호전이 이루어졌음을 보고하였다. Maffulli와 Leadbetter¹¹⁾는 평균 6.8 cm의 결손 간격을 보인 만성 아킬레스건 파열 환자들에서 박건(gracilis tendon) 이식을 이용한 아킬레스건 재건술을 시행한 결과, 재파열이나 공여부 합병증(donor site morbidity) 없이 양호한 기능적 회복을 보였으나 종아리 위축과 족저굴곡력 저하가 정상 수준으로 회복되기는 어렵다고 하였다. Mudgal 등⁴²⁾은 대퇴사두근-슬개골편(quadriceps bone-tendon graft) 이식을 이용해 성공적인 아킬레스건 재건술 결과를 보고한 바 있다.

7) 동종건 이식술(reconstruction using allo-tendon graft)

동종 아킬레스건 또는 반건양건 이식을 통한 재건술이 주로 사용되며 이식건의 길이가 충분하여 다양한 방법의 고정 및 봉합이 가능한 점, 자가건 채취에 소요되는 시간을 줄일 수 있는 점, 공여부 합병증이 없는 점, 모양과 두께가 원래 조직과 동일하므로 조직의 최종 치유 시 이상적인 결과를 기대할 수 있다는 장점이 있다.^{3,4,43)} 반면 동종건의 이물 반응, 전염성 질환의 전파, 심부 감염 등의 우려가 있고, 두껍고 긴 동종건 조직이 자가 조직으로 치유되는 시기가 길어질 수 있으며, 자가 조직으로 제대로 치환되지 못할 경우 건 파열이 발생할 가능성이 크다는 문제점이 있다. Den Hartog⁵⁾는 결손 간격이 5~10 cm 사이인 경우에는 비복근막 젖혀내림 피판술과 장족무지굴건 이전술이 가능하나, 10 cm 이상의 광범위 결손에서는 동종 아킬레스건을 이용한 재건술이 필요하다고 하였다. Hollowell과 Baione⁴⁴⁾은 동종 아킬레스건 이식을 통해 성공적인 아킬레스건 재건술 결과를 보고한 바 있다. Ofili 등⁴⁵⁾도 14명의 환자들에서 특별한 창상 합병증 없이 동종 아킬레스건을 이용한 재건술이 시행되었음을 보고하였으며, 아킬레스건 기시부의 잔존 건이 매우 불량한 경우 골편(calcaneal bone block)을 포함한 동종 아킬레스건 이식술이 유용하다고 하였다.

8) 최소 침습적 아킬레스건 재건술(minimal invasive reconstruction)

만성 아킬레스건 파열에 대한 대부분의 재건술식들은 비교적 긴 피부절개와 연부조직 박리를 요하므로 이와 관련된 합병증을 최소화하기 위해 다양한 최소 침습적 술식들이 시도되고 있다. 몇몇 저자들에 의해 내시경을 이용한 장족무지굴건 이전술(endoscopic-assisted flexor hallucis longus transfer) 후의 양호한 임상 결과와 장점들이 보고되고 있다.^{19,46)} Maffulli 등^{40,47)}은 자가 반건양건 또는 단비골건과 견고 고정 나사를 이용하는 최소 침습적 재건술식들을 통해 성공적인 치료 결과를 얻었음을 보고하였다. 이들이 사용한 최소 침습적 술식들은 비슷한 중기 추시 임상 결과와 일상생활로의 복귀 소요시간(time to return to daily living)을 보였으나 스포츠 활동으

로의 복귀 소요시간(time to return to sports)은 단비골건 이전술이 평균 6.9개월로 자가 반건양건 이식술(평균 5.8개월)이나 장족무지굴건 이전술(평균 6.1개월)에 비해 유의하게 더 느린 회복속도를 나타냈다.⁴⁷⁾ Bąkowski 등¹²⁾도 최소 침습적 자가 반건양건 이식술 후 창상 합병증이 없었으며 기존의 개방적 재건술식에 비해 약 2주 정도 고정기간을 줄일 수 있었고 술 후의 즉각적인 부분 체중부하와 빠른 보행 복귀(return to walking)도 가능하였음을 보고하였다.

