

アキレス腱縫合術後の 足関節機能と動作の獲得時期について —ヒールレイズの評価方法の標準化—

Recovery of physical performance and foot function after surgical repair of
Achilles tendon rupture
—Standardization of the evaluation method of the standing heel-rise test—

今屋 健*¹, 内山英司*², 深井 厚*³, 眞田高起*³
藤島理恵子*¹, 田中龍太*¹, 中山誠一郎*¹, 川村麻衣子*¹

キー・ワード：Achilles tendon rupture, postoperative evaluation, standing heel-rise test
アキレス腱断裂, 術後評価, ヒールレイズ

【要旨】 本研究では、アキレス腱縫合術後で最も重要な機能であるヒールレイズの評価方法を標準化し、より厳密に足関節の底屈機能を評価することを目的とした。そのうえで縫合術後の足関節機能と動作の獲得時期を調査した。対象は新鮮アキレス腱断裂に対しHalf-mini-Bunnel法（内山法）を施行した178名とした。獲得平均時期は、両脚ヒールレイズは10.3週、片脚ヒールレイズは13.3週、ジョギングは14.2週、片脚ヒールレイズ20回以上可能は4.2カ月、スポーツ復帰は5.4カ月であった。またスポーツ復帰に関しては、片脚ヒールレイズ、ジョギング、片脚ヒールレイズ20回以上獲得などと相関関係があった。临床上、アキレス腱縫合術後の機能評価として、ヒールレイズ能力を厳密に評価することが重要であり、その評価は検者間で標準化されたものでなければならない。さらに早期スポーツ復帰には、片脚ヒールレイズを中心とした足関節底屈機能の早期獲得が重要であることが示唆された。

はじめに

アキレス腱縫合術後の最大の機能障害は蹴り出し能力の低下、すなわちヒールレイズ能力の低下である。アキレス腱断裂治療ガイドラインによると、アキレス腱断裂治療後の患側で何らかの機能低下が残るとされているが¹⁾、このほとんどが足関節底屈筋の筋力低下であり、ヒールレイズ能力の低下であると考えられる。したがって、アキレス腱縫合術後の臨床においては、適切なヒールレイズ能力の評価が必要であり、これが重要なスポーツ復帰の指標となり得る。

しかし、アキレス腱縫合術後の足関節機能の評価方法は施設によりさまざまであり、統一した見解はない。特にスポーツ復帰に直結するヒールレイズの評価に関しては、上肢による支持や評価肢位の違いにより代償動作が生じることが多く、これによりヒールレイズ能力を見誤る可能性が高い。

本研究の目的はアキレス腱縫合術後のリハビリテーションにおいて、ヒールレイズを中心とした機能評価の方法を統一し、これらの動作が獲得できた時期を調査すること、また、ジョギングやスポーツ復帰などの主要な動作を獲得できた時期を調査することである。さらに、術後からそれぞれの動作獲得までの期間について、各動作間での相関について調査することである。

