

급성 아킬레스건 파열의 봉합술 후 조기 체중 부하 및 족관절 운동의 임상적 결과 및 근력 평가

Recovery of Muscle Power Following Early Weight-Bearing and Ankle Exercise after Surgical Repair of Acute Achilles Tendon Rupture

전아영^{*,§} • 황부근⁺ • 차승환^{*,†} • 김도영^{*,‡} • 김형년^{*,‡} • 박용욱^{||} • 이상수^{*,‡}

*한림대학교 의과대학 골격노화연구소, †자연과학대학 체육학부, 한림대학교 춘천성심병원 ‡정형외과, §재활의학과, ||한림대학교 강남성심병원 정형외과

목적: 본 연구는 급성 아킬레스건 파열의 수술 후 조기 재활치료를 시행한 환자의 결과를 알아보고 조기 재활치료의 효과 및 기능 호전 정도를 평가하고자 하였다.

대상 및 방법: 2007년 3월부터 2009년 8월까지 아킬레스건 파열로 본원을 방문하였던 52예 중 수술 후 12개월 이상 추시가 가능하였던 11예를 대상으로 하였다. 최종 추시 기간은 평균 18.2개월이었다. 환자는 수술 후 조기 전 체중 부하 및 관절 운동을 시행하였다. 최종 추시에서 임상적 결과를 평가하였고 근력 측정기를 이용하여 족저굴곡근의 등속성 및 등척성 최대 우력을 측정하였으며, 근지구력을 측정하여 결과를 평가하였다.

결과: 임상적 결과는 Arner-Lindholm 평가 결과에서 우수 4예, 양호 7예였으며 AOFAS 족관절-후족부 척도는 평균 88.9점이었다. 최종 추시 시 검사한 족저굴곡근의 등속성 근력 검사에서 최대 우력은 각속도에 따라 정상측의 평균 92.2% (30°/sec), 97.0% (120°/sec)로 확인되었다. 등척성 근력 검사상 최대 우력은 측정 시 족관절의 굴곡자세에 따라 정상측의 평균 89.4% (족배굴곡 10도), 84.4% (중립 자세), 84.0% (족저굴곡 20도)로 회복되었다. 근지구력 검사 결과는 정상측 62.4%, 환측 59.2%로 정상측과 아킬레스건 파열측 간의 족저굴곡근의 지구력 차이를 보이지 않았다(p=0.79).

결론: 급성 아킬레스건 파열의 수술적 봉합 후 조기 체중 부하 및 빠른 족관절 운동을 시행한 치료 방법은 평균 18개월 추시상 만족할 만한 근력 및 근지구력의 회복을 보였으며 우수한 임상적 결과를 보였다.

색인단어: 아킬레스건, 급성 아킬레스건 파열, 조기 재활치료, 근력, 근지구력

서론

아킬레스건 파열은 젊고 활동적인 남성에서 호발하기 때문에 치

료의 목표는 합병증 없이 빠른 일상 생활 및 수상 전의 스포츠 활동으로의 복귀라 할 수 있다.¹⁻³⁾ 수술 후 처치 방법으로는 봉합 후 평균 6주간의 석고 고정으로 치료하는 방법이 알려져 있다.⁴⁾ 그러나 오랜 기간의 석고 고정과 체중 부하의 제한이 근육의 위축을 초래하고 관절 강직과 건의 유착 및 심부정맥혈전증 등의 합병증을 일으킬 수 있으며, 일상으로의 복귀를 지연시키는 단점이 있다. 이런 이유로 최근에는 수술 후 빠른 관절 운동과 체중 부하를 통한 조기 재활 치료가 선호되고 있으며 만족할 만한 결과들이 발표되었다.^{5,6)} 조기 재활 치료는 아킬레스건의 치유 과정을 촉진시키고 족관절 주위의 구축을 방지하여 일상으로의 복귀 시간을 단축시킨다.⁷⁻¹¹⁾ 수술 후 조기 재활 치료를 통하여 환자 만족도 및 임상적 결과에서 만족할 만한 결과들이 발표되었으나, 객관적인

접수일 2011년 2월 28일 수정일 2011년 5월 21일

게재확정일 2011년 10월 25일

교신저자 이상수

춘천시 교동 153, 한림대학교 춘천성심병원 정형외과-골격노화연구소

TEL 033-240-5198, FAX 033-252-9875

E-mail totalhip@hallym.ac.kr

*본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 광역경제권 선도산업 인재양성사업과 한국연구재단 일반연구자 지원사업(2010-0005602)의 지원을 받아 이루어졌음.