3. 근거에 기반한 만성 아킬레스건 파열 치료 방법들의 평가

만성 아킬레스건 파열의 치료에 관한 최근의 체계적 문헌고찰(systemic review)에 따르면 다양한 치료 방법들의 임상적 근거(evidence-based recommendations)를 다음과 같이 평가하였다(Table 2).¹⁴⁾ 여러 재건술식들이 대체적으로 양호한 임상 결과와 기능적 호전을 보고하고 있으나 현재까지는 장족무지굴건 이전술과 자가건 이식을 통한 아킬레스건 재건술만이 비교적 높은 수준의 객관적인 근거(fair evidence with Level III or IV studies)를 갖추고 있는 것으로 나타났다.

4. 심부 정맥 혈전증 예방

아킬레스건 파열이 있을 경우 하퇴 삼두근의 수축에 의한 정맥순환 기능(calf muscle pump)이 감소하기 때문에 심부 정맥 혈전증(deep vein thrombosis prophylaxis)의 발생 빈도가 높아진다. 특히 비수술적 치료 시 수술적 치료 때보다 약 4배 정도 높은 발생 빈도를 보였으며,⁴⁸⁾ 이는 비수술적 치료의 경우 수술적 치료보다 재활 진행 속도가 느려 하퇴 삼두근의 기능 회복에 더 오랜 시간이 소요되기 때문인 것으로 보고되었다.⁴⁹⁾ Bullock 등⁵⁰⁾의 보고에 따르면 만성 아킬레스건 파열 재건술 후 심부 정맥 혈전증은 17.6%, 폐색전증(pulmonary embolism)은 11.8%의 발생 빈도를 보이는 것으로 조사되었으며 급성 아킬레스건 파열 봉합술이나 아킬레스건 병증

Table 2. Evidence-Based Recommendation for Various Treatment Options in Chronic Achilles Tendon Rupture

Treatment	Grade of recommendation*
Non-operative management	I
Primary repair	I
V-Y tendon advancement	C
FHL tendon transfer	B
Gastrocnemius fascia turn-down flap	C
Allo-tendon graft reconstruction	I
Auto-tendon graft reconstruction	B

Data from the article of Kraeutler et al. (Foot Ankle Int. 2017;38:921-9).¹⁴⁾

FHL: flexor hallucis longus.

*Grade A: supported by strong evidence (consistent with Level I or II studies), Grade B: supported by fair evidence (consistent with Level III or IV studies), Grade C: supported by either conflicting or poor quality evidence (Level IV studies), Grade I: insufficient evidence exists to make a recommendation.

(tendinopathy) 수술 시에 비해 유의하게 더 높은 빈도를 보였다고 하였다. 심부 정맥 혈전증을 예방하기 위한 방법은 크게 물리적인 방법과 약물적인 방법으로 나눌 수 있다. 물리적 방법으로는 항혈전 스타킹, 족부 펌프장치, 간헐적 공기압박장치(intermittent compression device) 등이 있으며, 약물적 방법으로는 아스피린, 와파린(warfarin), 저분자량 헤파린(low molecular weight heparin), 미분획 헤파린(unfractionated heparin) 등이 있다. 만성 아킬레스건 파열의 수술적 치료 시 재건술식에 관계 없이 심부 정맥 혈전증 방지를 위한 항응고제(anticoagulant) 투여가 필요하다는 의견도 있으나⁹⁾ 현재까지의 일반적인 치료지침은 모든 환자에서의 일괄적인 예방적 약물 투여를 권장하지는 않는다.⁵¹⁻⁵³⁾ 환자 개개인의 특성을 고려하여 당뇨, 흡연, 비만, 고지혈증 등의 정맥 혈전증 고위험 인자를 가지고 있거나 장기간의 고정 치료(prolonged cast immobilization)와 거동 지연(delayed ambulation)이 예상되는 경우 특별한 출혈 위험이 없다면 예방적 약물 투여가 권장되며 기간은 7일에서 최대 35일까지의 사용을 권장하고 있다.⁵⁴⁾