*1 関東労災病院中央リハビリテーション部

*2 稲波脊椎・関節病院スポーツ関節センター

*3 関東労災病院スポーツ整形外科

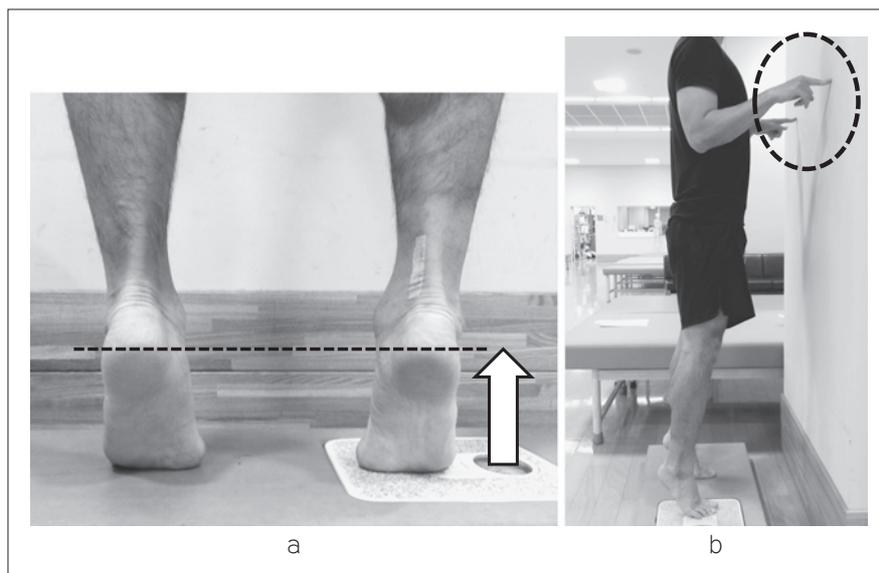


図1 両脚ヒールレイズの評価方法
 a. 膝完全伸展位. 患側に1/2部分荷重の状態で, 完全底屈位になるまでヒールレイズを行う(1回)
 b. 上肢での支えは壁に両手指1~2本を添える程度

■ 対 象

対象は2012年1月から2015年1月までに新鮮アキレス腱断裂に対し, Half-Mini-Bunnel法(内山法)によるアキレス腱縫合術を施行し, 本調査の評価項目が全て確認できた178例(男性121例, 女性57例)である. 対象の年齢は 37.9 ± 12.2 歳(16-74歳)であった.

■ 方 法

足関節機能と動作の獲得の評価方法は以下の通りである.

1) 足関節機能の評価

アキレス腱縫合術後の足関節機能の獲得として, 両脚ヒールレイズ, 片脚ヒールレイズ, 片脚ヒールレイズ20回以上, 足関節底屈・背屈可動域を評価した.

両脚ヒールレイズは膝完全伸展位にて, 患側に1/2部分荷重の状態で, 完全底屈位になるまで1回ヒールレイズが可能であることとした. この際, 上肢の支えは壁に1~2本の両手指を添える程度である(図1ab).

片脚ヒールレイズは膝完全伸展位にて, 健側ヒールレイズの踵の高さの1/2以上の高さまで, 1回ヒールレイズが可能であることとした. この際, 上肢の支えは壁に1~2本の両手指を添える程

度である(図2ab).

片脚ヒールレイズ20回以上は, 健側片脚ヒールレイズの踵の高さの1/2以上の高さで, 連続20回以上ヒールレイズが可能であることとした. この際, 上肢の支えは壁に1~2本の両手指を添える程度である. 回数に関しては, Danielsらの徒手筋力検査法の段階5(Normal)の回数を参考にして, 近年段階5の回数が20回から25回に改定された²⁾. それに伴い当院でも回数を20回から25回に修正したため, 本研究では20回以上と表記した.

足関節可動域は, 完全底屈の評価として正座を, 完全背屈の評価として左右差のない踵接地でのしゃがみ動作を確認した(図3ab).

2) 動作獲得の評価

アキレス腱縫合術後の動作獲得として, ジョギングとスポーツ復帰の獲得時期を評価した.

ジョギング動作の獲得は, 痛みがなくダッシュの20~30%程度のスピードでの走行が可能であることとした.

スポーツ復帰の獲得は, 受傷前のスポーツへ復帰が可能となった時期とした.

以上の機能や動作を獲得した時期を調査した. また, 各動作間の相関関係を調査した. 統計分析は統計ソフトDr. SPSS23 for windowsを用い, Pearsonの順位相関係数を求め, 有意水準は5%