근력 평가를 시행한 타 연구에서는 근력의 완전한 회복을 이루지 못한 결과들이 보고되었다.^{7,12-14)}

현재까지 아킬레스건 수술 후 근력 평가는 대부분 등속성 근력 측정기를 이용하여 등속성 운동 시 최대 우력을 이용하여 평가하였으나 봉합 수술 후 동반되는 아킬레스건의 길이 변화가 족저굴곡근의 근력에 영향을 주어 부정확할 소지가 있으며, 족관절의 반복적인 운동에 중요한 영향을 미치게 되는 족저굴곡근의 지구력 평가가 누락되어 있다. 그러므로 아킬레스건 파열의 수술적 봉합 후 근력 및 근지구력의 세분화된 정밀한 평가는 수술의 예후, 환자의 만족도 예측과 함께 일상생활 및 스포츠 복귀 여부를 결정할 수 있는 중요한 요인이며 평가 요소이다. 본 연구에서는 급성 아킬레스건 파열의 수술 후 빠른 전 체중 부하 및 관절 운동을 통한 적극적인 근력 강화 운동을 시행하고 최종 추시 시점에서 근력 측정기를 이용하여 평가하여 객관적인 임상적 결과를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2007년 3월부터 2009년 8월까지 급성 아킬레스건 파열로 진단받고 수상 후 2주 이내에 Krackow 봉합 술식을 이용하여 아킬레스건 일차 봉합술을 시행한 52예를 대상으로, 의무기록을 통한 후향적 연구를 진행하였다. 이 중 수술 후 12개월 이상이 경과하고 병원 방문이 가능하여 근력 측정기를 통한 근력 측정이 가능하였던 11예의 환자를 대상으로 하였다. 수상 전 후 양측 하지에 근골격계 손상 및 질환에 이환된 경우, 신경학적 검사상 이상 소견이 있는 경우, 그리고 반대측 아킬레스건 손상의 과거력이 있는 경우 등은 제외하였다.

연구 대상 환자 11명 중 남자가 9예, 여자가 2예였으며, 환자의 연령은 평균 36.5세(27-48세)였다. 아킬레스건 파열 부위는 좌측

8예, 우측 3예였으며, 파열 원인으로는 운동 또는 여가 활동 중 발생한 경우가 10예, 열상에 의한 경우가 1예였다. 평균 최종 추시 기간은 18.2개월(12-39개월)이었다(Table 1). 본 연구는 본원 연구 윤리 심의위원회(Institutional Review Board)의 심의하에 시행되었다.

2. 수술 방법

환자를 전신 마취 또는 척추 마취 후 양와위에 두고 환측 하지를 4자 모양을 이루게 올려놓은 후 파열부위를 중심으로 아킬레스건 내측을 따라 약 10 cm 정도 종 절개를 가한 후 아킬레스건을 싸고 있는 건 외막(paratenon)과 건 중간막(mesotenon)을 역시 종 절개하여 파열된 아킬레스건을 노출시켰다. 2.0 Ethibond® (Ethicon Inc., Somerville, NJ, USA) 봉합사를 이용하여 Krackow



Figure 1. Intraoperative photograph shows ruptured Achilles tendon repaired by single Krackow suture technique with 2.0 Ethibond® (Ethicon Inc., Somerville, NJ, USA).

Table 1. Patients Demographics

No.	Age (yr)	Sex	Affected side	Injury	Time from injury to operation (d)	Follow up duration (mo)
1	32	Female	Left	Sports injury	7	12
2	39	Male	Left	Sports injury	7	14
3	38	Male	Left	Sports injury	1	14
4	27	Male	Right	Sports injury	2	12
5	48	Male	Left	Sports injury	1	12
6	37	Female	Left	Trauma	3	12
7	33	Male	Left	Sports injury	2	24
8	39	Male	Left	Sports injury	1	15
9	33	Male	Right	Sports injury	2	17
10	41	Male	Right	Sports injury	7	30
11	34	Male	Left	Sports injury	1	39

봉합술식으로 봉합을 시도하였다. 봉합은 원위 및 근위 파열단이 완전히 접촉이 된 상태에서 봉합사를 파열단 내에 위치하도록 하여 철저히 묶은 후 그 주변을 다시 3.0 Vicryl® (Ethicon Inc.) 봉합사를 이용해 봉합을 시행하였다(Fig. 1). 술 후 봉합부 긴장도를 줄이기 위하여 10도 가량 족저굴곡시켜 단하지 부목을 족배부 및 하퇴부 전방에 적용하였다.