5. 수술 후의 재활치료(rehabilitation after Achilles tendon reconstruction)

아킬레스건 재건술식의 종류 및 연부조직의 상태에 따라 술 후의 고정기간과 재활방법은 다양하게 적용될 수 있다. 대개 수술 후 발목 족저굴곡 상태에서 단하지 석고고정을 하고 술 후 2~4주경 발목의 각도를 점차적으로 중립위(plantigrade) 위치로 바꾸어 석고고정을 유지한다. 술 후 4~6주경 석고고정을 제거하고 능동적 관절운동과 근육강화 운동을 시작하며 보행 보조기(walking brace) 착용하에 점진적인 체중부하 보행 재활치료를 진행한다. 최근에는 석고고정 대신 기능적 보조기(dorsiflexion stop ankle foot orthosis)를 이용하여 초기 체중부하와 능동적 관절운동을 허용하는 치료법들이 시행되고 있으며 점차 초기 재활을 강조하는 추세이다.¹⁴⁾ 대개 10~12주경에 보조기를 제거하게 되며 국소적인 부종과 통증이 사라지면 점차적으로 스포츠 활동을 시작한다. 단, 재파열의 위험도가 술 후 6주에서 4개월 사이에 가장 높은 것으로 보고되고 있으므로 충분한 준비 운동(warming-up)과 운동 강도의 점진적인 증가가 필요하다.⁵⁵⁾ 수영이나 자전거 타기 등의 가벼운 운동은 술 후 4~5개월경부터 가능하나 수상 전 스포츠 활동으로의 완전한 복귀에는 6~10개월가량이 소요되는 것으로 보고되고 있다.^{4,8)}

결론

만성 아킬레스건 파열에 대한 다양한 재건술식들이 개발되어 사용되고 있으며 비교적 양호한 임상 결과들이 보고되고 있으나 근거에 기반한 표준화된 치료 지침은 아직 부족한 실정이다. 성공적인 치료 결과를 얻기 위해서는 파열부의 결손 간격과 잔존 조직의 상태를

고려한 적절한 아킬레스건 재건술식의 선택뿐만 아니라 창상 합병증을 최소화할 수 있는 조심스러운 연부조직 처치, 잘 계획된 꾸준한 재활치료가 필요하다. 또한 수술적 치료 전 환자의 일상적 활동능력과 운동 참여도, 직업, 치료 기대치, 술자의 숙련도 등에 대한 고려가 필요하며 수술 후 보다 활발한 일상생활과 스포츠 참여가 가능하더라도 어느 정도의 종아리 위축이나 족저굴곡력 저하 등이 남을 수 있음을 환자와 충분히 상의해야 한다.

