



# 아킬레스건 파열 이후의 능동적인 관절 범위 운동이 없는 간단한 재활 운동 방법

황재광, 정영주, 서동교

울산대학교 의과대학 강릉아산병원 정형외과학교실

## Simple Postoperative Exercise of Acute Achilles Tendon Rupture without Active Range of Motion Exercise

Jae-Kwang Hwang, Youngjoo Jung, Dong-Kyo Seo

Department of Orthopedic Surgery, Gangneung Asan Hospital, University of Ulsan College of Medicine, Gangneung, Korea

**Purpose:** Postoperative exercise for acute Achilles tendon rupture is important for a patient's return to daily life and sports. On the other hand, the protocol requires considerable effort to educate patients and continuous checking. This study evaluated the outcome of a new simple and delayed rehabilitation protocol after Achilles tendon rupture repair.

**Materials and Methods:** From July 2014 to November 2020, one hundred eighty-three patients were operated on by one surgeon. The exercise protocol was classified into two methods. One group (immediate protocol, control group) started immediate full weight bearing with a 20° plantar flexion range of motion from two days postoperatively. Ankle dorsiflexion was restricted to 0°. The other group (delayed protocol, case group) started full weight bearing with a controlled ankle motion boot from two weeks postoperatively. No range of motion exercise was allowed until six weeks postoperatively. Age, sex, body mass index, ankle range of motion, muscle power, time to return to previous physical activity, functional score, and complication rate were evaluated. The results of the two groups were compared using a Mann-Whitney test. Statistical significance was set as  $p < 0.05$ .

**Results:** The range of motion, double heel rising, and one-leg standing were achieved faster in the control group ( $p < 0.05$ ). However, single-heel rising, repeated single-heel rising, return to previous activity (work, run, and sport), and functional scores showed no statistical difference ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Simple and delayed postoperative rehabilitation of acute Achilles tendon rupture without active range of motion exercises showed satisfactory functional results and a low complication rate.

**Key Words:** Achilles tendon rupture, Full weight bearing, Range of motion, Postoperative exercise

## 서론

Received October 27, 2022 Revised January 20, 2023

Accepted January 20, 2023

Corresponding Author: Dong-Kyo Seo

Department of Orthopedic Surgery, Gangneung Asan Hospital, University of Ulsan College of Medicine, 38 Bangdong-gil, Sacheon-myeon, Gangneung 25440, Korea

Tel: 82-33-610-3240, Fax: 82-33-641-8050, E-mail: dongkyoseo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5071-6870>

The summary of this article was presented at the 66th Annual Congress of the Korean Orthopaedic Association 2022.

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

아킬레스건 손상은 흔한 스포츠 손상의 하나로 비만율의 증가, 인구의 고령화, 스포츠 활동의 증가로 인하여 유병률이 지속적으로 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 치료 방법은 크게 수술적 치료 방법과 보존적 치료 방법으로 나뉘는데, 치료 방법의 선택에 있어서는 논란의 여지가 있다.<sup>2)</sup> 하지만 어떤 치료 방법을 선택하더라도 치료 후 적극적인 기능 재활이 일상생활 및 스포츠 활동으로의 빠른 복귀, 환자의 만족도를 포함한 치료 결과에 매우 중요한 것으로 알려져 있다.<sup>3,4)</sup> 아킬레스건

수술 이후 기능적 재활(functional rehabilitation)은 현재 수많은 프로토콜이 제안되고 있다.<sup>5-9)</sup> 확립된 프로토콜은 없지만 더 적은 고정, 빠른 발목 관절 범위 운동, 빠른 체중부하가 더 좋은 결과를 보인다는 연구 결과가 축적되고 있어 적극적인 재활 운동이 권장되고 있다.<sup>4)</sup> 본원에서도 급성 아킬레스건 파열에 대하여 봉합술 시행 후 빠른 기능적 재활 프로토콜로 만족스러운 결과를 얻은 바 있다.<sup>10)</sup> 하지만 빠르고 적극적인 기능적 재활을 위해서 자세한 교육과 특수한 보조 장치, 지속적인 관찰을 요한다는 단점이 있었으며, 술 후 아킬레스건 연장, 보조기 파손, 조작 실수 등의 합병증 또한 발생하였다. 이에 따라 이전 방법에 비해 상대적으로 느리지만 간단하고 안전한 술 후 기능적 재활 방법을 시행하였고, 그 결과를 이전 빠른 기능적 재활 방법과 비교하여 결과를 분석해 보고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 환자 선정 기준