3. 수술 후 관리

수술 후 일주일에 능동적인 족저굴곡 운동을 시행하도록 하였다. 이후 환부에 통증과 불편감이 해소되고 염증반응이 관찰되지 않으면 수술 후 2주째 피부 봉합사를 제거하고 이후 바로 보조기(walking boots)를 착용한 상태에서 전 체중 부하 보행을 하도록 하였는데, 이때 발뒤꿈치에 아킬레스건이 긴장하지 않도록 수술용 패드(surgical pad)를 깔아 주었다. 수술 후 첫 3주 동안은 족저굴곡근 수축을 통한 능동적 족관절 족저 운동을 허용하였고, 다음 3주부터는 서서히 족관절 능동적 족배 운동도 같이 하도록 하였다. 수술 후 6주에 환자에게 근력 강화 운동의 중요성을 설명하고 Thera-Band를 이용한 근력 강화 운동을 시작하였고 수술 후 12주에 이학적 검사를 통해 파열 부위에 통증이 해소되면 보조기를 제거하였다. 이후 서서 뒤꿈치 들기와 같은 족저굴곡근의 근력 운동을 적극적으로 권장하였다.

4. 만족도와 기능적 평가

주관적 환자 만족도 평가는 매우 만족, 만족, 보통, 불만족의 네 가지 항목 중 환자가 스스로 느끼는 수술 후 보행에 대한 만족도를 표시하도록 하였다. 기능적 평가는 Arner-Lindholm 평가 기준²⁾을 근거로 하여 판정하였다. Arner-Lindholm 평가 기준²⁾은 우수, 양호, 불량으로 구분 정의하였는데 우수는 불편감 없이 정상적인 보행이 가능하며 환측과 건측의 중간 장딴지 둘레의 차이가 1 cm 미만이고 족관절 운동의 감소가 5도 미만의 경우로 정의하였고 양호는 경도의 불편감과 보행 이상이 있고 환측과 건측의 중간 장딴지 둘레의 차이가 3 cm 미만이고 족관절 운동의 감소가 15도 미만의 경우로 정의하였다. 불량은 상당한 불편감과 보행 이상이 있고 발끝으로 서기가 불가능하며 환측과 건측의 중간 장딴지 둘레의 차이가 3 cm 이상이고 족관절 운동의 감소가 족배굴곡은 10도 이상, 족저굴곡은 15도 이상의 경우로 정의하였다. 또한 환자 설문조사와 미국 정형외과 족부 족관절 학회(American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS)의 족관절-후족부 척도를 이용하여 기능을 객관적 점수화하여 평가하였다.

5. 근력 평가

근력 측정은 Con-Trex isokinetic dynamometer (CMV AG, Dubendorf, Switzerland)를 이용하여 양측 족관절 족저굴곡근의 등속성 운동과 등척성 운동을 실시하여 최대 우력을 구하였다



Figure 2. Con-Trex dynamometer (CMV AG, Dubendorf, Switzerland) was used to measure isometric and isokinetic ankle strengths.

(Fig. 2). 근력 검사를 위해 먼저 환자를 등속성 근력기에 눕히고 벨트를 이용해 양측 고관절 및 슬관절을 중립 위치로 고정하였다. 이후 근력기의 회전축을 족관절 내과(medial malleolus)의 연장선에 일치시킨 후 족부를 등속성 장비에 고정시킨 상태에서 족저굴곡근의 등속성 및 등척성 운동을 시행하였다. 등속성 근력은 최대 등속성 운동을 10회 시행 후 측정하였으며 30°/sec 각속도 운동은 양측 족관절의 족배굴곡과 족저굴곡을 5회씩 반복하였고, 120°/sec 각속도의 운동은 등속성 족배굴곡과 족저굴곡을 25회 반복하였다. 등척성 운동은 족배굴곡 10도, 중립위치, 족저굴곡 20도의 자세에서 검사 전 최대 등척성 운동을 5초간 시행한 후 최대의 힘으로 양측 족관절의 족저굴곡을 각 각도별로 10초간 시행하였다. 각 등속성 및 등척성 운동은 최대의 힘으로 시행하도록 운동 중 검사자가 구두로 대상자들에게 격려했다. 또한 각 운동은 근 피로도의 영향을 배제하기 위해 3분간 휴식을 취한 후 다음 운동을 시행하도록 하였으며, 검사의 순서는 무작위로 실시하였다. 족저굴곡근의 근력은 각 등속성 및 등척성 운동 시 얻어진 최대 우력을 이용하였다. 근지구력은 120°/sec 각속도의 25회 등속성 족배굴곡과 족저굴곡 운동에서 초기 5회의 등속성 운동 시 측정된 족저굴곡근의 최대 우력 평균(A)과 21-25번째 등속성 운동 시의 최대 우력 평균(B)을 이용해 계산하였으며, 계산식은 다음과 같다.¹⁵⁾

$$\text{Muscle endurance (\%)} = [1 - \{(A - B) / A\}] \times 100$$

6. 통계 분석

통계적 분석은 SPSS version 12.0K 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 정상측과 아킬레스건 파열측 족저굴곡근의 등속성 및 등척성 최대 우력과 근지구력을 비교하기 위해 Wilcoxon signed rank test를 사용하였으며, 통계적 유의수준은 p

<0.05로 하였다.

