

エリート・アスリートの アキレス腱断裂に対する内山法による 修復後の復帰について

Elite athletes' return to play after Achilles tendon rupture repair by the Uchiyama method

内山英司*1, 山口 玲*1, 小林将貴*1
真田高起*2, 今屋 健*2

キー・ワード：Achilles tendon rupture, return to play, heel-raise
アキレス腱断裂, 復帰, ヒールレイズ

〔要旨〕 2000年から2020年までに内山法で縫合したエリート・アスリート36名の競技復帰期間を調査した。35名は元のスポーツレベルに復帰した。1例はHR獲得遅延、1例は再断裂の為に競技復帰時期が遅延した。2例を除く34例94.4%は7か月以内の復帰であった。腱の長さ調節を健側足関節自然下垂底屈角度 α +数度以上の設定で行った20例の片脚ヒールレイズ（以下HR）の獲得は平均10.4週であり、元のスポーツレベルの復帰時期は平均5.3（4-10）ヵ月であった。

片脚HRの獲得時期から走行開始、片脚HR連続20回以上の獲得時期より運動復帰とする基準は適切であった。

■ 初めに

新鮮アキレス腱断裂に対し2000年よりHalf-Mini-Bunnell(内山法)で縫合術を施行し、87例について2004年に報告した¹⁾(図1)。片脚heel-raise(以下HR)²⁾は平均12週で獲得するなど良好な成績であったことからその後も内山法を継続している(図2)。しかし、一般にエリート・アスリートにおけるアキレス腱断裂の治療は満足しうる臨床成績とは言えない^{3,4)}。今回内山法で2020年2月までに施行したエリート・アスリート36名に対し、筋力回復の指標となる片脚HR獲得時期と元のスポーツで競技力を発揮可能となった時期を調査した。筋力回復の指標となる片脚HR評価や獲得時期を中心に手術方法、リハビリテーション法を報告する。

*1 稲波脊椎・関節病院

*2 関東労災病院スポーツ整形外科

■ 対 象

2000年から2020年までの全日本レベル、もしくはプロスポーツ選手といえるエリート・アスリート36名に内山法で手術を施行した。バスケットボール6名(男性2名, 女性4名), サッカー男性5名, バドミントン女性5名, クラシック・バレエ4名(男性3名, 女性1名), 体操3名(男性1名, 女性2名), アメリカンフットボール男性3名, ソフトボール女性2名, 卓球, 柔道, セパタクロー, レスリング, ビーチサッカーは男性各1名, スキー, ダンス, テニスは女性各1名である。年齢は平均27.3(19-39)歳。男性19名, 女性17名であった。

■ 方 法

手術は内山式縫合術を行った¹⁾。アキレス腱の長さ調整は健側足関節自然下垂底屈角度(α)を参考にし、津下縫合での固定後、腹臥位膝90度で足関

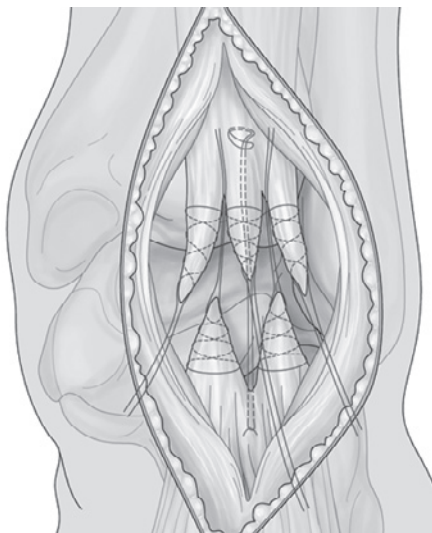


図1 Half-Mini-Bunnell (内山法)
 津下縫合で+5度を設定し、断端を近位3束、遠位2束に分割し、各線維束にBunnell縫合を行い、挟み込み縫合する。