본 연구는 2014년 7월에서부터 2020년 11월까지 본원에서 아킬레스건 봉합술을 시행한 183명의 환자에 대해 분석하였다. 원내 의료 윤리 위원회의 승인하에 후향적으로 진행되었다. 모든 수술은 1명의 족부족관절 전문의에 의하여 동일한 방법으로 시행되었다.<sup>10)</sup> 수상 후 4주 이상 경과하여 수술을 시행한 환자, 골절이 동반된 경우, 선천적 근골격계 이상, 재파열로 수술한 경우, 열상에 의한 아킬레스건 파열, 추시가 1년 이상 시행되지 못한 경우 연구에서 제외하였으며 총 42명의 환자가 제외되어 최종적으로 141명의 환자가 최종적으로 분석에 포함되었다. 환자는 재활 방법에 따라 두 군으로 나누어 분석하였다.

**Table 1.** Comparison of Postoperative Exercise Protocol of Two Groups

	Immediate protocol (control)	Delayed protocol (case)
POD 2 day	Full weight-bearing walk with ROM CAM boot Active ROM (0 to 20 PF with ROM CAM boot)	Partial weight-bearing walk with fixed CAM boot No ROM exercise (fixed CAM boot)
POD 2 week	Stitch out	Stitch out, Full weight-bearing walk, passive ROM
POD 4 week	ROM CAM boot remove, ordinary shoes ROM exercise	
POD 6 week	Muscle strengthening exercise	Fixed CAM boot remove, ordinary shoes ROM exercise, muscle strengthening exercise
POD 12 week	ROM exercise, muscle strength exercise, running, sports	

POD: postoperative day, ROM: range of motion, PF: plantar flexion, CAM: controlled ankle motion.

### 2. 수술 및 수술 후 관리 및 재활

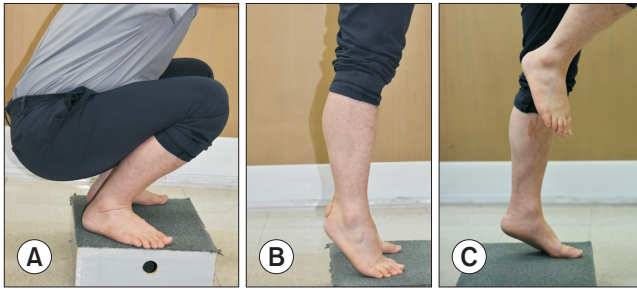
수술은 척추 마취하에 엎드린 자세로 후방 절개를 하여 파열된 건의 양쪽 끝을 흡수성 봉합사를 이용하여 봉합하였다. 술 후 즉시 체중부하 및 관절 가동을 시행한 군(조기 재활군, 대조군)은 수술 후 2일째부터 각도 조절 가능한 족관절 보조기(motion adjustable controlled ankle motion boot)를 착용하여 족배 굴곡을 0도, 족저 굴곡을 20도 제한 후 전 체중부하를 시작하였다. 4주째 보조기를 풀고 일반 신발을 신고 관절 운동을 시작하였으며, 동시에 근력 강화 운동을 시작하였다. 한쪽 뒤꿈치 들기(single heel raise), 쪼그려 앉기(squat), 고무밴드를 이용한 관절 가동 운동 및 근력 강화 운동을 하도록 교육하였으며 수술 후 2주, 4주(조기 재활군), 6주, 3, 6, 9, 12개월마다 외래에 내원하여 경과를 관찰하였다.

비교적 늦은 관절 가동 및 체중부하를 시행한 군(지연 재활군, 실험군)은 수술 후 2일째 중립 상태로 관절 가동이 불가능한 족관절 보조기(controlled ankle motion)를 착용한 후 부분 체중부하를 허용하고, 2주째부터 전 체중부하를 허용하였다. 6주째 보조기를 풀고 일반 신발로 바꾸어 관절 가동을 허용하고 대조군과 동일한 근력 강화 운동을 시작하였다. 두 군 모두 술 후 12주까지 근력 강화 운동과 범위 운동을 시행하였고, 그 이후로는 달리기와 스포츠 활동을 시행하였다. 술 후 2, 6주, 3, 6, 9, 12개월에 외래를 내원하여 경과를 관찰하였다(Table 1, Fig. 1).

