



# 아킬레스건 봉합술 후 조기 단일 하지 거상과 아킬레스건 허혈성 구간 침범과의 상관관계

송시정, 이모세, 신명진, 서진수

인제대학교 일산백병원 정형외과

## Correlation between a Rupture of the Hypovascular Zone and Early Single Heel Raising after Achilles Tendon Repair

Si-Jung Song, Moses Lee, Myung Jin Shin, Jin Soo Suh

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang, Korea

**Purpose:** To analyze the correlation between a rupture of the hypovascular zone and early single heel raising after Achilles tendon repair.

**Materials and Methods:** From January 2012 to August 2015, 68 patients, who underwent surgical treatment for a Achilles tendon rupture using Krackow method, were analyzed retrospectively. The patients were divided into two groups according to possibility of single heel raises within 3 months postoperatively. During the periodic outpatient observations, the visual analogue scale, Achilles tendon total rupture score (ATRS), and timing capable single heel raises were evaluated. In addition, the preoperative defect size and distance between the calcaneal osteotendinous junction and the rupture site were measured by ultrasound in all cases.

**Results:** Twenty-three patients could perform a single heel raise within 3 months after surgery (early single heel raise group), and forty-five patients could perform a single heel raise after 3 month postoperatively. The age, gender, body mass index, smoking, and operation delay were similar in the two groups. In addition, the defect size and distance between the calcaneal osteotendinous junction and rupture site as measured by preoperative ultrasound were similar ( $p=0.379$  and  $p=0.631$ , respectively). On the other hand, when the rupture site was divided into the hypovascular zone (4~7 cm from calcaneal osteotendinous junction) and non-hypovascular zone, the hypovascular zone rupture rate was significantly lower in the early single heel raise group (60.9%, 14/23; 91.1%, 41/45;  $p=0.003$ ). In logistic regression analysis, the odds of the hypovascular zone rupture group being capable of early single heel raise were 0.189 ( $p=0.017$ ). The ATRS score at 3 months and 1 year after surgery were significantly higher in the early single heel raise group ( $p<0.001$ ).

**Conclusion:** Achilles tendon rupture at the hypovascular zone is a poor prognostic factor for early single heel raise and might affect the prognosis significantly after an Achilles tendon rupture operation.

**Key Words:** Achilles tendon, Ultrasound, Prognosis

## 서론

아킬레스건 파열은 여가 활동 증가와 스포츠 보급 확대에 인하여 발생 빈도가 꾸준히 증가하고 있으나,<sup>1)</sup> 치료의 방법에 있어 의견이 분분하다. 이에 반해 재활에 대해서는 환자의 회복 상태를 고려하여 조기 재활을 하는 방법이 대체적으로 선호되고 있다.<sup>2,3)</sup> 또한 아킬레스건 파열은 활동적인 남성에서 호발하기 때문에 일상 생활 및 스포츠로의 빠른 복귀는 치료의 중요한 목표 중 하나이다. 하지만 임상 경과의 예측이 쉽지 않고, 예상보다 일상생활이나 스

Received November 6, 2017 Revised December 8, 2017 Accepted December 13, 2017

Corresponding Author: Jin Soo Suh

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, 170 Juhwaro, Ilsanseo-gu, Goyang 10380, Korea

Tel: 82-31-910-7968, Fax: 82-31-910-7967, E-mail: sjs0506@paik.ac.kr

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6830-9149>

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2018 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.

포츠로의 복귀가 오래 걸리는 경우가 빈번하다. 이런 현실에도 장기 추사에서 발생할 수 있는 기능 감소를 미리 예측하여 대응할 수 있는 신체 검사나 임상 검사는 확실하게 밝혀진 것이 없었다. 최근 재활 기간 중 측정된 단일 하지 거상(single heel raise) 가능 시기가 유의한 예후 인자로 거론되고 있다.<sup>4)</sup> 아킬레스건 봉합술 후에 예후에 영향을 줄 수 있는 환자 인자들과 단일 하지 거상 시기와의 관계 분석은 조기에 환자 예후를 예측하고 개별화된 재활 치료 계획을 수립하는 데 도움을 줄 것이다.