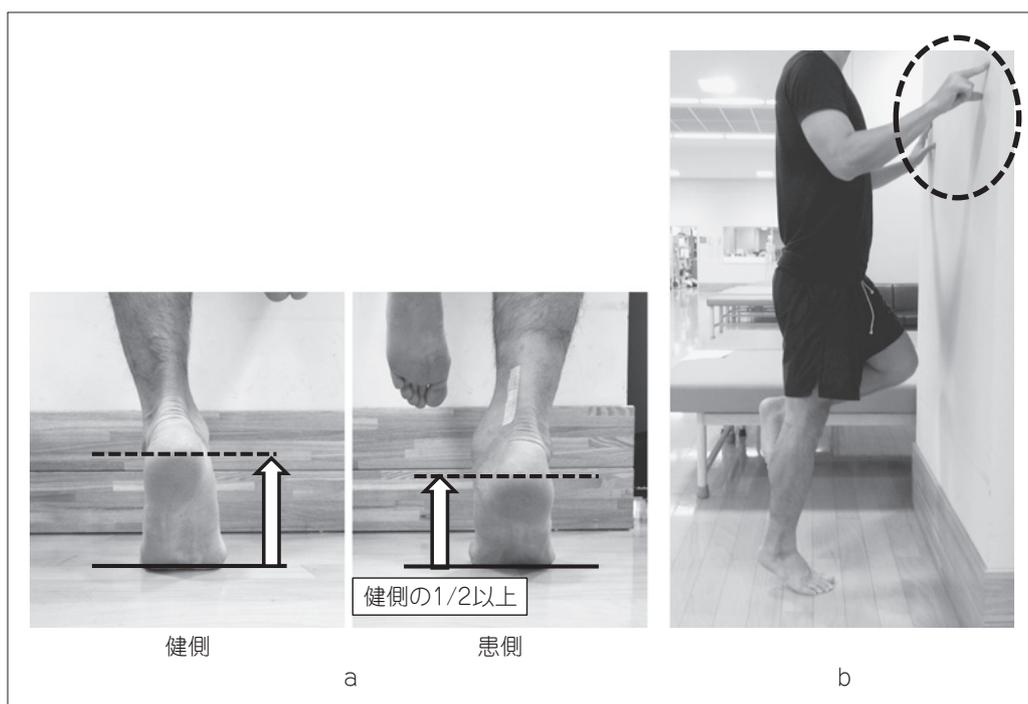


図2 片脚ヒールレイズの評価方法

- a. 膝完全伸展位. 健側の1/2以上の高さまで, 片脚にてヒールレイズを行う(1回)
- b. 上肢での支えは壁に両手指1~2本を添える程度

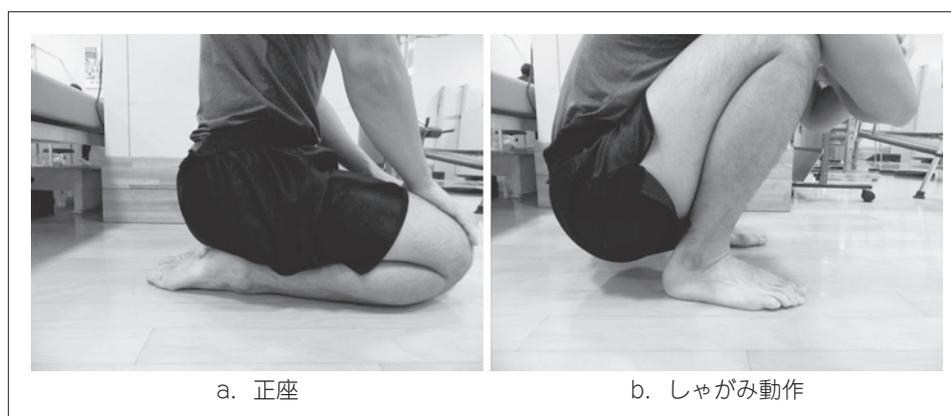


図3 可動域の評価方法

- a. 左右差のない正座で完全底屈可動域を確認
- b. 左右差のない踵接地でのしゃがみ動作で完全背屈可動域を確認

未満とした。

尚, 当院の術後リハビリテーションの流れを表1に示す。術後5日から歩行ギプス下での全荷重歩行, 2週から内山式アキレス腱用装具に変更し関節可動域訓練を開始, 6週から両脚ヒールレイズ, 9週から片脚ヒールレイズを開始している。

また, 片脚ヒールレイズが獲得できれば10週からジョギングを開始し, 片脚ヒールレイズ20回以上が獲得できれば約4か月から部分練習開始, 約

5か月で元のスポーツへの復帰を許可している。

■ 結果

足関節機能と各動作の獲得時期は, 両脚ヒールレイズは術後 10.3 ± 4.2 週, 片脚ヒールレイズは 13.3 ± 3.5 週, ジョギングは 14.2 ± 3.6 週, 片脚ヒールレイズ20回以上は 4.2 ± 1.4 か月, スポーツ復帰は 5.4 ± 1.1 か月であった。