경과에 대한 비교는 외래에서 이학적 검사 후 작성한 전자의무 기록을 참고하여 시행하였다. 나이, 성별, 체질량지수(body mass index) 등 인구통계학적 수치를 측정하였다. 관절 가동 범위는 기능적으로 최대의 쪼그려 앉기가 가능한 슬관절 각도로 측정하였다. 근력은 양쪽 뒤꿈치 들기(double heel raise), 5초 이상 한 발 서기(one leg standing), 한쪽 뒤꿈치 들기, 반복적인 한쪽 뒤꿈치 들기(repeated single heel raise, 연속 5회 이상), 직장으로 복귀, 달리기, 스포츠 활동이 가능한 시기로 평가하였다(Fig. 2). 감염, 재파열, 건 연장(tendon elongation), 보조기 파손, 조작 실수(orthosis failure)를 포함한 합병증 발생 정도를 비교하였다. 건 연장은 건측



**Figure 1.** Controlled ankle motion boot with range of motion (A), and without range of motion (B).



**Figure 2.** Full squat was considered as dynamic full range of motion of ankle (A). Double heel rise exercise (B) and single heel rise exercise (C).

에 비해서 발목관절의 족배 굴곡이 10도 이상인 경우로 정의하였다. 족관절 기능은 Achilles Tendon Total Rupture Score (ATRS)를 수술 전, 후 측정하여 비교하였다. 두 집단의 통계값에 대한 비교는 Mann-Whitney test를 이용하였으며, 통계적 유의성은  $p$ 값이 0.05 이하인 경우로 정하였다. 모든 분석에는 IBM SPSS Statistics ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다.

## 결 과

두 집단 간 인구통계학적 차이는 없었다(Table 2). 최대 관절 가동 범위가 가능한 시점, 양측 뒤꿈치 들기, 5초 이상 한 발 서기의 경우 조기 재활군(대조군)에서 유의하게 빨랐다( $p < 0.05$ ). 그러나 한쪽 뒤꿈치 들기, 반복적인 한쪽 뒤꿈치 들기, 이전 활동으로의 복귀 시점(직장, 달리기, 스포츠 활동), 기능 점수는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 합병증은 조기 재활군에서 더 많이 발생하였다(Table 3).

## 고 찰

아킬레스건 파열은 가장 흔한 인대 파열로 스포츠 활동의 증가 및 비만을, 인구 고령화의 진행에 의해 지속적으로 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 평균 40대에 가장 흔하게 발생하는 것으로 알려져 있으며, 25세와 40세 유병률이 높은 것으로 보고되었다.<sup>11)</sup> 또한 남성이 여성에 비해 2배에서 12배 정도 더 자주 발생하였다.<sup>12)</sup> 하지만 최근에는 여성과 고령자의 스포츠 참여가 늘어나면서 이러한 나이와 성별의 분포가 달라지고 있다.<sup>13,14)</sup>

전통적으로는 급성 아킬레스건 파열의 수술 후 수주 간 족저 굴곡 상태로 단하지 석고고정을 하여 비 체중부하 보행을 하였다.<sup>15,16)</sup> 그러나 심부정맥 혈전증이나 종아리 근육 위축, 발목 관절 강직 등의 합병증과 재파열의 위험성 때문에 수술 후 조기 운동이 추천되고 있다.<sup>17,18)</sup> 적극적인 조기 관절 가동 허용과 체중부하 허용이 환자의 삶의 질, 활동 수준 및 치료의 만족도를 높인다는 연구 결과는 여러 보고에서 확인되었다.<sup>3,4,19,20)</sup> 확정된 치료 방법은 없으나 점차 더 적은 고정 기간과 빠른 체중부하, 관절 범위 운동이 권유되고 있으며, 이

**Table 2.** Demographic Status of Two Groups

	Immediate protocol (control)	Delayed protocol (case)	p-value
Feet	93	48	
Age (yr)	43.8±8.1	42.8±10.9	>0.05
Sex ratio (M:F)	77:16	41:7	>0.05
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.7±2.8	25.2±2.6	>0.05

Values are presented as number only or mean±standard deviation.

M: male, F: female, BMI: body mass index.