결 과

임상적 결과에서 주관적 만족도는 매우 만족이 5예, 만족이 6예, 보통과 불만족은 0예로 모두 만족 이상의 결과를 보였으며, Arner-Lindholm 평가 결과는 우수 4예, 양호 7예, 불량 0예로 모두 양호 이상의 결과를 보였다. 한 발로 발꿈치 들기와 발끝으로 서기 역시 최종 추시상 11예 모두에서 가능하였다. 최종 추시 때 측정된 중간 종아리 둘레의 건-환측 간의 차이는 평균 1.5 cm (0.5-3 cm)였으며, 정상측에 대한 아킬레스건 손상측의 종아리둘레의 비는 평균 96.2% (92-98.7%)였다(Table 2). AOFAS 족관절-후족부 척도에 의한 평가는 평균 88.9점(68-100점)이었으며 어떤 노면에서도 불편감이 없는 경우는 8예, 불규칙한 노면에서만 불편감을 호소하는 경우가 3예였다. 통증 정도는 항상은 아니지만 매일 있는 경우가 2예, 가끔씩만 있는 경우가 5예, 통증이 없는 경우가 4예로 확인되었다. 양측 족저굴곡근의 등속성 운동 시 최대 우력은 30°/sec, 120°/sec의 각속도 모두에서 정상측과 환측 간의 최대 우력의 차이를 보이지 않았으며($p=0.248$ [30°/sec], $p=0.423$ [120°/sec]) (Fig. 3), 환측의 최대 우력은 각속도에 따라 정상측

평균 92.2% (30°/sec), 97.0% (120°/sec)로 확인되었다. 양측 족저굴곡근의 등척성 근력 또한 정상측과 환측 간의 비교 시 족관절의 족배굴곡 10도, 중립위, 족저굴곡 20도의 자세의 p 값은 각각 0.114, 0.131, 0.075로 양측 간의 차이를 보이지 않았으며(Table 3, Fig. 4), 환측의 최대 우력은 측정 시 족관절의 굴곡자세에 따라 정상측

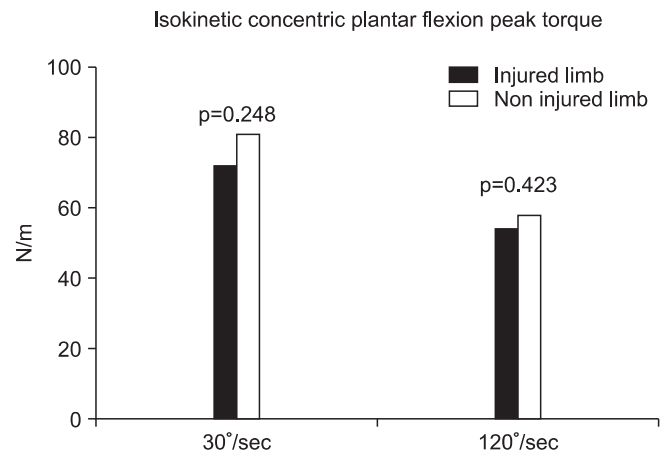


Figure 3. Bar graphs show the isokinetic peak torque of plantar flexor in the injured side and the intact side at the speed of 30°/sec and 120°/sec which showed no significant difference.

Table 2. Clinical Results of 11 Patients

Case	Subjective satisfaction	MCC differences (%)*	ROM differences (degree)	Arner-Lindholm scale	AOFAS score	One leg heel raise
1	Satisfied	92	0	Good	87	Possible
2	Satisfied	94.8	-7	Good	68	Possible
3	Very Satisfied	97.3	5	Excellent	100	Possible
4	Satisfied	98.7	0	Good	90	Possible
5	Very satisfied	92.5	-5	Good	100	Possible
6	Satisfied	96.9	0	Good	88	Possible
7	Satisfied	95	-10	Good	100	Possible
8	Very satisfied	97.4	5	Excellent	88	Possible
9	Very satisfied	97.2	10	Excellent	72	Possible
10	Very satisfied	97.4	5	Good	85	Possible
11	Satisfied	98.6	0	Excellent	100	Possible

*Values are the rate of MCC in injured side compared to intact side. MCC, mid calf circumferential differences; ROM, range of motion; AOFAS, American Orthopedic Foot and Ankle Society ankle-hindfoot scale.