본 연구는 아킬레스건 파열에 대한 수술적 치료 후 단일 하지 거상 시기에 초음파상 허혈성 구간의 침범 여부가 미치는 영향에 대해 조사하며, 3개월 내에 조기 단일 하지 거상을 하였던 군과 3개월 이후에 단일 하지 거상이 가능하였던 군의 visual analogue scale (VAS)과 Achilles tendon total rupture score (ATRS)<sup>5)</sup>의 차이에 대해 비교분석하고자 한다. 또한 단일 하지 거상 시기에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 요소들에 대해 분석하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 본원 윤리심의위원회로부터 연구 승인을 받았으며 (IRB no. 2017-10-004), 후향적 연구로 진행하였다. 2012년 1월부터 2015년 8월 사이의 기간 중에 급성 아킬레스건 파열로 본원에서 수술적 치료를 시행한 환자 98명 중 만 20세 이상으로 수술 후 1년 이상 경과관찰을 하였던 68명을 대상으로 하였다. 만 19세 이하의 대상에서 제외하였으며, 과거력상 유전질환, 사지 마비, 척추 질환 등으로 수상 전에도 하지의 근력 저하가 있었던 경우, 기존의 아킬레스건 질환 병력이 있는 경우, 수술 후 통상적인 석고고정이나 재활을 시행하지 못한 환자는 연구에서 제외하였다.

### 2. 수술 방법 및 재활

수술은 2명의 족부 족관절 세부 전문의에 의해 시행되었으며, 전 예에서 아킬레스건 내측 종 절개를 통해 Krackow 술식<sup>6)</sup>을 이용하여 아킬레스건의 단단 봉합을 하였다. 수술 후에는 전 예에서 동일하게 4주간 자연스러운 침족 상태(natural plantar flexion)로 단 하지 석고고정을 하고 발끝 정도만 디디는 것을 허용하며 전 체중부하를 하지 않도록 하였다. 수술 후 4주, 6주, 8주, 3개월, 4개월, 6개월, 1년에 각각 외래 추시를 하였으며, 수술 후 4주에 석고를 제거하고 의뢰용 부츠에 1 cm 높이의 wedge를 3개 부착하여 침족 상태로 전 체중부하를 허용하였으며, 1주 간격으로 wedge를 하나씩 제거하며 4주간 착용하게 하였고, 자주 부츠를 벗고 관절운동을 하여 운동 범위가 회복되도록 하였다. 이후에는 일체의 보장구 없이 보행하도록 하였으며, 이 시기부터 족관절의 족저 근력 강화 운동 및 주변 근육의 신연 운동을 시작하였다. 재활 운동은 본원의 스포츠 센터에서 시행하였으며, 근력 강화 운동으로 고무 밴드

(thera band)를 이용하여 족저 굴곡, 족배 굴곡, 내번, 외번 운동을 진행하며 통증이 동반되지 않은 범위 내에서 고무 밴드의 강도를 증가시켜 나가는 족관절의 근력 강화 운동 프로그램을 진행하였다. 근력 회복이 진행됨에 따라 계단 모서리에서 양하지로 버티고 서서 몸 전체를 들어 올리는 양하지 거상 운동을 시행하였다. 또한 앉은 자세에서는 수건이나 밴드를 이용하고 선 자세에서는 벽에 기대어 서서 수동적으로 족관절을 최대한 족배 굴곡이 되도록 신연 운동을 하고, 선 자세에서 발등을 바닥에 대고 족관절을 수동적으로 최대한 족저 굴곡시키는 신연 운동을 10분 이상 하도록 하였다. 재활 운동 시작 후 4주부터는 발꿈치로만 걷는 운동(heel touch gait)과 발 끝으로만 걷는 운동(tip toe gait)을 병행하여 하도록 하였다.

### 3. 임상 결과 평가

수술 후 단일 하지 거상이 가능했던 시기를 확인하여, 수술 후 3개월 이내에 단일 하지 거상이 가능하였던 조기 단일 하지 거상군과 3개월 이후에 단일 하지 거상이 가능하였던 대조군을 비교 분석하였다. 단일 하지 거상 검사는 무릎을 신전하고 한 발로 선 상태에서 발뒤꿈치가 바닥과 떨어져 2개의 손가락 높이만큼 올라가서 3초 이상 버티는 경우 가능한 것으로 간주하였다. 세 차례 시도하여 한 번이라도 가능한 경우 단일 하지 거상이 가능하였다고 간주하였으며, 균형을 잡기 위해 한 손당 두 개의 손가락 끝을 이용하여 어깨 높이에서 벽을 짚을 수 있도록 허용하였다.<sup>7)</sup>

환자의 나이, 성별, body mass index (BMI), 흡연 여부, 수상 후 수술까지 지연된 기간, 수술 전, 수술 후 6주, 3개월, 1년째 VAS와 ATRS에 대해 두 군 간의 차이를 분석하였다.