**Table 3.** Comparison of Postoperative Exercise result between Two Groups

	Immediate protocol (control, wk)	Delayed protocol (case, wk)	p-value
Full squat (ROM)	10±10.8	14±4.6	0.03*
Double heel rising	4.6±2.4	9.1±3.5	<0.001*
One leg standing (>5 seconds)	6.7±3.7	9.9±3.3	<0.001*
Single heel rising	12.2±7.8	13.3±3.9	>0.05
Repeated single heel rising (>5 times)	18±14.0	19±5.4	>0.05
Return to work	11.6±4.2	10.3±2.0	>0.05
Return to running	17.5±6.3	17.6±5.6	>0.05
Return to sports	21.8±6.6	20.5±4.8	>0.05
Preoperative ATRS	29.3±3.6	29.3±2.9	>0.05
Postoperative ATRS	79.6±10.1	79.9±3.4	>0.05
Complication	Re-rupture (1) Tendon elongation (1) CAM boot failure (3)	Re-rupture (1)	<0.001*

Values are presented as mean±standard deviation or number only.

ROM: range of motion, CAM: controlled ankle motion, ATRS: Achilles tendon total rupture score.

\*Statistically significant ( $p < 0.05$ ).

러한 술 후 조기 운동은 합병증을 줄이면서 환자들을 술 전 운동 상태로 빨리 복귀하는 데 그 목적이 있다. 본원에서는 관절 운동이 가능한 보조기를 이용하여 술 후 2일째부터 4주까지 능동적인 족저 굴곡 관절 운동 및 전 체중부하를 시행하였고 만족스러운 결과를 얻었다.<sup>10)</sup> 하지만 이 방법은 지속적인 교육과 보조기의 상태 확인 및 변경이 필요하였다. 일부 환자에게는 술 후 운동 교육에 어려움이 있었으며 보조기의 사용 방법을 잘못 이해하여 아킬레스건이 연장되거나 보조기가 파손되는 경우도 발생하였다. 반면 새로운 방법은 기존의 방법과 다르게 관절 범위 운동이 되지 않는 보조기를 사용하였으며 술 후 2주까지는 부분 체중부하, 그 이후로 6주까지는 전 체중부하를 허용하였다. 기존의 방법에 비해서는 관절 운동이나 체중부하 시점이 느리지만 좀 더 안전하고 합병증의 유발률도 낮았다.

아킬레스건 급성 파열의 수술 이후 조기 기능 재활은 수술 후 3개월 이내에는 더 빠른 기능 회복을 가져올 수 있지만 그와 더불어 합병증의 발생률 또한 높아서 의료진과 환자의 세심한 주의 및 관리가 필요하다. 상대적으로 느리지만 안전한 새로운 방법을 시행할 경우

수술 3개월까지 상대적으로 느린 회복을 보여주지만 3개월 이후 및 최종적인 경과에서는 큰 차이가 없었다. 또한 지연된 기능 재활은 낮은 합병증 발생률, 간결한 보조기 사용, 간단한 교육 등의 장점이 있었다.

본 연구의 단점은 두 군의 외래 내원 시기가 다르다는 점이다. 조기 재활군에서 초반에 더 자주 외래를 방문하여 이학적 검사를 시행하였다. 이 때문에 조기 재활군이 3개월 이내 경과가 빠른 것으로 보일 가능성이 있다. 바꾸어 말하면 지연 재활군도 초기에 더 자주 이학적 검사를 시행했다면 조기 재활군과 유의한 차이를 보이지 않았을 가능성이 있다.

## 결론

조기 기능 재활은 적절하게 시행될 경우 3개월 이내 빠른 기능 회복에 이점을 가지고 있지만, 합병증을 예방하기 위하여 보조기의 세심한 관리 및 충분한 교육이 필요하다. 능동적인 관절 범위 운동 없이 기능 재활을 지연시키는 방법은 최종적인 기능 차이가 없으면서 보조기 파손과 조작 실수를 없애고 의료진의 환자 교육 부담을 줄이는 안전한 방법으로 생각된다.