Table 3. Isometric and Isokinetic Concentric Plantar Flexion Peak Torque (Nm) in 11 Patients with Surgically Treated Total Ruptures of the Achilles Tendon

	Isometric contraction			Isokinetic contraction	
	DF 10°	0°	PF 20°	30°/sec	120°/sec
Injured side	101.1±34.7	89.2±37.7	52.9±21.8	72.9±28.0	54.0±20.4
Non-injured side	113.6±32.3	105.4±25.6	64.8±19.9	81.0±25.6	58.3±23.1

DF, dorsiflexion; PF, plantar flexion.

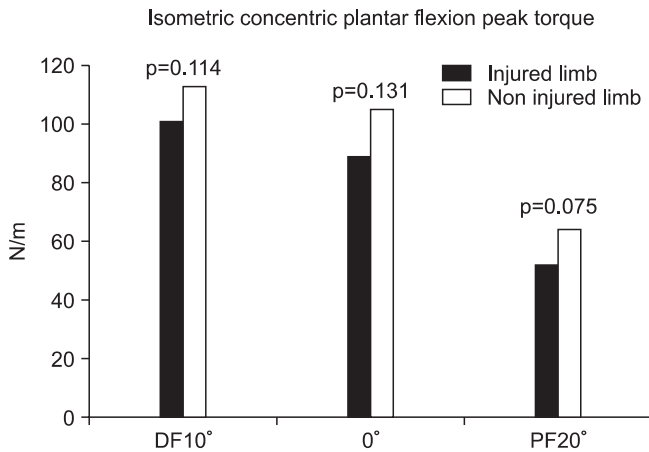


Figure 4. Bar graphs show the isometric peak torque of plantar flexor in the injured side and the intact side with ankle position at dorsiflexion 10°, neutral position, and plantarflexion 20°, which showed no significant difference. DF, dorsiflexion; PF, plantarflexion.

의 평균 89.4% (족배굴곡 10도), 84.4% (중립위), 84.0% (족저굴곡 20도)로 회복되었다. 근지구력 검사 결과는 정상측 62.37%, 환측 59.16%로 정상측과 아킬레스건 파열측 간의 족저굴곡근의 지구력 차이를 보이지 않았다($p=0.79$) (Fig. 5).

고 찰

본 연구에서 급성 아킬레스건 파열의 수술적 봉합술 후 시행한 조기 체중 부하 및 관절 운동 허용을 통한 조기의 적극적 재활 요법의 결과는 주관적 만족도 및 AOFAS 족관절-후족부 척도에 의한 평가 모두에서 만족스러운 결과를 보였다. 또한 근력 회복의 객관적 지표로서 시행한 족저굴곡근의 등속성 근력, 등척성 근력은 다양한 자세에서 최대 우력의 정상적인 회복을 보였으며, 근지구력 또한 정상측과 비교 시 차이를 보이지 않았다(Table 3). 그러므로 본 연구는 급성 아킬레스건 파열의 봉합술 후 조기 재활 요법의 안정성과 효용성을 객관적으로 입증하였으며, 그동안 의문이 되어 왔던 술 후 근력 손실의 회복 가능성에 대한 객관적 단서를 제시하였다는 점에서 의의가 있다 하겠다.

일반적으로 급성 아킬레스건 파열의 수술적 봉합술 후 3-6개월경에 일상생활 복귀 및 스포츠 활동이 가능하다고 알려져 있다. 그러나 Jung 등¹³⁾은 급성 아킬레스건 파열의 수술 후 조기 재활 운동을 시행하여 수술 6개월 경과 후 추사에서 등속 근력 측정계를 이용하여 족저굴곡력을 측정한 결과 30°/sec, 120°/sec의 각 속도에서 각각 21%와 24%의 근력 결손이 있었음을 보고하였다. 이와 같이 근력 측정을 통한 객관적인 평가에서 근력의 완전한 회복을 이루지 못한 결과들이 타 연구에서 보고되었다.^{7,12-14)} 또한 근력 및 근지구력의 세분화된 정밀한 평가가 시행된 경우는 많지 않은 것이 현실이다.

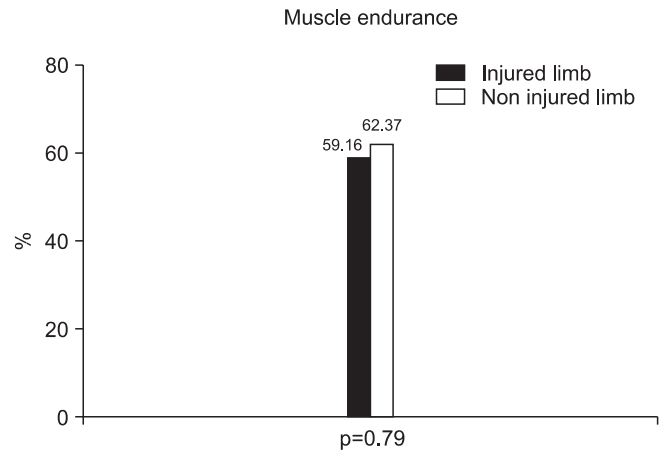


Figure 5. Bar graphs show the muscle endurance of the plantar flexor measured in the injured side and in the intact side. It was 62.37%, and 59.16% respectively.