正座の獲得時期は 4.6 ± 1.9 週, しゃがみ動作の

表1 術後のリハビリテーション

初期リハビリ	5日：歩行ギプス下での全荷重歩行
↓	2週：ギプス除去，足関節可動域訓練開始
後期リハビリ	6週：両脚ヒールレイズ開始
↓	9週：片脚ヒールレイズ開始
	10週：ジョギング開始
	5カ月：完全復帰

表2 各動作の相関

	正座	しゃがみ	両側 HR	片側 HR	ジョギング	HR20 回以上	スポーツ復帰
正座	1.000						
しゃがみ	.203*	1.000					
両側 HR	.216**	.195*	1.000				
片側 HR	.184*	.116	.283**	1.000			
ジョギング	.117	.245**	.287**	.697**	1.000		
HR20 回以上	.020	.061	.068	.378**	.392**	1.000	
スポーツ復帰	.033	.008	.057	.292**	.386**	.443**	1.000

HR (Heel-Rise)：ヒールレイズ
 * 相関係数は5%水準で有意 (両側)
 ** 相関係数は1%水準で有意 (両側)

獲得時期は11.1±3.7週であった。
 各動作の相関関係は表2の通りであった。

■ 考 察

当院のアキレス腱断裂後の縫合術にはHalf-Mini-Bunnel法(内山法)が用いられ，より解剖学的な修復と強固な固定性が得られている^{3,4)}。これにより，早期からの積極的なリハビリテーションが可能となっている。リハビリテーションは，失われた足関節の機能の再獲得を目的に段階的に進められるが，荷重位における足関節底屈の能力がスポーツ復帰のためには特に重要であると考えている。本邦では林が，保存的治療であるが患部の回復状態をより的確に把握するには片脚ヒールレイズの可否が重要であるとしている⁵⁾。さらに内山は，アキレス腱縫合術後の評価としてヒールレイズの必要性を提唱しており⁶⁾，近年その重要性が認識されつつある。すなわち，縫合術後のアキレス腱は連続性があるだけでは不十分であり，ヒールレイズという機能的な能力の獲得がスポーツ復帰には重要であると考えられる。本研究は，そのヒールレイズの評価がより重要との認識から，さらに厳密な評価基準を設定することが主旨である。

当院ではアキレス腱術後の評価について，検者間で差が出ないように評価方法を統一した。特に

アキレス腱縫合術後で，最も重要な動作であるヒールレイズに対する評価については，試行錯誤の上，現在の評価法になった。

ヒールレイズは上肢での支持方法により代償が可能となる。すなわち，上肢で体重を支えることにより，見かけ上のヒールレイズが可能となる。ヒールレイズの評価としては，Danielsら²⁾の徒手筋力検査法が一般的である。これによると足関節底屈の評価として，片脚立位でのヒールレイズを用いるが，上肢による支持は検査台の上に1~2本の指を置く程度としている。しかし臨床現場では，同じ指1~2本の支持でも，台の上に指を置けばヒールレイズが可能であっても，指を壁に添える支持ではヒールレイズが不可能になる症例を非常に多く経験する。このため当院では，ヒールレイズ時のバランスを保つために最低限の支持として，壁に両手指を1~2本添える方法を選択している。この方法により上肢の代償作用は大幅に除外され，より厳密にヒールレイズの能力を評価できる(図4ab)。海外の文献では，ヒールレイズ時の上肢による支えの基準が散見される。Silbernagelら^{7,8)}がアキレス腱治療後のヒールレイズの評価時に，バランスをとるために指尖2本を壁に支えて良いとしている。また，Yocumら⁹⁾は壁に指尖を支えて良いとし，Smanら¹⁰⁾は壁に片手の指尖で