図2 Heel-Raise (HR) : 5段階評価で連続20回以上がNormal, 片脚HR可能は、段階2 (poor) 評価 (徒手筋力テストでは5に相当する)。
 (文献2) より引用)

節の下垂角度を決定した (図3)。当初は健側 α + 数度としたが、2013年より α + 5度を目標とした。4-7日間のギプス固定後より歩行ギプスに変更し全荷重歩行を開始した。手術後約2週には背屈は角度調節可能であるが底屈制限の無い、独自に作成した内山式歩行装具に変更しROM訓練を

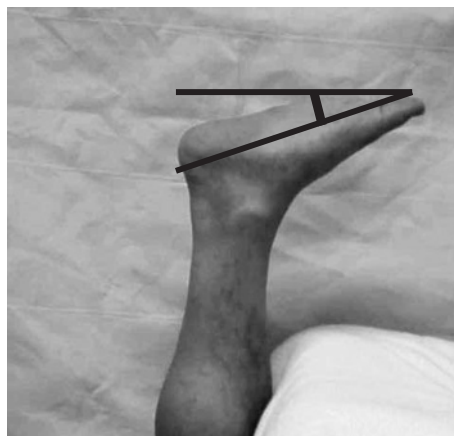


図3 足関節自然下垂底屈角度 (α)。

開始した。1週毎に背屈制限角度を減少した。術後3~4週後には座位でのHR訓練を開始し、術後6週以降で立位HR訓練に移行した。両脚HRで左右の荷重差がなくなれば装具を除去した。片脚HR獲得後走行開始し、片脚HR20回以上達成で多方向運動開始した。調査項目は今回測定可能であった20例の片脚HR獲得時期、スポーツ復帰時期、復帰時期のtoe height distance (THD)である (表1)。

一般的に用いられる徒手抵抗による筋力テストでは下腿三頭筋評価が困難である。そこでスポーツ復帰許可のために筋力評価として、Danielsの新・徒手筋力検査でのheel-raiseで評価した。片脚HR獲得は徒手テストにおけるいわゆるMMT【5】であるが、Danielsの段階2 (poor) となる。正常といえる段階5 (normal) とは連続HR20回以上である²⁾。スポーツ復帰時期の基準は連続片脚HR20回以上獲得の確認後、元のレベルの復帰を試合参加時期とした。舞台芸術種目は公演可能時期と定義した。復帰した時期に腹臥位膝90°での足関節自然底屈位における母趾高の患健差THDを測定した (図4)。

結 果

36例中、再断裂を生じた1例をのぞき35例は元のスポーツレベルに復帰した。測定可能な20例での片脚HR獲得時期の平均は10.8 (9-18) 週であった。復帰時期は平均5.3 (4-10) ヶ月であった。 α + 5度を設定した11名の復帰時期のTHDは左右差は平均+4.1 (0-20) mmであった。足関節可動域制限を残すものではなく、背屈が過大となる症例は認めなかった。片脚HRの獲得が18週と遅

表1 片脚 HR 獲得選手表

症例	年齢	性別	種目	レベル	片脚 HR 獲得時期 (週)	THD (mm)	復帰 (M)	復帰後成績
1	30	M	アメフト	Xリーグ	10		4.5	リーグ優勝
2	23	M	アメフト	Xリーグ	9	10	5	リーグ優勝
3	30	M	サッカー	Jリーグ	13		5	
4	23	M	サッカー	Jリーグ	10	5	5	リーグ優勝
5	26	M	サッカー	Jリーグ	10	20	5	
6	18	F	体操	強化選手	14		5	全日本種目別優勝
7	24	F	体操	全日本	8.5	0	7	全日本総合6位
8	22	F	バスケット	WJBL	18	5	10	日本代表候補
9	28	M	バスケット	社会人リーグ	10		5	リーグ準優勝
10	19	F	バスケット	WJBL	11	5	7	日本代表
11	22	F	バスケット	WJBL	9		5	リーグ MVP
12	24	F	バドミントン	社会人リーグ	9		4	
13	28	F	バドミントン	社会人リーグ	10	5	5	全日本シニア優勝
14	28	F	バドミントン	全日本	10	0	5.5	日本代表候補
15	29	M	バレエ	プロダンサー	15	0	6	
16	37	M	バレエ	プロダンサー	10	0	4	ソリスト復帰
17	27	M	バレエ	プロダンサー	9	0	5	ソリスト復帰
18	28	M	ビーチサッカー	全日本	10.5	0	4	日本代表候補
19	24	M	柔道	全日本	11		5	全日本2位
20	27	F	テニス	プロ	9		5	