또한 수술 전 한 명의 전문의에 의해 복와위, 발목 중립상태에서 아킬레스건 파열을 초음파(HD11 XE; Philips, Andover, MA, USA)를 통해 확인하였으며, 아킬레스건에 대해 종 방향으로 관찰하여 파열단 사이의 간격과 아킬레스건의 종골 부착부로부터 파열 부위까지의 거리를 측정하였다.<sup>3,8)</sup> 종골 부착부로부터 4 cm에서 7 cm 부위는 상대적으로 혈류가 적은 구간으로, 이 구간을 허혈성 구간(hypovascular zone)으로 규정하였다.<sup>9)</sup>

### 4. 분석 방법

본 연구의 통계 분석을 위하여 IBM SPSS Statistics for Windows (ver. 21.0; IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하였다. 모든 자료는 평균과 표준편차로 표시하였다. 두 군을 비교하기 위해 연속성 변수는 t-검정을, 범주형 변수는 카이제곱검정을 이용하였으며, ATRS, VAS를 Mann-Whitney U 검정을 이용하여 비교 분석하였다. 로지스틱 회귀 분석을 이용해서 조기 단일 하지 거상과 다른 요인들과의 연관성을 추정하였다.

## 결 과

### 1. 연구대상자의 일반적 특성 및 조기 단일 하지 거상과의 상관관계

2012년 1월부터 2015년 8월까지 급성 아킬레스건 파열로 수술적 치료를 시행한 96명 중 조건을 충족시키는 환자는 68명이었으며, 3개월 이전에 단일 하지 거상이 가능하였던 군이 23명, 3개월 이후에 단일 하지 거상이 가능하였던 군이 45명이었다. 조기 단일 하지 거상군의 평균 연령은  $38.4 \pm 1.8$ 세였으며 대조군은  $39.6 \pm 1.2$ 세였다( $p=0.628$ ). BMI는 조기 단일 하지 거상군과 대조군에서 각각  $25.4 \pm 0.8$  kg/m<sup>2</sup>,  $26.7 \pm 0.6$  kg/m<sup>2</sup>이었다( $p=0.205$ ). 흡연자는 조기 단일 하지 거상군에서 6명, 대조군에서 22명이었다( $p=0.117$ ) (Table 1). 초음파상 파열단 사이의 간격은 조기 단일 하지 거상군과 대조군에서 각각  $1.5 \pm 0.1$  cm,  $1.7 \pm 0.9$  cm로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며( $p=0.379$ ), 아킬레스건의 종골 부착부에서 파열까지의 거리는 각각  $5.0 \pm 1.2$  cm,  $5.1 \pm 0.1$  cm로 두 군 간 유의한 차이는 없었다( $p=0.631$ ) (Table 2).

### 2. 주관적 통증 지수 및 임상적 결과

VAS는 수술 전 조기 단일 하지 거상군과 대조군에서 각각  $6.7 \pm 0.1$ ,  $6.9 \pm 0.1$ 로 두 군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었으며( $p=0.289$ ), 수술 전, 수술 후 6주, 3개월, 1년째 관찰에서도 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(수술 전:  $p=0.289$ , 6주:  $p=0.612$ , 3개월:  $p=0.261$ , 1년:  $p=0.578$ ) (Table 3).

ATRS는 수술 전 조기 단일 하지 거상군과 대조군에서 각각 22.1

**Table 1.** Configuration of Demographics in Both Groups

	SHR <3 mo (n=23)	SHR >3 mo (n=45)	p-value
Age (yr)	$38.4 \pm 1.8$	$39.6 \pm 1.2$	0.628
Sex (male/female)	2/21	1/44	0.546
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	$25.4 \pm 0.8$	$26.7 \pm 0.6$	0.205
Smoking	6	22	0.117
Operation delay (day)	$5.8 \pm 0.4$	$6.1 \pm 0.5$	0.851
First SHR (wk)	$12 \pm 0.5$	$18 \pm 0.3$	0.000

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation or number only.  
SHR: single heel raise, BMI: body mass index.