ORCID

Byung-Hyun Ahn, <https://orcid.org/0000-0001-9906-022X>

REFERENCES

1. Maffulli N, Ajis A. Management of chronic ruptures of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1348-60. doi: 10.2106/JBJS.G.01241.
2. Maffulli N, Ajis A, Longo UG, Denaro V. Chronic rupture of tendo Achillis. *Foot Ankle Clin.* 2007;12:583-96, vi. doi: 10.1016/j.fcl.2007.07.007.
3. Padanilam TG. Chronic Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Clin.* 2009;14:711-28. doi: 10.1016/j.fcl.2009.08.001.
4. Schweitzer KM Jr, Dekker TJ, Adams SB. Chronic Achilles ruptures: reconstructive options. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26:753-63. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00158.
5. Den Hartog BD. Surgical strategies: delayed diagnosis or neglected Achilles' tendon ruptures. *Foot Ankle Int.* 2008;29:456-63. doi: 10.3113/FAI.2008.0456.
6. Myerson MS. Achilles tendon ruptures. *Instr Course Lect.* 1999;48:219-30.
7. Yasuda T, Shima H, Mori K, Kizawa M, Neo M. Direct repair of chronic Achilles tendon ruptures using scar tissue located between the tendon stumps. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98:1168-75. doi: 10.2106/JBJS.15.00865.
8. Malagelada F, Clark C, Dega R. Management of chronic Achilles tendon ruptures-a review. *Foot (Edinb).* 2016;28:54-60. doi: 10.1016/j.foot.2016.05.001.
9. Chen C, Hunt KJ. Open reconstructive strategies for chronic Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Clin.* 2019;24:425-37. doi: 10.1016/j.fcl.2019.04.002.
10. Lin YJ, Duan XJ, Yang L. V-Y tendon plasty for reconstruction of chronic Achilles tendon rupture: a medium-term and long-term follow-up. *Orthop Surg.* 2019;11:109-16. doi: 10.1111/os.12429.
11. Maffulli N, Leadbetter WB. Free gracilis tendon graft in neglected tears of the Achilles tendon. *Clin J Sport Med.* 2005;15:56-61. doi: 10.1097/01.jsm.0000152714.05097.ef.
12. Bąkowski P, Cierniewska-Gorzela K, Talaśka K, Górecki J, Wojtkowiak D, Kerkhoffs GMMJ, et al. Minimally invasive reconstruction technique for chronic Achilles tendon tears allows rapid return to walking and leads to good functional recovery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28:305-11. doi: 10.1007/s00167-019-05723-9.