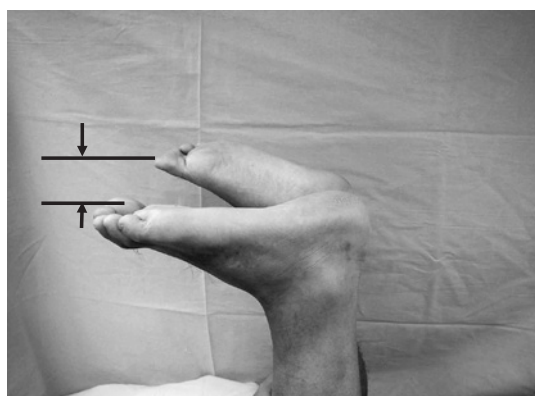


図4 THD (toe height distance). 腹臥位で膝を90度に屈曲し、足関節の自然下垂状態で、母趾の高低差を測定する。

延した1例は22歳女性、バスケットボール選手、10週時点での両足HR訓練中に痛みが出現した。MRI検査で断裂縫合部中心部に高輝度陰影の残存が判明した。5ヵ月半後MRIで高輝度範囲はほぼ消失し、疼痛も消失したため走行を開始した(図5a, b)。復帰には10か月を要したが、その後5年間現役を続行しバスケットボール3×3の代表候補に選出された。再断裂の1例は28歳女性、ソフトボール選手、オリンピック代表選手。片脚HR20回連続を達成し、多方向運動訓練中の18週で

再断裂した。代表には復帰できなかったが再建術を行い社会人リーグに復帰した。

考察

アキレス腱断裂の最終的な治療目的は、早期に安定したHRの獲得である。ガイドラインではアキレス腱断裂後に何らかの機能障害が残ると指摘し、その機能障害は筋力低下、足関節可動域低下とある⁵⁾。更にガイドラインではトップアスリートにとってアキレス腱断裂後の復帰は筋力低下、可動域低下が生じ、元のレベルでの競技復帰は困難なことが多いとある⁵⁾。しかし従来の報告では関節可動域制限の解消時期は提示されているが、HRの獲得時期や、筋力についての議論はあまり行われていない。スポーツ復帰にはアキレス腱が連続するだけでなく、機能障害となる筋力低下を十分回復させる必要があることは明らかである。特にエリート・アスリートにとっては練習復帰のために早期の筋力回復が要求される。AminらはNBA(National Basketball Association)選手の39%は復帰できなかったと報告している³⁾。またParekhらによればアキレス腱断裂後のNFL(National Football League)選手は32%が復帰できず、その筋力は50%以下であったという⁴⁾。アスリートに



図5 症例 22.
 a. 18週でのMRI 広い範囲で高輝度陰影を認める (→印).
 b. 手術後5か月半. 高輝度陰影はほぼ消失している (→印).