이러한 근력 손실이 영구적인지 혹은 일시적인지에 관한 의문을 해소하기 위하여 본 연구에서는 객관적 근력 평가를 통하여 수술 후 최종 추시 평균 18.2개월(12-39개월)에 환측의 근력이 정상측과 비교하여 약화 조건 없이 회복됨을 확인하였으며, 아킬레스건 봉합술 후 조기 재활에 따른 단기 추시상의 근력 저하 현상이 최종적으로 회복될 수 있음을 알 수 있었다. 그러나, 회복기의 근력 손실이 술 후 어느 시점에서 수상 전의 근력으로의 회복이 가능한지에 대하여는 회복기 단계별의 추후 연구가 필요할 것이다.

현재까지 아킬레스건 술 후 근력 평가는 대부분 근력 측정기를 이용하여 등속성 운동 시 최대 우력을 이용하여 평가하였다.^{7-9,13)} 등속성 운동은 전체 관절 가동범위에서 근수축을 유도하므로 다양한 각속도에서의 정밀한 근력 검사를 할 수 있다는 장점이 있기 때문에 근력 측정에 널리 이용되고 있다. 아킬레스건 파열 후 건 봉합술을 받은 환자들은 고된 신체적 노동이나 일상생활 동작 내에서는 큰 제한을 느끼지 않으나, 달리기나 높이뛰기 같은 스포츠 활동에 제한이 발생한다.¹⁶⁾ 이러한 동작에는 족저굴곡근의 빠른 근수축과 최대 근력이 관여하므로 스포츠 기능의 회복을 평가하기 위하여는, 빠른 등속성 운동 시의 최대 우력의 측정이 중요하다.^{9,10)} 따라서 본 연구에서는 120°/sec의 빠른 각속도에서 족저굴곡근의 근력을 측정하여, 환측의 최대 우력은 정상측의 97.0%로 회복되었음을 확인하였다. 아킬레스건 파열 환자의 술 후 스포츠 복귀 시기가 등속성 근력이 정상측 대비 70% 이상 도달했을 때라는 기준을 감안하면 본 연구의 등속성 근력의 회복이 매우 우수하여 스포츠 활동에 만족할 수 있음을 추정할 수 있다.

한편, 봉합 수술 후 동반되는 아킬레스건의 길이 변화가 족저굴곡근의 근력에 영향을 줄 수 있으므로 족관절 자세에 따른 등척성 근력을 추가적으로 확인하는 것이 필요하다.^{11,17,18)} 족저굴곡근의 근력은 대퇴사두근과 함께 보행능력에 영향을 미치므로 아

킬레스건 파열측 하지의 족저굴곡근의 근력약화는 양측 하지의 불균형으로 인해 작업 수행에 영향을 주고 손상의 발생을 증가시킨다.^{19,20)} 특히 족관절의 중립위치와 10도 굴곡자세에서의 등척성 최대 우력값은 계단 내려가기 동작과 높은 상관관계를 보이며, 족저굴곡근의 등척성 근력이 기능적 활동의 회복에 중요한 인자가 될 수 있다.²¹⁾ 그리하여 본 연구에서는 다양한 족관절 굴곡 각도에서 등척성 근력을 측정하였고, 최대 우력은 측정 시 족관절의 굴곡자세에 따라 정상측의 89.4% (족배굴곡 10도), 84.4% (중립 자세), 84.0% (족저굴곡 20도)로 회복되었음을 확인하였다.

또한 족관절의 반복적인 운동에 중요한 영향을 미치게 되는 족저굴곡근의 지구력의 평가도 기능 평가의 매우 중요한 항목이다. Bostick 등¹⁴⁾은 아킬레스건 파열에 대한 수술적 치료 후 족저굴곡근의 근지구력은 수술 후 6년이 경과하여도 정상화되지 않고 지속될 수 있다고 보고하였는데, 이는 주로 수술 후 아킬레스건의 길이가 늘어남으로 인해 근-건 단위(muscle-tendon unit)의 길이-장력 관계에 변화로 인해 일어나는 것으로 설명되고 있다.^{10,11)} 저하된 근지구력은 환자의 일상생활이나 스포츠 활동에 있어 영향을 미치므로, 근력 측정 시 반드시 고려되어야 한다. Bostick 등¹⁴⁾은 아킬레스건 수술 후 조기 체중 부하를 한 39명과 조기 체중 부하 운동을 하지 않은 34명, 총 73명을 대상으로 한 1년 추사에서 한쪽 뒤꿈치 들기 검사(single-heel raise) 방법으로 근지구력을 측정한 결과 환측이 정상측의 76%였다고 보고하였다. 조지 체중 부하 및 족관절 운동을 시행한 11명을 대상으로 등척성 근력 측정계를 이용하여 족저굴곡근의 근지구력을 측정한 본 연구에서는 정상측 62.37%, 환측 59.16%로, 정상측과 파열측 간 통계적인 차이를 보이지 않았다($p=0.79$) (Fig. 5). 본 연구 결과가 Bostick 등¹⁴⁾의 연구와 비교하여 더욱 향상된 근지구력의 회복을 보이는 이유는 근지구력의 측정방법, 대상군 수의 차이, 추시 기간에 의한 것일 수도 있으나, 아킬레스건 수술 환자에게 조기 체중 부하 및 족관절 운동을 시행하였기 때문에 수술 약 18개월 경과 시점에서 근지구력의 높은 회복률을 도모하였을 것으로 생각한다.