13. Maffulli N, Via AG, Oliva F. Chronic Achilles tendon disorders: tendinopathy and chronic rupture. *Clin Sports Med.* 2015;34:607-24. doi: 10.1016/j.csm.2015.06.010.
14. Kraeutler MJ, Purcell JM, Hunt KJ. Chronic Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int.* 2017;38:921-9. doi: 10.1177/1071100717709570.
15. Cho HJ, Yeo JH, Lee KB. Reconstruction of chronic Achilles tendon rupture using interposed scar tissue (a report of two cases). *J Korean Foot Ankle Soc.* 2013;17:316-20.
16. Chen TM, Rozen WM, Pan WR, Ashton MW, Richardson MD, Taylor GI. The arterial anatomy of the Achilles tendon: anatomical study and clinical implications. *Clin Anat.* 2009;22:377-85. doi: 10.1002/ca.20758.
17. Steginsky BD, Van Dyke B, Berlet GC. The missed Achilles tear: now what? *Foot Ankle Clin.* 2017;22:715-34. doi: 10.1016/j.fcl.2017.07.004.
18. Vega J, Vilá J, Batista J, Malagelada F, Dalmau-Pastor M. Endoscopic flexor hallucis longus transfer for chronic noninsertional Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Int.* 2018;39:1464-72. doi: 10.1177/1071100718793172.
19. Porter DA, Mannarino FP, Snead D, Gabel SJ, Ostrowski M. Primary repair without augmentation for early neglected Achilles tendon ruptures in the recreational athlete. *Foot Ankle Int.* 1997;18:557-64. doi: 10.1177/107110079701800905.
20. Elias I, Besser M, Nazarian LN, Raikin SM. Reconstruction for missed or neglected Achilles tendon rupture with V-Y lengthening and flexor hallucis longus tendon transfer through one incision. *Foot Ankle Int.* 2007;28:1238-48. doi: 10.3113/FAI.2007.1238.
21. Guclu B, Basat HC, Yildirim T, Bozduman O, Us AK. Long-term results of chronic Achilles tendon ruptures repaired with V-Y tendon plasty and fascia turndown. *Foot Ankle Int.* 2016;37:737-42. doi: 10.1177/1071100716642753.
22. Gerdes MH, Brown TD, Bell AL, Baker JA, Levson M, Layer S. A flap augmentation technique for Achilles tendon repair. Postoperative strength and functional outcome. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(280):241-6.
23. Us AK, Bilgin SS, Aydin T, Mergen E. Repair of neglected Achilles tendon ruptures: procedures and functional results. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1997;116:408-11. doi: 10.1007/BF00434001.
24. Ahmad J, Jones K, Raikin SM. Treatment of chronic Achilles tendon ruptures with large defects. *Foot Ankle Spec.* 2016;9:400-8. doi: 10.1177/1938640016640895.
25. Mulier T, Pienaar H, Dereymaeker G, Reynders P, Broos P. The management of chronic achilles tendon ruptures: gastrocnemius turn down flap with or without flexor hallucis longus transfer. *Foot Ankle Surg.* 2003;9:151-6. doi: 10.1016/S1268-7731(03)00048-1.
26. Sanada T, Uchiyama E. Gravity equinus position to control the tendon length of reversed free tendon flap reconstruction for chronic Achilles tendon rupture. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56:37-41. doi: 10.1053/jjfas.2016.09.007.
27. Seker A, Kara A, Armagan R, Oc Y, Varol A, Sezer HB. Reconstruction of neglected achilles tendon ruptures with gastrocnemius flaps: excellent results in long-term follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136:1417-23. doi: 10.1007/s00402-016-2506-9.
28. Peterson KS, Hentges MJ, Catanzariti AR, Mendicino MR, Mendicino RW. Surgical considerations for the neglected or chronic Achilles tendon rupture: a combined technique for reconstruction. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53:664-71. doi: 10.1053/jjfas.2013.10.001.
29. El Shewy MT, El Barbary HM, Abdel-Ghani H. Repair of chronic rupture of the achilles tendon using 2 intratendinous flaps from the proximal gastrocnemius-soleus complex. *Am J Sports Med.* 2009;37:1570-7. doi: 10.1177/0363546509333009.
30. Wapner KL, Pavlock GS, Hecht PJ, Naselli F, Walther R. Repair of chronic Achilles tendon rupture with flexor hallucis longus tendon transfer. *Foot Ankle.* 1993;14:443-9. doi: 10.1177/107110079301400803.
31. Rahm S, Spross C, Gerber F, Farshad M, Buck FM, Espinosa N. Operative treatment of chronic irreparable Achilles tendon ruptures with large flexor hallucis longus tendon transfers. *Foot Ankle Int.* 2013;34:1100-10. doi: 10.1177/1071100713487725.
32. Oksanen MM, Haapasalo HH, Elo PP, Laine HJ. Hypertrophy of the flexor hallucis longus muscle after tendon transfer in patients with chronic Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Surg.* 2014;20:253-7. doi: 10.1016/j.fas.2014.06.003.
33. Elgohary HEA, Elmoghazy NA, Abd Ellatif MS. Combined flexor hallucis longus tendon transfer and gastrocnemius recession for reconstruction of gapped chronic achilles tendon ruptures. *Injury.* 2016;47:2833-7. doi: 10.1016/j.injury.2016.10.029.
34. Alhaug OK, Berdal G, Husebye EE, Hvaal K. Flexor hallucis longus tendon transfer for chronic Achilles tendon rupture. A retrospective study. *Foot Ankle Surg.* 2019;25:630-5. doi: 10.1016/j.fas.2018.07.002.
35. Koh D, Lim J, Chen JY, Singh IR, Koo K. Flexor hallucis longus transfer versus turndown flaps augmented with flexor hallucis longus transfer in the repair of chronic Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Surg.* 2019;25:221-5. doi: 10.1016/j.fas.2017.10.019.
36. Maffulli N, Spiezia F, Pintore E, Longo UG, Testa V, Capasso G, et al. Peroneus brevis tendon transfer for reconstruction of chronic tears of the Achilles tendon: a long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:901-5. doi: 10.2106/JBJS.K.00200.
37. Maffulli N, Oliva F, Costa V, Del Buono A. The management of chronic rupture of the Achilles tendon: minimally invasive peroneus brevis tendon transfer. *Bone Joint J.* 2015;97-B:353-7. doi: 10.1302/0301-620X.97B3.33732.
38. Mann RA, Holmes GB Jr, Seale KS, Collins DN. Chronic rupture of the Achilles tendon: a new technique of repair. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:214-9.
39. de Cesar Netto C, Chinanuvathana A, Fonseca LFD, Dein EJ, Tan EW, Schon LC. Outcomes of flexor digitorum longus (FDL) tendon transfer in the treatment of Achilles tendon disorders. *Foot Ankle Surg.* 2019;25:303-9. doi: 10.1016/j.fas.2017.12.003.
40. Maffulli N, Loppini M, Longo UG, Maffulli GD, Denaro V. Minimally invasive reconstruction of chronic achilles tendon ruptures using the ipsilateral free semitendinosus tendon graft and interference screw fixation. *Am J Sports Med.* 2013;41:1100-7. doi: 10.1177/0363546513479017.
41. Dumbre Patil SS, Dumbre Patil VS, Basa VR, Dombale AB. Semitendinosus tendon autograft for reconstruction of large defects in chronic Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int.* 2014;35:699-705. doi: 10.1177/1071100714531228.
42. Mudgal CS, Martin TL, Wilson MG. Reconstruction of Achilles tendon defect with a free quadriceps bone-tendon graft without anastomosis. *Foot Ankle Int.* 2000;21:10-3. doi: 10.1177/107110070002100102.