とってアキレス腱断裂が連続するだけではなく、スピードのある踏込動作や、強い蹴りだし力、ジャンプ力の十分な回復が必要である。これらの筋力回復はアキレス腱が連続している下腿三頭筋筋力に他ならない。手術は下腿三頭筋筋力が十分発揮できる状態とすることが必要であり、その評価には片脚 HR 獲得時期を指標にすることが重要と考えている。筆者は新鮮アキレス腱断裂後の早期復帰を目標に2000年より Half-Mini-Bunnell (内山法) を考案し実施している^{1,6)}。その目的は従来法よりも早期荷重、早期可動域訓練を可能とし、十分な下腿三頭筋筋力を獲得することである。今回内山法で行ったエリート・アスリート20名中1名は片脚 HR の獲得は遷延したが、これを除く19名は平均10.4週で片脚 HR を獲得し、平均5(4-

7)ヵ月で元のレベルに復帰していた。2007年には学生を含めた21名の High-Level-Athlete での試合復帰を平均5ヵ月(17~26週)と報告した⁶⁾。今回も34名(94.4%)は7ヵ月以内に元のスポーツレベルに復帰するなど安定した成績であった。手術方法による具体的な効果としては、6strand 縫合法による強固な固定が早期荷重、早期可動域訓練を可能とし、さらに線維束が長軸に配列されることがスムーズな腱の滑走を促したため、早期の可動域制限解消となったと考えている。早期スポーツ復帰のため早期の練習再開を切望するようなエリート・アスリートにとって、本術式による効果で3~4週から座位 HR での下腿三頭筋の筋力訓練が可能となり、滞りなく立位 HR 訓練に誘導できた結果、片脚 HR の早期の獲得は有効であ



図6 HRH (heel-raise-height) HRでの踵の高さ
症例17. バレエダンサー, 患側HRHは左右差なく回復している。

る。

しかし元のレベルに復帰した選手でも、片脚でのジャンプ力に差が残ると述べる選手が散見された。調査すると踵の挙上程度 (heel raise height, 以下 HRH) が十分ではなく、腓腹筋が近位に軽度短縮していた。HRH が不十分であるのは正常な筋収縮となっていないことを意味し、その原因は腱の延長と考えられた。正常に比べ腱が延長すれば筋力の発揮に不利となるので、腱の正常化を考慮し2013年より $\alpha+5$ 度設定に変更した。復帰時のTHDの患側の左右差は平均4.1mmであることから見て、正常に近い腱の長さにするには健側足関節自然下垂底屈角度の $\alpha+5$ 度の設定は有効と考えた。適正な腱の長さ調節、強固な固定、断裂線維の長軸化が早期の筋力回復に効果的であったと考えている。

筆者は、片脚 HR 獲得時期が MRI による縫合部の高輝度陰影消失時期とほぼ一致していたことを報告した⁷⁾。このことから、片脚 HR の獲得は順調な回復過程にあると判断し、走行訓練を許可する指標としてきた。更に段階5(normal)と判断できる片脚 HR 連続20回以上が可能となれば、耐久性が備わったと判断し、練習時間の回復と多方向性運動を許可した。つまり片脚 HR の獲得が運動の基礎といえる走行開始基準となり、片脚 HR 連続20回以上獲得時期が一般的なスポーツ復帰に向けての訓練期との基準として示すことができると

考えられた。今屋らも、スポーツ復帰に関し、片脚 HR、ジョギング、片脚 HR 連続20回以上獲得などは相関関係があったと述べている⁸⁾。以上の観点から、活動期におけるアキレス腱縫合術後のリハビリスケジュールは機能評価を指標に組み立てられている。両足 HR 開始時期から、片脚 HR 獲得時期は荷重負荷の増加時期であり注意が必要である。特に痛みには更なる注意が必要で、機能的評価せずに単なる時間経過を指標に漫然とリハビリをすすめると再断裂の危険性もある。片脚 HR 獲得が遅延した症例8では、経過中縫合部に疼痛と MRI における高輝度陰影が残存していた。この高輝度陰影は断端部の治癒が遅れていたと考えられ、片脚 HR の獲得を慎重に行った。約3ヵ月で高輝度陰影は消失するとともに疼痛も消失した。