그러나 본 연구에서의 족저굴곡근의 최대 우력은 가자미근, 비복근으로 구성된 하퇴삼두근만의 근력이 아니라 타 족저굴곡근의 근력이 일부 반영되어 있다는 문제점이 있다. 또한 족저굴곡근의 근력 측정 시 슬관절을 신전하고 누운 자세에서 측정하였는데, 이 경우는 족배굴곡 시 이관절근(two-joint muscle)에 해당하는 비복근이 신전된 상태이므로, 슬관절 굴곡 상태에서의 근력 측정 방법 보다 최대 우력이 크게 측정될 수 있으므로 결과 비교 시 주의할 요한다. 그리고 아킬레스건 파열 봉합술 후 조기 체중 부하 및 족관절 운동을 시행한 환자들만을 대상으로 하여, 봉합술 후 석고 고정을 시행한 대조군과의 비교를 시행하지 못하였다는 제한점이 있어 이에 대한 추가 연구를 시행하는 것이 필요할 것으로 생각한다.

향후 본 연구의 결과 및 고찰을 바탕으로 연구 대상 수를 확대

하고 3개월, 6개월 등의 회복기의 객관적 근력 평가를 시행하면 스포츠 활동과 일상 복귀의 시기를 단축할 수 있는 객관적 정보를 제시하여 본 연구의 한계의 극복이 가능할 것으로 생각한다.

결 론

급성 아킬레스건 파열의 수술적 봉합 후 조기 체중 부하 및 빠른 족관절 운동을 시행한 치료 방법은 평균 18개월 추시상 만족할 만한 근력 및 근지구력의 회복을 보였으며 우수한 임상적 결과를 보였다.

참고문헌

1. Ozkaya U, Parmaksizoglu AS, Kabukcuoglu Y, Sokucu S, Basilgan S. Open minimally invasive Achilles tendon repair with early rehabilitation: functional results of 25 consecutive patients. *Injury*. 2009;40:669-72.
2. Chung HJ, Park JS, Kim HH, Park YW. Early mobilization after operative treatment of a ruptured achilles tendon. *J of Korean Society of Foot Surg*. 2003;7:78-82.
3. Assal M, Jung M, Stern R, Rippstein P, Delmi M, Hoffmeyer P. Limited open repair of Achilles tendon ruptures: a technique with a new instrument and findings of a prospective multi-center study. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84:161-70.
4. Carter TR, Fowler PJ, Blokker C. Functional postoperative treatment of Achilles tendon repair. *Am J Sports Med*. 1992;20:459-62.
5. Maffulli N, Tallon C, Wong J, Lim KP, Bleakney R. Early weightbearing and ankle mobilization after open repair of acute midsubstance tears of the achilles tendon. *Am J Sports Med*. 2003;31:692-700.
6. 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.
7. Speck M, Klaue K. Early full weightbearing and functional treatment after surgical repair of acute achilles tendon rupture. *Am J Sports Med*. 1998;26:789-93.
8. Goren D, Ayalon M, Nyska M. Isokinetic strength and endurance after percutaneous and open surgical repair of Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int*. 2005;26:286-90.
9. Leppilahti J, Siira P, Vanharanta H, Orava S. Isokinetic evaluation of calf muscle performance after Achilles rupture repair. *Int J Sports Med*. 1996;17:619-23.