**Table 2.** Analysis of Sonographic Findings in Both Groups

	SHR <3 mo (n=23)	SHR >3 mo (n=45)	p-value
Defect size (cm)	$1.5 \pm 0.1$	$1.7 \pm 0.9$	0.379
Rupture distance (cm)	$5.0 \pm 1.2$	$5.1 \pm 0.1$	0.631
Hypovascular zone rupture	14 (60.9)	41 (91.1)	0.003

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation or number (%).  
SHR: single heel raise.

$\pm 0.4$ ,  $20.4 \pm 0.2$ 로 두 군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었으나( $p=0.518$ ), 조기 단일 하지 거상군에서 수술 후 3개월과 1년에서 통계적으로 유의하게 대조군에 비해 높은 점수를 보였다(3개월:  $p=0.012$ , 1년:  $p=0.002$ ) (Table 3).

### 3. 허혈성 구간의 침범 여부와 조기 단일 하지 거상과의 상관관계

허혈성 구간의 침범은 조기 단일 하지 거상군에서는 23명 중 14명, 대조군에서는 45명 중 41명으로 통계적으로 유의하게 대조군에서 높은 비율을 보였다( $p=0.003$ ) (Table 2). 또한 로지스틱 회귀 분석에서 허혈성 구간 아킬레스건 파열 환자군의 3개월 이내 조기 단일 하지 거상 오즈비(odds ratio)가 0.189였다( $p=0.017$ ) (Table 4).

## 고 찰

아킬레스건 파열의 최적의 치료 방법에 대해서는 이견이 많이 있으나, 재활에 있어서는 통상적으로 수술 후 6주간 석고고정과 함께 체중부하를 제한하는 방법을 많이 사용하였다.<sup>10)</sup> 하지만 이러한 방법은 오랜 기간의 고정에 따른 건의 유착이나 관절 강직의 위험성도 있다. 아킬레스건 손상은 다른 손상들에 비해 환자들의 나이가 비교적 젊고 활동도가 높은 탓에, 재활에 있어 수상 전과 가

**Table 3.** VAS and ATRS in Both Groups

	SHR <3 mo (n=23)	SHR >3 mo (n=45)	p-value
VAS preoperative	$6.7 \pm 0.1$	$6.9 \pm 0.1$	0.289
VAS 6 wk	$3.1 \pm 0.2$	$3.4 \pm 0.1$	0.612
VAS 3 mo	$1.5 \pm 0.2$	$1.7 \pm 0.1$	0.261
VAS 1 yr	$1.1 \pm 0.1$	$1.2 \pm 0.1$	0.578
ATRS preoperative	$22.1 \pm 0.4$	$20.4 \pm 0.2$	0.518
ATRS 6 wk	$42.3 \pm 0.5$	$39.4 \pm 0.9$	0.341
ATRS 3 mo	$74.0 \pm 0.4$	$69.7 \pm 0.3$	0.012
ATRS 1 yr	$86.8 \pm 0.5$	$76.3 \pm 0.3$	0.002

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation.  
VAS: visual analogue scale, ATRS: Achilles tendon total rupture score, SHR: single heel raise.

**Table 4.** Logistic Regression Analysis

Dependent variable	Independent variable	Odds ratio	p-value
SHR within 3 mo after Achilles tendon repair	Age	0.972	0.431
	Body mass index	0.950	0.498
	Smoking	0.389	0.131
	Hypovascular zone rupture	0.189	0.017
	Defect size	0.660	0.494
	Operation delay	1.020	0.737
	Constant	56.426	0.145

SHR: single heel raise.

가운 운동 능력을 회복하는 것과 더불어 회복의 기간을 단축하는 것 또한 환자들의 치료 만족도에 있어 중요한 요소이다. 최근 아킬레스건 파열 수술 후 발목 관절 운동과 체중부하를 통한 조기 재활 치료가 선호되고 있으며, 임상 결과가 좋았다는 연구들도 다수 발표되었다.<sup>2,3)</sup> 본 연구에서도 수술 후 4주간의 고정 후에 조기 재활 치료를 시작하였다. 하지만 아킬레스건은 그 해부학적 역할로 인해 파열 후 회복이 이루어지더라도 단기와 장기 추사에서 일정 부분 기능저하가 남을 수 있다. Jung 등<sup>11)</sup>은 급성 아킬레스건 파열의 수술 후 조기 재활 운동을 시행하여 수술 6개월 경과 후 추사에서 근력 결손이 있었음을 보고하였다. Jun 등<sup>12)</sup>은 수술 후 최종 추시 평균 18.2개월에 환자의 근력이 정상측과 비교하여 약화 소견 없이 회복됨을 확인하였으며, 아킬레스건 봉합술 후 조기 재활에 따른 단기 추시상의 근력 저하 현상이 최종적으로 회복될 수 있음을 보고하였다.