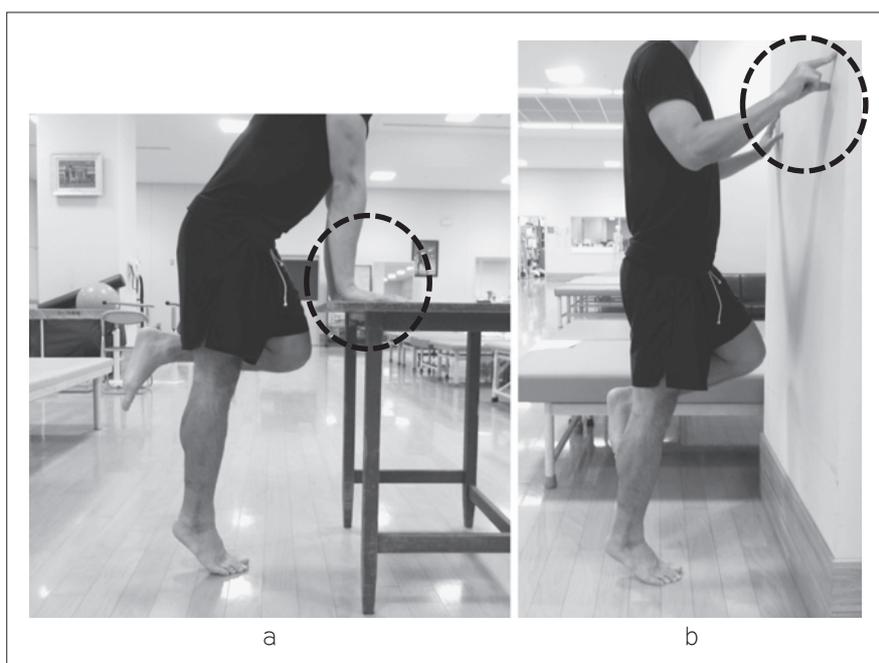


図4 ヒールレイズ時の上肢の支持について

- a. 上肢で体重を支えることにより代償作用が生じ、見かけ上のヒールレイズが可能となる。
- b. ヒールレイズ時のバランスを保つために最小限の支持として、壁に両手指1～2本を添える方法。これにより代償作用は除外される。

支えて良いとしている。しかし本邦ではヒールレイズ時における上肢の支えに関して、我々の渉猟した範囲では明確な基準は見つからなかった。

さらにヒールレイズ時には膝を完全伸展位としている。ヒールレイズ時に膝が屈曲すると足関節の底屈筋を使わなくても見かけ上のヒールレイズが可能となるが、膝を完全伸展位にするこの代償動作は不可能となる。これにより厳密に足関節の底屈筋の機能が評価できる(図5ab)。

アキレス腱縫合術後のヒールレイズの獲得時期については諸家の報告がある。両脚ヒールレイズの獲得時期に関して、豊岡¹¹⁾は術後平均8週、青木ら¹²⁾は7.3週、鈴木ら¹³⁾は9.4週、絹笠ら¹⁴⁾は10.3週と報告している。また、片脚ヒールレイズに関しては、青木ら¹²⁾は術後平均12.5週、豊岡¹¹⁾は13週としており、いずれも当院の獲得時期よりも早かった。しかし、いずれの報告も、ヒールレイズ時の踵の高さや、上肢による支持の有無などの、明確な評価基準が示されているものはなかった。また、当院でも過去にヒールレイズを中心とした足関節機能の獲得時期を調査しており^{3,6,15~17)}、両側ヒールレイズは術後9週で75%の症例が、片脚ヒールレイズは12.5週で75%の症例が可能とな

り、片脚ヒールレイズ20回連続可能となったのは平均15.4週であったと報告している。しかしこれも、上肢による支持や膝の肢位などは明確になっておらず、踵が少しでも床から離ればヒールレイズ動作の獲得としていた。今回のようにヒールレイズの評価方法を統一し、かつ、代償作用がなく足関節底屈機能が評価できる方法は、術後の臨床成績を正確に評価でき、手術やリハビリテーションの進捗につなげられると考えられる。

また、片脚ヒールレイズはアキレス腱縫合術後で最も困難な動作の一つであり、当院ではジョギング開始時期の目安としている。しかし、完全な左右差のない片脚ヒールレイズの獲得は、かなりの期間を要することを臨床上経験している。中川ら¹⁸⁾は、上肢の支持は明記されていないが、完全底屈位でのヒールレイズの時期を調査しており、獲得に術後18週かかったとしている。また最近の我々の調査では¹⁹⁾、本研究での方法による片脚ヒールレイズを行い、踵の高さの健患差は術後10週で平均4.5cm、術後5カ月で平均1.7cmであった。したがって、左右差のない片脚ヒールレイズをジョギングの開始基準とするにはあまりに困難すぎると思われる。我々は経験的に、健側ヒール