10. Kirkendall DT, Bergfeld JA, Calabrese L, Lomabrdo JA, Street GM, Weiker GG. Isokinetic characteristics of ballet dancers and the response to a season of ballet training*. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984;5:207-11.
11. Rassier DE, MacIntosh BR, Herzog W. Length dependence of active force production in skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 1999;86:1445-57.
12. Mortensen HM, Skov O, 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 Am.* 1999;81:983-90.
13. Jung HG, Yoo SJ, Lee SC, Park HG, Kim KY, Kim MH. Acute achilles tendon rupture: -Isokinetic plantarflexion torque evaluation after Krackow suture technique- *J of Korean Society of Foot Surg.* 2002;6:181-9.
14. Bostick GP, Jomha NM, Suchak AA, Beaupré LA. Factors associated with calf muscle endurance recovery 1 year after achilles tendon rupture repair. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:345-51.
15. Wittstein J, Queen R, Abbey A, Moorman CT 3rd. Isokinetic testing of biceps strength and endurance in dominant versus nondominant upper extremities. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:874-7.
16. Richardson LC, Reitman R, Wilson M. Achilles tendon ruptures: functional outcome of surgical repair with a "pull-out" wire. *Foot Ankle Int.* 2003;24:439-43.
17. Kangas J, Pajala A, Ohtonen P, Leppilahti J. Achilles tendon elongation after rupture repair: a randomized comparison of 2 postoperative regimens. *Am J Sports Med.* 2007;35:59-64.
18. Mullaney MJ, McHugh MP, Tyler TF, Nicholas SJ, Lee SJ. Weakness in end-range plantar flexion after Achilles tendon repair. *Am J Sports Med.* 2006;34:1120-5.
19. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13:244-50.
20. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* 2002;30:199-203.
21. Ohberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Good clinical results but persisting side-to-side differences in calf muscle strength after surgical treatment of chronic Achilles tendinosis: a 5-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports.* 2001;11:207-12.

Recovery of Muscle Power Following Early Weight-Bearing and Ankle Exercise after Surgical Repair of Acute Achilles Tendon Rupture

Ah-Young Jun, M.D.*[§], Boo-Geun Hwang, Ph.D.[†], Seung-Hwan Cha, M.D.*[†], Do-Yong Kim, M.D. *[†],
Hyong-Nyun Kim, M.D.*[†], Yong-Wook Park, M.D.^{||}, and Sang-Soo Lee, M.D.*[†]

**Institute for Skeletal Aging, College of Medicine, † Department of Physical Education, College of Natural Science, Hallym University,
Departments of † Orthopedic Surgery, § Rehabilitation, Hallym University Chuncheon Sacred Heart Hospital, Chuncheon,
|| Department of Orthopedic Surgery, Hallym University Kangnam Sacred Heart Hospital, Seoul, Korea*

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the clinical results of early functional treatment after surgical repair of acute Achilles tendon rupture and to evaluate the isokinetic and isometric concentric plantar flexion peak torque and muscle endurance. We wanted to provide objective results of the functional improvement and the effect of early rehabilitation.

Materials and Methods: On a retrospective basis, we studied 52 cases of acute Achilles tendon rupture who visited our clinic between March 2007 and August 2009. Eleven patients (9 male, 2 female) were available for the follow-up more than 12 months and their mean final follow-up duration was 18.2 (12 to 39) months. We performed early weight-bearing and ankle exercise after surgical repair of acute Achilles tendon rupture. At final follow-up, patients were evaluated with clinical and functional examination using Arner-Lindholm scale and American Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot scale and patients' subjective satisfaction. In addition, the isokinetic and isometric concentric plantar flexion peak torque and muscle endurance were evaluated.

Results: Evaluating the clinical results using the Arner-Lindholm scale, we had 4 excellent cases and 7 good cases. The average AOFAS score was 88.9 (68 to 100) points at final follow-up. The patients' subjective satisfaction was excellent in 5 cases and good in 6 cases. The isokinetic concentric plantar flexion peak torque was restored to 92.2% (30°/sec) and 97.0% (120°/sec) in relation to the intact side at final follow-up. The isometric concentric plantar flexion peak torque was restored to 89.4% at 10° dorsiflexion, 84.4% at neutral, and 84.0% at 20° plantar flexion of the ankle position in relation to the intact side. The muscle endurance of ankle plantar flexor was 62.37% for the intact side and 59.16% for the injured side that there was no difference between the intact and injured side ($p=0.79$).

Conclusion: The clinical results and the satisfactory restoration of muscle power and endurance support early full weight bearing and exercise as an acceptable form of rehabilitation.

Key words: Achilles tendon, acute Achilles tendon rupture, early rehabilitation, muscle strength, muscle endurance

Received February 28, 2011 **Revised** May 21, 2011 **Accepted** October 25, 2011

Correspondence to: Sang-Soo Lee, M.D.

Institute for Skeletal Aging, Department of Orthopedic Surgery, Hallym University Sacred Heart Hospital, 153, Gyo-dong, Chuncheon 200-704, Korea

TEL: +82-33-240-5198 **FAX:** +82-33-252-9875 **E-mail:** totalhip@hallym.ac.kr