보통 아킬레스건 파열 후 건 봉합술을 받은 환자들은 일상생활에서는 큰 제한을 느끼지 않으나 달리기나 높이뛰기 같은 스포츠 활동에 제한이 발생하며,<sup>13)</sup> 이는 족저 굴곡근의 반응 속도와 최대 근력이 관여한다. 이러한 요소들을 고려하여 예후를 추정하고, 환자의 상태에 적합한 재활을 시행하기 위해 중단기적인 객관적 평가가 필요하다. 아킬레스건 수술 후 근력 평가는 대부분 근력 측정기를 이용하여 평가하며, 다양한 각속도에서 근력을 정밀하게 측정할 수 있는 장점이 있다. 이와 더불어 외래 진료 중 간단히 시행할 수 있는 단일 하지 거상 검사도 최근 그 효용성에서 중요시되고 있다. Olsson 등<sup>4)</sup>은 급성 아킬레스건 파열로 보존적 방법과 수술적 방법으로 치료 시 수상 후 12주에 단일 하지 거상이 가능하였던 사람들은 젊고 주로 남성이었으며, ATRS가 높고, 수상 후 12주의 Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)가 높다고 하였다. Möller 등<sup>14)</sup>은 수술적 치료를 한 군에서는 8%에서 단일 하지 거상을 할 수 없었던 것을 확인하였다. 단일 하지 거상 가능 시기에 관해 Olsson 등<sup>4)</sup>은 수술 후 12주에 절반 정도가 가능하였다고 보고하였고, Uchiyama 등<sup>15)</sup>도 단일 하지 거상 시기는 평균 수술 후 12주(7~25주)라고 보고하였다. 단일 하지 거상 시기를 통한 수술 후 예후의 조기 예측은 환자에게 장기적인 예후에 대한 설명 시 도움이 될 수 있으며 추후 재활 계획의 변경 여부에 중요한 인자로 이용될 수 있다.

본 연구에서 나이, 성별, BMI, 흡연 여부, 수상 후 수술까지 지연된 기간은 조기 단일 하지 거상과 통계적 유의성은 보이지 않았다. Olsson 등<sup>16)</sup>은 나이는 하지 거상 높이 감소의 강력한 예측인자이며, 높은 BMI는 더 큰 증상의 강력한 예측인자라고 보고하였다. Arverud 등<sup>17)</sup>은 나이와 남성이 아킬레스건 수상 후 나쁜 결과의 예측인자라고 보고한 바 있다. 하지만 아킬레스건의 허혈성 구간의 침범이 3개월 이내 조기 단일 하지 거상이 가능하였던 군에서 더 적었다. Chen 등<sup>9)</sup>은 사체 연구를 통해 아킬레스건의 중간부인 종골 부착부에서 4 cm에서 7 cm 구간이 모든 사체에서 허혈성 구간

이라 보고하였으며, 파열의 위험이 가장 크고 수술의 합병증이 많은 구간이라고 하였다.

임상적 결과에서는 주관적 통증 지수에서는 두 군 간에 통계적 차이가 없었으나, 환자의 일상의 불편감이나 스포츠 등 삶의 질에 주관적인 항목이 많은 ATRS에서는 조기 단일 하지 거상군에서 유의하게 높은 점수를 보였다. ATRS는 10개의 문항으로 하퇴의 근력 약화, 피로도, 관절의 강직, 통증, 일상 생활 활동의 제한, 울퉁불퉁한 지면에서의 보행 시 불편감, 계단이나 등산 시 속도 가능 여부, 달리기 가능 여부, 점프 가능 여부, 힘든 육체 노동 가능 여부의 항목을 두어 각 10점씩 매겨 합산하는 방법이다.<sup>5)</sup> 수술 전 초음파 검사에서 허혈성 구간의 침범이 없었던 군은 조기 단일 하지 거상이 가능한 확률이 높았고, 이는 임상적 평가에서도 더 좋은 결과로 이어졌다.