43. Song YJ, Hua YH. Tendon allograft for treatment of chronic Achilles tendon rupture: a systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2019;25:252-7. doi: 10.1016/j.fas.2018.02.002.
44. Hollawell S, Baione W. Chronic Achilles tendon rupture reconstructed with Achilles tendon allograft and xenograft combination. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54:1146-50. doi: 10.1053/j.jfas.2014.09.006.
45. Ofili KP, Pollard JD, Schuberth JM. The neglected Achilles tendon rupture repaired with allograft: a review of 14 cases. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55:1245-8. doi: 10.1053/j.jfas.2016.01.001.
46. Syed TA, Perera A. Endoscopic management of chronic Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Clin.* 2019;24:459-70. doi: 10.1016/j.fcl.2019.04.010.
47. Maffulli N, Oliva F, Maffulli GD, Buono AD, Gougoulas N. Surgical management of chronic Achilles tendon ruptures using less invasive techniques. *Foot Ankle Surg.* 2018;24:164-70. doi: 10.1016/j.fas.2017.02.002.
48. Kocher MS, Bishop J, Marshall R, Briggs KK, Hawkins RJ. Operative versus nonoperative management of acute Achilles tendon rupture: expected-value decision analysis. *Am J Sports Med.* 2002;30:783-90. doi: 10.1177/03635465020300060501.
49. Soroceanu A, Sidhwa F, Aarabi S, Kaufman A, Glazebrook M. Surgical versus nonsurgical treatment of acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:2136-43. doi: 10.2106/JBJS.K.00917.
50. Bullock MJ, DeCarbo WT, Hofbauer MH, Thun JD. Repair of chronic Achilles ruptures has a high incidence of venous thromboembolism. *Foot Ankle Spec.* 2017;10:415-20. doi: 10.1177/1938640016679706.
51. Makhdom AM, Cota A, Saran N, Chaytor R. Incidence of symptomatic deep venous thrombosis after Achilles tendon rupture. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52:584-7. doi: 10.1053/j.jfas.2013.03.001.
52. Nilsson-Helander K, Thurin A, Karlsson J, Eriksson BI. High incidence of deep venous thrombosis after Achilles tendon rupture: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:1234-8. doi: 10.1007/s00167-009-0727-y.
53. Patel A, Ogawa B, Charlton T, Thordarson D. Incidence of deep vein thrombosis and pulmonary embolism after Achilles tendon rupture. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:270-4. doi: 10.1007/s11999-011-2166-6.
54. Fleischer AE, Abicht BP, Baker JR, Boffeli TJ, Jupiter DC, Schade VL. American College of Foot and Ankle Surgeons' clinical consensus statement: risk, prevention, and diagnosis of venous thromboembolism disease in foot and ankle surgery and injuries requiring immobilization. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54:497-507. doi: 10.1053/j.jfas.2015.02.022.
55. Suchak AA, Bostick GP, Beaupré LA, Durand DC, Jomha NM. The influence of early weight-bearing compared with non-weight-bearing after surgical repair of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1876-83. doi: 10.2106/JBJS.G.01242.