## ORCID

Jae-Kwang Hwang, <https://orcid.org/0000-0001-7485-1535>

Youngjoo Jung, <https://orcid.org/0000-0002-8604-0702>

## REFERENCES

- Suchak AA, Bostick G, Reid D, Blitz S, Jomha N. The incidence of Achilles tendon ruptures in Edmonton, Canada. *Foot Ankle Int.* 2005;26:932-6. doi: 10.1177/107110070502601106.
- Maempel JF, Clement ND, Wickramasinghe NR, Duckworth AD, Keating JF. Operative repair of acute Achilles tendon rupture does not give superior patient-reported outcomes to nonoperative management. *Bone Joint J.* 2020;102-B:933-40. doi: 10.1302/0301-620X.102B7.BJJ-2019-0783.R3.
- Gould HP, Bano JM, Akman JL, Fillar AL. Postoperative rehabilitation following achilles tendon repair: a systematic review. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2021;29:130-45. doi: 10.1097/JSA.0000000000000309.
- McCormack R, Bovard J. Early functional rehabilitation or cast immobilisation for the postoperative management of acute Achilles tendon rupture? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2015;49:1329-35. doi: 10.1136/bjsports-2015-094935.
- Frankewycz B, Krutsch W, Weber J, Ernstberger A, Nerlich M, Pfeifer CG. Rehabilitation of Achilles tendon ruptures: is early functional rehabilitation daily routine? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137:333-40. doi: 10.1007/s00402-017-2627-9.
- Kim U, Choi YS, Jang GC, Choi YR. Early rehabilitation after open repair for patients with a rupture of the Achilles tendon. *Injury.* 2017;48:1710-3. doi: 10.1016/j.injury.2017.04.050.
- Okoroha KR, Ussef N, Jildeh TR, Khalil LS, Hasan L, Bench C, et al. Comparison of tendon lengthening with traditional versus accelerated rehabilitation after Achilles tendon repair: a prospective randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2020;48:1720-6. doi: 10.1177/0363546520909389.
- Röell AE, Timmers TK, van der Ven DJC, van Olden GDJ. Rehabilitation after surgical repair of acute Achilles tendon rupture: functional outcome with a minimum follow-up of 6 months. *J Foot Ankle Surg.* 2021;60:482-8. doi: 10.1053/j.jfas.2020.09.003.
- Valkering KP, Aufwerber S, Ranuccio F, Lunini E, Edman G, Ackermann PW. Functional weight-bearing mobilization after Achilles tendon rupture enhances early healing response: a single-blinded randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:1807-16. doi: 10.1007/s00167-016-4270-3.
- Won Lee K, Bae JY, Ho BC, Kim JH, Seo DK. Immediate weight-bearing and ankle motion exercise after acute Achilles tendon rupture repair. *J Foot Ankle Surg.* 2022;61:604-8. doi: 10.1053/j.jfas.2021.10.021.
- Sorocanu 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.
- Movin T, Ryberg A, McBride DJ, Maffulli N. Acute rupture of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005;10:331-56. doi: 10.1016/j.fcl.2005.01.003.
- Longo UG, Rittweger J, Garau G, Radonic B, Gutwasser C, Gilliver SF, et al. No influence of age, gender, weight, height, and impact profile in achilles tendinopathy in masters track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2009;37:1400-5. doi: 10.1177/0363546509332250.
- Notarnicola A, Maccagnano G, Di Leo M, Tafuri S, Moretti B. Overload and neovascularization of Achilles tendons in young artistic and rhythmic gymnasts compared with controls: an observational study. *Musculoskelet Surg.* 2014;98:115-20. doi: 10.1007/s12306-013-0275-y.
- Inglis AE, Scott WN, Sculco TP, Patterson AH. Ruptures of the tendo achillis. An objective assessment of surgical and non-surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:990-3.
- Jacobs D, Martens M, Van Audekercke R, Mulier JC, Mulier F. Comparison of conservative and operative treatment of Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med.* 1978;6:107-11. doi: 10.1177/036354657800600302.
- Maxwell LC, Enwemeka CS. Immobilization-induced muscle atrophy is not reversed by lengthening the muscle. *Anat Rec.* 1992;234:55-61. doi: 10.1002/ar.1092340107.
- Rantanen J, Hurme T, Kalimo H. Calf muscle atrophy and Achilles tendon healing following experimental tendon division and surgery in rats. Comparison of postoperative immobilization of the muscle-tendon complex in relaxed and tensioned positions. *Scand J Med Sci Sports.* 1999;9:57-61. doi: 10.1111/j.1600-0838.1999.tb00208.x.
- Liu X, Dai TJ, Li BL, Li C, Zheng ZY, Liu Y. Early functional rehabilitation compared with traditional immobilization for acute Achilles tendon ruptures: a meta-analysis. *Bone Joint J.* 2021;103-B:1021-30.



- doi: 10.1302/0301-620X.103B6.BJJ-2020-1890.R1.
20. Mosconi M, Pasta G, Annunziata S, Guerrieri V, Ghiara M, Perelli S, et al. Fast functional rehabilitation protocol versus plaster cast immobilization protocol after Achilles tendon tenorrhaphy: is it different? Clinical, ultrasonographic, and elastographic comparison. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12:1824. doi: 10.3390/diagnostics12081824.