본 연구의 제한점은 후향적으로 진행되었으며, 연구 대상자들의 장기 추적 임상 결과는 확인하지 못했고, 연구 대상자의 수가 상대적으로 적었다는 점이다. 또한 한 명의 관찰자에 수술 전 초음파를 시행하였으나 초음파상 파열의 시작 부위를 판단함에 있어 오차가 있을 수 있으며, 수상 후부터 초음파 관찰 시점까지의 시간이 연구 대상자마다 상이하였다는 문제점이 있다. 향후에는 초음파 외에 수술 중 발견한 소견으로 단기 예후 예측인자인 단일 하지 거상과의 상관성을 예측해 보는 것이 본 연구의 한계를 극복하는 데 도움이 될 것이라 생각한다.

## 결론

아킬레스건 파열에서 초음파를 통해 확인한 허혈성 구간의 침범은 아킬레스건 봉합술 후 예후의 지표 중 하나인 조기 단일 하지 거상의 나쁜 예후인자로 확인되었다. 따라서 아킬레스건 파열의 치료에 있어 이러한 요인에 대한 고려는 환자에게 좀 더 적합한 치료와 재활을 선택하는 데 도움이 될 것이다.

## REFERENCES

1. Ganestam A, Kallemose T, Troelsen A, Barfod KW. Increasing incidence of acute Achilles tendon rupture and a noticeable decline in surgical treatment from 1994 to 2013. A nationwide registry study of 33,160 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:3730-7.
2. Maffulli N, Tallon C, Wong J, Lim KP, Bleakney R. Early weight-bearing and ankle mobilization after open repair of acute midsubstance tears of the achilles tendon. *Am J Sports Med.* 2003;31:692-700.
3. 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.
4. Olsson N, Karlsson J, Eriksson BI, Brorsson A, Lundberg M, Sil-

- ber্নagel KG. Ability to perform a single heel-rise is significantly related to patient-reported outcome after Achilles tendon rupture. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24:152-8.
5. Nilsson-Helander K, Thomeé R, Silbernagel KG, Thomeé P, Faxén E, Eriksson BI, et al. The Achilles tendon Total Rupture Score (ATRS): development and validation. *Am J Sports Med*. 2007;35:421-6.
  6. Krackow KA, Thomas SC, Jones LC. A new stitch for ligament-tendon fixation. Brief note. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:764-6.
  7. Silbernagel KG, Nilsson-Helander K, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. A new measurement of heel-rise endurance with the ability to detect functional deficits in patients with Achilles tendon rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18:258-64.
  8. Silbernagel KG, Steele R, Manal K. Deficits in heel-rise height and achilles tendon elongation occur in patients recovering from an Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med*. 2012;40:1564-71.
  9. 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.
  10. Carter TR, Fowler PJ, Blokker C. Functional postoperative treatment of Achilles tendon repair. *Am J Sports Med*. 1992;20:459-62.
  11. 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 Korean Foot Ankle Soc*. 2002;6:181-9.
  12. Jun AY, Hwang BG, Cha SH, Kim DY, Kim HN, Park YW, et al. Recovery of muscle power following early weight-bearing and ankle exercise after surgical repair of acute achilles tendon rupture. *J Korean Orthop Assoc*. 2012;47:111-8.
  13. 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.
  14. Möller M, Movin T, Granhed H, Lind K, Faxén E, Karlsson J. Acute rupture of tendon Achillis. A prospective randomised study of comparison between surgical and non-surgical treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83:843-8.
  15. Uchiyama E, Nomura A, Takeda Y, Hiranuma K, Iwaso H. A modified operation for Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med*. 2007;35:1739-43.
  16. Olsson N, Petzold M, Brorsson A, Karlsson J, Eriksson BI, Silbernagel KG. Predictors of clinical outcome after acute achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med*. 2014;42:1448-55.
  17. Arverud ED, Anundsson P, Hardell E, Barreng G, Edman G, Latifi A, et al. Ageing, deep vein thrombosis and male gender predict poor outcome after acute Achilles tendon rupture. *Bone Joint J*. 2016;98:1635-41.