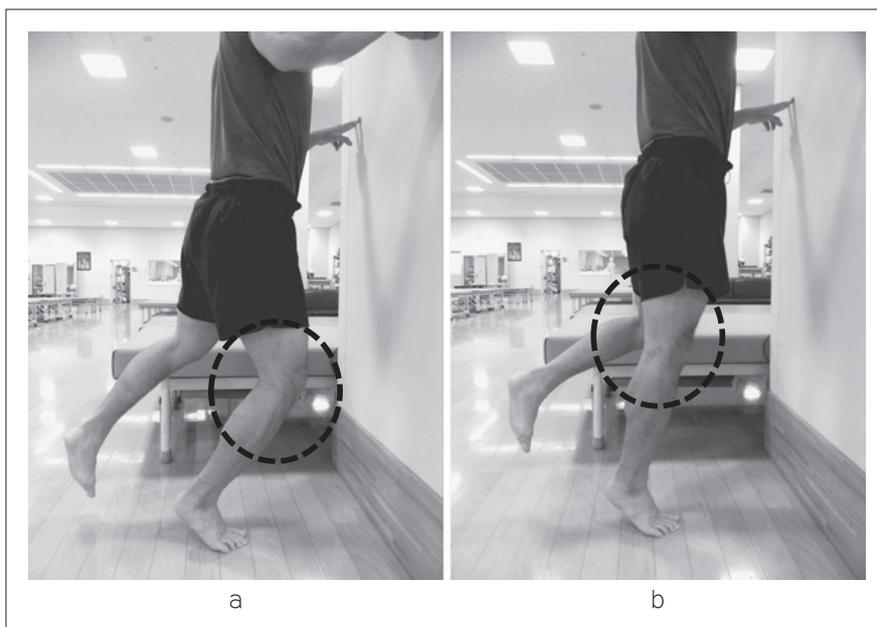


図5 ヒールレイズ時の膝の屈曲について

- a. 膝を屈曲することにより，足関節の底屈筋を使わなくても見かけ上のヒールレイズが可能となる。
- b. 膝の完全伸展位下であれば代償作用は除外され，より厳密にヒールレイズの能力を評価できる。

レイズの半分以上の高さのヒールレイズが1回可能であればジョギングが可能な筋力が得られたと評価し，臨床ではこれを片脚ヒールレイズの基準としている。また，術後の重要な動作となるヒールレイズやジョギングの獲得時期は，プロトコルでのリハビリテーション開始から約4週後であった。これらの動作開始時期と動作獲得時期との差を短縮することが今後の課題である。

相関関係において，足関節底背屈可動域獲得は両脚ヒールレイズ獲得と関連していた。これは手術手技の改善により，早期からの関節可動域訓練が可能になったことが，術後早期の治癒過程に良好に作用し，初期のリハビリテーション動作である両脚ヒールレイズ獲得につながったと考えられる。また両脚ヒールレイズ獲得時期は，片脚ヒールレイズとジョギング獲得時期と相関していた。このように，アキレス腱縫合術後に最も困難な動作である片脚ヒールレイズを獲得するには，術後早期からの適切なリハビリテーションにより，段階的な足関節機能の獲得が必要であると考えられる。