試合復帰時期は種目によるシーズンの違いから4~7ヵ月と幅が生じているものの、平均5.2ヵ月であった。94%が7ヵ月以内に復帰していたことからみて、本術式と術後リハビリ計画であれば、エリート・アスリートであってもスポーツ復帰は7ヵ月以内に可能と判断している。ただしスポーツ復帰は治療効果の指標になるもののアキレス腱断裂後の治療成績を論じることには留意を要する。片脚 HR が不十分であっても種目によれば復帰可能であるが、片脚 HR が不十分であればパフォーマンスが発揮できていない可能性がある。従って、アキレス腱機能回復の指標には HR 機能を中心とした評価の方がより適していると考えられる。

例えば、審美性を表現する芸術種目であるクラシック・バレエのルルベには挙上回数のみならず、十分な踵骨挙上高位獲得も必要である。今後は、アキレス腱断裂後の治療判定には、HR 獲得時期、回数だけではなく、HR 高位の指標 heel-raise-height (HRH) の評価も合わせて行うことが重要と考えている (図6)。

結 論

内山式縫合術でエリート・アスリートの HR 獲得時期は平均10.4週であり、94.4%が7ヵ月以内に元のレベルでの試合形式参加が可能であった。前足部でのけり出しが可能となる片脚 HR 獲得時期が治療評価にとり極めて有用である。内山式縫合術とリハビリスケジュールは下腿三頭筋筋力獲得に有効であった。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) 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. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2004; 12: 483-487.
- 2) Hislop HJ, Montgomery J. 新・徒手検査法. In : 津山直一, 中村耕三訳. 原著第8版. 東京: 協同医学出版社; 230-231, 2011.
- 3) Amin N, Old AB, Tabbet LP, et al. Performance Outcomes After Repair of Complete Achilles Tendon Ruptures in National Basketball Association Players. Am J Sports Med. 2013; 41: 1864-1868.
- 4) Parekh SG, Wray WH 3rd, Brimmo O, et al. Epidemiology and outcomes of Achilles tendon ruptures in the National Football League. Foot Ankle Spec. 2009; 2(6): 283-286.
- 5) 日本整形外科学会. アキレス腱断裂診療ガイドライン 2019. In : 日本整形外科学会(監). 東京: 南江堂; 75-78, 2019.
- 6) Uchiyama E, Nomura A, Takeda Y, et al. A Modified Operation for Achilles Tendon Ruptures. Am J Sports Med. 2007; 10: 1739-1743.
- 7) 内山英司. アキレス腱断裂. Sportsmedicine. 2015; 172: 1-13.
- 8) 今屋 健, 内山英司, 深井 厚, 他. アキレス腱縫合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—. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2017; 25: 215-221.

(受付: 2020年11月10日, 受理: 2021年6月22日)

Elite athletes' return to play after Achilles tendon rupture repair by the Uchiyama method

Uchiyama, E.^{*1}, Yamaguchi, R.^{*1}, Kobayashi, M.^{*1}
Sanada, T.^{*2}, Imaya, T.^{*2}

^{*1} Inanami Spine and Joint Hospital

^{*2} Department of Sports Orthopedic Surgery, Kanto Rosai Hospital

Key words: Achilles tendon rupture, return to play, heel-raise

[Abstract] We investigated the return period of 36 elite athletes who underwent suturing by the Uchiyama method between 2000 and 2020. Among these, 35 cases returned to their original sports level. In one case there was a delay to acquire HR, and in one case there was a delay to return to competition due to re-rupture. Excluding these 2 cases, 94.4% of 34 cases returned within 7 months. The average acquisition of one-leg heel raise (HR) by 20 cases in whom tendon length adjustment was performed with the natural ankle joint flexion angle α +more than a few degrees on the healthy side was 10.4 weeks. The average time it took to return to the original sports level was 5.3 (4-10) months. The criteria for starting to run from the time of acquiring one-legged HR and returning to exercise from the time of acquiring one-leg HR of 20+times consecutively were appropriate.