最後にスポーツ復帰には，後期のリハビリテーション動作である片脚ヒールレイズ，ジョギング，片脚ヒールレイズ20回以上獲得などと関連して

おり，早期スポーツ復帰には片脚ヒールレイズを中心とした，足関節底屈機能の早期獲得が重要であることが示唆された。

文 献

- 1) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会，アキレス腱断裂ガイドライン委員会編：アキレス腱断裂診療ガイドブック．南江堂，東京，71-72, 2007.
- 2) Hislop, HJ., Montgomery, J：新・徒手筋力検査法（津山直一，中村耕三訳）．協同医書出版社，東京，原著第8版，230-231, 2011.
- 3) Uchiyama, E, Nomura, A, Takeda, Y et al: A modified operation for Achilles tendon ruptures. Am J Sports Med 35: 1739-1743, 2007.
- 4) 内山英司：アキレス腱断裂の治療．運動と医学の出版社，神奈川，第1版，56-61, 2016.
- 5) 林 光俊：アキレス腱皮下断裂の保存的治療．日整会誌 62: 471-484, 1988.
- 6) 内山英司：アキレス腱断裂に対する手術方法の改良による早期リハビリテーションの検討．臨床スポーツ医学 12: 483-487, 2004.
- 7) 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* 40: 1564-1571, 2012.
- 8) Silbernagel, KG, Nilsson, K, Thomee, R et al.: 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* 18: 258-264, 2010.
- 9) Yocum, AA, Westcott, SL, Bjornson, KF et al.: Reliability and validity of the heel-rise test in children. *Pediatric Physical Therapy* 16: 76, 2004.
- 10) Sman, AD, Hiller, CE, Imer, A et al.: Design and reliability of a novel heel rise test measuring device for plantarflexion endurance. *Biomed Res Int.* 2014: 391646, 2014.
- 11) 豊岡青梅：アキレス腱縫合術後のヒールレイズの推移. 第23回よこはまスポーツ整形外科フォーラム抄録集 S17, 2015.
- 12) 青木光広, 石井清一, 横串算敏ほか：アキレス腱縫合術後の運動療法. *日本リハビリテーション医学会学術集会会誌* 37: S832, 2000.
- 13) 鈴木朱美, 佐々木淳也, 福嶋重宣ほか：Half-mini-Bunnel法(内山法)によるアキレス腱縫合術後の筋力評価. *整スポ会誌* 30(2): 56-59, 2010.
- 14) 絹笠友則, 金森章浩, 宮川俊平：アキレス腱断裂の術後MRI評価. *整スポ会誌* 28: 163-168, 2008.
- 15) 内山英司：アキレス腱の新しい手術法をめぐって. *Sportsmedicine* 91: 6-13, 2007.
- 16) 内山英司：手術的アキレス腱縫合法. *Arthritis* 6: 20-27, 2008.
- 17) 園部俊晴：アキレス腱断裂, アキレス腱炎のリハビリテーションについて. *Sportsmedicine* 91: 13-14, 2007.
- 18) 中川拓也, 岡 徹, 末吉 誠ほか：アキレス腱断裂縫合術後のヒールレイズ獲得時期について. 第22回京都府理学療法士学会誌 134-135, 2011.
- 19) 田中龍太, 今屋 健, 藤島理恵子ほか：当院でのアキレス腱縫合術における機能回復の経過について. *日本臨床スポーツ医学会誌* 23(4): S225, 2015.

(受付：2016年10月28日, 受理：2017年1月23日)

Recovery of physical performance and foot function after surgical repair of Achilles tendon rupture —Standardization of the evaluation method of the standing heel-rise test—

Imaya, T.*¹, Uchiyama, E.*², Fukai, A.*³, Sanada, T.*³
Fujishima, R.*¹, Tanaka, R.*¹, Nakayama, S.*¹, Kawamura, M.*¹

*¹ Department of Central Rehabilitation Medicine, Kantoh Rousai Hospital

*² Center of Sports and Joint, Inanami Spine and Joint Hospital

*³ Departments of Sports Medicine and Orthopedic Surgery, Kantoh Rousai Hospital

Key words: Achilles tendon rupture, postoperative evaluation, standing heel-rise test

[Abstract] The purpose of this research was to standardize and accurately estimate the method of the standing heel-rise test. Heel-rise is the most crucial physical function after the repair of an Achilles tendon rupture. Acquisition time of the ankle function and physical performance after suture repair surgery was investigated. The subjects were 178 patients who underwent half-mini-Bunnel procedures (Uchiyama method) for acute Achilles tendon rupture. The results of average acquisition time were as follows: heel-rise of both legs was regained by 10.3 weeks; one leg heel-rise was recovered by 13.3 weeks; jogging was resumed by 14.2 weeks; one leg heel-rise over 20 times was regained by 4.2 months; lastly, return to sports was achieved by 5.4 months. To return to sports, there was correlation between the three elements of one leg heel-rise (over 20 times of heel-rise); jogging; and one leg heel-rise. The higher quality physical performance of ankle plantar flexion function during one leg heel-rising led to earlier return to sports. These data suggest that precise evaluation of the heel-rise ability in clinical practice is important after Achilles tendon suture repair. The evaluation method of the standing heel-rise test must also be standardized for inter-examiner consistency.